

ЕРОЗИЈА

Бр.38

Часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

Journal of erosion and torrent control

UDK 626

ISSN 0350-9648



Београд, децембар 2012

ГЕНЕРАЛНИ СПОНЗОР УДРУЖЕЊА



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

БУЛ. ВОЈВОДЕ МИШИЋА 37, БЕОГРАД

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, Проф. др Слободан Петковић, Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Београд

Зоран Гавриловић, дипл.инж.шум., Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, Завод за заштиту од бујица и ерозије

Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry, 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

Издавач

Универзитет у Београду, Шумарски факултет

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.udruzenjebujiacara.com

Технички уредник

Милутин Стефановић, дипл.инж.шум.

Тираж: 250

Штампа

Планета принт, Рузвелтова 10, Београд

EROSION - Scientific-professional 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, Prof. Slobodan Petković, University of Belgrade – Faculty of Forestry, Belgrade

Zoran Gavrilović, dipl.ing., Institute for Water Management „Jaroslav Černi“,
Belgrade

Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry,
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

Publisher

University of Belgrade, Faculty of Forestry

Association for torrent and erosion control

Kneza Višeslava St. 1, 11030 Belgrade

Tel: +381-11-3053-851; +381-11-3906-461; Adresa e-pošte: bujicari@gmail.com

Internet prezentacija: www.udruzenjebujicara.com

Layout

Milutin Stefanović, dipl.ing.

Circulation: 250 copies

Print

Planeta print, Ruzveltova 10, Belgrade

САДРЖАЈ

CONTENTS

ПРЕГЛЕДНИ РАД

Review paper

ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈЕ И КОНЗЕРВАЦИЈА ЗЕМЉИШТА И ВОДА У СВЕТУ.....	1
ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА ИЗБОРА ИЗВОЂАЧА РАДОВА НА УРЕЂЕЊУ ЕРОЗИОНИХ ПОДРУЧЈА.....	27

ОРИГИНАЛНИ НАУЧНИ РАДОВИ

Orig. scientific papers

УТИЦАЈ КИСЕЛИХ ДЕПОЗИЦИЈА НА РЕАКЦИЈУ ЗЕМЉИШНОГ РАСТВОРА У СЛИВУ РЕКЕ РАСИНЕ.....	45
ОЦЕНА ДЕГРАДАЦИЈЕ И ЕФЕКТА КОНЗЕРВАЦИОНИХ МЕРА ПРИМЕНОМ WOCAT МЕТОДОЛОГИЈЕ НА ПОДРУЧЈУ ОПШТИНЕ ЉУБОВИЈА.....	61
СОЦИО-ДЕМОГРАФСКЕ ПРОМЕНЕ У СЛИВУ ТЕГОШНИЦЕ КАО ФАКТОР ПРОМЕНЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ.....	73
КРИТИЧКА АНАЛИЗА САВРЕМЕНИХ МОДЕЛА ЕРОЗИЈЕ И ТРАНСПОРТА НАНОСА СА ПОСЕБНИМ ОСВРТОМ НА ПРИМЕНУ У БУЈИЧНИМ СЛИВОВИМА.....	85

САОПШТЕЊА

Advice

САОПШТЕЊЕ О ОДРЖАНОМ ОКРУГЛОМ СТОЛУ "ПРОБЛЕМИ ЕРОЗИЈЕ И БУЈИЦА У СРБИЈИ.....	101
---	-----

ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈЕ И КОНЗЕРВАЦИЈА ЗЕМЉИШТА И ВОДА У СВЕТУ

Прегледни рад

Станимир Костадинов, Ана Борисављевић¹
Универзитет у Београду - Шумарски факултет

Апстракт: Ерозија је један од видова деградације земљишта које се онедавно сматра необновљивим ресурсом. У зависности од степена развоја и друштвених односа у различитим земљама постојао је променљиви однос одговорности према проблему ерозије кроз време. У раду је дата анализа начина управљања, предузетих мера и радова и њихових резултата у 15 европских земаља, азијској Народној Републици Кини, Сједињеним америчким државама у Северној Америци и коначно у нашој земљи. Досадашње искуство у заштити од ерозије и управљању бујичним сливовима у Србији, које је старо 105 година, стављено у европске и светске оквире и контекст компарације и преиспитивања досадашњег рада, као и дискусије о тренутним проблемима и перспективама.

Кључне речи: ерозија, противерозиони радови, уређење бујица, конзервација земљишта

Abstract: Erosion is one of the most serious forms of degradation of soil which is recently considered as non-renewable resource. Depending on the level of economic and social development, various countries throughout time had different attitude toward soil erosion problem. The paper shows the analysis of control, undertaken measures and works, and their results in 16 European countries (France, Austria, Italy, Bulgaria, Ukraine, Slovakia, Czech Republic, Norway, Sweden, Finland, Denmark, Poland, Greece, Macedonia, Belgium, and Serbia), in Asian People's Republic of China, United States of America in North America. Thus, to date experience in erosion and torrent control in Serbia, being 105 years old, was placed within European and worldwide framework, and the comparison and review of up to date work as well as discussions on current problems and perspectives.

Keywords: erosion, erosion and torrent control works, torrent control, soil conservation

1. УВОД

Ерозија је један од најтежих видова деградације земљишта које се онедавно сматра необновљивим ресурсом (European Commission, 2006; Commission of the European communities, 2006). Ерозиони процеси у датом сливу су условљени

¹ Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд; stanimir.kostadinov@sfb.bg.ac.rs

природним условима (нагиб терена, геолошка подлога, режим падавина) али значајан утицај на њихов развој има људски фактор (на пример, начин коришћења земљишта) (Kostadinov et al., 1992). Ерозија земљишта са својим последицама, као што су губитак земљишта, поремећај режима отицања, бујичне поплаве, засипање акумулација наносом, проузрокује штетне еколошке on-site“ и „off-site“ ефекте (Kostadinov et al., 1997). Заштита од ерозије и уређење бујичних сливова подразумевају читав спектар мера и метода за регулисање површинског отицања, заштиту земљишта од спирања са падина, повећање плодности на еродираним земљишту и њихово најрационалније коришћење, спречавање дубинске и бочне ерозије, редукцију генезе наноса и транспорта наноса, спречавање појаве бујичних поплава (Kostadinov, 2008).

Преглед праксе у заштити од ерозије и уређењу бујица у свету омогућава да се сагледа комплексан проблем ерозије земљишта као и чињеница да су различите земље широм света погођене различитим типовима и различитим степеном интензитета ерозионих процеса, као и то да је у различитим земљама постојао променљив однос одговорности према проблему ерозије кроз време који је зависио и од политичке воље и од економско- политичке ситуације. Јасно је да активности у решавању проблема ерозије битно зависе од ставова владе, законске регулативе али и утицаја стручњака. Кад год је државни врх имао слуха за заштиту земљишта од ерозије, долазило је до експанзија у извођењу противерозионих радова и уређењу бујица, што је свакако опорављало и опште стање пољопривреде и шумарства.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

Многе стручне и научне публикације који објашњавају проблем ерозије земљишта, ефекте изведених противерозионих радова и промена начина коришћења земљишта, обим потребних радова, објављене су широм света и код нас. За потребе овог прегледног рада коришћени су објављени стручни и научни радови и публикације међународних експерата као и сопствени резултати истраживања и објављени радови у предметној области. Консултација те литературе водила је у овом раду ка аналитичком оквиру на задату тему.

Компарација стратегија у заштити од ерозије и конзервацији земљишта и вода може бити корисна пошто се на тај начин као примери издвајају најбоље праксе, позитивна искуства и резултати у заштити од ерозије и државе које у томе предњаче. Посебно треба охрабрити начин управљања проблемом ерозије који обезбеђује истовремено заштиту земљишта и одрживо коришћење земљишта. Осим тога, треба извући поуке и из неадекватних стратегија и мера и њихових последица. Фокус свакако треба да буде на савременим праксама и актуелним проблемима.

Дата је анализа начина управљања, предузетих мера и радова и њихових резултата у 15 европских земаља (Француска, Аустрија, Италија, Бугарска, Украјина, Словачка, Чешка, Норвешка, Шведска, Финска, Данска, Пољска, Грчка, Македонија, Белгија и Србија), у азијској Народној Републици Кини, Сједињеним америчким државама у Северној Америци и коначно у нашој земљи. Тиме је досадашње

искуство у заштити од ерозије и управљању бујицама у Србији, које је старо 105 година, стављено у европске и светске оквире и контекст компарације и преиспитивања досадашњег рада, као и дискусије о тренутним проблемима и перспективама.

3. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ СТРАТЕГИЈА И ЊИХОВИХ РЕЗУЛТАТА

3.1 Управљање проблемом ерозије кроз простор и време

Суочене са проблемима као што су губитак земљишта, ексцесивна ерозија, деградација квалитета вода и учестале бујичне поплаве, земље европског континента су кроиле стратегије и предузимале одређене мере у заштити од ерозије и уређењу бујица. Организовани радови у заштити од ерозије и уређењу бујица у Европи најпре су почели у Француској средином XIX века и праксом и теоријом коју су поставили научним радовима А. Surré, Scipion Gras, Ph. Bréton, чији је рад касније наставио Р. Demontrey и Е. Thiéry (Гавриловић, 1972; Јевтић et al., 1992). Потом су организовани радови у сливовима започети у готово свим европским земљама. Тако се може рећи да је Европа богата са више од 160 година научног и практичног рада у борби против ерозије. У том временском периоду развијале су се и примењивале различите методе у заштити од ерозије и уређењу бујица.

Средином XIX века *Француска* се суочила са великим проблемима које су изазвале бујичне поплаве рушећи бројне путеве, мостове и остале инфраструктурне и индустријске објекте и плавећи бројна насеља. То је био повод да се започне са организованим радом на заштити од ерозије и уређењу бујичних сливова. Формирана је државна Служба за рестаурацију (ревитализацију) планинских терена (*Restauration des terrains en montagne – RTM.*) (Костадинов, С., 1998).

Француски систем рестаурације (ревитализације) планинских терена – базира на најбољим традицијама класичног европског система који се модификовао у француски систем током година са развојем науке и технологије, еволуирао и унапређивао. Суштина система је одбрана од бујичних поплава тј. заштита насеља, саобраћајница, индустријских објеката, пољопривредних површина, водопривредних и других објеката од разорног дејства бујичних поплава. Примењују се грађевинско-технички објекти (подужни и попречни) у хидрографској мрежи бујичних токова, док се у сливу примењују различити биолошки и биотехнички радови (најчешће пошумљавање голети). Задатак службе Р.Т.М. можда би се приближно могао дефинисати као уређење брдско-планинског простора са циљем да се смање природни ризици (L. de Crécy, 1982). Изворно треба рећи да акција Службе с једне стране има задатак да отклони опасност од поплава у долинама водотока, а с друге стране радови треба да буду усмерени против опасности од бујичних надоласака на плавинама које су обично насељене или преко њих пролазе неке саобраћајнице. Ова Служба је постигла изванредне резултате у Француској, захваљујући томе што је држава стала иза ње и финансирала потребне радове и тако раде и у данашње време.

Као пример такође добре праксе и односа државе према проблему ерозије, треба приказати управљање овим проблемом у *Норвешкој*. Како наводе аутори Øygarden, Lundekvam, Arnoldussen & Børresen (2006) субвенције се исплаћују као подршка пракси обраде земљишта са малим ризиком од интензивирања процеса ерозије, за успостављање травнатих и дрвенстих илофилтарских појасева и травнатих водопутева, као и за изградњу акумулација за нанос. Влада сматра приоритетним смањење пољопривредних површина за јесењу обраду у оним регионима који су подложни ерозији, а тамо где постоји ризик од бујичних поплава пољопривредницима је потпуно забрањена обрада земљишта у јесен. Велики проблем у овој држави је и унос фосфора са пољопривредних површина процесима транспорта наноса у Северно море и Скагерак, који је, међутим, адекватним мерама смањен како је договорено Декларацијом о Северном мору.

Од 2003. године сваки пољопривредник је обавезан да поседује израђен План за заштиту животне средине за свој посед, при чему су мере за смањење интензитета ерозије саставни део тог плана. Са друге стране, уведене су надокнаде пољопривредницима за необрађивање земљишта у јесен од 1991. године. Очекивање да ће одговор пољопривредника бити веома брз већ након првих исплата је испуњено. Број акумулација за нанос и илофилтерских појасева повећавао се са субвенцијама. Пољопривредници су примали до 70% трошкова за примену ових мера, и од 1994. до 2001. године субвенције су износиле 591,2 милиона еура за илофилтерске појасеве и 46,2 милиона еура за акумулације за нанос.

Према стању из 2006. године, 40% обрадивих површина оре се једино у пролеће, а субвенције за ову меру износе од 50 до 175 € по хектару годишње у зависности од висине ризика од ерозије. За ревитализацију хидротехничких конструкција субвенције су исплаћиване од 1988. године и од тада око 4.500 хидротехничких инсталација доведене су у исправно стање а кумулативне субвенције за овај период износиле су око 7,7 милиона еура (Øygarden et al., 2006).

У суседној скадинавској земљи *Шведској* однос државе према проблему ерозије је потпуно другачији. Ulén (2006) наводи да легислатива у области заштите од ерозије у Шведској готово да не постоји, међутим, главна брига је фокусирана на губицима фосфора и азота кроз процесе транспорта ерозионог наноса. На експерименталним парцелама у округу Даларна стручњаци су доказали је да су генеза и транспорт ерозионог наноса тродупло већи у случају јесење обраде земљишта него у случају пролећне обраде земљишта. Потом је уведено субвенционисање за обраду земљишта само у пролеће што, међутим, није имало очекиване резултате (Ulén, 2006).

У *Финској* где су заступљене површинска, браздаста и оранична ерозија, за највећи штетни ефекат процеса ерозије сматра се губитак фосфора и азота из земљишта и њихово доспевање до пријемника што условљава еутрофикацију и цветање (Tattari & Rekolainen, 2006). У Финској пољопривредницима су исплаћиване субвенције за остављање шумских појасева између њива и водотокова или језера, за

повећање удела вегетације током зиме избегавањем обраде земљишта у јесен и за успостављање вештачких локви и влажних зона за прихват наноса (Tattari & Rekolainen, 2006).

Влада Данске је одобрила субвенционисање за противерозионе мере од 1980. године. Субвенције у 2001. и 2002. години, које су исплаћиване удружењима фармера, износиле су 45% за такозване еколошке пољопривреднике (Veihe & Hasholt, 2006). Потом је квота ових субвенција смањена на 40%. Поред законске регулативе која се специфично односи на подизање ветрозаштитних појасева, постоје прописи из других области које такође подржавају ову меру. У Данској су издвојена посебно угрожена пољопривредна подручја од ерозије на нивоу округа. Потреба за интегралним управљањем је доказана контраиндикацијама стратегије за смањење губитака азота из 1987. године. Тада је припрема сађења вршена у периоду јаких киша што је само повећало интензитет површинске ерозије, што се свакако може окарактерисати као лоша пракса (Veihe & Hasholt, 2006).

Према Rejman & Rodzik (2006), после Другог светског рата почео је интензиван рад на примени противерозионих мера у Пољској. У многим регионима Пољске који су подложни ерозији, организоване су локације за демонстрацију и популаризацију контурне обраде земљишта, контурно појасне обраде, терасирања и посебних плодореда (Rejman & Rodzik, 2006). Надлежна министарства су 2002. године објавила препоруке добре праксе у области пољопривреде уз примену противерозионих мера. Препоручено је да се обрадиво земљиште подложно ерозији са нагибом већим од 20% пошуми или претвори у травнате површине; на нагибима између 10 и 20% препоручују се заштитне мере као што су противерозиони плодореда. Министарство за економију, рад и социјалну политику је 2004. године у Плану за реконструкцију и модернизацију производње хране и развоја руралних подручја предвидело укрупњавање појединачних пољопривредних површина.

Дугогодишње запостављање заштите пољопривредних површина од ерозије у Чешкој довело је до испуњавања акумулација наносом. У Чешкој постоји око 25 хиљада малих водних акумулација са укупном запремином од 420 милиона кубних метара (Dostál et al., 2006). Према стручном извештају те акумулације садрже 200 милиона кубних метара наноса па им је за толико и смањена сама корисност. Посебним програмом Министарства за пољопривреду 2003. године дотирано је око 13 милиона еура за вађење наноса из тих акумулација. Међутим, и ови напори су недовољни с обзиром на реалне потребе и на чињеницу да је акумулација наноса процес са континуитетом. Багеровање наноса није решење пошто је потребно реаговати на извору настанка ерозионог наноса, тј. противерозивним радовима у сливу. Потом, процес комасације земљишта који такође треба да узме у обзир планирање заштите земљишта и вода и имплементацију мера имао је спор напредак у последње време. (Dostál et al., 2006)

Постојећи *Словачки* Национални Стандард у заштити пољопривредног земљишта од водне и еолске ерозије подразумева примену четири главне групе

мера: организационе, агротехничке, биолошке и техничке. Техничке мере су фаворизоване, међутим, у садашњим неповољним економским условима показале су се као скупе, док су агротехничке најјефтиније и најефикасније (Stankoviansky, Fulajtár, & Jambor, 2006).

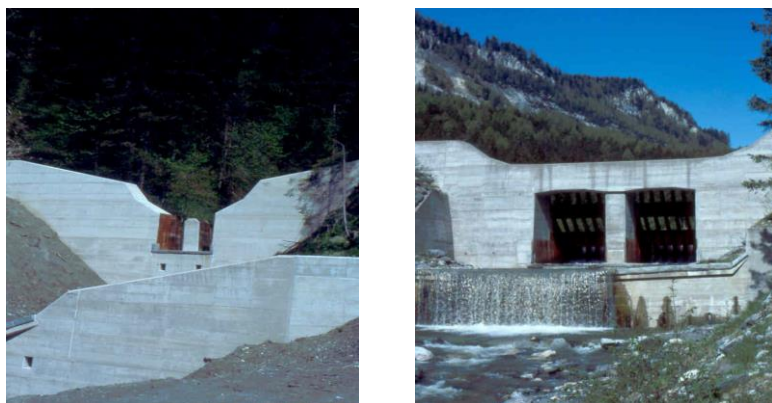
Историјат борбе против ерозије у Бугарској приказује Rouseva et al. (2006). Организован рад у заштити од ерозије у *Бугарској* постоји преко 100 година. Године 1905. основан је први Биро за уређивање бујица и пошумљавање, а до краја прве половине 20. века постојало је чак 56 Бироа за уређивање бујица и пошумљавање. Од 1951. године ове активности постају надлежност Националне службе за шумарство, а у последњих неколико година ове послове обављају углавном приватне фирме. Раних седамдесетих година 20. века ерозија земљишта препозната је као национални проблем од примарног значаја услед штете која је нанета националној економији. Тадашња Влада је издала наредбу о организовању конзервације земљишта и уређењу клизишних подручја. Формирани су тимови за истраживање процеса ерозије и пројектовање најефикаснијих мера у заштити од ерозије у пољопривредним и шумским подручјима. Како би се наредба испунила, формиране су и службе и предузећа за мелиорације и ерозију земљишта у највећим градовима региона. Тако је настао Национални дугорочни програм за заштиту од ерозије (обустављен 1989. године) којим се предлажу мере превенције које се заснивају на процени капацитета земљишта и просечних годишњих губитака земљишта.

Буџет за заштиту од ерозије био је углавном коришћен за хидротехничке пројекте у уређењу бујица, терасирање, регулације речног корита, конструкцију микроретенција, мелиорацију пашњака (уклањање камења и жбуња, попуна јаруга, побољшање плодности земљишта), док су занемарене следеће технике: дељење великих парцела на мање са орјентацијом ширине по нагибу а дужине по изохипси, појасна обрада, контурно појасна обрада, плодород и конзервациона обрада земљишта (Rouseva et al., 2006).

У периоду после 1990. године дошло је до транзиције ка отвореној економији, уситњавања парцела и потпуног запостављања радова на заштити од ерозије. Раније изведени противерозиони радови нису одржавани – многе терасе су оштећене, пашњаци су били изложени ексцесивној испашаи. Број служби за уређење бујица, пошумљавање и заштиту од ерозије био је смањен али је и њихово поље деловања промењено. Обим радова на пошумљавању (600 ha годишње) и хидротехничких радова су значајно умањени, (конструкција преграда износи 1000 m³ годишње). Данас, легислатива у области противерозионих радова у Бугарској сматра се некомплетном. Неколико одредби може се наћи у неколико закона, пре свега у Закону о заштити пољопривредних земљишта, међутим, то није довољно како би се осигурали противерозиони радови у сливу (Zakov & Marinov, 2003; Rouseva et al., 2006).

Аустрија има Шумско-техничку службу за уређење бујица и заштиту од лавина, која припада Савезној шумарској установи у оквиру Министарства за

пољопривреду, шумарство, водопривреду и заштиту животне средине. Дирекција службе је у Бечу при Министарству, а у савезним државама су секције надлежне за њихову територију. Радови на уређењу бујичних сливова се финансирају 70-80 % из савезног буџета, а остало финансирају локалне самоуправе. Служба је врло добро организована, са веома стручним кадровима, са искуством више од једног века и има велике успехе у реализацији постављених задатака, тим пре што се издвајају врло велика финансијска средства за те намене.



Слика бр. 1 Функционалне преграде у Аустрији
Fig. 1 Functional check dams in Austria

Аустријски програм за одрживу пољопривреду покренут је 1995. године. Овај програм нуди уговоре пољопривредницима који су вољни да имплементирају специфичне мере заштите од ерозије за винограде, воћњаке и обрадиво земљиште. У периоду 1998.-2002. године забележен је растући тренд у интересовању пољопривредника и склапању уговора. У 2002. години оваквим уговорима било је обухваћено 150.000 ha површине, а 1998. године 9.330 ha. Ови програми се односе само на култивисано земљиште са потенцијалним високим ризиком од ерозије, па је процена да је чак 34% површине угрожено великим ризиком од ерозије. Међутим, највеће препреке су недостак машина, додатно радно оптерећење и организација.

Заштита пољопривредног земљишта од ерозије дефинисана је регулативом у више аустријских покрајина. Овом легислативом дефинисани су циљ заштите, принцип одржавања природног фертилитета и еколошког функционисања земљишта, као и посебне мере конзервације које могу бити коришћене у пракси у различитим условима. Међутим, законски није дефинисан толерантан губитак земљишта.

У многим деловима *Италије* још увек је могуће видети импресивне примере агро-техничких грађевина, нпр. спектакуларне терасе које карактеришу пејзаже Cinque Terre у региону Лигурија (Torri et al., 2006). Међутим, њихово одржавање зависи од променљивих услова агроекономије. Сада се ови системи одржавају само у регионима од посебног интереса. Услед потребе да се редукују трошкови и осавремени дотадашња пракса, почевши од 1950. године лансиран је процес

индустријализације пољопривреде који је условио увећавање поседа за потребе механичке обраде што је водило ка масовном уништавању ових структура. Преостале терасе се углавном не одржавају, па су изложене континуираној и озбиљној деградацији (Torri et al., 2006).

Blinkov & Trendafilov (2006) представљају хронику борбе против ерозије у *Македонији* која почиње од 1900. године. Педесетих година прошлог века усвојено је неколико закона који су се односили на заштиту од ерозије: Закон о шумљавању голети (1951.), Закон о заштити од ерозије на стрмим падинама (1952.) и Закон о заштити стрмих падина и уређењу бујица (1957.). Након усвајања закона о финансирању мелиоративних система, ове мере су ојачане и 1985. године 285 сливова је регулисано. Као део програма за заштиту од ерозије, основан је Фонд за шумљавање 1970. године. Резултат ових потеза био је интензивно шумљавање, чак 260% више од планираног. Од 1990. године шумљавање је десетковано, углавном због буџетских ограничења. Нови план, међутим, предвиђа шумљавање 80.000 хектара голети широм земље.

До деведесетих година 20. века противерозиони радови били су на значајно вишем нивоу – постојала су одељења за заштиту од ерозије у свим регионалним водопривредним предузећима. Од деведесетих година прошлог века, проблем ерозије постаје горући еколошки и економски проблем у Македонији пошто се радови на заштити од ерозије бележе негативан тренд. Не постоји закон о заштити од ерозије, мада постоје чланови који се односе на овај проблем у оквиру појединих закона – закон о водама, закон о шумарству, закон о пољопривредном земљишту, закон о заштити животне средине. Македонија је усвојила UNCCD конвенцију 2002. године. У складу са тим, постоји национална стратегија и национални и регионални акциони планови. Овде је ерозија земљишта препозната као главни фактор деградације и дезертификације земљишта.

У *Белгији*, за питања заштите животне средине одговорни су региони појединачно, па су тако стратегије за заштиту од ерозије земљишта различите у Фландрији и Валонији (Verstraeten et al., 2006). Тако је фландријска влада у скорије време реаговала по питању заштите земљишта од ерозије и децембра 2001. године је донела Одлуку о заштити земљишта од ерозије која се односи на давање субвенција за примену противерозионих мера на нивоу локалних самоуправа у вишим подручјима Фландрије. Одлуком се захтева израда плана за противерозионе радове којим се указује где и које мере треба да буду имплементирани (субвенција је износила 12,5 €/ha). Потом, субвенције од 75% су исплаћиване и за имплементацију мера као што су подизање малих брана и језера или травних илофилтерских појасева, док конзервациона обрада на парцелама или травнати водопутеви нису били предвиђени овом Одлуком. Међутим, друге конзервационе праксе као што су сетва у јесен или травнати илофилтерски појасеви ширине 5-10 метара дуж водотока су субвенционисане као агро-еколошке мере (у сврху управљања нутријентима). Од 2005. године грантови за примену мера као што су травнати водопутеви, травнати илофилтерски појасеви, ретенције и преграде за нанос, конзервациона обрада земљишта, доступни су кроз Фландријски план за

рурални развој. Ове мере су признате и подржане од стране Европске Комисије 2003. године. Принцип је да се стратегија израђује у блиској сарадњи и дискусији са локалним пољопривредницима, доносе се мере и одређују се парцеле за примену специфичних мера. Овакав партиципативни приступ примењује се у више демонстрационих пројеката у Фландрији (Verstraeten et al., 2006).

У Валонском региону примењују се неке агроеколошке мере у областима погођеним проблемом ерозије, нпр. травнати илофилтерски појасеви, међутим, циљ ових мера није заштита од ерозије. Следећи пример Фландрије, валонска влада је вољна да донесе и спроведе стратегију заштите од ерозије земљишта у блиској будућности. (Verstraeten et al., 2006)

Према Kosmas, Danalatos, Kosma & Kosmopoulou (2006), у *Грчкој* мере у конзервацији земљишта и заштити од ерозије су углавном фокусиране на шумска подручја која су на националном нивоу под контролом Одељења за шумарство и животну средину при Министарству за пољопривреду. Године 2002. покренут је пилот пројекат за заштиту напуштених и угрожених тераса уз субвенционисање који односи и на терасе на Егејским острвима. Постоји и пројекат субвенционисања за подршку пољопривредницима који примењују принцип заштите животне средине у свом раду. Укупно 319 милиона еура је намењено противерозионим радовима, управљању биотопом и селективном пошумљавању. Грчки парламент је усвојио UNCCD 1997. године, а потом је израђен Национални план за борбу са дезертификацијом који даје упутства како заштити земљиште од различитих процеса, укључујући и ерозију земљишта.

Удео ораница у односу на површину целе територије *Украјине* је највиши у Европи и износи 56,9% (Bulygin, 2006). Како наводи исти аутор, веома је тешко заштити толике површине под ораницама од ерозије воде и ветра. При том је пошумљавање као метод у борби са ерозијом потцењен. Одржавање постојећих и подизање нових шумских појасева је смањено.

Лоша пракса у заштити земљишта од ерозије је резултат односа Владе Украјине, која је дужи низ година игнорисала овај проблем. Многи покушаји стручњака су учињени што је коначно резултовало доношењем Закона о земљишту 2001. године који је правни основ за заштиту земљишта, обнављање плодности земљишта и управљање конзервацијом земљишта. За период 2001. - 2005. године издата је Одлука којом су одређене методе контроле начина коришћења земљишта и конзервације земљишта. Упоредо са тим, повећало се интересовање пољопривредника и земљопоседника за конзервацију земљишта пошто су предвиђени и економски стимулуси. Такође се очекује установљавање и развој система за управљање земљиштем, оснивање ефикасних организација као што је Служба за конзервацију земљишта.

Проблем ерозије у некој од претходно поменутих земаља не може се поредити са размерама тог проблема које постоје у *Народној Републици Кини*. Сваке године односи се 4,5 милијарди тона земљишта, а стотине милиона тона ерозионог материјала уноси се у реке, језера и акумулације (Zhen, 2011). Најозбиљнија ерозија

дешава се на Лесном платоу, горњем току реке Јангце, кречњачком региону у Југозападној Кини и зони црница у Североисточној Кини. Лесни плато је једно од топ подручја захваћених најинтезивнијом ерозијом у Кини али и свету!

Од оснивања Народне Републике Кине, Влада ове државе је посвећивала велику пажњу проблему ерозије и конзервацији земљишта и вода, што је дало и веома позитивне резултате. У последњих 60 година, државни лидери (Мао Цедонг, Денг Ксиаопинг, Џианг Цемин и Ху Џинтао) показали су велики интерес за конзервацију земљишта и вода. Спроведене су мере у области превенције, администрације, интегрисаног управљања, мониторинга и прогнозе процеса ерозије. Усавршаване су стратегије и правна регулатива, основане су стручне институције, подржане су нове идеје и технологије, промовисани су истраживачки резултати. Истовремено, нешто преко 1.000.000 ha еродираниог земљишта је подвргнуто противерозионим радовима у око 50.000 мањих сливова (Zhen, 2011). Принцип конзервације земљишта поштован је и приликом изградње железнице Кингаи-Тибет, па су косине дуж ове железнице покривене вегетацијом. Као резултат оваквог односа према земљишту као вредном природном ресурсу побољшана је пољопривредна производња, а еколошки услови су унапређени. Године 1992. донет је Закон о конзервацији земљишта и вода (ревидован 2005. године), али и одлуке, директиве и друга регулатива која прати овај закон.

Суше у комбинацији са појавом јаким пљускова тридесетих година прошлог века у *Сједињеним америчким државама* су условили да се велика пажња посвети противерозионим радовима. Националним Законом о заштити земљишта од ерозије, из 1935. год., било је истакнуто начело «да се у циљу заштите земљишта од ерозије сачувају природни извори воде, затим израде мале и микро водне акумулације, и да се кроз спровођење директних противерозионих мера и радова, истовремено води и борба против ерозије, поплава и суша, а цео подухват да се диригује из одређених центара». Хитни радови на конзервацији земљишта 1933. године били су импулс за оснивање Цивилног корпуса за конзервацију (ССС) чије су резултате теренског рада многи државни званичници оценили као јачање унутрашње снаге Америке схватајући размере губитака услед деградације земљишта (Phelan & Basinger, 1993). Године 1933. основана је Служба за ерозију земљишта која је у првих девет месеци упослила 2.200 људи који су почели са примењивањем конзервационих техника. Ова Служба је, међутим, након две године, 1935. реорганизована у Службу за конзервацију земљишта (Soil Conservation Service – SCS; 1994. године ова служба променила је име у Службу за конзервацију природних ресурса и тиме проширила свој делокруг) која је запошљавала око 6.622 особља. Национални закон о заштити земљишта од ерозије био је примењен на 75% територије САД. Администрација за напредак радова (WPA) је обезбеђивала радну снагу за реализацију пројеката које је финансирала Влада. Тако је 1936. године било запослено 23.709 радника. Оваквим приступом омогућен је напредак привреде, запослење и јачање стандарда локалног становништва (Phelan & Basinger, 1993).

3.2 Мере и резултати у заштити од ерозије и конзервацији земљишта и вода

У *Француској* примена система рестаурације (ревитализације) планинских терена је дала изванредне резултате на заштити земљишта од ерозије и одбрани од бујичних поплава. То је обезбедило заштиту насеља, саобраћајница и осталих објеката од поплава, а у сливовима су голети приведене култури углавном пошумљавањем тако да је значајно смањен интензитет ерозије и продукција наноса. Служба РТМ и даље функционише на принципима на којима је формирана и даље остаје у надлежности државе. (De Crécy, L., 1982):

У *Норвешкој* примена техничких метода за контролисање процеса отицања у циљу смањења ризика од ерозије (хидротехничке инсталације и травнати водопутеви) и хватање земљишних материја пре уласка у реципијент (илофилтерски појасеви и акумулације за нанос) била је континуирано подржавана субвенцијама. Илофилтерски појасеви широки од 5 до 15 метара смањили су транспорт наноса за 55-95% у различитим случајевима (Øygarden et al., 2006). Акумулације за нанос су ефикасно утицале на процес транспорта наноса, тако су акумулације са величином мањом од 0,1% од укупне површине слива смањиле транспорт наноса за 50-60%! Изградња неколико мањих акумулација дуж водотока показала је боље резултате од изградње великих језера испред ушћа водотока (Øygarden et al., 2006).

У *Данској* илофилтерски појасеви су се показали ефикасном мером задржавања наноса и фосфора који је резултат јаружасте ерозије. Истраживачи су експериментима дошли до следећих резултата: нанос и фосфор задржавају се у првих 12 метара од 27 метара укупне ширине илофилтерских појасева са степеном нагиба од 14%, као и закључка да су нагиб и ширина илофилтерских појасева међусобно зависни у погледу ефикасности примене ове мере (Veihe & Hasholt, 2006). Илофилтерски појасеви широки 2 метра постављани су дуж већине водотокова као превенција ерозије обала речних корита до које је дошло услед лоше праксе машинске обраде земљишта до самих обала (Veihe & Hasholt, 2006).

Конзервациона обрада земљишта у *Чешкој* често је коришћена у пракси као агротехничко решење, међутим, више из економских разлога него као противерозиона мера. Ова технологија примењена је на око једну четвртину пољопривредних површина, али су високе цене машина за примену такве технологије постале препрека за њихову ширу употребу (Dostál et al., 2006).

У периоду 1960. - 1980. године изграђене су терасе на 5.000 хектара углавном у Јужној Моравији са циљем да се смањи нагиб земљишта које је погодно за пољопривредну производњу ширих размера, а нарочито за воћњаке и винограде. Скретање канала и контурне бразде су такође примењиване мере за скупљање ерозионог материјала, али и за регулисање отицаја чиме се ограничава ризик од локалног плављења (Dostál et al., 2006).

Институт за педологију и конзервацију земљишта у *Словачкој* је деведесетих година 20. века започео теренске експерименте укључујући тестирање различитих мера заштите од ерозије на 7 пилот подручја (Stankoviansky et al., 2006). Резултати

овог експерименталног истраживања су иницирали акцију Министарства за пољопривреду да обезбеди машине неопходне за конзервациону обраду земљишта. Конзервациона обрада била је примењена на националном нивоу на око 140.000 хектара под кукурузом, сунцокретом и другим житарицама. На основу досадашњих искустава могуће је издвојити најефикасније мере у заштити од водне ерозије у Словачкој: подземно ђубрење (0,4т) у лесном земљишту; контурна обрада на нагибима до 9 степени; мулчирање; конзервациони плодоред, фаворизовање вишегодишњих биљака и зимских усева; окопавински усеви и пролећни усеви на еродираним земљиштима само у комбинацији са технологијама конзервационе обраде (Stankoviansky et al., 2006).

Jambor и Ilavska, 1998. године препоручили су следеће најефикасније мере конзервације земљишта у Словачкој чија је примена посебно значајна за високо продуктивна земљишта:

- прикладне ротације усева - плодоред,
- контурна оријентација парцела - по изохипси, оптимални облик: дужина 400-1000 m, ширина 200-300 m и величина парцела 10-30 ha.

Значајан део нових винограда у Словачкој подигнут је на новим терасама површине 8.600 ha које су конструисане посебно за ову намену што се сматра посебним доприносом у заштити земљишта од ерозије.

Мере конзервације земљишта као што су контурна обрада земљишта и дренажне бразде после сетве практиковане су на великим нагибима у *Бугарској* од давних времена. Још увек постоје старе терасе ојачане каменом и ивични појасеви парцела зарасли жбуњем и дрвећем у планинским и полупланинским регионима земље где се генерацијама узгајају виногради и дуван. Од почетка организованих противерозионих радова до 1951. године укупна површина пошумљених еродираних земљишта износила је 170.000 ha, а изградња преграда износила је 130.000 m³ (Rousseva et al., 2006)

Период од 1952. до 1980. године остао је запамћен по 486.200 ha пошумљених површина (забележено је пошумљавање од 80.000 ha у неким годинама) и по преко 20.000 ha пољезаштитних појасева, 326.500 m³ преграда, 329.000 m³ камених прагова и 248.000 m обалоутврда (Zakov & Marinov, 2003; Rousseva et al., 2006). Изведени су обимни радови на уређењу бујица, тако је уређење бујице Перперек био пример успешне примене билешких мера што је резултирало у знатно смањеној количини наноса која се задржава код бране, као и намени значајних површина за пољопривредну производњу. Према подацима Министарства за пољопривреду 1987. године, Националним дугорочним програмом за заштиту од ерозије заштићено је око 20% пољопривредног земљишта са високим ризиком од ерозије. Поред тога, многи пројекти су урађени како би се смањило таложење наноса у акумулацијама.

Мере предвиђене *Аустријским* програмом за одрживу пољопривреду су:

- контрола ерозије у виноградима: покривање земљишта сламом (мулчирање) у периоду од 1. новембра до 30. априла сваке године, или терасирање: износ субвенције 145-799€/ha;
- контрола ерозије у воћњацима: покривање земљишта сламом (мулчирање) најмање 10 месеци годишње, или терасирање: износ субвенције 145-291 €/ha;
- контрола ерозије на обрадивим површинама, конзервациона обрада: износ субвенције 93-113 €/ha (Strauss & Klaghofer, 2006).

Мере заштите од ерозије ветра примењују се од 1950. године углавном у федералним окрузима Доња Аустрија и Бургерланд које су највише погођене овим проблемом. Од тада само у Доњој Аустрији засађено је 2.300 km ветрозаштитних појасева којима је заштићено око 100.000 ha. Предвиђено је повећање заштићених површина од 2.500 хектара годишње. (Strauss & Klaghofer, 2006)

Током 19. века најпре у Тосканији, а након тога широм територије *Италије* примењен је широк спектар противерозионих мера који су представили Torri et al. (2006). Исти аутори наводе следеће четири најрепрезентативније мере у агрохидрауличком конзервационом систему:

1. Контурни одводни канали који дренирају сувишну воду у водопутеве, растојање између одводних канала је између 5 и 6 метара;
2. Степ-терасирање које се примењује на великим нагибима и косинама, састоји се у постављању малих тераса, а камење уклоњено са њива користи се за изградњу тераса;
3. Бенч терасе са странама које су заштићене травом или ојачане каменом, са одводним каналима или подземним дренирањем који сакупљају преосталу воду у водопутевима;
4. Висеће платформе које се примењују на стеновитим стрмим нагибима како би се спречио губитак земљишта. На овим подручјима засађена су дрвећа маслина на платформама које су окружене зидићима од камења.

На песковитом земљишту Асти провинције Пиедмонт региона, систем повезаних бенч тераса предложен је за винограде на стрмим нагибима. У последње време, тестиране су неке конзервационе мере које подразумевају мулчирање травом, које ће бити предузете у виноградима и воћњацима у простору између редова. Ове мере доприносе смањењу губитка и заштити плодности земљишта и не утичу на квалитет и квантитет приноса. Међутим, успешност ових мера зависи од баланса између пољопривредне праксе и променљивих климатских услова, који је тешко контролисати (Torri et al., 2006).

На почетку радови на заштити од ерозије у *Македонији* били су углавном усмерени на заштиту акумулација и река. Мере заштите од ерозије на огољеном

неплодном земљишту започете су од 1945. године када је забрањена испаша коза и оваца у шумама. Ова мера, иако непопуларна, опоравила је деградирано земљиште. Седамдесетих година пошумљено је преко 160.000 хектара голети, данас је обим ових радова значајно смањен (Blinkov & Trendafilov, 2006).

Према Kosmas et al. (2006), најзначајније активности у циљу заштите брдско-планинских подручја у *Грчкој* од ерозије јесте пошумљавање површина које су биле захваћене пожаром и конструкција трајних конзервационих структура. Међутим, процес пошумљавања је спор и износи мање од 10% изгорелих површина. Велике површине у вишим крајевима Грчке су терасиране за потребе производње житарица, маслина, грожђа и других усева. Ове терасе су изграђене уз помоћ камења и неке од њих старе су неколико стотина или чак хиљада година, али су данас углавном напуштене. Дошло је до пропадања тераса и до одношења земљишта при процесу отицања. Како би се спречило њихово даље пропадање, спроведен је програм субвенционисања за заштиту ових тераса. Потом, спроведена је мера угара на 15% култивисаног земљишта како би се побољшала плодност земљишта.

Најзад, у *Украјини* може се приметити лоша пракса у управљању проблемом ерозије - стратегије заштите земљишта од ерозије у равничарским условима коришћене су и за заштиту земљишта у планинским подручјима. Главне грешке су направљене постављањем шумских појасева и правоугаоних парцела по нагибу игноришућу регулативу из области трансформације и развоја предела (Bulygin, 2006). Проблем може бити решен планирањем противерозионих агропредела.

За земље чланице *Европске Уније* Тематска стратегија за земљиште, која се састоји од Комуникације, Предлога Директиве и Процене утицаја, треба да буде оквир у коме земље чланице дефинишу своје активности у заштити од ерозије земљишта и његово одрживо коришћење. У извештају Техничке радне групе за Тематску стратегију за заштиту земљишта, мере у заштити од ерозије груписане су на следећи начин:

1. мере које су усмерене ка извору проблема ерозије и мере које су усмерене на off-site ефекте ерозије земљишта;
2. мере превенције, ублажавања и рестаурације земљишта;
3. мере усмерене на одређене делатности: пољопривреда, сточарство, шумарство, саобраћајна и грађевинска инфраструктура;
4. специфичне мере које зависе од локалних и регионалних социоекономских услова и стања животне средине (Van-Camp et al., 2004).

Неки од принципа око којих постоји општа сагласност и који су основа предложених мера у борби са ерозијом земљишта су следећи:

- коришћење земљишта треба да буде усклађено са капацитетом земљишта и његовим погодношћу за дату производњу, као и са социоекономским и условима животне средине
- мере превенције треба да се ослањају на концепт одрживог коришћења и управљања земљиштем
- мере заштите земљишта треба да буду пројектоване и координисане у складу са мерама управљања и заштите водама
- образовање и обука корисника земљишта, јачање свести о краткорочним и дугорочним, као и економским бенефитима контроле ерозије.

Кључни национални пројекти у интегрисаном управљању проблемом ерозије земљишта у *Народној Републици Кини* су:

- Пројекат конзервације земљишта и вода у средњем делу слива Жуте реке – који обухвата изградњу тераса, управљање малим речним сливовима, пошумљавање, спречавање дезертификације, изградњу брана. У погледу контроле еолске ерозије вршено је затрављивање песковитих површина чиме се истовремено побољшавају услови животне средине и екосистема, започет 1986. године у 6 покрајина
- Пројекат конзервације земљишта и вода у горњем и средњем делу слива Јангце реке - масовно трансформисање нагиба у корисне терасне површине, као и контрола клизишта, започет 1989. године у девет покрајина
- Пројекат интегрисаног пољопривредног развоја за конзервацију земљишта и вода са циљем побољшања животне средине и повећање приноса и прихода пољопривредника, започет 1989. године у девет покрајина
- Пројекат за конзервацију земљишта и вода у сливу реке Хуаихе, започет 1992. године
- Пројекат засађивања *Hippophae rhamnoides* на пешчарима за еколошку заштиту у покрајинама Shanxi, Shaanxi и Унутрашњој Монголији, започет 1998. године
- Пројекат контроле еолске ерозије у околини Пекинга и Тианјина, започет 2000. године у 5 покрајина



Слика бр.2 а) Управљање малим сливом на примеру Јиухуагоу у Динкси округу, Гансу провинцији б) Терасирање падина у Динкси округу, Гансу провинцији

Fig. 2 a) Jiuhuagou small watershed management in Dingxi County, Gansu Province

b) Transforming slopes into terrace fields Dingxi County, Gansu Province

- Пројекат конзервације земљишта и вода за управљање водним ресурсима Пекинга, започет 2001. године
- Пројекат конзервације земљишта и вода на земљишту на насипима на Лесном платоу, започет 2003. године
- Пројекат конзервације земљишта и вода на земљишту у горњем делу слива Бисерне долине и кречњачким регионима у сливу река Нанпан и Бејпан, започет 2003. године
- Пројекат интегрисаног управљања конзервацијом земљишта и вода у зони црница у североисточној Кини, започет 2003. године у 4 покрајине
- Пројекат конзервације земљишта и вода у акумулацији Danjiangkou и горњем делу слива реке Danjiang, започет 2007. године у 3 покрајине
- Пројекат интегрисаног управљања процесом дезертификације у карстним зонама, започет 2008. године у 8 покрајина (Zhen, 2011).

Пошто су *Сједињене америчке државе*, осим ерозијом биле погођене и сушама, поштовао се принцип да се свака кап кише максимално искористи пре него што оде у океан. Систем за заштиту од ерозије и суша у САД окарактерисан је као Систем интегралних мелиорација (Гавриловић, 1972, Phelan & Basinger, 1993). Од 1950.-1955. године су извршени интезивни мелиоративни радови на пашњацима и одводњавању, у периоду 1955.-1960. изграђено је око 560 вештачких језераца или микроакумулација. Напредак током година учињен је када је у питању избор

локације за језерца, напредак у бољем предвиђању процеса отицања, коришћење система за привремено задржавање воде како би се смањио протикај.

За успешну имплементацију програма за противерозионе радове биле су потребне машине како би се превазишли проблеми са којима се сусрећу пољопривредници у примени конзервационих мера. Фармери су потом боље опремљени машинама па су радови на терасама побољшани. Затрављени водопутеви су се показали добром техником у пракси која је постала широко прихваћена. Водопутеви су, међутим, били често угрожени употребом хербицида. Вршено је пошумљавање јаруга боровима, чиме је спречена јаружаста ерозија, а јаруге су постале корисне. Инжењеринг у појасној и контурној обради у комбинацији са биолошким мерама дао је адекватну заштиту и добре резултате (Phelan & Basinger, 1993).

4. 105 ГОДИНА БОРБЕ ПРОТИВ ЕРОЗИЈЕ У СРБИЈИ

Геоморфолошке карактеристике територије наше земље одредиле су просторни распоред типова ерозије. Тако је у северној покрајини Војводини заступљена еолска ерозија, а јужно од Саве и Дунава водна ерозија (подаци у наставку односе се углавном на водну ерозију). Годишња продукција ерозионог наноса износи $37.25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, што је четири пута више од нормалне геолошке ерозије, специфична продукција наноса износи $421.57 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$, док су годишњи транспорт наноса $9.350.765 \text{ m}^3$ и специфични пронос наноса $105.80 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ (Kostadinov, 2007). Слинови у врдско-планинским подручјима броје преко 12.000 бујичних токова који после све учесталијих бујичних поплава остављају за собом катастрофалне последице по локално становништво и инфраструктуру (Kostadinov et al., 2012). Само у Грделичкој клисури регистровано је 137, а у Врањској котлини 80 бујичних токова, директних притока Јужне Мораве.

Док се у 19. веку бележе само спорадични радови на уређењу бујичних притока великих река у оквиру радова на одбрани од поплава на тим рекама, почетак 20. века (1907. година) сматра се почетком организованих радова у заштити од ерозије и уређењу бујица (Јевтић et al., 1992; Kostadinov et al., 2006; Kostadinov, 2007).

Табела бр. 1 Радови у заштити од ерозије и уређењу бујица у Србији за период 1907.-2006.

Tab. 1 Erosion and torrents control works in Serbia for the period 1907-2006

		Технички радови		Биолошки радови	
		Укупно	Годишњи просек	Укупно	Годишњи просек
Фаза	Период	m^3	$m^3/year^{-1}$	ha	ha year ⁻¹
I	1907-1940	56,194.00	1,652.80	575.50	16.90
II	1941-1944	1,301.00	325.20	5.00	1.25
III	1945-1954	56,774.00	5,677.40	457.00	45.70
IV	1955-1966	386,334.00	32,194.50	16,008.00	1,334.00
V	1967-1977	476,505.00	43,318.64	16,194.00	1,472.18
VI	1978-1988	421,234.00	38,294.00	55,011.00	5,001.00
VII	1989-1991	84,557.00	28,185.67	10,810.00	3,603.33
VIII	1992-2000	7,085.30	787.25	9,328.60	1,036.51
IX	2001-2006	11,672.40	1,945.40	12,598.20	2,099.70
Укупно		1,501,656.70	15,016.57	120,987.30	1,209.87

Сви радови у заштити од ерозије и уређењу бујица у Србији подељени су у две групе: технички (подужни и попречни објекти у бујичним коритима) и биолошки радови (пошумљавање, затрављивање, подизање воћњака, заштитних појасева, плетера, тераса) (Kostadinov, 2003). У периоду од 100 година (1907.-2006.) изведено је 1.501,656.70 техничких и 120.987.30 биолошких радова (Kostadinov, 2007).

На основу обима изведених радова, организационих промена и финансирања радова, издвојено је девет фаза у развоју и реализацији противерозионих радова и уређења бујица. Прва фаза била је фокусирана на уређење бујичних токова у циљу заштите железничких пруга и путева од бујичних поплава и наноса. У овом временском периоду по први пут је организована Служба за уређење бујица, донет је Закон о уређењу бујица и усвојени су амерички (контурни ровови, бенч терасе, стрип обрада), француски (алжирски банкети) и италијански (градони, габиони) системи за уређење сливова. Период после Другог светског рата до деведесетих година прошлог века означава се као период прогреса у овим радовима (Јевтић et al., 1992). Закон о заштити земљишта у региону Грделичке клисуре и Врањске котлине од спирања и одроњавања из 1952. године и Закон о заштити земљишта од ерозије и уређењу бујица из 1954. године дали су одличан основ за спровођење неопходних радова.



Слика бр. 3 а) Пошумљавање голети б) Класична преграда у Србији
 Fig.3 а) Afforestation of bare land б) Classical check dam in Serbia

Обим техничких радова био је највећи у петој фази са својим врхунцем у 1962. години услед значајног повећања финансирања ових радова, док је извођење биолошких радова кулминирало у шестој фази. Следеће две фазе бележе драстичан пад у извођењу противерозионих радова што је била последица економске и политичке кризе државе.

Упоредо са практичним радом у заштити од ерозије и уређењу бујица, одвијао се и образовни и научно-истраживачки рад у овој области на Шумарском факултету, Универзитета у Београду. Методе проучавања водне ерозије земљишта, методе заштите од ерозије и уређења бујичних токова, ефекти противерозионих радова и промена начина коришћења земљишта у бујичним сливовима предмет су истраживања (Kostadinov et al., 1992; Kostadinov et al., 2004; Kostadinov et al., 2011). Такође запажен научни и стручни рад у овој области реализује се и у Институту за водoprивреду „Јарослав Черни“ из Београда.

Период од 2001. године бележи препород државе у коме је дошло до повећања обима радова у заштити земљишта од ерозије и уређењу бујица. Нажалост то је трајало до 2008 године када је због економске кризе опет дошло до смањења улагања у противерозионе радове. С обзиром на услове економске кризе од 2008. године и савремене токове наше економије, може се очекивати даљи пад у обиму извођења ових радова. Међутим, нема даљег развоја привреде уколико се деградација једног од виталних ресурса настави у недоглед. Питање је када ће држава поново поставити као приоритет решавање проблема ерозије и конзервације земљишта, тј. када ће обим радова бити приближно оном из шездесетих година прошлог века.

Поред тога, савремена законска легислатива не охрабрује у погледу повећања обима радове на заштити од ерозије и уређењу бујица (Гавриловић & Стефановић, 2010). Један од разлога је у томе што је локалним самоуправама поверено финансирање ових радова које, међутим, нису способне да преузму такав

терет ни финансијски ни кадровски. Нови Закон о водама, усвојен 2010. године обавезује општине на израду Плана за проглашење ерозионих подручја и Оперативног плана за одбрану од бујичних поплава, али огромна већина то није урадила правдајући се недостатком финансијских средстава.

5. ЗАКЉУЧЦИ

Европски континент, који је подељен између више држава, и гигантске Сједињене Америчке Државе и Народна Република Кина могу се похвалити разноликошћу мозаика метода и мера у заштити од ерозије и уређењу бујица. Континуирано одговоран однос државе према проблему ерозије у Европи нарочито је изражен у Француској и Норвешкој што би требало да буде добар пример и стратешки модел других држава које су погођеније истим проблемом. Земље као што су Србија, Македонија и Бугарска, које се могу похвалити богатом праксом, бележе негативан тренд у противерозионим радовима од 1990. године услед неповољних политичких и економских услова. Питање у којој мери је могуће контролисати ексцесивну ерозију долази до изражаја када је реч о Лесном платоу и горњем делу слива Жуте реке, упркос обимним изведеним радовима. Искуство САД у овој области у прошлости је веома богато и постало је модел добре праксе.

У неким тренуцима алармна упозорења стручњака успела су да иницирају реаговање влада и то у виду доношења одлука о субвенцијама, усвајања нових адекватних правних аката, бољег информисања пољопривредника и заинтересованих страна и сл.

Чињеница је да у многим државама постоје или су постојали специфични приступи који се односе на само један проблем, нпр. загађење земљишта или салинизација и сл. У многим државним системима не постоји закон о заштити од ерозије, мада постоје чланови који се односе на овај проблем у оквиру појединих закона – закон о водама, закон о шумарству, закон о пољопривредном земљишту, закон о заштити животне средине. У том смислу, приступ и легислатива која се односи на заштиту земљишта морају бити свеобухватни али је исто тако важно уочити синергију мера заштите земљишта и мера за заштиту вода у склопу концепта интергисаног управљања речним сливом (European Commission, 2006; Borisavljević, 2009; Борисављевић & Костадинов, 2012).

Примена добре праксе у пољопривреди такође може значајно утицати на стање овог реурса. Допринос локалних пољопривредника и фармера у заштити од ерозије зависи од новчаних подстицаја и односа државе према овом проблему. Учешће пољопривредника и њихова едукација и консултације су битан моменат у остварењу постављених циљева. Карте ризика од ерозије су значајно средство за одређивање приоритетних подручја у смислу доношења одлука и спровођења специфичних противерозионих мера за свако подручје.

У решавању проблема ерозије и бујичних токова треба примењивати интегрални систем уређења бујичних сливова који се базира на основу

дугогодишњег искуства рада француске Службе за рестаурацију планинских терена (Restauration des Terrains en montagne – RTM) и америчког система за конзервацију земљишта и вода (Soil and Water Conservation – SWC). Реализација овог задатка треба да се одвија у две међусобно уско повезане целине:

- одбрана од бујичних поплава (уређење бујичних токова)
- заштита земљишта од ерозије (конзервација земљишта и вода)

Добра стратегија у заштити од ерозије и уређењу бујичних сливова подразумева спровођење мера у области администрације, превенције, интегрисаног управљања, мониторинга и прогнозе процеса ерозије.

6. ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (III43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

7. ЛИТЕРАТУРА

- Blinkov, I., & Trendafilov, A. (2006). Macedonia. In J. Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 289–296). John Wiley & Sons, Ltd.
- Borisavljević, A. (2009). Integrirano upravljanje vodnim i zemljišnim resursima u rečnim slivovima (pp. 29–34). Presented at the 38. konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Zlatibor: Srpsko društvo za zaštitu voda.
- Bulygin, S. (2006). Ukraine. In J. Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 199–204). John Wiley & Sons, Ltd.
- Combes, F., (1982): Un centenaire: le grand barrage Demontzey; "Revue forestière française", No. 5/1982, Nancy, page 80-86.
- Commission of the European communities. (2006). Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC.
- Corominas, I., Esgleas, I., Beaza, C., (1990): Risk mapping in the Pyrenees area: a case study; IAHS Publication No. 194, Hydrology in Mountainous Regions II, Editors: R.O.Sinniger, M. Monbaron, p.p. 425-428
- De Crécy, L., (1982): La Restauration des Terrains en Montagne, actualite d'une entreprise centenaire; "Revue forestière française", No. 5/1982, Nancy, page 7-17.
- Dostál, T., Janecek, M., Kliment, Z., Krása, J., Langhammer, J., Váška, J., & Vrana, K. (2006). Czech Republic. In J. Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 107–116). John Wiley & Sons, Ltd.
- European Commission. (2006). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Thematic Strategy for Soil Protection.

- Kosmas, C., Danalatos, N., Kosma, D., & Kosmopoulou, P. (2006). Greece. In J. Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 279–288). John Wiley & Sons, Ltd.
- Kostadinov, S. (2003). Erosion and Torrent Control in Mountainous Regions of Serbia. In Keynote Paper; Proceedings of International Year of Mountainous Conference (pp. 33–56). Presented at the “Natural and Socio-Economic Effects of Erosion Control in Mountainous Regions”, Belgrade: Faculty of Forestry of Belgrade University, WASWC and Center for Ecology and Sustainable Development.
- Kostadinov, S. (2007). Erosion and torrent control in Serbia: Hundred years of experiences. Presented at the Erosion and Torrent Control as a Factor in Sustainable River Basin Management, Belgrade.
- Kostadinov, S. (2008). *Bujični tokovi i erozija*. Beograd: Šumarski fakultet Univerzitet u Beogradu.
- Kostadinov, S., Borisavljevic, A., & Mladjan, D. (2012). Torrents and torrential floods in Serbia: Characteristics and Possibilities of its control. In Conference Abstracts. Presented at the International Conference on Land Conservation: Sustainable Land Management and Climate Changes, Donji Milanovac: University of Belgrade, Faculty of Forestry.
- Kostadinov, S., Dragovic, N., Zlatic, M., & Todosijevic, M. (2011). Natural effects of classical check dams in the torrents of the river Toplica drainage basin. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20, 1102–1108.
- Kostadinov, S., Marković, S., & Topalović, M. (1997). Erosion sediment as water pollutant in streams and reservoirs. *Chemistry and industry*, LXVIII.
- Kostadinov, S., (1998) Uređenje bujičnih tokova u Srbiji; Časopis: “Šumarstvo”, br.2/1998; str.65-73.
- Kostadinov, S., Popovic, M., Zlatic, M., & Markovic, S. (1992). Factors of erosion processes and effects of erosion control works in the torrential watershed Sejanička reka. In J. Krecek (Ed.), (pp. 231–236). Prague.
- Kostadinov, S., Zlatic, M., & Dragovic, N. (2004). Effect of Land Use Changing Upon the Runoff and Sediment Transport Regime in the River Kalimanska Reka Watershed. In Proceedings of The 4th International Workshop on “Research on Irrigation and Drainage” (pp. 193–202). Skopje.
- Kostadinov, S., Zlatic, M., Dragovic, N., & Gavrilovic, Z. (2006). Serbia and Montenegro. In J. Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 271–279). John Wiley & Sons, Ltd.
- Øygarden, L., Lundekvam, H., Arnoldussen, A. H., & Børresen, T. (2006). Norway. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 1–15). John Wiley & Sons, Ltd.
- Phelan, J., & Basinger, D. (1993). Engineering in the Soil Conservation Service (Historical Note 2). United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service.
- Rejman, J., & Rodzik, J. (2006). Poland. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 95–106). John Wiley & Sons, Ltd.

- Rousseva, S., Lazarov, A., Tsvetkova, E., Marinov, I., Malinov, I., Kroumov, V., & Stefanova, V. (2006). Bulgaria. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 167–181). John Wiley & Sons, Ltd.
- Stankoviansky, M., Fulajtár, E., & Jambor, P. (2006). Slovakia. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 117–138). John Wiley & Sons, Ltd.
- Strauss, P., & Klaghofer, E. (2006). Austria. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 205–212). John Wiley & Sons, Ltd.
- Tattari, S., & Rekolainen, S. (2006). Finland. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 27–32). John Wiley & Sons, Ltd.
- Torri, D., Borselli, L., Guzzetti, F., Calzolari, M. C., Bazzoffi, P., Ungaro, F., ... Salvador Sanchis, M. P. (2006). Italy. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 245–261). John Wiley & Sons, Ltd.
- Ulén, B. (2006). Sweden. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 17–25). John Wiley & Sons, Ltd.
- Van-Camp, L., Bujarbal, B., Gentile, A.-R., Jones, R. J. ., Montanarella, L., Olazaabal, C. A., & Selvaradjou, S.-K. (2004). Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection (No. EUR 21319 EN/2) (p. 872). Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Veihe, A., & Hasholt, B. (2006). Denmark. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 33–42). John Wiley & Sons, Ltd.
- Verstraeten, G., Poesen, J., Goossens, D., Gillijns, K., Bielders, C., Gabriels, D., ... Govers, G. (2006). Belgium. In John Boardman & J. Poesen (Eds.), *Soil Erosion in Europe* (pp. 385–411). John Wiley & Sons, Ltd.
- Zakov, D., & Marinov, I. (2003). Erosion and torrent control in Bulgaria (pp. 525–531). Presented at the International Conference Natural and Socio-Economic Effects of Erosion Control in Mountainous Regions, Belgrade: University of Belgrade, Faculty of Forestry.
- Zhen, L. (Ed.). (2011). *The Achievements of Chinese Soil and Water Conservation in the Past 60 Years*. Beijing: Department of Soil and Water Conservation, Ministry of Water Resources, The People's Republic of China.
- Борисављевић, А., & Костадинов, С. (2012). Интегрисано управљање речним сливом Јужне Мораве. Гласник Српског географског друштва, XCII-1, 135–160.
- Гавриловић, З., & Стефановић, М. (2010). Законска легислатива и промена начина финансирања у области заштите од бујица и ерозије. Ерозија, 53, 7–19.
- Гавриловић, С. (1972). Инжењеринг о бујичним поплавама и ерозији. Београд: Републички фонд за воде СР, Водопривредна организација “Београд”, Институт за ерозију, мелиорације и водопривреду бујичних токова.
- Јевтић, Љ., Костадинов, С., Златић, М., Вучићевић, Д., & Милојевић, В. (1992). Уређење бујица и заштита од ерозије. In Шумарство и Прерада Дрвета у Србији Кроз Векове. Београд: Савез инжењера и техничара шумарства и индустрије за прераду дрвета Србије.

Stanimir Kostadinov, Ana Borisavljević
University of Belgrade, Faculty of Forestry

EROSION CONTROL AND SOIL AND WATER CONSERVATION - WORLDWIDE REVIEW

SUMMARY

Erosion is one of the most serious forms of degradation of soil which is recently considered as non-renewable resource. Reviewing the practice in erosion protection and torrent control in the world enables us to realize the complex problem of soil erosion as well as systems and methods used by certain countries in controlling this detrimental phenomenon. Natural and social conditions in various countries are different and therefore different types and processes of erosion occur. Depending on the level of development and social relationships, various countries throughout time had different attitude toward soil erosion problem which also depended upon political will and socio-political situation.

The comparison of strategies in erosion control, and soil and water conservation can be useful since best practices stem out as an example, and positive experiences and results in erosion and torrent control as well as leading countries in the field.

Organized erosion and torrent control started in France in the middle of XIX century spreading throughout Europe and further throughout the world.

The paper shows the analysis of control, undertaken measures and works, and their results in 16 European countries (France, Austria, Italy, Bulgaria, Ukraine, Slovakia, Czech Republic, Norway, Sweden, Finland, Denmark, Poland, Greece, Macedonia, Belgium, and Serbia), in Asian People's Republic of China, United States of America in North America. Thus, to date experience in erosion and torrent control in Serbia, being 105 years old, was placed within European and worldwide framework, and the comparison and review of up to date work as well as discussions on current problems and perspectives.

Organized work on erosion and torrent control in Serbia started in 1907 and was conducted so far at a different pace depending on the inflow of financial resources.

European continent, divided in many countries, gigantic United States of America, and People's Republic of China can boast about the variety of methods and measures in erosion and torrent control. Constant responsible attitude of the country toward the problem of erosion in Europe is particularly evident in Norway which should be a good example and strategic model for other countries facing the same problem. Countries such as Serbia, Macedonia, and Bulgaria, which can boast about rich practice, recorded a negative trend in anti-erosion works since 1990 due to unfavourable political and economic conditions.

The fact is that many countries had or still have specific approach which refers to only one problem, e.g. soil pollution or salinisation, and similar. There is no law on erosion control in many countries, although there are articles within certain laws which refer to this problem - Water Law, Forest Law, Law on Agricultural Land, Environmental Protection Law.

In that regard, the approach and legislation which refer to the soil protection must be comprehensive but at the same time, it is important that the synergy between soil protection measures and water protection measures anticipated as the concept of integrated river basin management is observed.

In case of Serbia, when solving a problem of erosion and torrents, the integrated system of torrent control based on the long term experience of French Service for the Rehabilitation of Mountainous Land (Restauration des Terrains en montagne – RTM) and American Nature Resources Conservation Service– NRCS should be applied. The implementation of this task should be conducted in two closely related wholes:

- torrential flood defence (torrent control)
- soil protection against erosion (soil and water conservation)

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА ИЗБОРА ИЗВОЂАЧА РАДОВА НА УРЕЂЕЊУ ЕРОЗИОНИХ ПОДРУЧЈА

Тијана Андријанић, Нада Драговић²
Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Апстракт: Пројекти заштите ерозионих подручја и уређења бујичних сливова представљају инвестициони подухват заштите материјалних и људских ресурса. Поред заштите, ови пројекти су усмерени ка очувању и одрживом коришћењу земљишних и водних ресурса. Успешна реализација ових пројеката подразумева завршетак у предвиђеном року, по утврђеној цени и задовољавајућим стандардима квалитета. Да би се овај циљ постигао неопходно је донети одлуку о најпогоднијем извођачу пројекта узимајући у обзир расположиве кандидате. Различите процедуре и критеријуми се могу користити за доношење ове одлуке. У раду се предлаже примена методе Аналитички хијерархијски процеси (АХП), методе вишекритеријумске анализе која рангира потенцијалне извођаче. Критеријуми на основу којих је извршен избор најпогоднијег кандидата су: искуство, финансијска стабилност, техничке могућности, организационе способности и репутацију понуђача.

Кључне речи: уређење бујичних сливова, вишекритеријумска анализа, избор извођача, оцена критеријума, аналитички хијерархијски процеси

Abstract: Erosion and torrent control projects are investment attempt to protect material and human resources. Furthermore, their aim is to protect soil and water resources and contribute to sustainable use of these resources. Successful realization of these projects means to complete projects on time, under budget and respecting prescribed standard quality. In the order to obtain this goal it is necessary to make a decision about the best contractor keeping in mind available candidates. Different procedures and criteria can be used for carrying out this decision. In this paper, we proposed Analytical hierarchy process (AHP), multi-criteria decision method, which is used for potential candidate ranking. Finest candidate is selected with respect to the following criteria: working experience, financial stability, technical capacity, organization and reputation.

Keywords: torrential catchment protection, multi criteria analysis, contractor selection, criteria evaluation, Analytical hierarchy process

² Кнеза Вишеслава 1, 11000 Београд, nada.dragovic@sfg.bg.ac.rs

1. УВОД

Избор најбољег извођача врши се на основу различитих критеријума и од пресудног је значаја за напредак и успешну реализацију пројекта (Zala and Bhat, 2011). Бројни су радови аутора из различитих земаља, посвећени овој проблематици. Различите процедуре за спровођење поступка избора извођача, као и методе за избор и утврђивање критеријума су развијене у различитим земљама. Неке од процедура које стоје на располагању за доношење ове одлуке су: позивно или јавно надметање, тј. спроводи се лицитација или тендерска процедура. Након подношења понуда, приступа се оцени понуда односно компетентности понуђача на основу обимне тендерске документације. Сви кандидати који поседују грађевинску дозволу и задовољавају основне критеријуме, улазе у ужи избор. У циљу одређивања коначног избора, финансијске, техничке и управљачке способности кандидата који су ушли у ужи избор подлежу детаљној анализи (Natush and Skitmore, 1997a).

Приступи који се могу користити за вредновање кандидата су 1) избор извођача на основу цене тендера 2) избор извођача на основу цене тендера узимајући у обзир и друге критеријуме као што су трошкови, време и квалитет (Fong and Choi, 2000.). Други приступ укључује разматрање критеријума који могу имати пресудну улогу за одабир или дисквалификацију одређеног кандидата. На пример, разлог за елиминисање кандидата који нуди нижу цену је висок ризик да пројекат претрпи неуспех због неискуства, неуспеха на сличним пројектима у прошлости или превеликог оптерећења потенцијалног извођача другим пројектима. Према томе, поред цене је битно узети у обзир и друге критеријуме на основу којих ће се вршити вредновање кандидата.

Циљ овога рада је да идентификује критеријуме, оцени њивов значај, и према томе рангира све опције, односно потенцијалне кандидате.

Први део рада се односи на избор извођача, где је у поглављу 2.1 дат преглед приступа и критеријума коришћених за избор извођача радова, а у поглављу 2.2 описане је примењена метода вишекритеријумске анализе - Аналитички хијерархијски процеси (АХП). У поглављу 2.3 је на конкретном примеру показано како се врши избор понуђача узимајући у обзир више критеријума. Остала поглавља се односе на интерпретацију добијених резултата, дискусију и закључке.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

2.1 Праксе и критеријуми за избор извођача

Процедуре које се могу користити за избор извођача су: отворени тендери, одабрани/ограничени тендери, предквалификација и преговарање (Palaneeswaran, Kumaraswamy, 2001). Најчешће коришћена пракса за избор извођача је селекција на основу најниже понуђене цене, што је доста критиковано с обзиром на негативне последице као што су продужење временена трајања радова, прекорачење

трошкова и смањење квалитета (Darvish et al., 2009; Yang and Wang, 2003). Доношењу одлуке о коначном избору кандидата (извођача радова) претходи предквалификација и тендерска евалуација (процена понуда) (Holt, et al., 1994). Предквалификација подразумева процену способности и могућности понуђача, који по Закону о планирању и изградњи РС (2009) може бити привредно друштво или правно лице које поседује: лиценцу за одговорног извођача радова и одговарајуће референте.

Приликом избора извођача битно је одредити критеријуме за њихово вредновање као и ограничења која ће утицати на елиминацију појединих кандидата. Разлог за елиминацију кандидата су различити, на пр. лоша организованост предузећа који изводи радове, лоша репутација и референте. Предност имају кандидати који по својим референцама, искуству, финансијској стабилности итд. највише доприносе успешној реализацији пројекта. Под успешном реализацијом се притом подразумева завршетак радова у утврђеном року, у оквиру буџета, са задовољавајућим критеријумом безбедности и потребним нивоом квалитета.

У различитим земљама различите су процедуре избора извођача. У Турској, на пример, поступак се састоји из предквалификације, након чега се од предквалификованих кандидата бира понуђач који нуди најнижу цену (Торсу, 2004). У Француској се одбацује кандидат који нуди абнормално ниску цену, док је пракса у Данској, Италији, Португалији и Јужној Кореји да се одбију понуђачи са јако високом ценом, као и они са јако ниском ценом (Zavadskas and Vilutienė, 2006).

Критеријуми који се могу користити за предквалификацију извођача су бројни. У Ирану се бира као најприхватљивија понуда она која има најнижу цену, чему претходи предквалификација кандидата на основу девет критеријума: радно искуство, технологија и опрема, искуство и знање операционог тима, финансијска стабилност, квалитет, блискост са датом области, репутација, креативност и иновације (Darvish et al., 2009). Hatush and Skitmore (1998) сматрају да су поред цене јако битни критеријуми: финансијска стабилност, техничка могућност, менаџерске способности, безбедност и репутација. Cheng and Li (2004) врше избор извођача на основу 8 критеријума: цене тендера, финансијске могућности, искуства, испуњавања услова у прошлости (неуспеси, кашњења), људских ресурса, тренутног радног оптерећења, односа у прошлости и безбедносних перформанси. Zlatanović i Stefanović (2005) врше избор извођача радова инвестиционих објеката шумског инжењеринга на основу критеријума који се односе на карактеристике предузећа као и критеријума који се односе на конкретан објекат. Критеријум који је од великог значаја је компетентност понуђача која се мери искуством и референцама, расположивом рандом снагом и механизацијом, менаџерским и организационим способностима као и тренутним ангажовањем на другим или сличним пројектима (Palaneeswaran and Kumaraswamy, 2001). Неки од најкритичнијих фактора успеха пројекта су неуспех у прошлости, финансијски проблем, лоше перформанце, несреће које проистичу услед недовољне обезбеђености радног места (Hatush, Skitmore, 1997a; Singh, Tiong, 2006).

2.2 Основне поставке АХП методе

Методологија која се може користити за вредновање извођача је различита: вишекритеријумска анализа (Cheng, Li, 2004), приступ непосредног уговарања (Holt, 1998), вишеатрибутивна анализа (Торсу, 2004), вишеатрибутивна теорија корисности (Wong et al., 2003), теорија фази скупова (Cheng, Li, 2004; Holt, 1998), PERT метода - техника за оцену и ревизију програма (Natush, Skitmore, 1997b) итд. У раду је примењена метода вишекритеријумске анализе – Аналитички хијерархијски процеси (АХП), која рангира кандидате према критеријумима који су везани за неке атрибуте компаније и извођача. Чињеница је да је од великог значаја направити равнотежу између цене и атрибута кандидата који се не изражавају монетарним вредностима (Singh, Tiong, 2006), међутим, критеријуми разматрани у раду односе се прву фазу вредновања кандидата, фазу предквалификације. Циљ рада је да се на конкретном примеру покаже како се кандидати рангирају када различити критеријуми имају различити значај (тежинске коефицијенте) у зависности од тога колико су битни за пројекат и колику важност им придаје доносилац одлуке.

Поступак АХП методе коју је развио математичар Tomas Saaty 1980-их омогућује одређивање тежина критеријума и рангирање кандидата. Метода узима у обзир и квалитативне и квантитативне критеријуме, а процедура примене методе се може објаснити кроз следеће кораке (Saaty, Vargas, 2001):

1. Проблем се рашчлани тако да се формира хијерархија на чијем врху је циљ, испод њега су критеријуми, подкритеријуми, док су алтернативе (кандидати) на дну лествице (Слика 1);
2. Елементи одређеног нивоа хијерархије n , пореде се у паровима, и то у односу на надређени елемент (критеријуми се пореде међу собом у односу на постављени циљ, а алтернативе у односу на сваки од критеријума) користећи Saaty-јеву скалу (Табела 1);
3. Резултати поређења се уписују у матрице, чији број зависи од броја елеманата (критеријума) на датом нивоу $n \times (n-1)/2$;
4. Рачуна се вектор сопствених вредности матрице;
5. Одређује се вектор приоритета (тежинских коефицијената) w нормализацијом матрице, чиме се заправо одређује вредност критеријума у односу на циљ, односно алтернатива у односу на критеријуме;
6. Рачуна се максимална сопствена вредности матрице λ_{\max} , на основу чега се рачуна индекс конзистентности CI , $CI = \lambda_{\max} - n / (n-1)$;
7. Степен конзистентности CR се рачуна као однос CI/RI , при чему је RI случајни индекс који зависи од реда матрице (табела 2). CR је

прихватљиво уколико не превазилази 0,10, у супротном матрица је неконзистентна и поређења је потребно поновити.

8. Одређује се коначни вектор приоритета (тежина), множењем тежина алтернатива са тежином критеријума.

Табела 1: Saaty-јева скала вредновања

Table 1: Saaty scale for comparative judgement

Значај Importance	Дефиниција Definition
1	Два елемента су истог значаја
3	Слаба доминантност једног елемента у односу на други
5	Јака доминантност једног елемента у односу на други
7	Демонстрирана доминантност једног елемента у односу на други
9	Апсолутна доминантност једног елемента
2,4,6,8	Међувредности

Табела 2: Вредности случајног индекса RI

Table 2: Random consistency values

Ред матрице Size of matrix	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вредност RI RI values	0.	0.	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49
	0	0								

2.3 Пример примене методе

Табела 3: Дефинисање критеријума и алтернатива

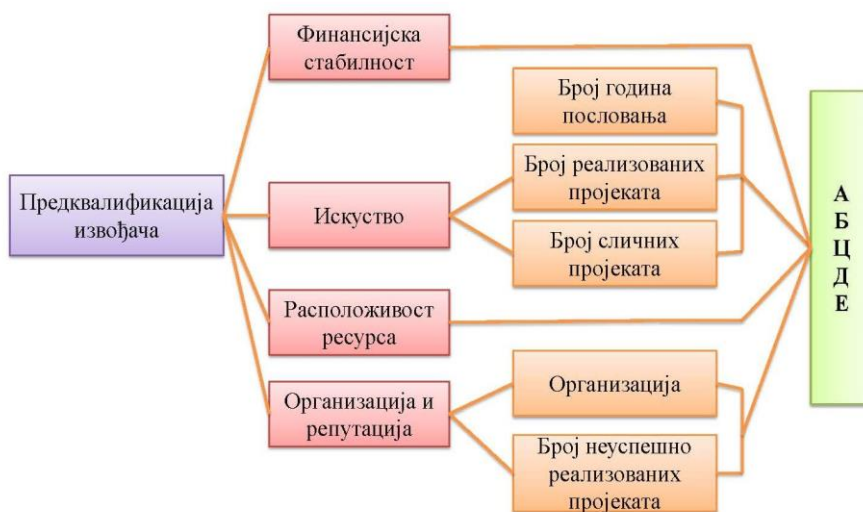
Table 3: Decision criteria and decision alternatives

Критеријуми /Criteria	Алтернативе одлучивања/Decision alternatives				
	Извођач А	Извођач Б	Извођач Ц	Извођач Д	Извођач Е
Радно исуство (РИ)					
-Бр. год. послована (РИ1)	2	4	7	9	15
-Бр. успешно реализовани пројеката у претходних 5 год. (РИ2)	4	3	7	7	6
-Бр. успешно реализовани сличних пројеката у претходне 5 год. (РИ3)	нема	1	4	5	5
Финансијска стабилност (ФС) (расположива средства и дуговања)	Стабилно	Средње стабилно до стабилно	Стабилно	Стабилно	Средње стабилно до стабилно
Расположивост ресурса (РР) -расположивост -компетентних радника, механизације и опреме	Адекватан капацитет	Адекватан капацитет	Прекорачење капацитета	Прекорачење капацитета	Адекватан капацитет
Организација и репутација понуђача (ОРР)	Добра	Лоша	Добра	Одлична	Прихватљива
Организационе способности (ОР) Бр. пројеката који нису реализовани успешно услед кашњења или прекорачења буџета (Р)	Нема	1	Нема	Нема	1

На основу проучаване литературе (Watt et al. 2010; Holt et al., 1994; Торсу, 2004; Al-Harbi, 2001; Jaskowski et al., 2010; El-Sawalhi et al., 2007; Darwish et al., 2009; Nieto-Morote, Ruz-Vila, 2012) изабрани су следећи критеријуми за вредновање кандидата: радно искуство, финансијска стабилност, техничка могућност (расположивост ресурса) и организација и репутација понуђача. Подкритеријуми су: број година пословања организације; број успешно реализованих пројеката у протеклих 5 година, број успешно реализованих пројеката у протеклих 5 година из области за коју се конкурише и број пројеката који нису реализовани успешно услед кашњења или прекорачење буџета. Пет кандидата А, Б, Ц, Д и Е је вредновано

узимајући у обзир наведене критеријуме који се могу изразити квантитативно или квалитативно као што је приказано у табели 3.

Хијерархијски модел одлучивања са приказаним циљем, критеријумима, подкритеријумима и алтернативама за посматрани проблем у раду је приказан на слици 1.



Слика 1: Хијерархијски модел одлучивања за одабир најповољнијег извођача

Figure 1: Decision hierarchy for selection the most suitable contractor

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Резултати поређења значаја критеријума у односу на циљ, подкритеријума у односу на постављене критеријуме, и алтернатива у односу на критеријуме приказани су табеларно. Детаљан поступак примене методе објашњен је на примеру поређења критеријума у односу на постављени циљ. Критеријуми се пореде у паровима користећи Saaty-јеву скалу (табела 1), где се као резултат добијају тежине критеријума, као мерило њиховог значаја. Вредности поређења a_{ij} уписују се у матрицу поређења $A=[a_{ij}]$. На пример, поставља се питање у којој је мери критеријум радно искуство (РИ) важнији од критеријума финансијска стабилност (ФС) за избор извођача радова. Уколико су та два критеријума подједнако важна додељује се вредност 1, уколико је један критеријум слабо доминантан додељује се вредност 3, док се у том случају за други елемент додељује вредност 1/3. У конкретном примеру како слабу доминантност са гледишта доносиоца одлука има финансијска стабилност, у матрици поређења (табела 4.1) на пресеку реда РИ и колоне ФС уписује се вредност 1/3.

Табела 4.1.: Поређење критеријума

Table 4.1.: *Criteria comparisons*

	РИ	ФС	РР	ОРР
РИ	1	1/3	1	1
ФС	3	1	3	3
ОРР	1	1/3	1	1
ПЦ	1	1/3	1	1

Следећи корак је одређивање вектора сопствених вредности матрице поређења. Сопствена вредност матрице је одређена тако што су сумирани сви елементи колоне који су потом подељени са добијеним збиром, $1/(1+3+1+1)=0,1667$; $3/(1+3+1+1)=0,5000$; $1/(1+3+1+1)=0,1667$; $1/(1+3+1+1)=0,1667$. Вредности редова матрице се на крају сумирају (табела 4.2).

Табела 4.2. Одређивање вектора сопствених вредности матрице и суме редова

Table 4.2: *Determining the vector of eigenvalues and the sum of the rows*

	РИ	ФС	РР	ОРР	Сума редова
РИ	0,1667	0,1667	0,1667	0,1667	0,6667
ФС	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	2,000
РР	0,1667	0,1667	0,1667	0,1667	0,6667
ОРР	0,1667	0,1667	0,1667	0,1667	0,6667

Нормализација матрице поређења постиже се дељењем сума редова са бројем редова:

$$\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 0,6667 \\ 2,000 \\ 0,6667 \\ 0,6667 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,1667 \\ 0,5000 \\ 0,1667 \\ 0,1667 \end{bmatrix}$$

На тај начин се добија вектор сопствених вредности матрице, односно вектор приоритета **w**. Критеријумима РИ, РР И ОРР се додељује тежински коефицијент 0,16667, а критеријуму ФС се додељује 0,5000, при чему је збир свих вектора једнак 1.

Након тога се одређује максимална сопствена вредност матрице λ_{\max} , множењем матрице где су смештени резултати поређења и тежинских коефицијената w :

$$\begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 3 & 3 \\ 1 & 1/3 & 1 & 1 \\ 1 & 1/3 & 1 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0,1667 \\ 0,5000 \\ 0,1667 \\ 0,1667 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,6667 \\ 2 \\ 0,6667 \\ 0,6667 \end{bmatrix}$$

Добијени резултат се дели са вредношћу вектора приоритета, тј. $0,6667/0,1667=4$; $2/0,5=4$; $0,6667/0,1667=4$; $0,6667/0,1667=4$, при чему је $\lambda_{\max} = \frac{4+4+4+4}{4} = 4,0$.

Конзистентност одлучивања се потом проверава, при чему степен конзистентности CR мора бити мањи од $0,10$. Како је $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0$, $RI = 0,9$

(табела 2) , добија се да је $CR = \frac{CI}{RI} = 0$, услов је задовољен. Исти поступак се примењује и за поређење алтернатива у односу на критеријуме. Сви резултати су приказани у табелама (5.1- 5.3).

Табела 5.1: Поређење критеријума у односу на циљ

Table 5.1: Pairwise comparisons of criteria with respect to goal

	РИ	ФС	РР	ОРР	Тежина w
РИ	1	1/3	1	1	0,1667
ФС	3	1	3	3	0,5000
РР	1	1/3	1	1	0,1667
ОРР	1	1/3	1	1	0,1667
$\lambda_{\max}=4,0$; $CI=0,0$; $RI=0,90$; $CR=0,0 < 0,10$ услов задовољен					

Табела 5.2: Поређење подкритеријума

Table 5.2: Pairwise comparisons of subcriteria

РИ	РИ1	РИ2	РИ3	Тежина w
РИ1	1	1/3	1/3	0,1415
РИ2	3	1	1/2	0,3338
РИ3	3	2	1	0,5247
$\lambda_{\max}=3,0538$; $CI=0,0269$; $RI=0,58$; $CR=0,0464 < 0,10$ услов задовољен				

ОРР	ОР	Р	Тежина w
ОР	1	1	0,50
Р	1	1	0,50
$\lambda_{\max}=2,00$; $CI=0,0$; $RI=0,0$; $CR=0 < 0,10$ услов задовољен			

Табела 5.3: Поређење алтернатива у паровима у односу на РИ1, РИ2, РИ3, ФС, РР, ОР, Р

Table 5.3: Pairwise comparisons of alternatives with respect to РИ1, РИ2, РИ3, ФС, РР, ОР, Р

РИ1	Извођач А	Извођач Б	Извођач Ц	Извођач Д	Извођач Е	Тежина w
Извођач А	1	1/2	1/4	1/5	1/7	0,0464
Извођач Б	2	1	1/3	1/4	1/5	0,0743
Извођач Ц	4	3	1	1/2	1/5	0,1490
Извођач Д	5	4	2	1	1/4	0,2200
Извођач Е	7	5	5	4	1	0,5103
$\lambda_{\max}=5,2416$; $CI=0,0604$; $RI=1,12$; $CR=0,0539 < 0,10$ услов задовољен						

РИ2	Извођач А	Извођач Б	Извођач Ц	Извођач Д	Извођач Е	Тежина w
Извођач А	1	2	1/4	1/4	1/3	0,0853
Извођач Б	1/2	1	1/5	1/5	1/4	0,0558
Извођач Ц	4	5	1	1	2	0,3300
Извођач Д	4	5	1	1	2	0,3300
Извођач Е	3	4	1/2	1/2	1	0,1987
$\lambda_{\max}=5,0557$; $CI=0,0139$; $RI=1,12$; $CR=0,0124 < 0,10$ услов задовољен						

РИЗ	Извођач А	Извођач Б	Извођач Ц	Извођач Д	Извођач Е	Тежина w
Извођач А	1	1/3	1/5	1/6	1/6	0,0433
Извођач Б	3	1	1/6	1/7	1/7	0,0641
Извођач Ц	5	6	1	1/3	1/3	0,1815
Извођач Д	6	7	3	1	1	0,3556
Извођач Е	6	7	3	1	1	0,3556
$\lambda_{\max}=5,3636$; $CI=0,0909$; $RI=1,12$; $CR=0,0811 < 0,10$ услов задовољен						

ФС	Извођач А	Извођач Б	Извођач Ц	Извођач Д	Извођач Е	Тежина w
Извођач А	1	4	1	1	4	0,2857
Извођач Б	1/4	1	1/4	1/4	1	0,0714
Извођач Ц	1	4	1	1	4	0,2857
Извођач Д	1	4	1	1	4	0,2857
Извођач Е	1/4	1	1/4	1/4	1	0,0714
$\lambda_{\max}=5,0$; $CI=0,0$; $RI=1,12$; $CR=0,0 < 0,10$ услов задовољен						

РР	Извођач А	Извођач Б	Извођач Ц	Извођач Д	Извођач Е	Тежина w
Извођач А	1	1	1/2	1/2	1	0,1429
Извођач Б	1	1	1/2	1/2	1	0,1429
Извођач Ц	2	2	1	1	2	0,2857
Извођач Д	2	2	1	1	2	0,2857
Извођач Е	1	1	1/2	1/2	1	0,1429
$\lambda_{\max}=5,0$; $CI=0,0$; $RI=1,12$; $CR=0,0 < 0,10$ услов задовољен						

ОР	Извођач А	Извођач Б	Извођач Ц	Извођач Д	Извођач Е	Тежина w
Извођач А	1	3	1	1/3	3	0,1952
Извођач Б	1/3	1	1/3	1/5	1	0,0736
Извођач Ц	1	3	1	1/3	3	0,1952
Извођач Д	3	5	3	1	5	0,4624
Извођач Е	1/3	1	1/3	1/5	1	0,0736
$\lambda_{\max}=5,0555$; $CI=0,0139$; $RI=1,12$; $CR=0,0124 < 0,10$ услов задовољен						

Р	Извођач А	Извођач Б	Извођач Ц	Извођач Д	Извођач Е	Тежина w
Извођач А	1	5	1	1	5	0,2941
Извођач Б	1/5	1	1/5	1/5	1	0,0588
Извођач Ц	1	5	1	1	5	0,2941
Извођач Д	1	5	1	1	5	0,2941
Извођач Е	1/5	1	1/5	1/5	1	0,0588
$\lambda_{\max}=5,0$; $CI=0,0$; $RI=1,12$; $CR=0,0 < 0,10$ услов задовољен						

Синтеза резултата као завршна фаза АХП методе, подразумева множење вектора тежинских коефицијената алтернатива са тежинских коефицијентима критеријума. Односно, како су издвојени подкритеријуми, најпре се множе тежине подкритеријума са тежином критеријума (Табела 6).

Табела 6. Вредности тежина критеријума

Table 6. Criteria weights

Критеријуми	Тежине
РИ1	0,0237
РИ2	0,0556
РИ3	0,0875
ФС	0,5000
РР	0,1667
ОР	0,0834
Р	0,0834
Σ	=1,00

Након овог корака добијене вредности се множе са тежином алтернатива и добија се приоритет кандидата (Слика 2).

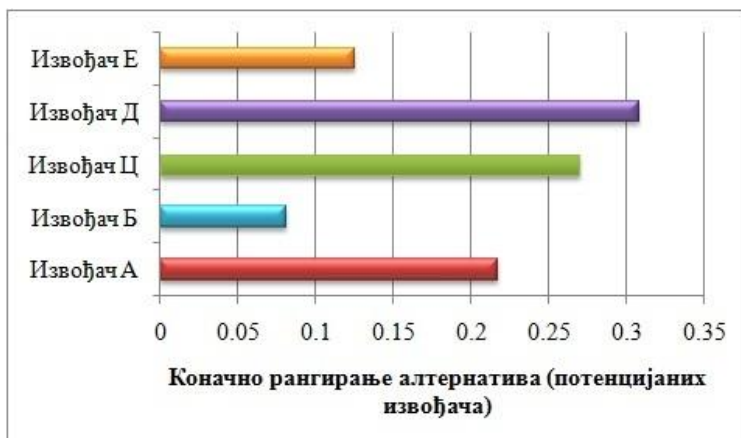
$$\text{ИзвођачА} = 0,0237 * 0,0464 + 0,0556 * 0,0853 + 0,0875 * 0,0433 + 0,5000 * 0,2857 + 0,1667 * 0,1429 + 0,083 * 0,1952 + 0,0834 * 0,2941 = 0,2171$$

$$\text{ИзвођачБ} = 0,0239 * 0,0743 + 0,0556 * 0,0558 + 0,0875 * 0,0641 + 0,5000 * 0,0714 + 0,1667 * 0,1429 + 0,083 * 0,0736 + 0,0834 * 0,0588 = 0,0810$$

$$\text{ИзвођачС} = 0,0239 * 0,0464 + 0,0556 * 0,0853 + 0,0875 * 0,0433 + 0,5000 * 0,2857 + 0,1667 * 0,1429 + 0,083 * 0,1952 + 0,0834 * 0,2941 = 0,2690$$

$$\text{ИзвођачД} = 0,0239 * 0,0464 + 0,0556 * 0,0853 + 0,0875 * 0,0433 + 0,5000 * 0,2857 + 0,1667 * 0,1429 + 0,083 * 0,1952 + 0,0834 * 0,2941 = 0,3082$$

$$\text{ИзвођачЕ} = 0,0239 * 0,0464 + 0,0556 * 0,0853 + 0,0875 * 0,0433 + 0,5000 * 0,2857 + 0,1667 * 0,1429 + 0,083 * 0,1952 + 0,0834 * 0,2941 = 0,1248$$

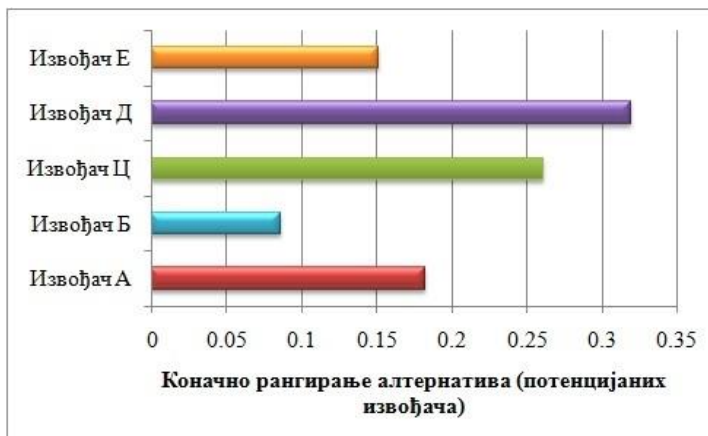


Слика 2: Резултати синтезе са рангирањем кандидата
Figure 2: Results of synthesis showing ranking of alternatives

Најбољи избор извођача применом АХП методе је кандидат - извођач Д, који се карактерише стабилним финансијским стањем, капацитетом ресурса који превазилази захтевани капацитет, највећим бројем успешно реализованих пројеката у последњих 5 година, што су били главни критеријуми за вредновање кандидата. Односно, овим критеријумима је додељен највећи значај. Извођач Ц је рангиран као следећи по квалификацији, па извођач А, извођач Е и на крају је извођач Б. Разлог ниског рангирања кандидата Б је мали број реализованих пројеката као и лоша организација која може бити разлог за елиминацију овог кандидата. Извођач Е је и поред задовољавајућег броја реализованих пројеката рангиран тако да је на најнижим лествицама хијерархије, а разлог томе су критеријуми: финансијска стабилност, организација и расположивост ресурса по којима су остали кандидати рангирани као бољи.

Проверу осетљивости резултата може се извршити променом значаја, односно тежине одређених критеријума. Уколико се претпостави да сви критеријуми имају исти значај, тада ће сви они имати тежинску вредност 0,25 при чему ранг кандидата одговара почетном рангирању (слика 3).

Оно што се може закључити јесте да су најприхватљивији кандидати: кандидат Д и кандидат Е.



Слика 3: Сензитивна анализа: рангирање кандидата када су сви критеријуми истог значаја

Figure 3: Sensitivity analysis: candidate ranking when all criteria has the same weight

4. ЗАКЉУЧЦИ

Радови на уређењу бујичних сливова и заштити земљишта од ерозије треба да буду изведени у планираном времену, у оквиру раслоповивих финансијских средстава и према захтеваним стандардима. Да би се овај циљ у процесу реализације пројеката остварио посебно је важан правилан избор извођача. Истраживање у раду се односи на избор извођача радова применом методе Аналитички хијерархијски процеси. Ова метода разматра више критеријума (квантитативни и квалитативни) и омогућава рашчлањавање проблема у виду хијерархије. Применом ове методе превазилази се једнокритеријумски избор извођача који се најчешће базира на минимално понуђеној цени (Zlatanović, Stefanović, 2005).

Процедура која се предлаже је вредновање кандидата на основу њихове квалификације, односно, искуста, референца, репутације итд. У питању је фаза предквалификације која претходи разматрању понуда кандидата. На редослед рангирања кандидата утиче значај критеријума, односно тежина која им се додељује. На конкретном примеру је приказан поступак утврђивања ранга кандидата као и сензитивност резултата која се постиже променом значаја критеријума.

Након фазе предквалификације, критеријум за даље рангирање је понуђена цена, која може бити одлучујућа за избор кандидата. Даље рангирање, као и могућност поређење АХП методе са неким другим методама вишекритеријумског одлучивања сматрамо интересантним и значајним за нека будућа истраживања.

5. НАПОМЕНА

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (43007), подпројекат бр. 16: „Социо-економски развој, ублажавање и адаптација на климатске промене“, који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије у оквиру програма Интегралних и интердисциплинарних истраживања за период од 2011 до 2014. године

6. ЛИТЕРАТУРА

- (2009): Закон о планирању и изградњи (“Сл. гласник РС”, број 72/2009, 81/2009 – испр., 64 /2010 – одлука УС и 24/2011)
- Al-Harbi K.M. Al-Subhi (2001): Appliacion of the AHP in Project Management, International Journal of Project Management, Vol. 19, Issue 1, pp. 19-27, Pergamon, United Kingdom
- Cheng E.W.L., Li H. (2004): Contractor selection using the analytic network process, Construction management and economics, Vol. 22, Issue 10, pp. 1021-1032, Routledge, United Kingdom
- Darvish, M., Yasaei, M., Saeedi, A. (2009): Application of the graph theory and matrix methods to contractor ranking, International Journal of Project Management, Vol.27, Issue 6, pp. 610-619, Pergamon, United Kingdom
- El-Sawalhi, N., Eaton, D., Rustom, R. (2007): Contractor pre-qualification model: State-of-the-art, International Journal of Project Management, Vol. 25, Issue 5 pp. 465-474, Pergamon, United Kingdom
- Fong P.S.-W., S.K.-Y. (2000): Final contractor selection using the Analytical Hierarchy Process, Vol. 18, issue 5, pp. 547-557, Routledge, United Kingdom
- Holt, G.D. (1998): Which contractor selection methodology?, International Journal of Project Management, Vol. 16, No. 3, 153-164, Pergamon, United Kingdom
- Holt, G.D., Olomolaiye, P.O and Harris, F.C. (1994): Evaluating prequalification criteria in contractor selection, Building and Environment, vol. 29, issue 4, 437-448, Pergamon, United Kingdom
- Jaskowski P., Biruk S., Bucon R. (2010): Assessing contractor selection criteria weights fuzzy AHP method application in group decision environment, Automation in Construction, Vol.19, Issue 2 pp.120-126, Elsevier BV, Netherlands
- Natush, Z., Skitmore, M. (1997a): Criteria for contractor selection, Construction Management and Economics, Vol.15 Issue 1, pp. 19-38, Routledge, United Kingdom
- Natush, Z., Skitmore, M. (1997b): Assessment and evaluation of contractor data against client goals using PERT approach, Construction Management and Economic, Vol. 15, issue 4, pp. 327-340, Routledge, United Kingdom

- Natash, Z., Skitmore, M. (1998): Contractor selection using Multicriteria Utility Theory: An Additive Model, *Building and Environment*, Vol. 33, Issue. 2-3, pp. 105-115, Pergamon, United Kingdom
- Nieto-Morote A., Ruz-Vila F. (2012): A fuzzy multi criteria decision-making model for construction contractor prequalification, *Automation in Construction*, Vol. 25, pp. 8-9
- Palaneeswaran E., Kumaraswamy M. (2001): Recent advances and proposed improvements in contractor prequalification methodologies, *Building and Environment*, Vol. 36, issue 1, pp. 73-87, Pergamon, United Kingdom
- Saaty, T.L., Vargas, L.G. (2009): Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process, Kluwer Academic Publishers, Netherlands
- Singh, D., Tiong, R.L.K. (2006): Contractor selection criteria: investigation of opinions of Singapore construction practitioners, *Journal of Construction Engineering & Management*, 132, issue 9, 998-1008, American Society and Civil Engineers, United States
- Topcy, Y.I. (2004): A decision model proposal for construction contractor selection in Turkey, *Building and Environment*, Vol. 39, issue 4, pp.469-481, Pergamon, United Kingdom
- Watt, D.J., Kayis, B., Willey, K. (2010): The relative importance of tender evaluation and contractor selection criteria, *International Journal of Project Management*, Vol. 28, Issue 1, pp. 51-60, Pergamon, United Kingdom
- Wong, C.H., Nicholas, J., Holt, G.D. (2003): Using multivariate techniques for developing contractor classification models, *Engineering Construction and Architectural Management*, Vol. 10, Issue 2, pp. 99-116, Emerald Publishing Limited, United Kingdom DOI:[10.1108/09699980310466587](https://doi.org/10.1108/09699980310466587) (Permanent URL)
- Yang, J.-B., Wang, W.C. (2003): Contractor selection by the most advantageous tendering approach in Taiwan, *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, vol. 26, No.3, pp.381-387, Chinese Institute of Engineers, Taiwan, Republic of China
- Zala, M.I., Bhatt, R.B. (2011): An approach of contractor selection by Analytical Hierarchy Process, *National Conference on Recent Trends in Engineering and Technologies*, Anand, Gujarat, India
- Zavadskas E.K, Vilutienė, T. (2006): A multiple criteria evaluation of multi-family apartment block maintenance contractors: I – Model for maintenance contractor evaluation and the determination of the selection criteria, *Building and Environment*, Vol. 41, issue 5, pp. 621-632, Pergamon, United Kingdom
- Zlatanović, M., Stefanović, B. (2005): Modeli izbora izvođača radova investicionih objekata šumskog inženjeringa, *Šumarstvo*, Vol. 57, br. 1-2, str. 11-20, Šumarstvo

MULTI CRITERIA ANALYSIS OF CONTRACTOR SELECTION FOR EROSION CONTROL WORKS

Tijana Andrijanić, Nada Dragović

¹University of Belgrade, Faculty of Forestry

SUMMARY

Successful realization of erosion and torrent control projects means to complete projects on time, under budget and respecting prescribed standard quality. In the order to obtain this goal a decision about the best contractor has to be made. Different procedures and criteria can be used for carrying out this decision. Widely used approach in the past for contractor selection are based on one criteria – the lowest bid price, which is one of the major causes of project delivery problems. Application of methods which consider multiple criteria, makes it possible to overcome this problem. In this paper, Analytical hierarchy process (AHP), a multi-criteria decision method is used for potential candidate ranking. Five criteria are used to select the most suitable candidate, namely: working experience, financial stability, resource capacity, organizational capability and reputation. A decision maker (i.e. a client or their representative) gives the weights to each criteria according to their contribution to the selection of the best contractor. The results of applied method indicate that the best candidates are contractor D and contractor E. Sensitive analysis of results confirmed the order of candidate ranking. The reason for high ranking of these candidates are stable financial situation, adequate resource capacity and the highest number of successfully completed projects in the last 5 years.

УТИЦАЈ КИСЕЛИХ ДЕПОЗИЦИЈА НА РЕАКЦИЈУ ЗЕМЉИШНОГ РАСТВОРА У СЛИВУ РЕКЕ РАСИНЕ

Перовић Вељко³, Белоица Јелена, Кадовић Ратко, Тодосијевић Мирјана, Чакмак Драган, Милчановић Вукашин, Белановић Снежана⁴

Институт за земљиште у Београду³

Универзитет у Београду Шумарски факултет⁴

Апстракт: Депозиције ваздушних полутаната су основни фактор стреса природних екосистема који се испољава преко промена услова у земљишту и утиче на стабилност екосистема. Природан процес ацидификације је током последња два века знатно убразан повећаним антропогеним емисијама и депозицијама S и N које су основни узрочник интензивираних ацидификација. У овом раду проучаван је тренд досадашњих депозиција S и N и својства земљишта у оквиру сливног подручја реке Расине изнад водне акумулације "Ћелије". Физичка и хемијска својства земљишта одређена су према ЈДПЗ методама, док је за симулације промене рН вредности коришћен VSD модел. Циљ рада је да се прикаже утицај депозиција S и N на промену реакције земљишног раствора и статус процеса ацидификације у сливу реке Расине за предстојећи период до 2100 год. Поред наведеног, издвојене су зоне са највећим прекорачењима киселих полутаната за последњих 30 година.

Кључне речи: земљиште, депозиције сумпора и азота, прекорачење депозиције сумпора, ацидификација

Abstract: Deposition of air pollutants is the main factor of stress of the natural ecosystems that are manifested through changes in soil conditions and affects the stability of ecosystems. Acidification is a natural process which is during the last two centuries significantly accelerated by increased anthropogenic emissions and deposition of S and N, which are the main cause of intensified acidification. In this paper we studied the current trend of S and N deposition and soil properties within the catchment area of the river Rasina above the water reservoir "Ćelije". Physical and chemical properties of soil were determined by JDPZ methods, while the simulation of pH values was determined using VSD model. The aim of this paper is to show the effects of S and N deposition on soil solution pH and the status of acidification processes within Rasina catchment for the period until 2100. In addition, we single out areas with the exceedances of acid pollutants in the last 30 years.

Keywords: land, deposition of sulfur and nitrogen, the exceedances of sulfur deposition, acidification

³ Кнеза Вишеслава 1, 11000 Београд

⁴ Теодора Драјзера 6, 11000 Београд

1. УВОД

Досадашње студије и истраживања показују да су киселе депозиције један од најозбиљнијих глобалних еколошких проблема савременог друштва. Повећане депозиције S и N су последњих 60 година основни узрочник интензивираних ацидификације и еутрофизације терестричних и акватичних екосистема (Blake and Goulding, 2002).

Горње граничне вредности концентрација киселих депозиција тзв. критична оптерећења (пре свега S и N) установљене су у Европи 1980.године под покровитељством CLRTAP/UNECE и представљају основни показатељ стабилности екосистема према процесу ацидификације. Критично оптерећење екосистема је дефинисано као “квантитативна процена изложености једном или више полутаната испод које нема значајних ефеката оштећења специфичних осетљивих елемената животне средине према досадашњим сазнањима” (Nilsson, Grennfelt, 1988). Критична оптерећења за процес ацидификације, дефинишу максималне концентрације киселих депозиција (пре свега S и N) при којима структура и функције терестричних и акватичних екосистема дугорочно остају у стабилном стању. Критична оптерећења као таква, представљају основу за планирање смањења и контролу емисија киселих полутаната, а самим тим и процеса ацидификације.

Главни циљ интернационалних кооперационих програма (ICPs) и радне групе за ефекте (WGE) је процена степена и географска распрострањености негативних утицаја главних аерополутаната, идентификација најугроженијих ареала, екосистема и других рецептора загађујућих материја. Ове процене се темеље на научним истраживањима о критичним оптерећењим, различитим степенима прекорачења и процене штете.

Мониторинг шумских екосистема (ICPF) спроводи се у последње три деценије широм Европе са циљем да се утврди утицај загађивача из ваздуха (CLRTAP/ ICPF, Технички извештај, 2011), а као резултат спроведених истраживања прописане су и делом остварене значајне редукције индустријских емисија (пре свега, емисија сумпора).

Ацидификација земљишта је процес смањења рН вредности земљишног раствора током времена, изазиван, пре свега, таложењем сумпорних и азотних једињења из падавина. Негативне последице овог процеса огледају се у трајном губитку хранљивих материја из земљишта, повећању концентрације алуминијумових јона (Sposito, 1996) у облицима токсичним за коренов систем и повећаној мобилности потенцијално токсичних тешких метала (Cd, Cu, Fe, Mn, Zn).

Ацидификација утиче на хемијске процесе у земљишту, и тако индиректно нарушава његову структуру и утиче на интензивирање процеса губитка земљишта. Осетљивост земљишта према киселим депозицијама се дефинише на основу својстава земљишта, засићености базама, рН вредности земљишта као и типом матичног супстрата (Langan and Wilson 1992).

Најраспрострањенији метод за процену критичних и циљаних оптерећења је SMB (Simple Mass Balance) једначина и њена екстензија у виду динамичког (симулационог) VSD (Very Simple Dynamic) модела (VSD, VSDplus и VSDveg, Posch and Reinds, 2009). Динамички модели се осим за процену критичних оптерећења користе за процену ефеката киселих депозиција у оквиру различитих сценарија и у том смислу представљају главну алатку за квантификовање редукција емисија штетних материја (Hettelingh *et al.*, 2008).

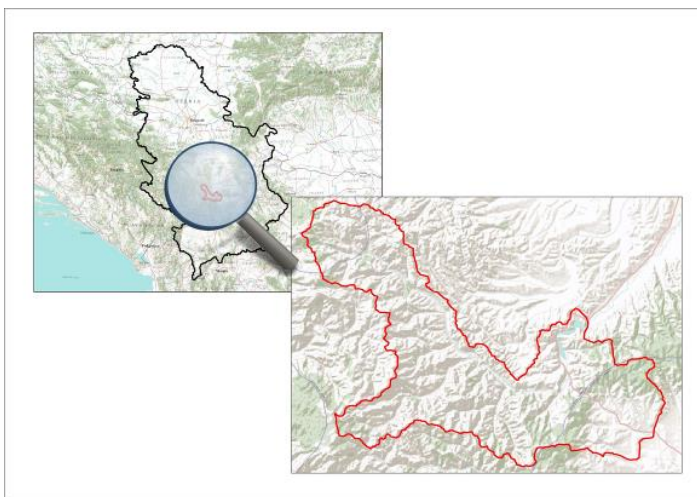
Циљ овог рада је да се симулира утицај досадашњих депозиција S и N на промену реакције земљишног раствора и симулира статус процеса ацидификације у оквиру слива реке Расине за период до 2100 год. Такође, циљ рада је да се издвоје зоне са највећим прекорачењима киселих полутаната за последњих 30 година, од када су први пут протоколима постављене границе емисија атмосферских загађивача.

Повећање киселости земљишта праћено је повећаном мобилношћу алуминијума и тешких метала у земљишту који путем земљишног раствора могу dospети у подземне и површинске воде. Стога је праћење статуса ацидификације овог подручја значајно и са аспекта очувања квалитета површинских и подземних вода, а самим тим и водне акумулације „Ђелије“.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

2.1 Проучавано подручје

Проучавања су вршена у сливу Расине изнад акумулације Ђелије, који обухвата површину од 609,15 km² у централном делу Р Србије (слика 1.). Слив реке Расине у горњем делу се карактерише планинским и брдским рељефом, док је доњи део слива углавном равничарски. Просечне падавине у сливу су око 745 mm.



Слика1. Изучавано подручје

Figure 1. Study area

У сливу је под шумском вегетацијом заступљено 51% површина, голети чине 0,59%, деградиране шуме 5,7%, ливаде и пашњаци 22,5%, обрадиво земљиште 11,95 %, остало су насељена места.

Хумуносиликатна земљишта заступљена су на површини од 18%, смеђа земљишта захватају 45%, а остали типови земљишта (алувијална, хумофлувисоли, смонице, псеудоглеј, илимеризована) на 37% површине слива.

Према ранијим истраживањима (Belanović et al., 2012) дистрична хумуносиликатна земљишта (Dystric Leptosol) су карактерисана киселом до слабо киселом реакцијом, незасићена базама, јако до слабо хумусна добро обезбеђена азотом.

Еутрична хумуносиликатна (Eutric Leptosol) земљишта су карактерисана слабо киселом реакцијом до алкалном реакцијом, засићена базама, јако до слабо хумусна, богато до добро обезбеђена укупним азотом, и са повољним односом угљеника према азоту.

Дистрична смеђа земљишта (Dystric Cambisol) су умерено до слабо киселе реакције, врло слабо хумусна и необезбеђена азотом. Еутрична смеђа земљишта (Eutric Cambisol) су карактерисана слабо киселом до неутралном реакцијом, засићеношћу базама већом од 60%, врло слабо хумусно и необезбеђено азотом.

2.2 Проучавања земљишта

Проучавањима су обухваћена земљишта сливног подручја реке Расине а сви подаци из базе (подаци прикупљени 2009, 2010, 2011) обрађени су за слој до 20 цм дубине. Лабораторијска проучавања физичких и хемијских својстава земљишта вршена су по методама ЈДПЗ (1997, 1966). Одређена је рН-вредност, хидролитичка киселост, адсорптивни комплекс, садржај угљеника и азота, као и лакоприступачни фосфор и калијум (Хемијске методе испитивања земљишта, књига 1, ЈДПЗ, 1966).

2.3 Анализа ацидификације

Подаци о депозицијама SO_x, NO_x и NH₄ просторно и временски се сакупљају у оквиру националне мреже, а база података је доступна у Републичком Хидрометеоролошком заводу. Депозиција се узоркује дневно, колекторима постављеним на 1,5 m изнад површине земљишта. У овом раду из базе су преузети мерени подаци са ГМС Крушевац и ЕМЕР за период 1980 - 2009. године.

Избор хемијског критеријума је пресудан за дефинисање критичних оптерећења. Избор критеријума и критичне вредности зависи од рецептора-биолошког индикатора (да ли је коренов систем одређене биљне врсте, у оквиру датог екосистема осетљивији на концентрацију алуминијума или рН вредност земљишта) и типа земљишта за која се врши процена. За органо-минерална земљишта за хемијски критеријум препоручен је однос $(Ca:Al)_{crit}$ или $(BC:Al)_{crit}$ (Hall et al., 2001). У овом раду дефинисана је гранична вредност односа $(BC:Al)_{crit}=1$, која је препоручена као критична за земљишта листопадних и мешовитих шума (Harald Sverdrup and Per Warfinge, 1993).

На основу депозиција и постављеног хемијског критеријума VSD модел симулира критична оптерећења и евентуална прекорачења критеријума као и промене хемијских својстава земљишта.

Приликом калибрације VSD модела од посебног су значаја вредности константе равнотеже у земљишном раствору (KA_{lox} и $expAl$). Вредности KA_{lox} и експонента α зависе од дубине земљишта као и гранулометријског састава, а дефинисане су на основу регресионе везе концентрација алуминијумових и водоникових јона у земљишту.

$$[Al] = KA_{lox} \cdot [H]^{\alpha}$$

Константа KA_{lox} , у овом раду, је израчуната на основу познавања садржаја органске материје према једначини:

$$KA_{lox} = 9,8602 - 1,6755 * \log(OM)$$

Параметар $expAl$ је усвојен у односу на познавање текстурног састава земљишта и препоручених вредности (табела 1.) према спроведеним истраживањима Van der Salm и De Vries (2001).

У проучаваним земљиштима за слој од 20cm дефинисане вредности за $expAl$ су 1,65 и 2,41, на основу текстурног састава земљишта (Van der Salm и de Vries, 2001) (табела 1.).

За ове израчунате константе и усвојен критеријум VSD моделом симулиране су рН вредности за временски период до 2100. године.

Табела 1. Процењене вредности KA_{lox} и експонента α на основу регресионе зависности између pAl и pH у земљишном раствору према Van der Salm и de Vries (2001) (n број узорака)

Table 1. Estimated values of KA_{lox} and the exponent α based on regression between pAl and pH in the solution Dutch soils (Van der Salm and De Vries 2001) (n=number of samples).

Текстурна класа	Слој cm	Log KAl _{ox}	a	R ² adj	n
Песковита	0-10cm	-0,56	1,17	56,1	195
	10-30cm	2,37	1,88	82,8	348
	30-100cm	5,20	2,51	86,3	172
Глиновита	Све дубине	7,88	2,65	87,3	116

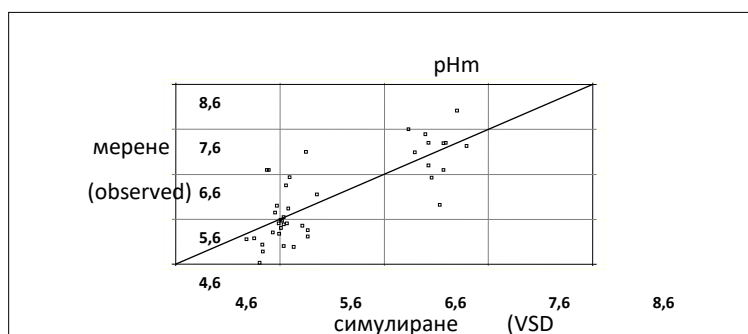
Регресиона анализа лабораторијски добијених вредности pH земљишта и вредности добијених VSD моделом даје следећу једначину:

$$\text{pH}_m = 1,91628 + 0,730606 * \text{pH}_{\text{vsd}},$$

$$r=0,78$$

$$F=58,5,$$

$$t=0,000, \text{ или графички}$$



Слика 2. Регресиона анализа мерених вредности pH земљишта и вредности добијених моделом

Figure 2. Regression between measured soil pH and model estimated values

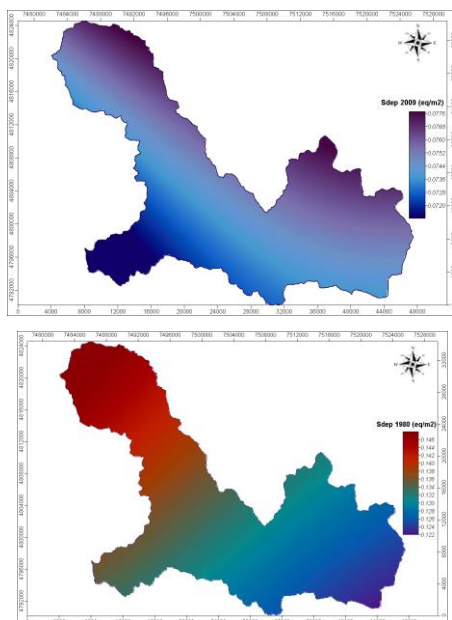
Коефицијент корелације мерене и моделом дефинисане pH вредности је 0,78 односно калибрационе константе су сигнификантне за предиктоване вредности, и поуздано је приступити даљим симулацијама.

2.4 Статистичка анализа

Геостатистичка анализа извршена је обичним кригингом користећи програм SAGA-GIS (System for Automated Geoscientific Analyses). Обични кригинг је погодна интерполацијска метода због своје једноставности и поузданости, а базира се на одређивању оптималних тежинских коефицијената који се придружују познатим (узоркованим) вредностима на основу познавања вариограма.

3. РЕЗУЛТАТИ

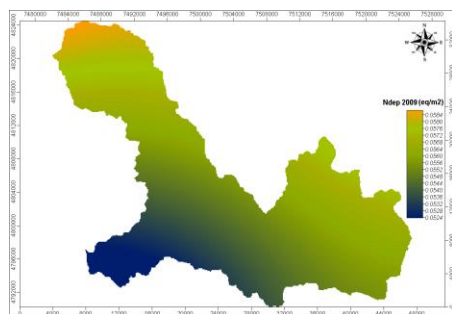
Депозиције сумпорних једињења за 1980. и 2009. год. приказане су на слици 3. Највеће количине депозиција (0.146 eq/m^2), у 1980. години, установљене су у северо-западним деловима слива док су ниже вредности (0.122 eq/m^2) у југо-источном делу у коме се налази и водна акумулација „Ђелије“.

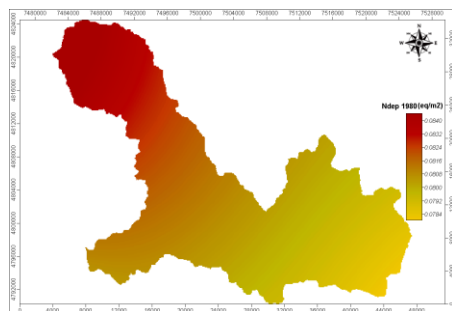


Слика 3. Укупне депозиције сумора за 1980 и 2009 годину (eq/m^2) у сливу реке Расине

Figure 3. Total sulfur deposition for 1980 and 2009 year (eq/m^2) in Rasina catchment

Укупне депозиције редукваног и оксидованог азота за 1980. и 2009. год. приказане су на слици 4. као и за депозиције сумора и за депозиције азота највеће депозиције (0.084 eq/m^2) забележене су 1980. у северо-западним деловима слива, а нешто ниже (0.078 eq/m^2) у југо-источним деловима слива.



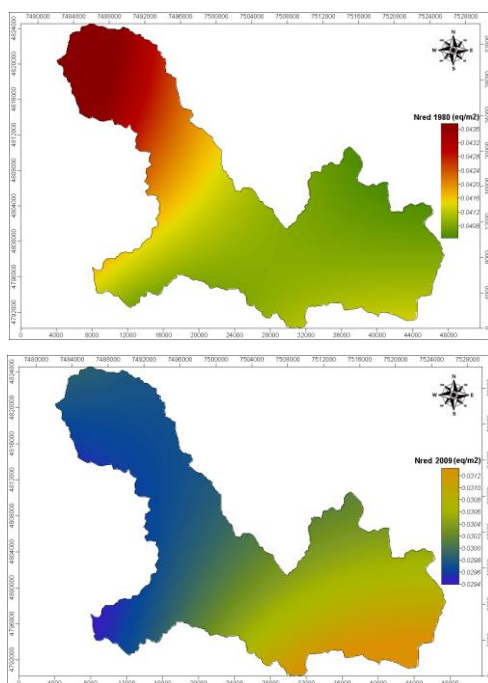


Слика 4. Укупне депозиције азота за 1980 и 2009 годину (eq/m^2) у Сливу реке Расине

Figure 4. Total nitrogen deposition for 1980 and 2009 year (eq/m^2) in Rasina catchment

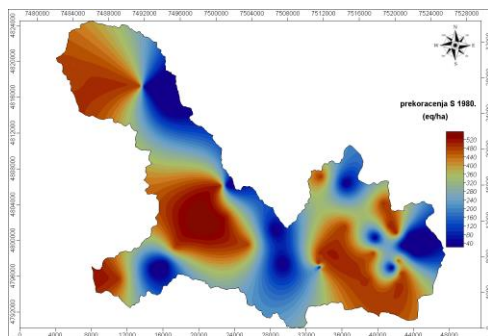
Међутим, 30 година касније на подручју целог слива установљене су ниже вредности депозиција сумпора ($0.072\text{-}0.077 \text{ eq}/\text{m}^2$) и азота ($0.052\text{-}0.058 \text{ eq}/\text{m}^2$).

Највећа прекорачења депозиција за посматрани период утврђена су за сумпор за 1980. годину слика 6.



Слика 5. Депозиције редукованог облика азота за 1980 и 2009 годину (eq/m^2) у Сливу реке Расине

Figure 5. Total reduced nitrogen deposition for 1980 and 2009 year (eq/m^2) in Rasina catchment



Слика 6. Прекорачења критичних депозиција сумпора за 1980 годину (eq/ha) у Сливу реке Расине

Figure 6. Exceedances of sulfur critical loads deposition in 1980 year (eq/ha) in Rasina catchment

Основна својства земљишта приказане су табели 2.

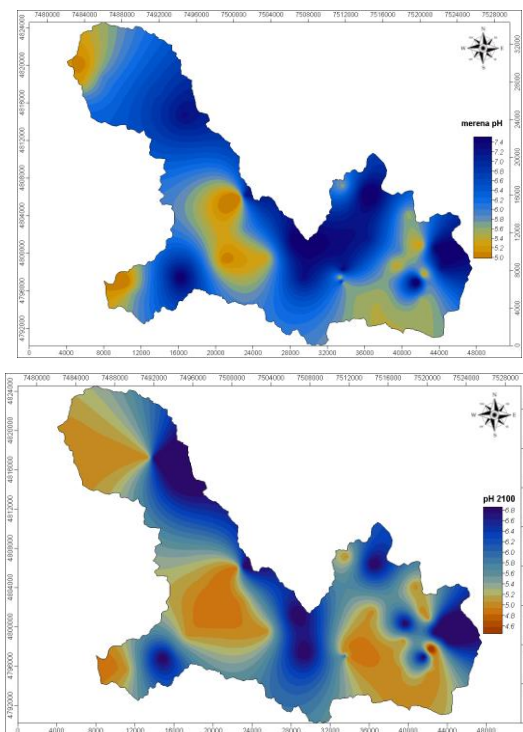
Табела 2. Својства земљишта

Table 2. Soil properties

Тип земљишта Soil types (FAO,1988)		Песак/Sand	Прах/Silt	Глина/Clay	pH	CEC	C	N
<i>Fluvisol</i>	pros	46,43	41,22	12,36	7,23	11,63	1,50	0,32
	sd	14,55	13,19	4,42	0,34	3,33	0,63	0,13
<i>Distric leptosol</i>	pros	52,25	35,13	12,63	5,78	-	1,94	0,21
	sd	4,81	1,66	3,15	0,19	-	0,21	0,06
<i>Eutric leptosol</i>	pros	39,61	43,13	17,26	6,82	20,22	2,75	0,31
	sd	13,78	9,08	7,06	0,69	7,39	1,41	0,15
<i>Distric cambisol</i>	pros	36,84	45,68	17,47	5,50	19,13	2,13	0,26
	sd	13,12	10,50	5,02	0,81	7,97	1,42	0,14
<i>Eutic cambisol</i>	pros	42,19	40,19	17,61	5,84	11,75	1,68	0,23
	sd	7,15	5,27	2,45	0,60	4,35	0,81	0,08

У овом раду VSD моделом је анализиран сценарио којим се за проучавани период до 2100 године усваја претпоставка да ће депозиције задржати тренд од

2009 године. Промене рН вредности земљишта у односу на усвојени сценарио за период 2009-2100 приказане су на слици 7. Може се закључити да се у зонама са највећим прекорачењима у прошлости моделом предвиђа даље смањење рН вредности земљишта до 0.6 јединица односно зоне умерено киселе реакције (5.6-6.0) прелазе у зоне са јаком до врло јаком киселом реакцијом (5.0-5.5), док се на мањим површинама слива предвиђа повећање рН вредности за 0.2 јединице.



Слика 7. Мерене рН вредности земљишта и рН вредности симулиране VSD моделом за 2100. годину

Figure 7. Measured soil pH values and pH values simulated by VSD model for 2100. Year

4. ДИСКУСИЈА

Ратификацијом протокола проистеклих из Конвенције о прекограничном транспорту загађујућих материја на велике удаљености (CLRTAP, 1979. године) од стране бројних европских држава антропогене емисије сумпор-диоксида и азотних оксида у Европи се смањују још од краја осамдесетих година прошлог века. Земље потписнице су се обавезале на смањење емисије сумпор-диоксида за 30% као и емисије азотних оксида. Гетенбуршким протоколом 1999. године предложене су редукације емисија сумпора за 63%, азотних оксида за 41%, испарљивих органских једињења за 40% и амонијака за 17% у поређењу са емисијама из 1990. године до

2010. годину. Редукција депозиције сумора и ацидификације земљишта, показују реалан успех политике чистог ваздуха.

У Србији у 2010. години, мерења SO_2 у ваздуху показују да се садржај сумпора кретао од 1,5 до 25,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ са израженим сезонским разликама (средња вредност за топлу половину године износила је 4,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а за зимску 7,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Садржај азота у ваздуху кретао се током године од 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ до 9,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а средња годишња концентрација азота из азот-диоксида износи 2,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ове измерене вредности су ниже у односу на претходне године (2011).

Такође, у годишњем извештају Агенције за заштиту животне средине Р Србије се наводи да је током 2010. године на подручју Србије пало 28% киселих, а од тога 42% слабо киселих, 54% умерено киселих и 5% јако киселих падавина, док је у 2009 години пало 39% киселих падавина.

Остварене редукције киселих депозиција на подручју слива Расине од 1980-2009 године за сумпор износе 40,9-47,3%, а редукције депозиција укупног азота 30,9-33,3%. Највеће редукције које се бележе за азот односе се на оксидовани азот и износе 30-40%, док за редуковани амонијачни облик азота редукције депозиција износе до 26-30% за период од 1980-2009 године. Са променама депозиција сумпорних и азотних оксида у терестричним екосистемима мењају се и остале хемијске карактеристике земљишта.

Иако се од 1980. године бележи пад киселих депозиција, а од 1990. године за утврђене критеријуме киселе депозиције не прелазе критичне вредности, симулације VSD модела указују да ће ови екосистеми и даље бити под њиховим негативним утицајем (тзв. одложено време реаговања-опоравка), на најугроженијим локалитетима предвиђа се даље смањење рН вредности земљишта до 0.6 јединица. Често се подразумева да редукција депозиција испод критичних вредности истовремено подразумева и стабилно стање екосистема, односно да истовремено нестају и сви негативни ефекти депозиција. Међутим, реакције у земљишту, поготово реакције његове чврсте фазе, су контролисане пуферним капацитетом земљишта, пре свега капацитетом катјонске измене, услед чега земљиште има способност одложеног реаговања. Према наведеном, иако не постоје прекорачења критичних депозиција, достизање стабилног стања у екосистему може потрајати неколико декада или векова услед ранијих прекорачења депозиција и времена које је потребно земљишту да се врати у првобитно стање. Стога је неопходно пратити и анализирати даљи утицај киселих депозиција на екосистеме за које тренутно нема прекорачења киселих депозиција али су прекорачења забележена у прошлости.

Највећа прекорачења критичних депозиција дефинисана су у делу слива са највећим депозицијама, зонама високопланинских делова слива као и у југо-источном делу слива, зони са мањом количином депозиција. У високо планинским деловима слива заступљена је шумска вегетација и кисела земљишта (рН вредност око 4), док су у југо-источном делу слива заступљена такође кисела земљишта (рН вредност 5.0-5.5) са ниским капацитетом катјонске измене. Земљишта са рН 5,0-6,0 су потенцијално и најосетљивија земљишта на процес ацидификације због своје

слабе пуферне способности, нарочито она са рН у рангу 5.5-6.5 са ниским капацитетом катјонске измене (Holowaychuk et al., 1987). Земљишта са рН вредношћу 6.5 и већом због свог карбонатно-бикарбонатног пуферног система, као и земљишта са рН 3.5-5.5 где је добар пуферни капацитет условљен реакцијама алуминијума (Holowaychuk et al., 1987), а самим тим су мање осетљива на процес ацидификације.

Ацидификација изазвана атмосферским депозицијама S и N је дугорочан процес који води трајном смањењу рН-вредности, повећаном испирању базних катјона, повећању концентрација алуминијума и смањењу процеса нитрификације (Ulrich 1983, 1991, Bobbink, 2010). Смањење процеса нитрификације Bobbink et al. (2010) објашњавају да иако у подручјима где доминирају редуковани облици азота у депозицијама процес нитрификације најчешће се блокиран процесом ацидификације што се такође објашњава slabим пуферским капацитетом земљишта са рН 4.5–6.5.

У овом раду анализиран је сценарио да ће се за проучавани период до 2100 године, наставити тренд депозиције од 2009 године. У том случају зоне у којима се предвиђа смањење рН вредности су зоне са највећим прекорачењима депозиција сумпора за период 1980-2009. год. где доминирају дистрична, плитка и скелетоидна земљишта, од хумусно силикатних до кисело смеђих. Ова подручја су у ранијим истраживањима дефинисана као подручја осетљива на таложење полутаната са могућим последицама оштећења екосистема (Kadović et al, 2009; Belanović et., al, 2012).

Поређењем мерених рН вредности и вредности симулираних моделом уочена је осетљивост модела за рН вредности у распону 5,6 - 6,7 јединица. Имајући у виду да су за проучавана земљишта дефинисане две константе равнотеже (само за основне текстурне класе) а да се садржај фракције песка креће у распону од 31,13 % до 78,55 % неопходно је дефинисати ове коефицијенте за све текстурне класе. На овај начин би се омогућиле прецизније симулације модела за наведене распоне рН вредности.

5. ЗАКЉУЧАК

Земљиште је један од најзначајнијих не-обновљивих природних ресурса који омогућава одрживост функција екосистема. Киселе депозиције изазивају промене својстава земљишта у површинском слоју, и утичу, пре свега на промену рН вредности као и на остале променљиве параметре нпр. садржај N и C. Проучавања су вршена у сливу Расине изнад акумулације Ђелије, где су шумски екосистеми заступљени на 51% слива. Подаци о депозицији SO_x, NO_x и NH₄ преузети са ГМС Крушевац и ЕМЕР за период 1985 - 2009. година.

Остварене редукције киселих депозиција на подручју слива Расине од 1980-2009. године за сумпор износе 40,9-47,3%, а редукције депозиција укупног азота су 30,9-33,3%. Највеће редукције које се бележе за азот односе се на оксидовани азот и

износе 30-40%, док за редуковани амонијачни облик азота редукације депозиција износе до 26-30% за период од 1980-2009 године.

Иако се од 1980. године бележи пад киселих депозиција, а од 1990. године за утврђене критеријуме киселе депозиције не прелазе критичне вредности, симулације VSD модела указују да се ови екосистеми и даље налазе под њиховим негативним утицајем због тзв. одложеног времена реаговања/опоравка. Ово указује да поред екосистема који бележе тренутна прекорачења киселих депозиција треба пратити и анализирати даљи утицај киселих депозиција на екосистеме за које су забележена прекорачења у прошлости.

Највећа прекорачења критичних депозиција дефинисана су у делу слива са највећим депозицијама. У овом раду VSD моделом анализиран сценарио којим се за проучавани период до 2100 године усваја претпоставка да ће депозиције задржати тренд од 2009 године. На овим локалитетима према усвојеном сценарију до 2100 године се предвиђа даље смањење рН вредности земљишта до 0,6 јединица и на мањим површинама повећање за 0,2 рН јединице. Из наведеног се може закључити да досадашње редукације киселих депозиција остварене за период 1980-2009 нису задовољавајуће и да су неопходне додатне редукације киселих полутаната како би ови екосистеми трајно прешли у стабилно стање.

Поређењем мерених рН вредности и вредности симулираних моделом за исте локалитете уочена је осетљивост модела за рН вредности у распону 5,6 - 6,7 јединица. Имајући у виду да су за проучавана земљишта заступљена на овом подручју дефинисане свега две константе равнотеже (само за наведене основне текстурне класе), а да се садржај фракције песка креће у распону од 31,13 % до 78,55 % неопходно је дефинисати ове коефицијенте све текстурне класе како би се омогућиле прецизније предикције модела за наведене распоне рН вредности.

Ниске рН вредности земљишта иницирају повећану мобилност тешких метала у земљишни раствор па је праћење статуса ацидфикације овог подручја значајно и са аспекта очувања квалитета површинских и подземних вода, а самим тим и водне акумулације „Ђелије“.

6. ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (III43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

7. ЛИТЕРАТУРА

(1966): Немјске методе испитивања земљишта, Књига 1, JDPZ

- Belanović S., Beloica J., Perović V., Alnaass S. N., Knezevic, Kadovic R., Mihajlović B. (2012): Current State and Threats of Soil Resources in Rasina Catchment Upstream From "Čelije" Water Reservoir, Landcon,
- Blake L., Goulding K.W.T. (2002): Effects of atmospheric deposition, soil pH and acidification on heavy metal contents in soils and vegetation of semi-natural ecosystems at Rothamsted Experimental Station, UK, *Plant and Soil*; 240 (235–251)
- Bobbink R., Hicks K., Galloway J., Spranger T., Alkemade R., Ashmore M., Bustamante M., Cinderby S., Davidson E., Dentener F., Emmett B., Erisman J.W., Fenn M., Gilliam F., Nordin A., Pardo L., De Vries W. (2010): Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis *Ecological Applications*, 20 (30–59)
- Hall J., Reynolds B., Aherne J., Hornung M. (2001): The Importance of Selecting Appropriate Criteria for Calculating Critical Loads for Terrestrial Ecosystems Using the Simple Mass Balance Equation. *Water, Air Soil Pollut. Focus* 1 (29–41)
- Hettelingh J.P., Slootweg J, Posch M. (2008): Critical load, dynamic modeling and impact assessment in Europe: CCE Status Report 2008, Coordination Center for Effects, Netherlands Environmental Assessment Agency, Bilthoven, Netherlands. Report No. 500090003. ISBN No. 978-90-6960-211-0.
- Holowaychuk N., Fessenden R.J. (1987): Soil sensitivity to acid deposition and the potential of soils and geology in Alberta to reduce the acidity of acidic inputs, *Earth Science Report 87-1*, Alberta, Canada
- International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution, Effects on Forests (ICP Forests) Forest Condition in Europe (2011): Technical Report of ICP Forests and FutMon
- Izveštaj o stanju životne sredine u republici Srbiji, Mnistarstvo životne sredine rudarstva i prostornog planiranja, agencija za zaštitu životne sredine, RS, 2011
- Кадовић Р., Белановић С. (2009): Анализа процеса ацидификације шумских земљишта на подручју НП "Копаоник", Гласник Шумарског факултета; Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд, бр. 100 (95-110), DOI:10.2298/ГСФ0900095К
- Langan J. S., Wilson M. J. (1994): Critical Loads of Acid Deposition on Scottish Soils, Macaulay Land Use Research Institute, Craigiebuckler, Aberdeen, AB9 2QT, U.K, *Water, Air and Soil Pollution* 75 (177-191)
- Nilsson J., Grennfelt P. (1988): Critical Levels for Sulphur and Nitrogen. Copenhagen, Denmark, Nordic Council of Ministers
- Posch M., Reinds J.G. (2009): A very Simple Dynamic Soil Acidification Model for scenarioAnalyses and Target Load Calculations, *Environmental Modelling & Software*, 24 (3), (329–340)
- Sposito G. (1996): *The Environmental Chemistry of Aluminium*, CRC Press LLC, USA
- Sverdrup H., Warfvinge P. (1993): The effect of soil acidification on the growth of trees, grass and herbs as expressed by the (Ca+Mg+K)/Al ratio, *Reports in Ecology*

and Environmental Engineering 2, Chemical Engineering, Lund University, Lund, Sweden

Ulrich B., (1983), Soil acidity and its relation to acid deposition, in B. Ulrich and., Pankrath, eds., Effects of Accumulation of Air Pollutants in Forest Ecosystems, reindel Pub. Co., (127-146)

Ulrich B., Sumner M. E. (1991): Soil acidity, ISBN 3-540-50782-5

Van der Salm C., De Vries W. (2001): A review of the calculation procedure for critical acid loads for terrestrial ecosystems. Science of the Total Environment 271 (11-25).

ACID DEPOSITION IMPACT ON SOIL SOLUTION PH IN RASINA CATCHMENT

Белоица Јелена, Кадовић Ратко, Перовић Вељко, Тодосијевић Мирјана, Чакмак Драган, Милчановић Вукашин, Белановић Снежана¹

Универзитет у Београду Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, Београд

Институт за земљиште у Београду, Теодора Драјзера 6

SUMMARY

Acid deposition cause changes of soil properties, primarily decrease of soil pH. The influence of S i N deposition on terrestrial ecosystems was studied in the catchment of river Rasina, where forest ecosystems occupy 51% of the area. Lower soil pH initiates an increase of trace elements mobility in soil solution. According to this, monitoring of soil acidification status is very important in terms of conservation of surface and ground water quality.

Acid deposition in Rasina catcment decrease since 1980. and since 1990. does not exceed a critical value. VSD model simulation indicates that forest ecosystems are still under their negative impact, and that forest ecosystems are in so called recovery delay time (RDT).

According to the adopted scenario until 2100 the VSD model predicts a further reduction of soil pH by 0.6 units and in smaller areas soil pH increase by 0.2 units.

It can be concluded that the current reduction of acid deposition, for the period 1980-2009, are not sufficient for reaching a steady state of forest ecosystems in Rasina catchment.

ОЦЕНА ДЕГРАДАЦИЈЕ И ЕФЕКТА КОНЗЕРВАЦИОНИХ МЕРА ПРИМЕНОМ WOCAT МЕТОДОЛОГИЈЕ НА ПОДРУЧЈУ ОПШТИНЕ ЉУБОВИЈА

Тодосијевић Мирјана, Златић Миодраг, Драговић Нада, Костадинов Станимир⁵

Универзитет у Београду, Шумарски факултет⁵

Апстракт: WOCAT програм представља развијену мрежу базе података о деградацији земљишта и могућностима примене мера конзервације. На подручју Србије, WOCAT програм се примењује од 2005. године (Златић М., et.al., 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012), под координацијом Шумарског факултета Универзитета у Београду, Одсека за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса.

У овом раду су приказана истраживања у западној Србији, у општини Љубовија. Последњих деценија, на бази WOCAT индикатора, установљено је смањење ерозионих процеса на бази промене начина коришћења земљишних ресурса, као и повећање ефеката изведених конзервационих приступа и технологија преко прозног тренда и тренда ефикасности примењених мера.

Кључне речи: WOCAT програм, ерозиони процеси, ресурс земљишта, деградација, конзервација земљишта

Abstract: WOCAT program is developed network base on soil degradation and the potential application of conservation measures. In Serbia, WOCAT program has been applied since 2005 (Zlatić M., et al, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012), coordinated by the Faculty of Forestry, University of Belgrade, Department of Environmental Engineering of Soil and Water Resources Protection. This paper presents the research in western Serbia, in the municipality of Ljubovija. In recent decades, based on WOCAT indicators it is showed a decrease of erosion processes on the basis of changes in the soil management, as well as the effects of increasing conservation approaches and technologies through the market trend and the trend of the effectiveness of the measures.

Key world: WOCAT program, erosion processes, soil resources, degradation, conservation measures

⁵ Кназа Вишеслава 1, 11000 Београд, mirjana.todosijevic@sfb.bg.ac.rs

1. УВОД

Деградиција земљишта је представљена смањењем продуктивног капацитета земљишта услед деструктивних процеса ерозије и променама у хидролошкој, биолошкој, хемијској и физичкој функцији земљишта (WOCAT, 2007).

Србија је предиспонирана на ерозионе процесе, имајући у виду да око 70% укупне површине припада брдско планинском региону (Златић М., Драговић Н., Тодосијевић М, Томићевић Ј., 2008).

У погледу лимитираности земљишта, као једног од најважнијих природних ресурса, намеће се потреба за планирањем његове заштите на принципима одрживог развоја.

Визија Светске организације за конзервацију земљишта и вода (WASWC) је свет где се земљишни и водни ресурси користе у смислу одрживости и продуктивности. Мисија WASWC је промоција примене прихватљивог начина коришћења земљишта и вода који ће обезбедити и сачувати квалитет земљишних и водних ресурса водећи рачуна о потребама пољопривреде, друштва и животне средине (Sombatpanit S., 2011).

Светска организација за конзервацију земљишта и вода (WASWC), 1992. године је покренула WOCAT програм (World Overview of Conservation Technologies and Approaches). Он обухвата идентификацију подручја са деградираним процесима земљишта као и преглед примењених конзервационих техника и приступа са анализом њихових ефеката (www.wocat.org).



Слика бр.1. WOCAT програм у свету

Fig.1. WOCAT programe worldwide

WOCAT је глобална мрежа података која има за циљ да сакупи, упореди, прошири и искористи информације о процесима деградације и конзервације земљишта и вода. WOCAT функционише кроз регионалне и националне

иницијативе. Тренутно постоји око 380 прихватљивих технологија одрживог управљања земљишним ресурсима и 240 приказа у светској бази података из скоро 40 земаља света (WOCAT, 2008). Србија је учесник у WOCAT програму од 2005. године (Златић М., et al. 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012) (**Слика бр. 1**).

WOCAT има мисију да подржи новине у процесима доношења одлука у одрживом управљању земљиштем уз сарадњу са специјалистима из области деградације и конзервације земљишта и корисника таквог земљишта.

Један од циљева WOCAT програма је и да препозна системе успешног коришћења земљишта као и потенцијале у прилагођавању климатским променама (Mekdaschi Studer R, Liniger H., 2007).

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

Истраживања су вршена у мачванском округу на подручју општине Љубовија (**Слика бр. 2**). Општина Љубовија се налази у западном делу Србије и заузима површину од 356,2 km².



Слика бр.2. Село Горње Кошље (општина Љубовија)

Фото: М. Тодосијевић

Fig.2. Village Gornje Koslje (The Municipality of Ljubovija)

WOCAT програм је развио стандардизовану мрежу послова за оцену и вредновање, као и за пропaгирање размене знања из области конзервационих приступа и техника широм света. Обухвата упитнике и систематизовану базу података на основу које се раде карте посматраног подручја. Врши оцењивање предности и недостатке радова на конзервацији земљишта и вода. Подаци се прикупљају кроз три врсте комбинованих упитника:

- за конзервационе технологије (Q_T),
- за приступе (Q_A) и
- за карте (Q_M).

Подаци о променама у начину коришћења земљишта, као и подаци о карактеристикама деградације земљишта и утицају примењених конзервационих мера у општини Љубовија, прикупљени су и записани у матрих табеле. Вредновање ових података извршено је преко следећих показатеља:

- Тренд промене у начину коришћења земљишта (у последњих 10 година);
- Тренд интензитета коришћења земљишта;
- Степен деградације земљишта;
- Утицај деградације на продуктивност земљишта;
- После примењених мера, степен деградације земљишта;
- Ефективност конзервационих мера;
- Тренд ефективности конзервационих мера;
- Производни тренд;
- Утицај конзервационих мера на производни тренд.

3. РЕЗУЛТАТИ

3.1 Анализа резултата упитника за технологије (Q_t)

У WOCAT упитнику су садржане информације везане за конкретну конзервациону меру (територијално одређење, природни услови, графички приказ примењене мере конзервације, деградација земљишта, опис конзервационе мере, сврха примене конзервационе мере, примењене агрономске, вегетативне, структурне мере, животна средина и коришћење земљишта, трошкови корисника, трошкови пројекта, користи, недостаци, економска анализа, разлози и проценат прихватања конзервационе мере, као и могуће учешће стручњака из области КЗВ, предлози и оцена упитника).

WOCAT Technologies Questionnaire (Specification - Description)

Questionnaire Id: YUG3
 Institution Name: Faculty of Forestry
 SWC Technology Name: Contour planting of raspberries: Konturna sadnja malina

PART 2: SPECIFICATION OF SWC TECHNOLOGY

2.1 Description

2.1.1 Definition of technology (in one sentence):
 Raspberries are planted on the contours on the mountainous slopes in area of Gorje Košje village. Maline su sadene konturno na nagrimu planinskih terena, sela Gorje Košje

2.1.2 Provide a summary of the technology with its main characteristics (description, purpose, establishment / maintenance, environment)
 On the former meadows on the mountainous slopes were done conservation tillage and after that planting of raspberries on the contours. Tillage is mostly done by animal force, mostly by oxen. Healthy seedlings were bought in the nearest nursery. Organic fertilizers were used from the local farms (from beens and sheep manure). Purpose of the technology is to keep the soil which is not so deep in this mountainous area. Established raspberries production is also cost effective and there is a good markets opportunity for selling this products in the foothill area. Maintenance is based on annualy cuttings, tillage and fertilizing. The technology gives good opuntality for environmental protection as well as for nice landscape.

WOCAT Technologies Questionnaire (General part)

Questionnaire Id: YUG3
 Institution Name: Faculty of Forestry
 SWC Technology Name: Contour planting of raspberries: Konturna sadnja malina

PART 1: GENERAL INFORMATION

1.2 Brief identification of SWC Technology

1.2.1 Common name of SWC Technology: Contour planting of raspberries: Konturna sadnja malina
 1.2.2 Local or other name(s) (with language): konturna sadnja malina
 1.2.3 Key words to describe SWC Technology (line 5): contour planting, conservation tillage, erosion control, better productivity/profitability
 1.2.4 Role of contributing SWC specialist(s) in this SWC Technology: advice role
 1.2.5 To understand properly the implementation of the SWC Technology, the associated SWC Approach need to be described. Indicate the approach (or approaches) described in the WOCAT Questionnaire on SWC Approaches (QA).

Name of SWC Approach	Author	Questionnaire code
		Q2-1

1.3 Area information

1.3.1 Define the area in which the SWC Technology has been applied

Country: Vojvodina
 Province / State: Ljubovija Community/Selva
 Pinar/State/County/ Basin/Watershed: Localities: Since when? Technology area (ha):

WOCAT Technologies Questionnaire (General part)

Questionnaire Id: YUG4
 Institution Name: Faculty of Forestry
 SWC Technology Name: Contour planting with buffer strips konturna sadnja sa buferim

PART 1: GENERAL INFORMATION

1.2 Brief identification of SWC Technology

1.2.1 Common name of SWC Technology: konturna sadnja sa buferim konturna sadnja sa buferim
 1.2.2 Local or other name(s) (with language): konturna sadnja sa buferim posredstva
 1.2.3 Key words to describe SWC Technology (line 5): contour planting, conservation tillage, erosion control, better productivity, buffer strips
 1.2.4 Role of contributing SWC specialist(s) in this SWC Technology: advice role
 1.2.5 To understand properly the implementation of the SWC Technology, the associated SWC Approach need to be described. Indicate the approach (or approaches) described in the WOCAT Questionnaire on SWC Approaches (QA).

Name of SWC Approach	Author	Questionnaire code
		Q2-1

1.3 Area information

1.3.1 Define the area in which the SWC Technology has been applied

Country: Vojvodina
 Province / State: Ljubovija Community/Selva
 Pinar/State/County/ Basin/Watershed: Localities: Since when? Technology area (ha):

WOCAT Technologies Questionnaire (Specification - Description)

Questionnaire Id: YUG4
 Institution Name: Faculty of Forestry
 SWC Technology Name: Contour planting with buffer strips konturna sadnja sa buferim

PART 2: SPECIFICATION OF SWC TECHNOLOGY

2.1 Description

2.1.1 Definition of technology (in one sentence):
 Mixed and ilaged buffer in plum orchard on the steep mountainous slopes, planted in contour. Zabravjeni i obradjeni bufer u brijaku na nagrimu planinskim stonama.

2.1.2 Provide a summary of the technology with its main characteristics (description, purpose, establishment / maintenance, environment)
 On the former pastures/meadows on the mountainous slopes were done contour planting with plum orchard seedlings. Between rows of plum trees there are two buffer strips. Behind the row of plum trees is the buffer of mixed grasses with the width of 3 meters. Next buffer strip down the slope is tillaged buffer done on the contour line with the width of 1 meter. Tillage is mostly done by animal force, mostly by oxen. Healthy seedlings were bought in the nearest nursery. Organic fertilizers were used from the local farms (from beens, and sheep manure). Purpose of the technology is to keep the soil which is not so deep in this mountainous area. Established raspberries production is also cost effective and there is a good markets opportunity for selling these products in the foothill area, as there is Center for freezing orchards which is built on the European standards. Maintenance is based on annualy cuttings, tillage and fertilizing. The technology gives good opuntality for environmental protection as well as for nice landscape.

Слика бр. 3. Део упитника за технологије у општини Љубовија (фото Златић, М. 2010)

Fig.3. The part of questionnaire for technologies in the municipality of Ljubovija



Слика бр. 4. Контурна садња малине
 Фото: Тодосијевић М.

Fig.4. Contour planting of raspberries

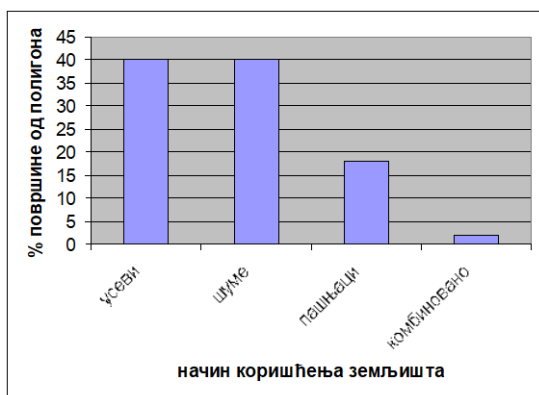


Слика бр.5. Контурна садња шљиве са буферним појасевим
 Фото: Златић М.

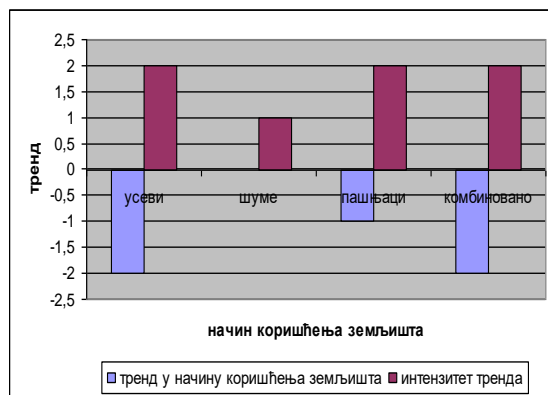
Fig.5. Contour planting with buffer strips

3.2 Анализа резултата упитника за карте (QM)

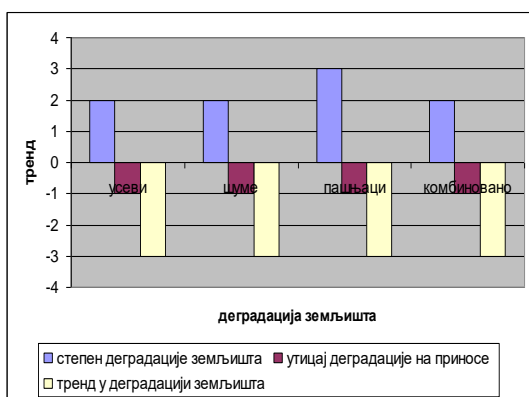
WOCAT упитник за карте повезује упитнике за технологије и приступе. Повезаност сва три упитника обезбеђује преглед КЗВ (конзервација земљишта и вода) активности у општини Љубовија. На овај начин се обезбеђује обухватна и лако разумљива база података која садржи информације о терену и земљишту, о деградацији, начину коришћења земљишта, као и о ефектима конзервационих технологија и приступа. Подаци о променама у начину коришћења земљишта у последњих десет година, као и подаци о карактеристикама деградације земљишта и утицају примењених конзервационих мера, прикупљени су у матрикс табеле за општину Љубовија што је представљено дијаграмима (Слике бр. 6,7,8,9).



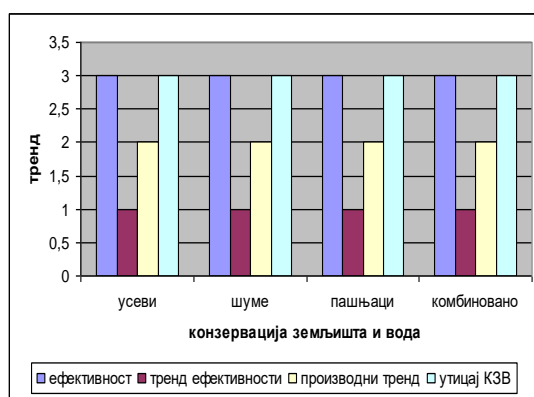
Слика бр. 6. Начин коришћења земљишта по WOCAT програму у општини Љубовија



Слика бр. 7. Трендови у начину коришћења земљишта по WOCAT програму у општини Љубовија



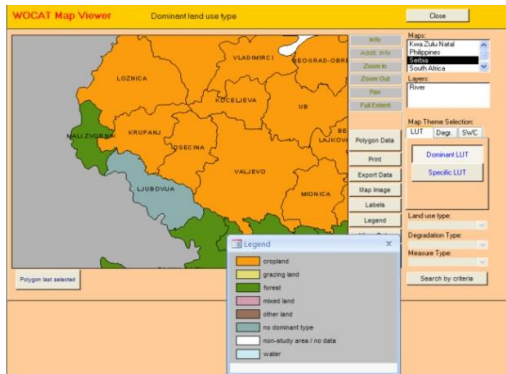
Слика бр. 8. Трендови деградације земљишта по WOCAT програму у општини Љубовија



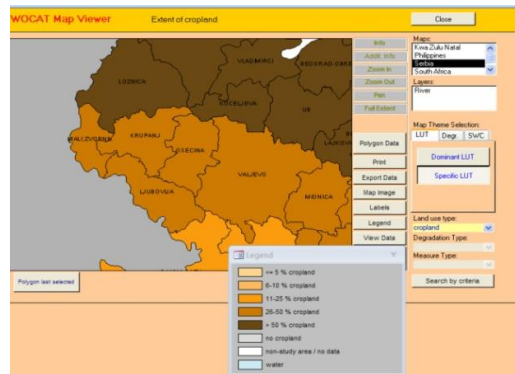
Слика бр. 9. Трендови конзервације земљишта по WOCAT програму у општини Љубовија

Извор: Тодосијевић М., 2012., **Source:** Тодосијевић М., 2012.

Урађени упитници за карте по WOCAT методологији за општину Љубовија омогућили су израду карата различитих аспеката конзервације земљишта и вода (Слика 10).



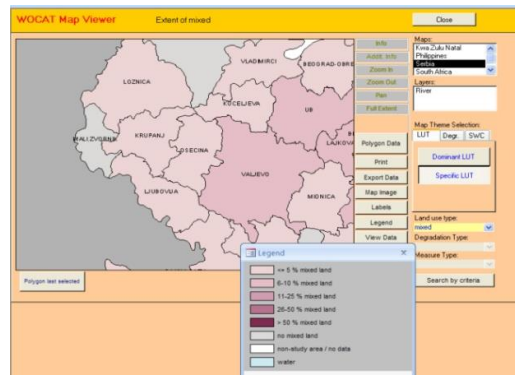
Доминантан тип коришћења земљишта



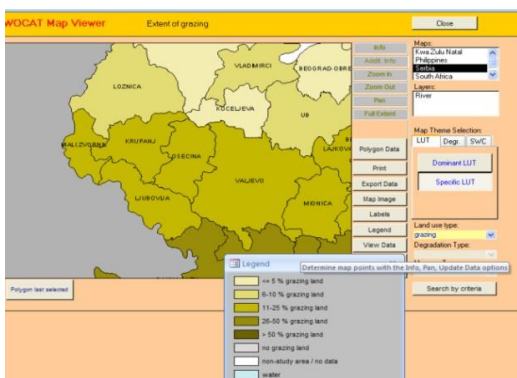
Подручје под усевима



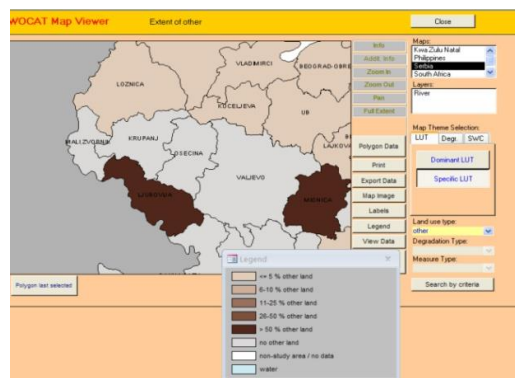
Подрује под шумском вегетацијом

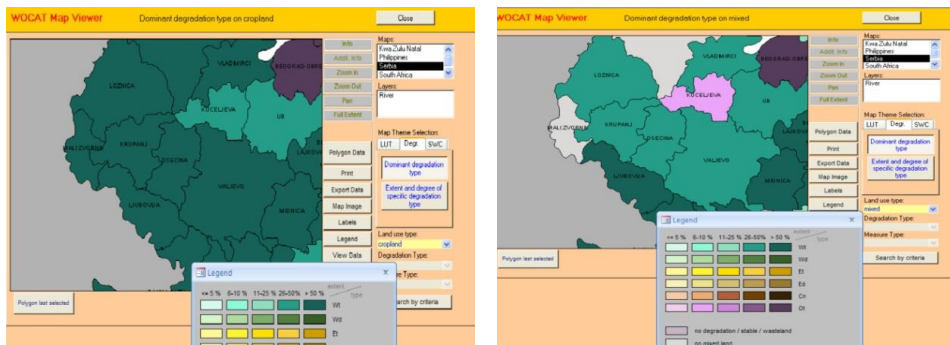


Подрује под мешаним културама



Подрује под травном вегетацијом





Доминантан тип деградације на
усевима

Доминантан тип деградације под
мешов. култ

Слика бр. 10. WOCAT карте за општину Љубовија
(Златић, М. 2010, Тодосијевић, М. 2012)

Fig.10. WOCAT map for the municipality of Ljubovija

4. ДИСКУСИЈА

Применом WOCAT програма, оцењено је да су незнатне промене у начину коришћења земљишта у последњих десет година на истраживаном подручју општине Љубовија (Златић М., 2010, Тодосијевић М., 2012).

Детаљном анализом начина коришћења земљишта (у последњих 10 година), на подручју општине Љубовија, констатовано је да се 40% површине налази под усевима, исто толико под шумском вегетацијом, 18% заузимају пашњаци, док је око 2% комбиновано коришћење земљишта.

На основу анализе тренда по WOCAT програму у начину коришћења земљишта општине Љубовија, оцењено је да је за површине под усевима и са комбинованим начином коришћења земљишта смањење било веће од 10% (тренд 2), код површина под пашњацима смањење је мање од 10% (тренд 1), док код шумских површина нема промена (тренд 0).

На подручју општине Љубовија, анализиран је тренд интензитета коришћења земљишта по WOCAT програму. Површине под усевима, пашњацима, као и површине комбинованог начина коришћења земљишта, показују велико повећање од ручног - мануелног рада, од малих улагања до високог улагања (тренд 2), док је код површина под шумама, умерено смањење улагања (тренд 1).

Деградација земљишта по WOCAT програму представљена је степеном деградације. У погледу деградације земљишта, преовлађује површинска ерозија у односу на све начине коришћења земљишта (LUT). На површинама под усевима и комбинованим начином коришћења земљишта јавља се и деградација земљишта под дејством водне ерозије изван места настанка (off site effect).

Површине под пашњацима су изложене процесима јаке деградације (тренд 3), док је умерена деградација (тренд 2) присутна на површинама под усевима, шумама и са комбинованим начином коришћења земљишта.

У погледу утицаја деградације на приносе у општини Љубовија на површинама са различитим начином коришћења земљишта, констатовано је углавном смањење приноса и до 10% (тренд 1).

У општини Љубовија, на површинама са различитим начином коришћења земљишта, после конзервационих мера, деградација се рапидно смањује (тренд 3).

Главни узроци деградације на истраживаним површинама по WOCAT програму су:

- а: пољопривредни узроци;
- ф: сеча – деградација шума због урбанизације и инфраструктуре;
- е: прекомерна експлоатација;
- г: прекомерна паша.

Применом конзервационих мера (контурно гајење воћних засада, употреба органског и минералног ђубрива, контурна обрада, ротација усева, травни и вишегодишњи усеви, дрвенести и жбунасти покривач, као и преграде и зидићи од камена), коефицијент ефективности конзервационих мера у општини Љубовија је 3, што говори о високим ефектима примењених конзервационих радова.

На подручју општине Љубовија, евидентан је тренд повећања ефективности (тренд 1), односно смањење деградације после предузетих конзервационих мера.

Производни тренд на површинама са различитим начином коришћења земљишта је преко 50%, што одговара великом повећању производње (тренд 2).

У погледу утицаја конзервационих мера на тренд производње, може се рећи да су оне на целом истраживаном подручју значајно утицале (10–50%) на промене производности у позитивном смислу (тренд 2). На површинама под комбинованим начином коришћења земљишта и у ротацији усева, примењене мере конзервације су имале велики утицај (преко 50%) – тренд 3.

5. ЗАКЉУЧАК

Подаци о деградацији земљишта и примењеним конзервационим мерама у општини Љубовија су, према WOCAT методологији, ушли у светску базу података. На основу прегледа стања, промена у начину коришћења земљишта, степена деградације и ефеката предузетих мера, на подручју општине Љубовија, примењене су следеће конзервационе мере:

- контурно гајење;
- примена органских и минералних ђубрива;

- контурно гајени травни и вишегодишњи усеви;
- пошумљавање (дрвенасте и жбунасте врсте);
- преграде у бујичним токовима и зидићи од камена на падинама сливова;
- ротација усева (crop rotation).

Трендови деградационих процеса по WOCAT програму, у општини Љубовија, показују смањење, док примењене конзервационе мера, показују повећања ефективности у заштити земљишта и вода.

Ефективност производње, према WOCAT програму, показује да су конзервационе мере позитивно утицале како на економске, тако и на еколошке ефекте.

6. ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (III43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

7. ЛИТЕРАТУРА

- Mekdaschi Studer R., Liniger H. (2007): Use of WOCAT tools and network to prepare for SLM adaptation to climate change – identification of conservation technologies suitable for climate change, Centre for Development and Environment, University of Berne, www.wocat.org
- Sombatpanit S. (2011): Why We Need to Preserve Soil and Water Resources Worldwide and How It Is Being Done, 2011 ECHO Asia Agriculture and Community Development Conference Chiang Mai, October 3-6, 2011
- Todosijević M. (2012): Ekološki i ekonomski efekti održivog upravljanja zemljišnim resursima planinskog područja opštine Ljubovija, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd
- WOCAT (2007): Where the land is greener, Case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide, Editors: Liniger H. and Critchley W., Bern, www.wocat.org
- WOCAT Strategy (2008 – 2012), www.wocat.org
- Zlatić M., Dragović N., Todosijević M., Tomićević J.(2008): Contribution of the “World Overview of Conservation Approaches and Technologies - WOCAT Programme to the Serbian Practice and Education, 15th ISCO Congress "Soil and Water Conservation, Climate Change and Environmental Sensitivity", Book of Abstracts, 18-23 May 2008, Budapest
- Zlatić M., et.al. (2005,2006,2007,2008,2009,2010,2011,2012): Pristup konzervaciji zemljišta i voda prema metodologiji WOCAT, Izveštaji za Ministarstvo

poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republička direkcija za vode,
Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd

ASSESSMENT OF DEGRADATION AND EFFECTS OF CONSERVATION MEASURES BY WOCAT METHODOLOGY IN THE AREA OF LJUBOVIJA COMMUNITY

Todosijević Mirjana, Zlatić Miodrag, Dragović Nada, Kostadinov Stanimir

SUMMARY

The main objective of Sustainable Land Management (SLM) is to promote human coexistence with nature with a long-term perspective so that the provisioning, regulating, cultural and supporting services of ecosystems are ensured. Within SLM, WOCAT focuses mainly on efforts to prevent and reduce land degradation through conservation technologies and their implementation approaches. The use and sharing of information and experiences, i.e. knowledge management, related to these efforts is a key asset of WOCAT (Mekdaschi Studer R., Liniger H., 2007). WOCAT is developed a standardized network operations for assessment and evaluation, and for the propagation of knowledge exchange in the field of conservation approaches and techniques in the municipality of Ljubovija. They include questionnaires and systematic database with map of the study area. Based on the review sheet, changes in land use, the degree of degradation and the effects of the measures taken, in the municipality of Ljubovija were used, the following conservation measures:

- contour planting,
- the application of organic and mineral fertilizers,
- contour cultivated grass and perennial crops,
- afforestation (woody and shrub species),
- sills in torrential streams and small wall of stone on the steep slopes,
- crop rotation.

Regarding collected and analyzed data by WOCAT methodology, it is evident decrease of degradation processes in the area of Ljubovija Community. Effectiveness of production, shows that the conservation measures had a positive effect both on the economic as well as on the environment.

СОЦИО-ДЕМОГРАФСКЕ ПРОМЕНЕ У СЛИВУ ТЕГОШНИЦЕ КАО ФАКТОР ПРОМЕНЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ

Стефана Бабовић, Миодраг Златић⁶
Универзитет у Београду- Шумарски факултет⁶

Апстракт: Посматрани су демографски подаци и промена интензитета ерозије за период 1971-2002. године. У сливу Тегошнице се налази седам насеља. Сва су сеоског типа и налазе се у планинском делу југоисточне Србије. Број становника, домаћинства и друге структуре становништва су регресивне у посматраном периоду. Укупан број становника био је 2 898 на почетку посматраног периода, а смањено се на свега 438 становника 2002. године. Такође се смањује и сточни фонд. Интензитет ерозије је дупло смањен последњих 40 година. Сада је више од половине слива захваћено ерозијом слабог интензитета.

Кључне речи: слив Тегошнице, становништво, демографске структуре, интензитет ерозије

Abstract: Demographic data and the changes in intensity of erosion are observed for the period 1971-2002. year. In the Tegošnica basin are located seven settlements. All of the rural type and are located in the mountainous region of southeast Serbia. Number of inhabitants, households and other population structures are regressive in observed period. The total population was 2 898 at the beginning of the period, and decreased to only 438 in year 2002. The livestock is also reduces. Intensity of erosion was reduced twice in the last 40 years. Now, more than half of the basin is affected by erosion of low intensity.

Key words: Tegošnica basin, inhabitants, demographic structures, intensity of erosion

1. УВОД

Након Индустијске револуције, главна језгра за насељавање су постали индустријски центри. Многа открића била су узроци различитих миграција, нарочито сељења становништва из села у градове. Индустијска револуција у модерној историји, је процес промене са пољопривредне производње и занатства ка индустрији и машинској производњи (Encyclopedia Britannica, 2012). Ово мења како просторни распоред становништва, тако и друштвене односе. Тада се око великих индустријских центара повећала густина насељености. Током ере масовних

⁶ Кнеза Вишеслава 1, 11000 Београд, stefana.babovic@sfb.bg.ac.rs

миграција, 1820-1920., САД су трансформисане из руралне у урбану регију (Kim, 2007). За савремено доба карактеристична је Информатичка револуција зачета у САД, која је допринела друштвеном раслојавању. Створена је пословна, професионална и политичка елита, а насупрот њој су радници са неповољим економским и социјалним положајем.

Урбанизација и модернизација доводе до индивидуалистичких облика понашања и мењања традиционалног савременим. Сада сеоске средине нису више „модерне“, због чега у појединим крајевима долази до руралног егзодуса.

У Србији су миграције имале често принудни карактер, тј. биле су условљене ратним сукобима. Јован Цвијић је говорио о великим метанастазичким⁷ кретањима на Балканском полуострву, које су почела турском најездом, а наставиле су се и касније. Као узроке Цвијић је навео турску најезду, утицај јаничара, аустро-турске ратове, буне, крџалијске хорде, верска гоњења, утакмице између фрањевачких жупа и ратове за независност. Након овога уследили су Први и Други светски рат. Током наведених ратова људи су се бежећи од непријатеља углавном склањали на већим надморским висинама, међутим, након ратова, доласком индустријализације у ове крајеве, напуштају се планинска и погранична села. Напуштање села утиче на смањење интензитета ерозије, јер су необрађиване пољопривредне површине закоровљене или ревегетирале у пашњачке или шумске површине. Током XIX и већим делом XX века напуштање пољопривредног земљишта је било спонтано, што је у супротности са последње две деценије XX века, када је узрочник општа пољопривредна политика (Garcia-Ruiz et al., 2011).

Тегошница је десна притока Власине. Налази се у југоисточном делу Србије и протиче кроз две општине – Бабушницу и Власотинце. Тегошница настаје спајањем више потока у селу Црвена Јабука, протиче кроз села Раков Дол, Радосињ, Добровиш, Лесковица, Страњево и код села Тегошница се улива у Власину. Већина притока је на левој страни Тегошнице, а њихова укупна дужина је око 170 km.

Село Црвена Јабука је планинског типа, са раштрканим махалама. Налази се између планина Тумба и Црни врх, у Лужничком крају. Брестов Дол се налази на југоисточним падинама Суве планине и припада Горњем заплању, општини Бабушница.

2. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Социо-демографски подаци су узети из Књига пописа Републичког завода за статистику. Посматрани подаци се односе на период 1971-2002. године, тј. обухваћена су четири узастопна пописа 1971, 1981, 1991. и 2002. године. Подаци који су обрађени су следећи: број становника, број домаћинства, индекс броја становника и броја домаћинства, стопа природног прираштаја, миграциони салдо,

⁷Јован Цвијић је метанастазичким кретањима (метанастазичким струјама) назвао традиционалне миграције, тј. пресељавања на простор Србије, као земље матице, из динарских, косовско-метохијских и осталих простора.

апсолутни пораст становништва, просечна старост становништва, коефицијент старости становништва, радни контингент, активност становништва, општа стопа активности становништва, пољопривредно становништво, удео пољопривредног у укупном становништву и сточни фонд. Коришћени су прелиминарни подаци за сточни фонд 1971. године.

При коришћењу пописних резултата треба водити рачуна о томе да не постоји потпуна упоредивост дефиниција сталног, односно укупног становништва у попису 2002. и ранијих пописа. У пописима 1971., 1981. и 1991. године поред становништва у земљи, у стално становништво убрајани су и српски грађани који су били на привременом раду у иностранству, као и чланови породице који су с њима боравили у иностранству. У попису 2002. године, осим становништва у земљи, у састав сталног становништва улазе српски грађани чији је рад, односно боравак у иностранству, краћи од годину дана, као и страни држављани који у нашој земљи раде или бораве у својству чланова породице дуже од годину дана.

За израчунавање интензитета ерозије 1971. године коришћене су карте интензитета ерозије размере 1:50 000 и програм MapInfoPro8. За садашње стање ерозије коришћени су подаци са терена, односно урађена је карта ерозије. За оцену стања ерозионих процеса у оба наведена периода коришћена је метода професора Гавриловића.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Климатске карактеристике

Клима овог краја је умерено-континентална и планинска на вишим надморским висинама. Годишња количина падавина је око 800 mm и више у планинским крајевима.

Табела 1. Подаци о температури и падавинама за 2010. Годину

Table 1. Temperature and precipitation data for year 2010.

Име станице	h (m)	Најхладнији месец	Најтоплији месец	T _{мин.год.}	T _{макс.год.}	T _{ср.год.}	H _g (mm)
Бабушница	495	-0,2°C јан.	22,2°C авг.	-18°C	36°C	11,2°C	995,9
Власина	1260	-3°C јан.	17,3°C авг.	-18,5°C	31°C	7,5°C	1150,8
Власотинце	271	1,3°C јан.	22,5°C јул.	-11,8°C	36,3°C	11,6°C	846,1*

*нема података за август и март/there are no data for august and march

Већи део слива је изнад 500 m надморске висине: Радосињ (656m), Лесковица (982m), Раков Дол (639m), Црвена Јабука (768m), Страњево (587m), Добровиш (646m), Тегошница (400-450m).

3.2. Социо-демографске карактеристике насеља у сливу Тегошнице

Обрађени демографски подаци се односе на период 1971-2002. године. Током прве декаде, 1971-1981. године, број становника се смањило у свим селима 18-43%, а само је у Тегошници незнатно увећан. Од 1981. године па до краја посматраног периода број становника се константно смањивао. Исто је и са бројем домаћинстава (Табела 1), при чему је повећан број самачких домаћинстава. Негативан тренд броја становника, као и других демографских података указује на рурални егзодус у сливу Тегошнице.

Табела 2. Број становника и домаћинстава насеља у сливу Тегошнице

Table 2. Number of inhabitants and households in Tegošnica basin

Насеље	Опшина	бр. ст.				бр. дом.			
		1971	1981	1991	2002	1971	1981	1991	2002
Радосињ	Бабушница	445	298	151	71	82	68	46	25
Лесковица	Бабушница	307	193	59	31	62	48	24	15
Раков Дол	Бабушница	444	257	128	18	96	63	38	10
Црвена Јабука	Бабушница	704	456	248	126	158	135	96	61
Страњево	Власотинце	129	107	77	48	28	25	23	19
Добровиш	Власотинце	852	654	232	141	173	159	89	63
Тегошница	Власотинце	17	30	9	3	4	8	3	2
Укупно		2 898	1 995	904	438	603	506	319	195

Укупан број становника у сливу Тегошнице био је 2 898 пре 40 година, опао је на 438 по попису из 2002. године, што је чак 85% мање за само 30 година. Према прелиминарним резултатима пописа из 2011. године у ових седам села сада живи свега 220 становника, што је 7,5% становништва 1971. године.

Индекс броја становника, као и индекс броја домаћинстава мањи је од 100 током посматраног периода, за сва села. Овде је изузетак само Тегошница у периоду 1971-1981. године, али већ 1991. године бележи се негативан тренд као и у осталом делу слива.

Стопа природног прираштаја је била позитивна 1971. године у пет села (8-18 %), а у Раковом Долу и Тегошници била је једнака нули. Већ након десет година, ситуација је потпуно другачија – у четири села стопа је једнака нули, а у три је негативна (од -2 до -10%). До краја посматраног периода стопа варира и 2002. године је најлошија ситуација у Лесковици (-129%) и Тегошници (-1000%). Из

наведеног произилази да се пре 40 година рађало 8 до 18 становника на 1000 становника у овој области, а од тог периода до данас умре више становника него што се роди.

У периоду 1971-1981. године миграциони салдо у селу тегошница био је 12 становника, док је осталих година и у осталим селима константно негативан миграциони салдо, што је добар показатељ масовног напуштања ових крајева. На основу природног прираштаја и миграционог салда долази се до податка о апсолутном порасту становништва. Он је за сва насеља у периоду 1971-2002. године негативан. Изузетак је период 1971-1981. и село Тегошница, где је апсолутни пораст становништва био 17, што указује да је у овом селу број становника током те деценије повећан досељавањем, а не природним прираштајем.

Села напушта претежно младо становништво, које је радно способно, а остају само старије генерације које се у све мањој мери баве сточарством и земљорадњом. На ово указују следећи подаци. Просечна старост становништва се кретала 1971. године од 26,5 у Тегошници до 33,2 у Црвеној Јабуци. Године 1981. старост становништва је била између 30 и 40 године, а 1991. између 40 и 50 година. На крају посматраног периода, 2002. године, становништво је у просеку било старо од 54,1 године у Страњевоу до 61,5 године у Црвеној Јабуци.

Коефицијент старости показује колико је учешће становништва старијег од 60 година у укупној популацији, што је добар показатељ старења села (Табела 3).

<8% демографска младост

8-10%на прагу старења

10-12%у процеу старења

>12%демографска старост

Табела 3. Коефицијент старости насеља у сливу Тегошнице

Table 3. Coefficient settlements ageing in the Tegošnica basin

Насеље	Опшина	Година			
		1971.	1981.	1991.	2002.
Радосињ	Бабушница	11	17	28	38
Лесковица	Бабушница	9	11	51	65
Раков Дол	Бабушница	12	11	30	56
Црвена Јабука	Бабушница	14	19	39	71
Страњево	Власотинце	12	10	19	63
Добровиш	Власотинце	11	11	34	60
Тегошница	Власотинце	12	7	0	67

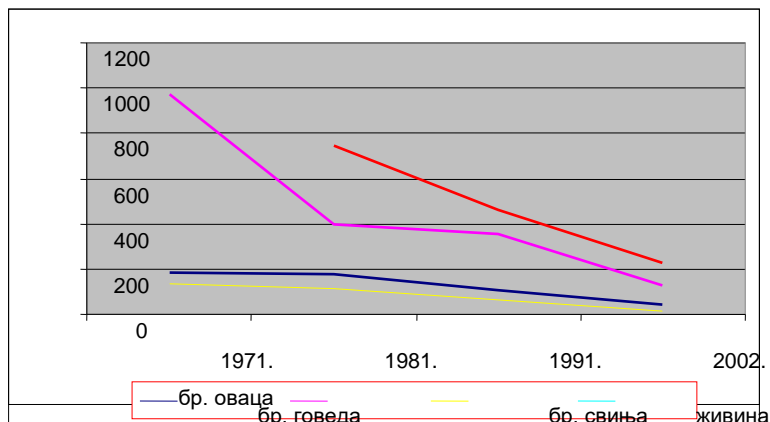
У Радосињу око трећина становништва има више од 60 година, док је у другим селима слива Тегошнице више од половине становништва старије од 60 година, а у Црвеној Јабуци чак 71%.

Радни контингент је битан јер је повезан са активним, неактивним и издржаваним становништвом, а заједно доприносе анализи економске структуре становништва. Током периода 1971-2002. године, није растао број становника, природни прираштај је негативан, а број становништва старијег од 60 година има све већи удео у укупном становништву. Све ово је утицало да се и радни контингент смањује из године у годину. Радни контингент у сливу Тегошнице се током периода 1971-2002. године смањио са 1849 на 173, тј. 91%. Иста ситуација је и са бројем активног становништва, које је током истог периода смањено за 92%. Ако се посматра просечна општа стопа активности по селима, може се закључити да је 1971. године била око 66%, а 2002. године око 33%, што значи да почетком овог периода сваки трећи становник није био активно становништво, а на крају периода сваки трећи становник је био активно становништво.

Треба имати у виду да су у пописима 1953, 1961. и 1971. године у пољопривредно становништво убрајана активна лица која су обављала занимање у делатностима: пољопривреда, рибарство и водопривреда, као и сва лица чији су издржаваоци радили у овим делатностима. Међутим, у пописима 1981, 1991. и 2002. године пољопривредно становништво није издвојено преко обележја делатност, него преко занимања. У сливу Тегошнице 1971. године било је 2002 пољопривредна становника, након десет година тај број се смањио на 1311, године 1991. било их је 659, а 2002. године само 139. Број пољопривредног становништва се током периода 1971-2002. година смањио 93%. Просечан удео пољопривредног у укупном становништву се смањио са 67% на 23% током посматраног периода.

3.3 Стање сточног фонда

Константно и брзо смањивање сточног фонда указује на исељавање становништва, старење и изумирање села, али и на смањење интетнзитета ерозије због смањене испаше. Очигледна последица претеране испаше је повећан интетнзитет ерозије, јер постепена денудација све више излаже земљиште утицају воде и ветра (Gobin, 2003). На слици 1 приказан је просек одређених врста стоке и живине по селима. За 1971. годину су коришћени прелиминарни подаци и не постоје за живину.



Слика 1. Просек сточног фонда по насељу у сливу Тегошнице
 Picture 1. Average livestock for the settlements in Tegošnica basin

3.4 Поређење стања ерозије у сливу Тегошнице 1971. године и данас

Ерозија земљишта је један од најраспрострањенијих облика деградације земљишта, како у Србији, тако и у свету. Велики је проблем за земље у развоју (Ananda, 2003), где спада и Србија. Детерминисана је директно начином обраде земљишта, демографским променама, изведеним противерозионим радовима и физичко-географским факторима. Генеза и еволуција земљишта у Србији је највише резултат рељефа и разноликог петролошког састава (Hadžić et al., 2002). Ако је ерозија константна изазваће бројне губитке, као што су: смањење продукције биомасе, смањење продуктивности приноса јер се губе хранљиве вредности неопходне за раст биљака, смањење капацитета филтрације збох поремећаја хидролошког циклуса. Како на интензитет ерозије утичу клима, отпорност земљишта, нагиб тла и друге физичко-географске карактеристике, различити ће бити губици земљишта у различитим деловима Европе. Медитеранска област је подложна ерозији јер се смењују дуги сушни периоди, са интензивним пљусковима који се излучују на стрмим падинама и земљишту подложном ерозији. Другачија је ситуација на северозападу Европе где су падине благе, а падавине равномерно распоређене током године.

Чак и кратак период напуштања (4-10) година доприноси значајном повећању садржаја органске материје у земљишту, већој стабилности земљишта, хидрауличној проводљивости и већој вододржљивости (Lopez-Bermudez et al., 1996). У литературу се напуштање земљишта у сеоским крајевима може наћи под терминима „напуштање“, „напуштање земљишта“ или „напуштање пољопривредног земљишта“ (Weissteiner et al., 2011). Напуштање обрадивог земљишта је дефинисано као потпуни прекид коришћења и управљања земљиштем, укључујући

и промене услед мање интензивне обраде земљишта, при чему је земљиште остављено сопственој природној динамици (Baudry, 1991).

На регионалном нивоу, напуштање пољопривредног земљишта је један од главних фактора смањења седиментације у језерима Пиринеја у Шпанији (García-Ruiz et al., 2010). У Европи је хиљаде квадратних километара напуштеног пољопривредног земљишта, претежно у планинским крајевима за које је карактеристична депопулација и потешкоће у коришћењу савремених пољопривредних машина. Напуштени крајеви су највише у медитеранској области, али такође и у деловима источне и западне европе који су прешли са централизоване на тржишно-оријентисану пољопривреду (García-Ruiz J et al., 2011).

Судећи по Просторном плану Републике Србије за 1996. годину пољопривредно земљиште је заузимало 65% укупне површине територије (60,2% у ужој Србији, 82% у Војводини и 53,3% на Косову и Метохији). Републички завод за статистику је 2005. године објавио према којима је у Србији 82,98% земљишта обрадиво (без Косова и Метохије), и то 61,13% уже Србије и 38,87% Војводине (Ličina et al., 2011).

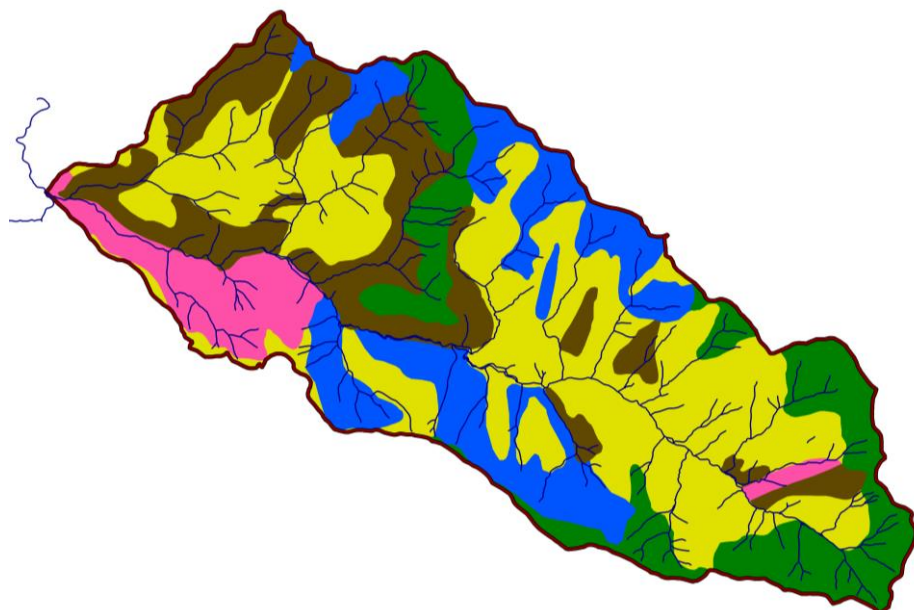
Стање ерозије у сливу реке Тегошнице из 1971. године приказано је у табели 4. Нешто више од трећине слива било је захваћено јаком ерозијом, а чак 15% површине слива захватила је јака ерозија, а исто толико слаба.

Табела 4. Интензитет ерозије у сливу Тегошнице 1971. године

Table 4. Intensity of erosion in Tegošnica basin 1971.

Интензитет ерозије	Z	m ³ /km ² /god	F(km ²)	F(%)	Ср. инт. ерозије
Врло слаба	0,11-0,2	100-400	16,7	18,91	z _{sr} = 0,69
Слаба	0,31-0,4	400-800	14,69	16,74	
Средња	0,41-0,55	800-1200	6,14	7,53	
Јака	0,71-1	1200-3000	35,55	39,22	
Екцесивна	1,01-1,5	≥3000	15,49	17,61	

Овај интензитет ерозије карактеристичан је и у свету за планинске и економски неразвијене крајеве, какав је слив Тегошнице. Средњи интензитет ерозије у сливу, по С. Гавриловићу, 1971. године био је z_{sr} = 0,69, тј. јака ерозија.



Слика 2. Карта ерозије у сливу Тегошнице 1971. Године

Picture 2. Map of erosion in Tegošnica basin 1971.

Сада је половина слива Тегошнице под шумама (50,4%). На 41,75% површине је планско газдовање, док је само 5,6% обрадиво земљиште. Голет је застужљена на свега 1,2%, а насеља на 1,1% површине слива. Оваква прерасподела начина коришћења земљишта је један од фактора савременог стања ерозије (табела 5).

Табела 5. Садашње стање ерозије у сливу Тегошнице

Table 5. The current state of erosion in Tegošnica basin

Интензитет ерозије	Z	m ³ /km ² /god	F(km ²)	F(%)	Ср. инт. ерозије
Врло слаба	0,11-0,2	100-400	18,88	20,34	0,335
Слаба	0,31-0,4	400-800	51,59	55,59	
Средња	0,41-0,55	800-1200	17,42	18,77	
Јака	0,71-1	1200-3000	4,92	5,30	
Екцесивна	1,01-1,5	≥3000	0	0	

Последњих четрдесет година интензитет ерозије у сливу Тегошнице је знатно смањен. Средњи интензитет ерозије је дупло смањен, са 0,69 на 0,335. Екцесивна ерозија је у потпуности нестала, а 1971. године је заузимала готово 18% слива. Пре четрдесет година је најзаступљенија била јака ерозија, са око 35%, а данас је смањена чак седам пута. Процентуални удео средње ерозије је повећан са 7,5% на скоро 19%. Данас је најзаступљенија слаба ерозија, која заузима нешто више од половине површине слива (око 55%), а некада је чинила свега 15%. Површина под врло слабом ерозијом је готово непромењена, са 19% је порасла на 20%. Слив Тегошнице је за четрдесет година прешао из јаке у слабу ерозију.

Главни фактор интензивирања ерозије је људска активност (Zlatić et al., 2002). Може се закључити да је и у сливу Тегошнице била интензивнија ерозија пре 40 година јер је тада знатно већи број људи насељавао ове крајеве. То становништво је у знатно већем броју било радно активно, нарочито у пољопривреди. Антропогени фактори који утичу на интензитет ерозије су: број, густина и територијални размештај становништва, ниво техничко-технолошког развоја, активност становништва, врста и карактер те активности, али и културно-образовни ниво и постојање свести деградационим процесима код људи (Dragičević et al., 2008).

4. ЗАКЉУЧАК

Анализирани демографски подаци за седам села у сливу Тегошнице показују константно опадање, последњих четрдесет година. Број становника је свега 7,5% у односу на укупан број становника 1971. године. Број самачких домаћинстава је повећан. Природни прираштај је само 1971. године био позитиван и то у пет села. Сва села су 2002. године достигла демографску старост. Радни контингент, као и активно и пољопривредно становништво су смањени за више од 90%.

Средњи интензитет ерозије у сливу Тегошнице је смањен са 0,69 на 0,335. Највеће смањење је забележено код јаке ерозије, а највеће је повећање слабе ерозије. Напуштање села утицало је на смањење интензитета ерозије. У селима остаје старије становништво које није радно активно, њиве бивају запуштене, а обрадиво земљиште неискоришћено. Половина слива је под шумама, а само 1% површине је насељено.

Изразите друштвено-географске и социо-економске трансформације у протеклих 30-40 година довеле су до промена у начину искоришћавања земљишта тј. до напуштања пољопривредних површина и њиховог зарастања у трајан травни покривач и шикару (Dragičević et al., 2009).

5. ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (III43007) који

финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

6. РЕФЕРЕНЦЕ

- Ananda J., Herath G. (2004): Soil erosion in developing countries: a socio-economic appraisal, *Journal of Environmental Management*, 68, 343-353
- Baudry, J., (1991): Ecological consequences of grazing, extensification and land abandonment: role of interactions between environment, society and techniques. In: Baudry, J., Bunce, R.G.H. (Eds.), *Land abandonment and its role in conservation: Options Mediterraneanes, serieseminaires*, n. 15. CIHEAM, pp. 13–19
- Dragičević S., Novković I. and Milutinović M. (2009): The erosion intensity changes in Zaječar municipality, *Bulletin Serbian Geographic Society*, v. 89, No 4, pp. 3-10
- Dragičević S., Stepić M., Karić I. (2008): *Prirodni potencijali i degradirane površine na teritoriji opštine Obrenovac*. Beograd: Jantar grupa
- Encyclopedia Britannica, (2012): www.britanica.com
- Garcia-Ruiz, J.M., (2010): The effects of land uses on soil erosion in Spain: a review. *Catena* 81, 1–11
- Garcia-Ruiz J., Lana-Renault N., (2011): Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, pp. 334-335
- Gobin A. et al., (2003): Assessment and reporting on soil erosion, Background and workshop report. Copenhagen. European Environment Agency
- Hadžić V, Nešić Lj, Belić M, Furman T, Savin L (2002): *Zemljišni potencijal Srbije. Traktori i pogonske mašine* 7: 43-51
- Kim S., (2007): *Immigration, Industrial Revolution and Urban Growth in the United States, 1820-1920: Factor Endowments, Technology and Geography*. Washington University in St. Louis and NBER
- Ličina V. et al. (2011): *The Soils of Serbia and Their Degradation*. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Lopez-Bermudez, F., Romero-Diaz, A., Martinez-Fernandez, J., Martinez-Fernandez, J., (1996): The El Ardal Field Site: Soil and Vegetation Cover. In: Brandt, J., Thornes, J. (Eds.), *Mediterranean Desertification and Land Use*. Wiley, Chichester, pp.169–188.
- Weissteiner K. et al., (2011): Spatial explicit assessment of rural land abandonment in the Mediterranean area. *Global and Planetary Change*
- Zlatic, M. i Vukelić, G. (2002): Economic and Social Revival of a Degraded Region in Serbia, *Mountain Research and Development*, Vol 22, No 1

SOCIO-DEMOGRAPHIC CHANGES IN THE TEGOŠNICA BASIN AS A FACTOR OF CHANGE EROSION INTENSITY

Stefana Babović, Miodrag Zlatić

SUMMARY

Urbanization and modernization leads to individualistic behavior and changing traditional to modern. The rural areas aren't "modern" anymore, which causing rural exodus.

Tegošnica is a right tributary of Vlasina. It is located in southeastern part of Serbia and flows through two municipalites – Babušnica and Vlasotince. The research of the demographic characteristics of this basin and the intensity of erosion in the same territory aims at highlighting the casual relationship between these two processes.

Socio-demographic data were taken from the Census of Population published by Statistical Office of the Republic of Serbia. The data cover the period 1971-2002. Which includes four Cenzus 1971, 1981, 1991 and 2002. The processed data are follows: populations, number of households, population growth rate, migration rate, the absolute increase of population, the average age of the population, the ratio of the population aged, working contingent, the active population, the overall rate of population activity, agricultural population population, the share of agricultutural in total population, livestock. Preliminary data have been used for livestock for year 1971.

Soil erosion is one of the most widespread forms of land degradation, both in Serbia and in the world. Slightly more than a third of the basin in year 1971. was affected by severe erosion, while even 15% of the basin area was affected by strong erosion, and the same procent by weak erosion. Now half of the Tegošnica basin is forested. The last forty years, the intensity of erosion in Tegošnica basin is significantly reduced. Intensity of erosion is reduced twice, from $z_{sr}=0,69$ to $z_{sr}=0,335$. Forty years ago, the most frequent was strong erosion and today is weak.

The main factor to increase the intensity of erosion is human activity (Zlatić et al., 2002). It can be concluded that erosion was more intensity forty years ago because increasing number of people inhabited this area then. In villages today remains elderly population which isn't economically active, fields are abandoned and unused arable land.

КРИТИЧКА АНАЛИЗА САВРЕМЕНИХ МОДЕЛА ЕРОЗИЈЕ И ТРАНСПОРТА НАНОСА СА ПОСЕБНИМ ОСВРТОМ НА ПРИМЕНУ У БУЈИЧНИМ СЛИВОВИМА

Весна Ђукић⁸

Универзитет у Београду, Шумарски факултет⁸

Апстракт: С обзиром да се у Србији пронос наноса осматра и мери само на малом броју већих водотока и то често применом неодговарајуће методологије, модели ерозије земљишта и транспорта наноса представљају све значајније средство помоћу кога је могуће проценити количину разореног земљишта на неком подручју или количину наноса која пристиже до неког водотока. Ерозиони и транспортни процеси у бујичним сливовима још увек нису у довољној мери изучени. У Србији се они често описују применом емпиријских израза, без значајнијих покушаја да се опишу физички процеси и механизми који доводе до ових процеса. Хидрауличко-хидролошки режим бујичних токова карактерише нагла појава и кратко трајање изузетно јаким бујичних таласа који са собом носе велике количине наноса. На основу спроведених анализа у овом раду закључено је да се брза динамика дешавања псамолошких процеса у бујичним сливовима може на адекватан начин приказати применом физички базираног дистрибутивног модела SHETRAN, који би се применио на појединачне интензивне епизоде падавина.

Кључне речи: ерозија, транспорт наноса, површински отицај, транспортни капацитет тока, слив

Abstract: Sediment yield in Serbia is measured only at a small number of larger streams, often using inappropriate methodology. Therefore, models of soil erosion and sediment transport become very important tool by which it is possible to estimate the amount of land destroyed in some area or the amount of sediment that arrives to a watercourse. Erosion and sediment transport processes in torrent catchments are still not sufficiently investigated. In Serbia, they are often described using the empirical expressions, with no significant attempts to describe the physical processes and mechanisms that lead to these processes. Hydraulic-hydrological regime of torrent streams is characterized by abrupt onset and short duration of extremely heavy torrential waves that carry large amounts of sediments. Based on the analyses in this paper it can be concluded that rapid dynamics of occurring of erosion and sediment transport processes in torrential catchments can be adequately described using physically based SHETRAN model, which would be applied to individual episodes of intense rainfall.

Key words: soil erosion, sediment transport, overland flow, transport capacity, basin

⁸ Кнеза Вишеслава 1, 11000 Београд, vesna.djukic@sfb.bg.ac.rs

1. УВОД

Ерозија земљишта и транспорт наноса доводе до великих еколошких и водопривредних проблема, који се манифестују како у зони ерозионих процеса, где долази до смањења продуктивности земљишта, тако и изван подручја ерозионе продукције наноса, где интензивни транспорт наноса доводи до исталожавања наноса и загађујућих материја у водним токовима, акумулацијама, резервоарима и другим хидротехничким објектима, што смањује капацитет ових објеката и негативно утиче на квалитет воде у водотоцима.

Процеси ерозије и транспорта наноса у бујичним сливовима још увек нису у довољној мери изучени. Специфичан хидрауличко-хидролошки режим бујичних токова испољава се у појави бујичних таласа, са врло брзим надоласком и кратким трајањем, при чему они тада транспортују велике количине чврсте материје.

У Србији се пронос наноса осматра и мери само на малом броју већих водотока, при чему је често методологија која се при томе примењује неадекватна, јер се примењују само дневна мерења. Оваква учесталост мерења често доводи до погрешних резултата о стварној величини проноса наноса, посебно, у случају бујичних водотока, јер се дешава да талас са великом концентрацијом наноса прође између два осматрања. При томе, код мањих водотока, таласи већих вода учествују са преко 80% у укупном годишњем транспорту наноса (Петковић, Костадинов, 1989).

Модел ерозије земљишта и транспорта наноса представљају један од начина помоћу кога је могуће проценити количину разореног земљишта на неком подручју или количину наноса која пристиже до неког водотока, што је важно при планирању мера за заштиту земљишта од ерозије, као и при пројектовању нових акумулација, јер може да да одговор на питање да ли ће доћи до засипања акумулације наносом, као и колики мртав простор треба одвојити за смештање наноса.

У раду је приказана критичка анализа савремених модела ерозије и транспорта наноса са циљем избора модела који би на најреалнији начин описивао ове процесе у брдско-планинским подручјима Србије. Да би се процеси ерозије и транспорта наноса у сливу могли приказати на реалан начин потребно је да модел омогући приказ развијености ових процеса у различитим деловима слива у току времена под утицајем појединачних кишних епизода, водећи рачуна о физичким законима и механизмима који утичу на овај процес.

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА САВРЕМЕНИХ МОДЕЛА ЕРОЗИЈЕ И ТРАНСПОРТА

НАНОСА У СЛИВУ

Математички модели се могу поделити на различите начине, а врста модела која ће се применити зависи од конкретних услова који владају у сливу, од количине

расположивих података и од циљева који се желе постићи применом одговарајућег модела.

У зависности од тога који временски период се описује применом математичког модела, они могу бити: модели епизода и модели континуалних симулација. Применом модела епизода описује се тренутно стање у сливу у погледу ерозије и транспорта наноса услед једне кишне епизоде. Применом континуалних модела описују се промене у сливу настале у дужем временском периоду, у коме је било и кишних периода и периода без кише. Проблем са континуалним моделима симулације односи се на потребу за прикупљањем великог броја улазних података о климатским карактеристикама и коришћењу земљишта у току године. Њиховом применом могуће је анализирати одговор слива на велики број кишних епизода које доводе само до мале величине отицаја и деградације земљишта, због чега су непрактични при анализи ерозионих и транспортних процеса у сливовима у којима се највећа количина укупног годишњег транспорта наноса пронесе у току неколико бујичних таласа.

У зависности од тога да ли се узима у обзир просторна променљивост физичких карактеристика слива при анализи транспорта наноса, модели се могу поделити на глобалне и дистрибутивне. У глобалним моделима претпостављају се хомогени услови на површини слива и користе се јединствене вредности улазних параметара. У дистрибутивним моделима узима се у обзир просторна променљивост физичких карактеристика слива. Површина слива се дискретизује на одређени број елементарних делова, унутар којих се претпостављају униформне физичке карактеристике и, хомогени услови у погледу генезе и транспорта наноса. Применом дистрибутивних модела псамолошки процеси на сливу се реалније описују у односу на глобалне моделе.

У зависности од нивоа расположивог знања о појави која се описује, модели могу бити: емпиријски, концептуални и физички. Емпиријски модели не узимају у обзир физичке законе који утичу на њих. Они су релативно једноставни и захтевају мали број података. Заснивају се на дефинисању најзначајнијих параметара од којих ерозија земљишта и транспорт наноса зависе, и, затим се, на основу осматрања, експерименталних мерења и статистичких техника успоставља повезаност између дефинисаних улазних параметара и ерозије земљишта или проноса наноса. Концептуални модели представљају полуфизичке моделе, јер они узимају у обзир физичке законитости које утичу на неки процес, у овом случају на транспорт наноса, али уз знатна поједностављења. Овакав приступ се користи када су процеси који се описују јако сложени и не могу се у потпуности објаснити сви механизми који при томе делују. Процеси ерозије и транспорта наноса у сливу описују се на најреалнији начин анализом различитих процеса у сливу који доводе до ерозије и транспорта наноса, уз објашњење њихових међусобних веза и интеракција на основу физичких законитости. Овакви модели представљају "физички базиране" моделе, јер се у њима користе параметри који се или могу измерити или одредити применом одговарајућих једначина, при чему је број параметара које је потребно калибрисати код ових модела знатно мањи него у случају емпиријских модела.

У табели 1 приказана је категоризација модела ерозије и транспорта наноса, анализираних у овом раду, према разматраним критеријумима.

Табела 1. Категоризација модела ерозије и транспорта наноса

Назив модела	Критеријум поређења						
	Временски период симулације		Просторна променљивост физичких карактеристика слива		Ниво расположивог знања о појави која се описује		
	Модел епизода	Континуални модели	Глобални	Дистрибутивни	Емпиријски	Концептуални	Физички
USLE		X	X		X		
MUSLE	X		X		X		
RUSLE		X	X		X		
AGNPS		X		X	X		
ANSWERS		X		X			X
CREAMS	X			X			X
WEPP	X			X			X
KINEROS	X						X
EUROSEM	X						X
SHETRAN	X			X			X

2.1 Емпиријски модели

Једна од најпознатијих емпиријских метода за прорачун губитака земљишта деловањем ерозионих фактора је "Унивезална једначина губитака земљишта" (USLE) (Wiscmeier, W. et al., 1978). Ова метода је развијена на основу велике базе експерименталних података добијене истраживањима на пољопривредним земљиштима у САД. Њеном применом одређује се годишња количина еродираниог земљишта на појединачним обрадивим парцелама максималне површине до 1ha, множењем неколико различитих фактора којима се описује ерозиона снага кише, еродибилност земљишта, дужина падине, нагиб падине, биљни покривач и примењене противерозионе мере у сливу. Једна од предности ове једначине је њена релативна једноставност и мали број потребних улазних података у поређењу са другим сложенијим моделима. Међутим, проблем је што је процес ерозије земљишта представљен на поједностављени начин који не одговара реалности. Ова једначина је касније модификована и побољшана и настале су две једначине: MUSLE и RUSLE (Renard et al., 1991). Једначина MUSLE настала је са циљем да се одреди количина разореног земљишта у току једне кишне епизоде.

AGNPS (AGricultural Non-Point Source Pollution Model) (Heathman, G.C. et al., 2008) је дистрибутивни модел помоћу кога је могуће описати кретање воде, транспорт наноса по фракцијама и транспорт загађујућих материја са сливова намењених пољопривредној производњи. Процеси ерозије и транспорта наноса у

планинским деловима слива описани су применом једначине USLE, док је кретање наноса у сливу описано применом једначине континуитета за нанос, за устаљено кретање наноса.

2.2 Физички базирани модели

Физички модели, при описивању ерозионих и транспортних процеса на сливу, полазе од суштинске повезаности површинског отицаја и продукције и транспорта наноса. Због тога, модели којима се описују псамолошки процеси на сливовима, углавном, се ослањају и надовезују на хидролошке моделе и представљају њихову надоградњу. Применом хидролошког дела модела обично се прорачунавају инфилтрација, отицај, испаравање воде са земљишта, потрошња воде на транспирацију од стране биљке, задржавање воде у депресијама на површини терена и кретање воде кроз земљиште. Вредности отицаја и висине слоја воде на површини терена, добијене применом хидролошког дела модела, заједно са физичким карактеристикама слива, представљају улазне податке у моделу ерозије и транспорта наноса у сливу. Концептуалну основу модела CREAMS, ANSWERS, WEPP, KINEROS и SHETRAN чини алгоритам за симулирање ерозије земљишта и транспорта наноса који су формулисали Meyer и Wischmeier (L.D. Meyer, W.H. Wischmeier, 1978).

ANSWERS (the Areal Nonpoint Source Watershed Response Simulation) (Beasley i dr., 1980) је један од првих модела са основном наменом да опише хидролошко и псамолошко понашање равничарског слива. Применом псамолошког дела модела могуће је одредити количину разореног и акумулираног земљишта услед кише и површинског отицаја и приказати динамику ерозионих и транспортних процеса у времену и простору, чиме је овај модел значајно бољи у односу на раније емпиријске моделе. Применом модела добијају се вредности отицаја и ерозије.

CREAMS (The Chemical Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems model) (Knisel, 1980) модел је развијен са циљем да омогући процену утицаја загађујућих материја са пољопривредних парцела на квалитет воде у водотоцима. Његовом применом могуће је описати хидролошке, ерозионе и транспортне процесе у оквиру једне обрадиве парцеле, униформног начина коришћења земљишта и униформне топографије терена. У моделу су задржане емпиријске једначине у различитим алгоритмима при прорачуну отицаја и ерозије. Претпоставка о униформним педолошким карактеристикама и униформном начину коришћења земљишта не одговара реалним условима у сливу.

WEPP (The Watershed Erosion Prediction Project) (Nearing i dr, 1995) је формиран са циљем да се њиме опишу процеси ерозије земљишта, транспорта наноса и таложења наноса на појединим падинама слива, или на мањим сливовима, намењених пољопривредној производњи. Утицај различитих начина газдовања земљиштем на параметре отицаја и ерозије и транспорта наноса може се анализирати у делу модела у коме су описани процеси везани за земљиште.

Примена вегетационог дела модела омогућава приказ различитих фаза развоја биљке, продукцију биомасе за различите годишње и вишегодишње биљке.

Модел KINEROS (KINematic, EROsion Simulation) (Smith, 1995; Woolhiser et al., 1990) омогућава приказ и анализу хидролошких процеса и ерозионо-транспортних процеса на мањем урбаном сливу, или сливу који је намењен пољопривредној производњи.

EUROSEM (The EUROpean Soil Erosion Model) (Morgan i dr., 1998) је формиран са циљем да омогући приказ ерозионих и транспортних процеса у сливу под утицајем појединачних епизода интензивних падавина, и да буде применљив за Европске климатске услове. Његовом применом могуће је прорачунати: количину задржане воде на вегетационом покривачу, кинетичку енергију падавина које директно или са лишћа падају на површину земље, количину воде која се задржава у депресијама на површини терена, количину разореног земљишта под утицајем кише и отицаја, количину акумулираног земљишта и транспортни капацитет отицаја.

SHETRAN је настао проширењем првобитног SHE (Syteme Hydrologique Europeen) хидролошког модела, који је формиран у оквиру заједничког пројекта Института за хидрологију из Велике Британије (сада је то Центар за екологију и хидрологију), Данског Института за хидраулику и француске фирме SOGREAH (Abbott i dr, 1986). SHETRAN је настао у оквиру Универзитета из Newcastle-а. Применом овог модела могуће је на интегралан начин описати хидролошко и псамолошко понашање слива кроз међусобну интеракцију неколико различитих модула у којима су описани процеси евапотранспирације и интерцепције, модула у коме је описано кретање воде по површини терена и кроз хидрографску мрежу, модула у коме је описано кретање воде кроз незасићену средину и кроз засићену средину и модула у коме су описани ерозиони и транспортни процеси.

У наставку рада приказаће се једначине које се користе у разматраним моделима при описивању хидролошких и псамолошких процеса у сливу.

2.2.1 Приказ хидролошких процеса у физички базираним моделима

Квалитет модела ерозије и транспорта наноса, у значајној мери зависи од квалитета хидролошког дела модела, и с тим у вези од тачности предвиђања инфилтрације. У моделима ANSWERS и WEPP инфилтрација се прорачунава применом Green-Amptonove једначине (Mein i Larson, 1973). У моделу CREAMS површински отицај, а тиме и инфилтрација, одређују се применом SCS методе (USDA-SCS, 1985). Ова метода се веома много користи у инжењерској пракси због своје једноставности, и због тога што се у њој висина ефективних падавина изражава на основу врсте земљишта, врсте и густине вегетационог покривача, хидролошких услова на сливу и влажности земљишта на почетку кише. Међутим, један од главних недостатака везан за примену ове методе је у томе што се применом ове методе не

могу описати промене отицаја у току времена. У моделу KINEROS инфилтрација се прорачунава применом једначине Hillela (Hillel, 1971). У SHETRAN-у се користи Ричардсова једначина (Richards, 1931), која је базирана на физичким законима и помоћу које се могу пратити промене влажности земљишта у току времена.

Кретање воде низ падине слива и кроз хидрографску мрежу описано је применом упрошћења Сан-Венанових једначина у облику модела кинематског таласа и модела дифузионог таласа. С обзиром да модел дифузионог таласа чине једначина континуитета неустаљеног течења и једначина устаљеног, неједноликог течења, његовом применом је могуће на реалнији начин описати неустаљеност и неједноликост течења бујичних таласа у односу на модел кинематског таласа, кога чине једначина континуитета неустаљеног течења и једначина устаљеног, једноликог течења. Модел дифузионог таласа је примењен само у моделу SHETRAN.

2.2.2 Приказ псамолошких процеса у физички базираним моделима

Ерозија земљишта услед кише. У моделима CREAMS, EUROSEM и WEPP посебно су анализирани процеси ерозије земљишта унутар бразди и на делу између бразди. Еродирајућа способност кише, која доводи до разарања земљишта на делу између бразди, квантитативно се изражава на основу кинетичке енергије кише, применом емпиријске једначине у којој фигуришу и параметри из једначине USLE. Параметри из ове једначине користе се и у моделу ANSWERS. С обзиром да се применом оригиналне једначине USLE не описују посебно ерозија земљишта унутар бразди и између бразди, њени параметри се користи у условима који не одговарају сасвим условима за које су добијени, што може довести до погрешних представа о стварним интензитетима ерозије.

Применом модела KINEROS одређује се јединична продукција наноса под утицајем кише претпостављајући да је она сразмерна квадрату интензитета падавина. У моделу SHETRAN интензитет ерозије земљишта под утицајем кише одређује се применом једначине у којој је успостављена повезаност између ерозије земљишта услед кише и суме квадрата импулса кише у току трајања те кише (Styczen и Hogh-Schmidt, 1988). У овој једначини узима се у обзир и заступљеност површинског и вегетационог прекривача на земљишту, као и отпорност земљишта на ерозију. Ово је један од најзначајнијих приступа при одређивању ерозије земљишта под утицајем кише, за који се сматра да на начин близак реалности описује овај процес (Bathurst, 1995).

Ерозија земљишта услед површинског отицаја. У моделима CREAMS, WEPP и EUROSEM претпоставља се да под утицајем површинског отицаја долази до разарања земљишта унутар бразди. Интензитети ерозије услед површинског отицаја у моделима CREAMS и ANSWERS одређују се применом емпиријске једначине у којој

фигуришу параметри K, C и P из једначине USLE, који се и у овом случају користе у другачијим условима у односу на оне за које су добијени. У моделима WEPP и SHETRAN претпоставља се да је интензитет ерозије земљишта под утицајем површинског отицаја сразмеран ефективном тангенцијалном напону на контакту земљишта и воде, односно вишку тангенцијалног напона у односу на његову критичну вредност, при којој долази до покретања делића наноса. Константа пропорционалности је коефицијент еродибилности који описује отпорност земљишта на ерозију и који се одређује калибрацијом модела. У моделу KINEROS претпоставља се да је јединична продукција наноса услед површинског отицаја сразмерна ефективној концентрацији наноса у току, односно разлици између концентрације наноса која одговара транспортном капацитету тока за нанос и стварне концентрације наноса у току. У моделу EUROSEM ерозија земљишта услед површинског отицаја описује се у контексту опште деформационе теорије, коју је предложио Smith (Smith, 1995). Према овој теорији, способност површинског отицаја да разори честице земљишта не зависи од количине материјала коју ток носи са собом, већ само од енергије коју ток поседује.

Транспортни капацитет површинског отицаја за нанос. Транспортни капацитет површинског тока на падинама слива зависи од нагиба падине, интензитета падавина, хидрауличких карактеристика тока и карактеристика наноса. Већина постојећих једначина су емпиријске и изведене су за равничарске речне токове у којима су дубине воде релативно велике, а нагиби терена мали, па се услови кретања наноса на падинама слива значајно разликују у односу на услове за које су једначине добијене.

У физички базираним модела транспортни капацитет површинског отицаја одређује се применом неке од једначина за прорачун транспортног капацитета отворених токова. У моделу EUROSEM, транспортни капацитет тока за нанос описује се преко концентрације наноса која одговара транспортном капацитету. У моделима CREAMS, ANSWERS и WEPP користи се Yalinova једначина. У моделима SHETRAN и KINEROS, у зависности од услова на сливу, могу се применити Yalinova једначина, једначина Engelund-a и Hansen-a (Engelund, Hansen, 1967) и једначина Akers-a и Vajt-a (Ackers, White, 1973).

У Yalin-овој једначини претпоставља се да је транспортни капацитет тока за нанос сразмеран вишку тангенцијалног напона у односу на његову критичну вредност, што се одређује анализом салтационог кретања делића наноса. Применом једначине Engelund-a и Hansen-a може се описати транспортни капацитет и вученог и суспендованог наноса, не улазећи посебно у различите механизме који доводе до њиховог кретања. Једначина Akers-a и Vajt-a изведена је груписањем физичких величина које утичу на транспорт наноса у одређени број бездимензионих бројева применом димензионе анализе. Метода се заснива на енергетском приступу Багнолда, и у њој се успоставља веза између концентрације наноса и параметара покретљивости зрна који зависе од брзине тока, брзине трења и висине воде на површини терена.

У циљу дефинисања опште релације помоћу које би се описао транспортни капацитет површинског отицаја, Julien i Simons (Julien i Simons, 1985) су извршили анализу резултата многобројних теоретских и експерименталних истраживања у овој области. На основу истраживања двофазног тока на нагнутим сливним падинама, полазећи од димензионалне анализе, успостављене су семиемпиријске релације између основних хидрауличких и геометријских параметара тока. Анализирано је 13 емпиријских релација за прорачун вученог или укупног наноса кроз алувијалне водотоке (међу којима су биле и једначине Yalin-а, Engelund-а и Hansen-а и Akers-а и Vajt-а) у смислу заступљености битних параметара за транспорт наноса падинама слива. Закључено је да су најзначајнији параметри од којих зависи транспортни капацитет површинског отицаја: нагиб терена (I_d) и отицај (q), као и да се транспортни капацитет површинског отицаја (g) може приказати у следећем облику:

$$g = \alpha I_d^\beta q^\gamma \quad (1)$$

Кроз анализу резултата многобројних теоријских и експерименталних истраживања других аутора, закључено је да се транспортни капацитет површинског отицаја може приказати на одговарајући начин уколико се вредности експонента β налазе у интервалу од 1.2 до 1.9, а вредности експонента γ у интервалу од 1.4 до 2.4. Вредности ових експонената налазиле су се у дозвољеним оквирима једино у случају једначине Engelunda и Hansena ($\beta=1.5$ и $\gamma=2.0$). Крајњи закључак њихових истраживања био је да је само применом једначине Engelunda и Hansena могуће на прави начин описати транспортни капацитет површинског отицаја за нанос. Једначина Engelund-а и Hansen-а користи се у SHETRAN моделу.

Кретање наноса низ падине слива и кроз хидрографску мрежу. Прорачун проноса наноса у сливу врши се заједно са прорачуном ерозионе продукције и акумулације наноса. Кретање наноса низ падине слива ка хидрографској мрежи слива и кроз водотоке у анализираним моделима описано је применом једначине континуитета за нанос. При томе, у моделима WEPP, ANSWERS и CREAMS претпостављено је устаљено кретање наноса у једном правцу, док је у моделима KINEROS и EUROSEM претпостављено неустаљено кретање наноса у једном правцу. У моделу SHETRAN користи се проширена једначина континуитета којом се описује кретање наноса у два правца, односно раванско кретање наноса.

2.3 Критичка анализа применљивости различитих модела ерозије и транспорта наноса у бујичним сливовима

На основу приказаних анализа у раду може се закључити да примена физички базираних дистрибутивних модела омогућава најреалнији приказ ерозионих и транспортних процеса у сливу. Зато је у табели 2 приказана анализа физички базираних модела на основу неколико важних критеријума који су формулисани у облику питања: Колика је максимална површина слива за коју се модел може применити? Који тип површинског отицаја је могуће описати применом модела? Које врсте ерозионих процеса се могу описати применом модела? Да ли је применом модела могуће приказати промене ерозионих и акумулационих процеса у сливу у току времена? Да ли је применом модела могуће анализирати ерозионе процесе у сливу са површина различитих намена ?

Табела 2. Поређење неколико физички базираних модела према различитим критеријумима

Карактеристике програмског пакета	Назив модела					
	ANSWERS	CREAMS	WEPP	KINEROS	EUROSEM	SHETRAN
Величина слива	<50км ²	<4км ²	<2.6км ²	<1км ²	мали слив	<2000км ²
Просторна дискретизација	грид	грид	грид	хомогене површине	хомогене површине	грид
Тип површинског отицаја						
Хортонов тип	да	да	да	да	да	да
Засићен тип	не	не	не	не	не	да
Ерозиони процеси						
Под утицајем кише и површинског отицаја	да	да	да	да	да	да
Појава бразди	не	да	да	не	да	не
Појава јаруга	не	да	не	не	не	не
Клизишта	не	не	не	не	не	не
Начин коришћења земљишта	Пољоприв земљиште	пољоприв земљиште	пољоприв земљиште	пољоприв земљиште	пољоприв земљиште	различите врсте вегетације
Резултати						

Псамограм	не	не	не	да	да	да
-----------	----	----	----	----	----	----

У табели 3 дат је преглед свих једначина које се користе у савременим физички базираним моделима ерозије и транспорта наноса у сливу.

Табела 3. Преглед једначина које се користе при описивању ерозије и транспорта наноса у сливу

ПРОЦЕС	Назив модела					
	ANSWERS	CREAMS	WEPP	KINEROS	EUROSEM	SHETRAN
Инфилтра-ција	Modif. Holtanova j-na	SCS metoda	Mein-Larsonova metoda	Hillelova j-na	Hillelova j-na	Ričardsova j-na
Кретање воде по површини терена	Кинематски и талас	Кинематски и талас	Кинематски талас	Кинематски талас	Кинематски талас	Дифузиони талас
Кретање наноса низ падине слива и кроз хидрографску мрежу:	Ј-на континуите та за устаљено кретање наноса	Ј-на континуите та за устаљено кретање наноса	Ј-на континуитета за устаљено кретање наноса	Ј-на континуитета за неустаљено кретање наноса	Ј-на континуите та за неустаљено кретање наноса	Ј-на континуитета за неустаљено кретање наноса
Трансп. капац. Површ. отицаја	Yalinova j-na	Yalinova j-na	Yalinova j-na	Yalinova j-na, Engelunda i Hansena, j-na Ackers-Vajt-a	j-na Goversa	Yalinova j-na, j-na Engelunda i Hansena, j-na Ackers-Vajt-a

На основу спроведених анализа може се закључити да је модел SHETRAN веома погодан за приказ псамолошких процеса у бујичним сливовима. У њему се на интегралан начин посматра кретање воде по површини терена, кроз незасићену средину и кроз засићену средину, због чега је могуће прецизније дефинисање услова влажности у земљишту на почетку кише, за коју је показано у оквиру (Авакумовић, 2000) да има значајан утицај на величину отицаја, а тиме и проноса наноса. Применом овог модела могу се анализирати ерозиони и транспортни процеси и у краћим и у дужим временским периодима, и то на сливу било које величине. Могу се узети у обзир различити начини коришћења земљишта у сливу. Успостављена просторна дискретизација на нивоу елемената грида у SHETRAN-у

омогућава да се успостави повезаност модела са ГИС-ом, при дефинсању просторно распоређених улазних параметара о карактеристикама слива и обради добијених резултата прорачуна. Применом модела дифузионог таласа при описивању кретања воде у сливу може се описати неустаљено и неједнолико кретање бујичних таласа. Ерозија земљишта услед кише је повезана са квадратом импулса кише у току трајања те кише, што је у складу са физичким законитостима овог процеса. Коефицијенти ерозије услед кише и услед површинског отицаја одређују се у току калибрације модела, што је по мишљењу аутора овог рада реалније него коришћење индекса еродибилности из једначине USLE у условима који се разликују у односу на оне услове за које је једначина добијена. Транспортни капацитет тока за површински отицај може се описати применом једначине Engelund-a i Hansena-a, за коју је показано да на одговарајући начин описује транспортни капацитет површинског отицаја.

3. ЗАКЉУЧАК

У раду је дат приказ карактеристика савремених модела ерозије и транспорта наноса у сливовима. Модели илуструју различите приступе који се примењују при описивању ерозије и транспорта наноса у сливу. Између њих постоје значајне разлике у процесима које они представљају и начинима на који су они представљени. Примена емиријских модела је знатно једноставнија и бржа у односу на физичке моделе. Физички модели су значајно бољи у односу на емпиријске моделе, јер узимају у обзир суштинске процесе и механизме при продукцији и транспорту наноса. Већина физичких модела верификована је у равничарским сливовима, јер је постојала потреба да се одреди количина загађујућих материја, која заједно са наносом стиже у водотоке са пољопривредних парцела и доводи до великих еколошких проблема.

На основу спроведених анализа у овом раду закључено је да се изразито неустаљено кретање воде и великих количина наноса у бујичним таласима може на најреалнији начин описати применом модела SHETRAN, јер су у њему адекватно описани различити механизми који доводе до развоја ерозионих и транспортних процеса у бујичним сливовима.

4. НАПОМЕНА

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (III43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011-2014. године.

5. ЛИТЕРАТУРА

- Abbott, M.B., Bathurst, J.C., Cunge, J.A., O'Connell, P.E., Rasmussen, J.(1986): In introduction to the European Hydrological System- Systeme Hydrologique European, 'SHE', 1: history and philosophy of a physical-based, distributed modeling system. *Journal of Hydrology* 87, 45-59.
- Ackers, P., White, W.R., (1973): Sediment transport: new approach and analysis ASCE *Journal of the Hydraulics Division* 99 (HY11), 2041-2060.
- Alonso, C.V., W.H.Neibling i G.R.Foster. (1981): Estimating sediment transport capacity in watershed modeling. *Transactions of the ASAE* 24(5): 1211-1220, 1226
- Avakumović, V. (2000): Analiza kretanja vode na površini i u zemljištu, magistarska teza, Građevinski fakultet, Beograd
- Bathurst, J.C. (2000): Physically-based erosion and sediment yield modelling: the SHETRAN concept. Water Resource Systems Research Laboratory, Department of Civil Engineering, University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tyne, UK.
- Beasley, D.B., Huggins, L.F., Monke, E.J. (1980): ANSWERS: a model for watershed planning. *Transactions of the ASAE*, 938-944
- England, F., Hansen, E. (1967): A Monograph on Sediment Transport in Alluvial Streams. Teknish Vorlag, Copenhagen.
- Flanagan, D.C., Nearing M.A. (1995): USDA – Water Erosion Prediction Project: Technical Documentation. NSERL Report No. 10, West Lafayette, Ind. USDA-ARS-NSERL
- Govers, G. (1991) Spatial and temporal variations in splash detachment: a field study. *Catena Supplement* 20, 15-24
- Heathman, G.C.; Flanagan, D.C.; Larose, M.; Zuercher, B.W. (2008): Application of the Soil At Water Assessment Tool and Annualized Agricultural Non-Point Source Models in the St. Joseph River Watershed. *Journal of Soil and Water Conservation*. 63(6):552-568
- Hillel, D. (1971): Soil and water physical principles and processes. Academic Press, New York, NY. 288 pp.
- Holtan, H., (1961): A concept for infiltration estimates in watershed engineering. Report ARS-41-451, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture.
- Julien, P.Y. i D.B.Simons. (1985): Sediment transport capacity of overland flow. *Transactions of the ASAE* 28(3): 755-762.
- Knisel, W.G. (1980): CREAMS: A field-scale model for chemicals, runoff, and erosion from agricultural management systems. USDA Conserv. Res. Rep. 26. USDA-ARS, Washington, DC.
- Morgan R.P.C. (1990): Soil Erosion and Conservation, Silsoe College, Cranfield University, Silsoe, Bedford MK45 4DT, United Kingdom
- Morgan R.P.C., Quinton J.N., Smith R.E., Govers G., i dr. (1998): EUROSEM, European Soil Erosion Model: Documentation and User Guide, Silsoe College, Cranfield University, Silsoe, Bedford MK45 4DT, United Kingdom
- Muškatirović D. (1979) Regulacija reka, Građevinski fakultet, Beograd

- Mein, R.G., Larson, C.L. (1973): Modelling infiltration during a steady rain. *Water Resources research* 9 (2): 384-394.
- Morgan, R.P.C., Quinton, J.N., Smith, R.E., Govers, G., Poesen, J.W.A., Auerswals, K., Chisci, G., Torri, D., Folly, A.J.V. (1998): The European soil erosion model (EUROSEM): Documentation and user guide. Silsoe College, Cranfield University.
- Nearing, M.A., Foster, G.R., Lane, L.I., Finkner, S.C., (1995): A process-based soil erosion model for USDA-water erosion prediction project technology. *Transactions of the ASAE* 32 (5), 1587-1593.
- Petković, S., Kostadinov, S. (1989): Studija antierozione zaštite akumulacije Selova, Šumarski fakultet, Beograd
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A. & McCool, D. K. (1991a) Predicting soil erosion by water—a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Report ARS-703, US Dept Agric, Agricultural Research Service
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A. & Porter, J. P. (1991b) RUSLE, Revised Universal Soil Loss Equation. *J. Soil Water Conserv.* 46(1), 30-33
- Russels S. Harmon, William W. Doe (editors) (2001), *Landscape Erosion and Evolution Modeling*, Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York
- Smith, R.E., Goodrich, D.C., Woolhiser, D.A., Unkrich, C.L. (1995): KINEROS – a kinematic runoff and erosion model. In: Singh, V.P.(Ed.), *Computer Models of Watershed Hydrology*. Water Resources Publications, Littleton, CO, pp. 697-732
- Smith, R.E., Goodrich, D., Quinton, J.N. (1995): Dynamic, distributed simulation of watershed erosion: the KINEROS 2 and EUROSEM models. *Journal of Soil and Water Conservation*
- Styczen, M. i Hogh-Schmidt, K. (1988): A new description of splash erosion in relation to rain drop sizes and vegetation. In: Morgan, R.P.C. i Rickson, R.J. (editors), *Agriculture: erosion assessment and modelling*. Commission of the European Communities, Proc Workshop, Rep. EUR 10860 EN, 147-184.
- USDA-SCS. (1985): *National Engineering Handbook, Section 4 - Hydrology*. Washington, D.C.USDA-SCS.
- Wischmeier W.H., Smith D.D (1978): *Predicting Rainfall Erosion Losses, A guide to conservation planning Agriculture Handbook No 537*, USDA, Washington D.C
- Woolhiser, D.A., Smith, R.E., Goodrich, D.C. (1990): *KINEROS, Kinematic Runoff and Erosion Model: Documentation and User Manual*. USDA-ARS, No.7

CRITICAL ANALYSIS OF CONTEMPORARY MODELS OF EROSION AND SEDIMENT TRANSPORT WITH A SPECIAL FOCUS ON APPLICATIONS IN TORRENTIAL CATCHMENTS

Vesna Đukić
Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet

SUMMARY

An overview of models of erosion and sediment transport was presented in this paper for the purpose of determination of the model, which could describe these processes in torrential catchments in a realistic way. The processes of erosion and sediment transport in torrential catchments are specific due to the sudden appearance of torrential waves of high intensity and short duration. Torrential waves can transport large amounts of sediments. Due to inadequate methodology of sediment transport measurement, which involves only daily measurements, it happens that a wave with a high concentration of sediment occurs between two observations and is not registered. Thus, the obtained results of sediment yields are often lower than their real values. The amount of sediment yield as well as the amount of degraded or accumulated soil can also be determined by applying erosion and sediment transport models.

The following models were described in this paper: USLE, MUSLE, RUSLE, AGNPS, ANSWERS, CREAMS, WEPP, KINEROS, EUROSEM and SHETRAN. The equations used to describe hydrological as well as erosion and sediment transport processes were analyzed. It was shown that the processes of erosion and sediment transport in torrential catchments can be described in a realistic way using distributed, physically-based models which could be applied to individual rain events.

On the basis of the analysis carried out in this paper it was concluded that SHETRAN is the best physically based distributed model which can be used to describe erosion, sediment transport and deposition processes in different parts of torrential catchments over time, for the following reasons: 1. It can be used for the modeling of coupled surface and subsurface water flow in river basins. In that way, the initial soil water content at the beginning of a rain could be described more precisely; 2. The processes of hydrological and erosion and sediment transport were described using physically-based equations (soil water movement is described using the Richards equation, the unsteady movement of torrential waves is described using diffusion approximation of Saint-Venant equations, erosion by raindrop and leaf drip impact is associated with momentum squared of raindrops and leaf drips reaching the ground, the soil erodibility coefficients of raindrop impact and overland flow are determined during the calibration phase, the transport capacity of both the overland flow and the streamflow are determined using the Engelund-Hansen equation); 3. SHETRAN gives a detailed description in time and space of the flow and transport in the basin, which can be visualized using animated graphical computer displays. This makes it a powerful tool

for use in studying the environmental impacts of land erosion and the effects of changes in land use and climate.

САОПШТЕЊЕ

О ОДРЖАНОМ ОКРУГЛОМ СТОЛУ "ПРОБЛЕМИ ЕРОЗИЈЕ И БУЈИЦА У СРБИЈИ"

Председник Удружења бујичара Србије

Милутин Стефановић, дипл.инж.

Трибина је одржана 20.12.2012., на Шумарском факултету, Универзитета у Београду, у препуној Сали за седнице. Организатори трибине су били:

Удружење бујичара Србије,

Универзитет у Београду, Шумарски факултет,

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд

Инжењерска комора Србије.

Округли сто је почео уводном речи Милутина Стефановића, Председника Удружења бујичара Србије, који је поздравио учеснике скупа и указао на то да је циљ овог скупа да се сагледа целокупна проблематика у области заштите од ерозије и бујица у Србији и да се нађе решење по питању унапређења у заштити од ерозије и бујица, како на државном, тако и на локалном нивоу. Од скупа је тражио да се чују што више мишљења, сугестије и примедбе ради решавања ове проблематика и да се на крају направе закључци и смернице за даље функционисање и деловање наше струке.

Скуп је поздравио и продекан Шумарског факултета, Проф. др Ратко Ристић у име Декана Проф др. Милана Медаревића, рекао да му је част да се овакав скуп организује на Шумарском факултету и на потребу што чешћег организовања оваквих трибина, где ће наши стручњаци давати своја мишљења и сугестије на решавање проблема у водопривреди, а посебно у одбрани од бујица и заштити од ерозије. Када је у питању школовање стручњака за заштиту од ерозије и уређење бујица истакао је да се намеће потреба за стручном праксом студената у радним организацијама. Истакао је и проблем што наша Национална служба за запошљавање нема шифру за нашу делатност.

У име Сектора за ванредне ситуације Министарства унутрашњих послова Републике Србије, скуп се обратио Начелник Управе за управљање ризицима, Бранко Јвановић, који је рекао да у овом тренутку само се стихијски, у држави, решава проблем заштите од бујица. Нагласио је, да се са природом може живети, али морају да се поштују природни постулати. Такође, осврнуо се на рад своје Управе и њеном доприносу унапређења у заштити од бујица. Истакао је да је врло важно урадити добру процену ризика од бујичних поплава и радити на превентиви. Рекао је да управо завршавају нормативна и подзаконска акта, која ће бити усмерена на превентивном деловању у заштити од бујица и осталим

елементарним непогодама, али је нагласио да Закон о водама републике Србије није на најбољи начин решио проблем ерозије и бујичних поплава и истакао да сви треба да се заложимо да дође до промене закона у делу који се односи на заштиту од ерозије и одбрану од бујичних поплава.

Актуелни проблеми у области заштите од ерозије и уређења бујица

Прво излагање имао је Слободан Марковић, Председник скупштине Удружења водопривредних предузећа у Србији. Своје излагање кренуо је чињеницом да у последњих 10 година проблеми у водопривреди постају све већи. Нагласио је да је проблем финансирања све израженији и да преко 70% водопривредних предузећа је у минусу на својим текућим рачунима и да је посла све мање и да он не види како изаћи из овог вртлога који повлачи на дно сва водопривредна предузећа. Нагласио је да због недостатка пара у 2012 години није било радова на пошумљавању голети у Србији, нити радова на одржавању насипа. Такође проблем приватизације је још увек нерешен, а где је то решено урађено је врло лоше.

За реч се јавио Председник општине Рашка, Јован Чорбић, који је нагласио да проблеме од поплава и бујица трпе грађани и да једина светла тачка у овој ситуацији је Сектор за ванредне ситуације и Начелник Предраг Марић, са којом општина има одличну сарадњу у погледу превентивног деловања. Рекао је да треба да се истраје у овоме, јер без ове струке, нема ни адекватног одговора на све појеве које штетно делују на живот грађанина.

За реч се, такође, јавио Миша Милосављевић, из општине Велико Градиште, који је указао на недостатак подзаконских аката који јасно дефинишу обавезе локалне самоуправе у погледу израде Плана за одбрану од бујичних поплава и Плана за издвајање ерозионих подручја.

На причу господина Мише Милосављевића, надовезао се еколошки инспектор, за општину Велико Градиште, Младен Слеччевић, који је рекао да Велико Градиште није само угрожено од бујица и поплава од великих река, него и од еолске ерозије, која је на овом подручју веома наглашена још одавно и да држава не чини ништа у том погледу. Нагласио је да свака општина у Србији треба да стручњака бујичара, ради лакшег решавања проблема са ерозијом и бујичним поплавама.

Проф. Ратко Ристић, је истакао да лоше спроводи закон о водама у делу израде Плана за одбрану од бујичних поплава и Плана за издвајање ерозионих подручја због лоше организације рада у локалним самоуправама.

Предраг Маринковић, ЈП "Србијашуме", рекао је да у сектору вода у последњих 5 година најгора ситуација од када је институционализована водопривреда. Проблематика је слична и на регионалном и локалном нивоу. Да у државним институцијама има врло мало наших стручњака који одлучују и могу да

реше ову проблематику. Дао је пример, да је у току 2012.године Дирекција за воде уговорила са водопривредним предузећима само за период од 6 месеци, то се никада није догодило до сада. Додао је да се Закон о водама треба изменити и да се у измени закона баца акценат на заштиту од ерозије и бујица.

Душан Јовић, из Управе за шуме, рекао је да је пријатно изненађен оваквим одржавањем скупа и да би требало да их буде што више. Додао је да је проблем системски (начин функционисања министарства је веома сложен, нема у оквиру министарства јасан заједнички став у погледу финансирања у решавању ове проблематике, да је кадровска политика веома лоша). Нагласио је да је "шумарина" укинута и да се под хитно тражи да се средства из фонда за шуме преусмере и за потребе финансирања и у ову област.

За реч се јавио и Проф. др. Станимир Костадинов и рекао да водопривредна предузећа која се директно баве бујичарском струком не треба да се приватизују и тиме мењају делатност. Навео је примере из развијених земаља: САД, Француска, Аустрија и др. У тим земљама постоје моћне државне службе које се баве проблемима ерозије и одбране од бујичних поплава. То је једини могућ начин за успешан приступ решавања проблема ерозије и добране од бујичних поплава. То није профитабилан посао, али је врло битан за државу и друштво у целини, те држава у томе море да има главну реч. Потврда томе је што практично сва приватизована предузеће за заштиту од ерозије и уређењ бујица су пропала. Нагласио је, такође, да Закон о водама треба да се промени у делу који се односи на ерозију и бујице. Није реално очекивати да ће локалне самоуправе, које су у већини сиромашне и без одговарајућих кадрова моћи да решавају проблеме ерозије и бујица, како је сада предвиђено законом о водама. У наведеним развијеним земљама држава учествује са 70 – 80% у финансирању радова на заштити од ерозије и одбрани од бујичних поплава, док локалне самоуправе учествују са 20-30%

Високошколска настава и научни рад у области заштите од ерозије и уређења бујица

Уводно излагање је имала Проф. др. Нада Драговић, која је презентирала Наставни план за одсек "Еколошки инжањеринг у заштити земљишних и водних ресурса" на Шумарском факултету за следећи петогодишњи период после проласка процедуре акредитације. Она је навела да основне студије трају 4 године, а мастер једну годину. Додала је да се основне студије базирају на природним струкама, одрживом развоју и еколошком инжењерингу, који је и наглашен у самом називу смера. Теренска настава ће бити појачана, као и пракса која ће бити обавеза сваког студента, који ће морати да одради у некој од водопривредних предузећа која се баве уређењем бујица и заштитом од ерозије.

Учесници у дискусији: Зорица барбароша, Милутин Стефановић, проф.Стеван Дожић, Љубомир Попара и Слободан Марковић су дали подршку овом Наставном

плану и опредљењу за увођење стручне праксе у водопривредним предузећима, а Слободан Марковић је пледирао да промовишемо нашу струку на свим нивоима и рекао да „Ерозија „ из Ниша може да прими студенте на праксу.

Будућа стратегија у развоју струке за заштиту од бујица и ерозије

Милутин Стефановић, Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Директор Завода за заштиту од бујица и ерозије, је навео да по питању реализације будуће Стратегије, на првом месту је дефинисање и усклађивање законске регулативе, дефинисање активности и надлежности између државних институција, сарадња и повезивање између општина и државних институција. Наставио је да би будућа стратегија требала да се реализује у две фазе.

Кроз прву фазу, битно је да проради јасна и недвосмислена комуникација између свих учесника у одбрани од поплава, на државном и на локалном нивоу. Да се поштује хијерархија, надлежност и обавеза свих учесника у одбрани од поплава.

Како основни постулати организационог уређивања заштите од ерозије и бујичних токова треба да буду: допуна и измена Закона о водама (члановима којима се уређује заштита од ерозије и бујица као водопривредна активност у надлежности Републике Србије) и Законом о финансирању водопривреде (према томе и о финансирању заштите од ерозије и бујица као делатности у надлежности водопривреде). У оквиру законодавног уређивања делатности заштите од ерозије и бујица, такође је битно да остали подзаконски акти (правилници, прописи, уредбе, ...) буду донети у складу са основним Законима, у што краћем временском року, по коректном, процедуралном поступку.

Да се уради Национална стратегија заштите од ерозије и бујица и да се јасно дефинишу, на једном месту, сви проблеми везани за ову област и да се дају смернице за њихово решавање. Да се узме у обзир и шумарство и пољопривреда и водопривреда заједно, пошто су ове три области нераскидиве и узрочнопоследично везане.

Да се у што могуће, кратком року направи програм обуке локалних штабова за ванредне ситуације у области заштите од бујичних поплава. У то морају да буду укључени, активно и људи из водопривреде, јавних водопривредних предузећа и привредни субјекти.

У другој фази, како би било дефинисано у Националној стратегији, кренуло би се са формирањем Секција за заштиту од бујица и ерозије за целу територију Србије, како у оквиру Републичке Дирекције, тако и на покрајинском и регионалном нивоу.

То државу не би коштало ништа више него сада, пошто широм Србије постоје водопривредна предузећа која се баве овим послом. Секције би у оквиру ЈВП-а радиле, прикупљале податке о стању ерозије и бујичности токова, сагледавале

ризике од бујичних поплава и ерозије и давале планове и програме за одржавање и реализацију нових пројеката.

И на крају Водопривредни информациони систем и катастар објеката који је у оквиру ВИС-а, би требао да се што пре активира. Катастри објеката не постоје, а делови ВИС-а намењени тој области су празни, зато што су подаци о тим објектима добрим делом уништени бројним трансформацијама бујичарских и водопривредних организација. Попис и стање постојећих објеката је могуће утврдити само теренским радом што захтева знатна средства и стручне екипе из области уређења бујица и заштите од ерозије. Нагласио је да на терену имамо стручне фирме и стручњаке из ове области које умеју и могу то да ураде, али само уз добру организацију рада.

На крају је закључено да о свим овим проблемима треба да се детаљније упознају надлежни органи и институције: Привредна комора Србије, Републичка дирекција за воде, ЈВП „ Србијаводе“, ЈВП „ Воде Војводине“, ЈВП „Београд Воде“, Инжењерска комора Србије, локалне самоуправе и др. Са овим проблемима треба упознати и ширу друштвену заједницу преко медија.

Округлом столу су присуствовали и учествовали у дискусији људи из разних водопривредних организација из Србије, са Шумарског факултета у Београду, Сектора за ванредне ситуације, Републичког хидрометеоролошког завода Србије, Института за водопривреду „ Јарослав Черни“ из Београда, Управе за шуме, ЈВП "Србијавода", ЈВП "Београдвода", Зеленило Београд, из појединих општина у Србији.

СПОНЗОРИ УДРУЖЕЊА



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

Бул. војводе Мишића 37, Београд



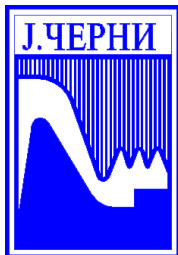
ЈВП „БЕОГРАДВОДЕ“

Ул. Светозара Ђоровића 15, Београд



ЈВП „ВОДЕ ВОЈВОДИНЕ“

Бул. Михајла Пупина 25, Нови Сад



Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ А.Д

Ул. Јарослава Черног 80, Београд



Г а л о в и ц а

ВП „ГАЛОВИЦА“ д.п,

Авијатичарски трг бр.10, БЕОГРАД-ЗЕМУН

CIP - Katalogizacija u publikaciji

Narodna biblioteka Srbije, Beograd

626/627:631.6

EROZIJA: stručni časopis za uređenje
bujica i zaštitu od erozije = torrent and
erosion control / odgovorni urednik
Stanimir Kostadinov. - 1970, br. 1 - . -
Beograd (Kneza Višeslava 1) Šumarski
fakultet : Udruženje bujičara Srbije, 1970-
(Beograd : Planeta print). - 25 cm

Povremeno

ISSN 0350-9648 = Eroziija

COBISS. SR-ID 15956226