

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

# ЕРОЗИЈА

Број 50

UDK 626

ISSN 0350-9648



Београд, 2024. година



## **ЕРОЗИЈА**

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

---

**Scientific Journal of erosion and torrent control**

### **Главни и одговорни уредник**

Проф.др Станисмир Костадинов

### **Уређивачки одбор**

Проф.др Станисмир Костадинов, проф.др Нада Драговић, проф.др Миодраг Златић, проф.др  
Снежана Белановић Симић, Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Београд  
Мр Милутин Стефановић, дипл.инж, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ Београд  
Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia  
Prof. Johannes Huebl, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria  
Prof. Ivan Cenov Marinov, Forest Research Institute - BAS, Sofia, Bulgaria  
Prof. Panagiotis Stefanidis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

### **Технички уредници**

Милутин Стефановић, дипл. инж. шум.

Иван Миладиновић, арт директор

---

### **Издавач**

Удружење бујичара Србије и Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Београд

Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд

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

Адреса е-поште: bujicari@gmail.com

Интернет презентација: www.udruzenjebujicara.com

**Тираж:** 250

### **Штампа**

Тукан принт



**ЕРОЗИЈА**

Scientific Journal of erosion and torrent control

---

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

**Editor in Chief**

Prof. Stanimir Kostadinov

**Advisory Board**

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

**Technical editors**

Milutin Stefanović, dipl. ing.  
Ivan Miladinović, art director

---

**Publisher**

Association of graduate engineers in torrent control of Serbia and University of Belgrade,  
Faculty of Forestry, Belgrade, Kneza Visaslava 1, 11030 Belgrade  
Phone: +381-11-3053-851; +381-11-3906-461;  
E-mail address: bujicari@gmail.com  
Web site: www.udruzenjebujicara.com

**Circulation:** 250 copies

**Print**

Tukan Print

# садржај

## contents

	<b>РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА</b> WORD OF THE EDITOR	<b>7</b>
<b>I</b>	<b>ОРИГИНАЛНИ НАУЧНИ РАДОВИ</b> ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER	
	<b>Ирина Стефановић, Милутин Стефановић, Нада Живковић</b> Просторно-временска анализа ерозионих процеса у сливу акумулације „Ђелије“8 Spatial-temporal analysis of erosion processes in the watershed of the „Ćelije“ reservoir	<b>8</b>
	<b>Милета Милојевић</b> Слив Ликодре након деценије противерозионог уређивања од катастрофалних бујичних поплава 2014. године The Likodra River Basin after a decade of anti-erosion management since the catastrophic torrential floods of 2014	<b>20</b>
	<b>Милица Глоговац, Мирјана Тодосијевић, Снежана Белановић Симић, Предраг Миљковић, Катарина Лазаревић</b> Мере конзервације земљишта у условима промене климе Soil conservation measures in the context of climate change	<b>43</b>
	<b>Jose L. Rubio, Laura B. Reyes-Sanchez, Ning Duihu, Edoardo A.C. Costantini, Rainer Horn, Miodrag Zlatic</b> Заштита земљишта је заштита климе Protecting the soil is protectzng the climate	<b>57</b>
<b>II</b>	<b>СТРУЧНИ РАДОВИ</b> PROFESIONSL PAPERS	
	<b>Славољуб Драгићевић</b> Панел посвећен проф. др Раденку Лазаревићу Pannel for Prof.Dr. Radenko Lazarević	<b>72</b>
	<b>IN MEMORIAM</b> ВЛАДИМИР СТЕВАНОВИЋ, дипл.инж.шум. за ерозију и бујице САВО ЂУРИЋ, дипл.инж.шум. за ерозију и мелиорације	<b>74</b> <b>75</b>
<b>III</b>	<b>УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ</b> INSTRUCTIONS TO AUTHORS	<b>78</b>

Штампање часописа за уређење бујица и заштиту од ерозије  
„Ерозија“ бр. 50 омогућила је:



**ИНЖЕЊЕРСКА  
КОМОРА  
СРБИЈЕ**

## РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА

Ове, 2024. године, Радио Београд слави 100 година успешног рада, Република Србија обележава 110 година чувене Колубарске битке у Великом рату, када је малобројна војска Србије, под командом војводе Мишића, успела да избаци из Србије огромну армију Аустро-Угарске и тиме ослободи целу земљу, а ми, Удружење бујичара Србије, скромно бележимо број 50 нашег часописа „Ерозија“. Поред разних проблема успели смо да кроз дуги низ година, од 1970, одржимо часопис за који је идеју дао, покренуо га и дуго, до 2009 године, био главни уредник професор Раденко Лазаревић.

Овај број нашег часописа ће се појавити уочи Нове 2025. године и Божића, врло значајних празника, када људи поред осталих текућих проблема, размишљају о припреми за све те догађаје. Ипак надам се да ће поред свега тога њихову пажњу привући овај број 50 часописа „Ерозија“ због интересантних научних радова и осталих прилога који се у њему објављују.

После дуже паузе, 06.12.2024. године одржана је Годишња скупштина Удружења бујичара Србије и изабрано је ново руководство. За председника је изабран Југослав Јовановић, дипл.инж. шум. за заштиту од ерозије, запослен у ЈВП „Србијаводе“, филијала у Ужицу. Због паузе у раду Удружења ново руководство ће имати пуно посла, али надамо се да ће то успешно обавити. Поред осталих обавеза намећу се два значајна проблема које треба што пре решити а то су:

-У току 2021. године из необјашњивих разлога у Инжењерској комори Србије су супротно нашој законски усвојеној лиценци, тада нашу лиценцу скратили за појам „уређење бујица“, те сада лиценца има наслов „Инжењер за заштиту од ерозије и мелиорације земљишта“. Ново руководство је изјавило да ће им приоритетан задатак бити да у разговорима у одборима Инжењерске коморе Србије, врати стари назив за нашу лиценцу.

- Проблем са чињеницом да Републички хидрометеоролошки завод прихвата и признаје хидролошке прорачуне за хидролошки неизучене сливове само ако су потписани од стране грађевинских хидроинжењера упркос томе што у лиценци за инжењере бујичаре пише да су за те прорачуне надлежни шумарски инжењери бујичари.

Поред осталих ова два проблема морају бити, новом руководству Удружења, приоритет у будућем раду.

Пошто сам на дужности главног уредника у часопису „Ерозија“ био 15 година, решио сам да се повучем и то препустим новом уреднику, који ће са новим идејама наставити рад. На Годишњој скупштини Удружења сам предложио да нови главни уредник часописа „Ерозија“ буде проф. Нада Драговић, што је једногласно прихваћено. Захваљујем се колегама и колегиницама који су ми помагали у раду. Новом главном уреднику проф. Нади Драговић желим пуно успеха у раду.

Главни уредник  
Др Станимир Костадинов, ред.проф. у пензији

## ПРОСТОРНО-ВРЕМЕНСКА АНАЛИЗА ЕРОЗИОНИХ ПРОЦЕСА У СЛИВУ АКУМУЛАЦИЈЕ ЋЕЛИЈЕ

Ирина Стефановић, Милутин Стефановић, Нада Живановић  
Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд  
e-mail: irina.stefanovic@jcerni.rs

**Апстракт:** У раду је извршена анализа стања ерозије земљишта у сливу акумулације „Ћелије“ (река Расина), у периоду од 1968. до 2022. године, кроз три временска пресека. За одређивање интензитета ерозије и продукције и проноса наноса у сливу примењена је метода потенцијала ерозије. Слив реке Расине у непосредној зони акумулације, као и узводно од акумулације, у периоду од 1972-1990. активно је третиран противерозионим грађевинским радовима као мером за заустављање наноса и стабилизацију речних токова. Резултати истраживања ерозионих процеса на подручју слива акумулације „Ћелије“ показују значајан утицај изведених противерозионих радова на смањење интензитета ерозије, продукције и проноса наноса, односно, доспевања наноса у акумулацију. Специфична годишња бруто ерозија износила је 1189,12  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{год}^{-1}$  1968. године, док је 2022. године износила 554,20  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{год}^{-1}$ . Специфични транспорт наноса износио је 547,18  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{год}^{-1}$  1968. године и 254,93  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{год}^{-1}$  2022. године. Због промене интензитета ерозионих процеса специфична годишња бруто ерозија је смањена за 634,92  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{год}^{-1}$ , и специфичног транспорта наноса 292,25  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{год}^{-1}$ . Коэффициент ерозије је смањен са  $Z=0,62$  на  $Z=0,35$ . Резултати показују значајну корелацију између интензитета ерозије и спроведених ПЕ радова, дајући основу за будуће управљање сливовима и дефинисање стратегије за контролу ерозије земљишта у сливу акумулације Ћелије.

**Кључне речи:** ерозија, нанос, противероциони радови

## SPATIAL-TEMPORAL ANALYSIS OF EROSION PROCESSES IN THE WATERSHED OF THE ĆELIJE RESERVOIR

**Abstract:** This paper analyzes the soil erosion status in the watershed of the “Ćelije” reservoir (Rasina River) over the period from 1968 to 2022, through three temporal cross-sections. The method of erosion potential was applied to determine the intensity of erosion and the production and transport of sediment in the watershed.

The Rasina River watershed, both in the immediate vicinity of the reservoir and upstream of it, was actively treated with anti-erosion engineering works from 1972 to 1990, as a measure to stop sedimentation and stabilize river courses.

The results of the erosion process research in the “Ćelije” reservoir watershed show a significant impact of the implemented anti-erosion works on the reduction of erosion intensity, sediment production, and transport, that is, the influx of sediment into the reservoir. The specific annual gross erosion was 1189.12  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{year}$  in 1968, while in 2022 it was 554.20  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ . The specific sediment transport was 547.18  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{year}$  in 1968 and 254.93  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{year}$  in 2022. Due to the change in the intensity of erosion processes, specific annual gross erosion was reduced by 634.92  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ , and specific sediment transport by 292.25  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ . The erosion coefficient was reduced from  $Z=0.62$  to  $Z=0.35$ . The results show a significant correlation between erosion intensity and the executed anti-erosion works, providing a basis for future watershed management and the development of an erosion control strategy for the Ćelije reservoir watershed.

**Keywords:** erosion, sediment, anti-erosion works

## УВОД

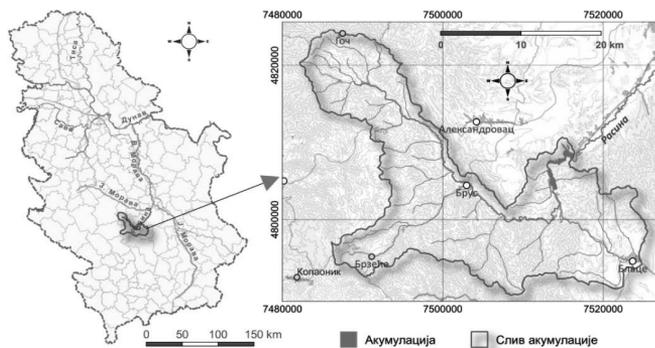
Ерозија земљишта је главни узрочник засипања акумулација наносом, што значи да и сам процес засипања зависи од бројних природних и антропогених чинилаца. Финални производ ерозије земљишта је нанос. Доспевањем наноса у акумулацију смањује се њена корисна запремина што није једини негативан ефекат. На тај начин у акумулацију доспевају и хемијски и биолошки загађивачи, што значајно утиче на квалитет воде. Треба имати у виду и финансијски аспект с обзиром да се у изградњу брана и акумулација улажу значајна средства. Угроженост акумулације наносом зависи од величине сливног подручја и интензитета ерозије (Kostadinov et al., 2008). Одрживо управљање акумулацијама је могуће једино уз управљање наносом, а један од начина је смањење ерозионе продукције на сливу, уз редукцију транспорта наноса у хидрографској мрежи (Morris, 2020). Процена ерозије земљишта и транспорта наноса у сливовима, у различитим временским и просторним скалама, у циљу заштите земљишта, као и водопривредних објеката попут брана је императив (Zeghmar et al., 2022; Efthimiou et al., 2016).

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

### Подручје истраживања

Акумулација „Ђелије“ се налази у Расинском округу и формирана је изградњом бране на реци Расини, десној притоци Западне Мораве (Слика 1). Представља стратешки део Расинско-поморавског регионалног система водоснабдевања, који обухвата низводни део тока Западне Мораве и узводни део тока Велике Мораве и Западноморавски регионални систем коришћења, уређења и заштите речних вода.

Акумулација „Ђелије“ је формирана у периоду од 1972. до 1983. године као део заштитних мера усмерених на спречавање поплава и доспевање наноса у највећу акумулацију у Србији – „Ђердап“. Брана је подигнута на граници Златарске клисуре и Расинске котлине на реци Расини и формирано је језеро „Ђелије“, које је добило назив по истоименом селу које лежи на обали данашње акумулације. Првобитна намена акумулације је промењена и започето је њено коришћење за водоснабдевање пијаћом водом. Званично је класификована као извориште воде за пиће, комуналне потребе и привреду, према Закону о коришћењу и заштити изворишта водоснабдевања. Пројектовани период рада је до 2030. године.



Слика 1 Подручје истраживања: слив акумулације Ђелије  
Figure 1 Study area: Watershed of the Celije resevoir

## Методологија

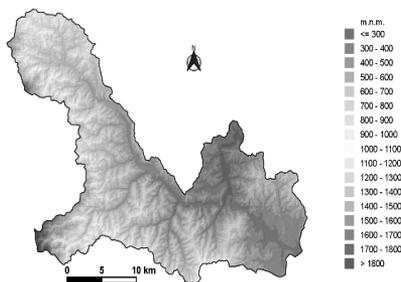
За одређивање интензитета ерозије примењена је метода потенцијала ерозије (Gavrilović, 1972), која је показала висок степен поузданости и дуге време се користи као стандардна метода за картирање ерозије за водoprивредне потребе (прорачуни засипања речних токова, каналске мреже и акумулација). До сада је том методом картирана цела територија Србије (за потребе израде Водoprивредне основе Србије) и значајни делови бивших југословенских република, као и друге државе у Европи и свету (Blinkov, 2014; Dragičević i sar., 2018, Тошић i sar., 2012; Milanesi et al. et al., 2015; Zegmar et al., 2022; Bezak et al., 2024). Метода је аналитичког типа и процедура израде карте ерозије обухвата обраду бројних подлога и израчунавања нумеричких показатеља. Прилагођена је ГИС окружењу (Zlatanović i sar., 2015). Основна величина којом се том методом класификује интензитет и категорија ерозије је коефицијент ерозије (Z). Параметри за одређивање коефицијента ерозије су топографске карактеристике, геолошке, педолошке, начин коришћења земљишта у сливу и степен угрожености слива ерозијом. Подаци о површинској заступљености ерозије, дефинисане наведеном методом, полазна су основа за прорачун продукције и транспорта наноса са сливног подручја (Gavrilović, 1972). Стање ерозије на подручју слива акумулације „Ђелије” посматрано је у три временска пресека:

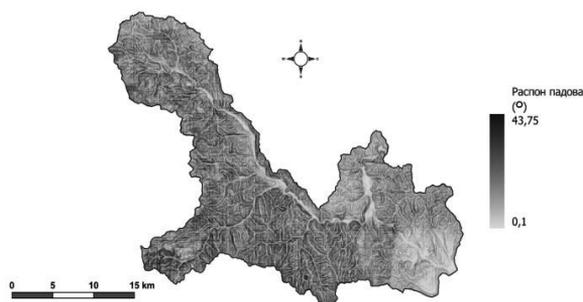
- Нулто стање ерозије - Стање ерозије 1968. године, пре извођења противерозионих радова, на основу расположиве техничке документације (Карта ерозије за слив Западне Мораве)
- За 2009. годину на основу Карте ерозије из Генералног пројекта уређења ерозионих и бујичних подручја у Србији VI фаза
- За 2022. годину, садашње стање.

## Карактеристике слива акумулације Ђелије

Река Расина дренира обронке планина Јастребац и Копаоник, које достижу надморску висину 1500 m, односно 1900 m. Површина слива узводно од бране износи 609,15 км<sup>2</sup>. Обим слива је 184,47 км. Дужина тока је 69,95 км а слива 49,39 км. Најнижа кота у сливу је 239 мнм на профилу бране, а највиша 1936 мнм. Просечна надморска висина у сливу је 695 мнм, док је средња висинска разлика 447 м. Средњи пад слива акумулације „Ђелије“ износи 34,65%. Хидрографска мрежа је разграната али неравномерно развијена. Десна страна слива је развијенија, са значајним притокама које су бујичног карактера са брзим надоласком бујичног таласа и дужим сушним периодима.

Анализа висинске поделе подручја слива акумулације Ђелије показује да се између 300 и 500 метара налази 23% површина, 58% површина налази између 500 и 1000 метара надморске висине а 18% је смештено изнад 1000 метара. Испод 300 метара је само 1%. Највиши су западни делови слива, а надморске висине опадају према главном току Расине.





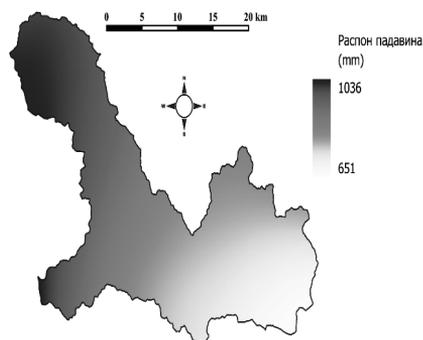
Слика 2 Карта висинске поделе и карта нагиба терена  
Figure 2 Hypsometric map and Slope map of the Study area

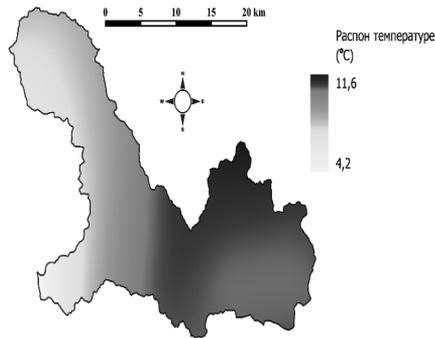
Доминантни су падови терена између 10-25 степени, који покривају 60% површине. Површине са падом под углом већим од 25 степени чине 11% (Слика 2).

У геолошкој грађи слива акумулације Ћелије највише су заступљене следеће геолошке творевине: палеозојски стенски комплекс (кристални шкриљци), мезозојски стенски комплекс (флиш), палеогени стенски комплекс, неогени стенски комплекс и кварталне наслаге. Према отпорности на ерозионе процесе стене су разврстане у 4 категорије: веома чврсте стене, условно чврсте стене, условно еродибилне стене и врло еродибилне. Условно чврсте стене су заступљене на 13.75%, условно еродибилне стене 38.27% и врло еродибилне 44.88, што значи да је више од 90% површине је потенцијално угрожено ерозијом.

У сливу доминирају типови земљишта слабије структуре. Најзаступљенији типови земљишта су еутрични камбисол (35 %), затим дистрични камбисол (12,8 %), ранкери еутрични (8,7 %), ранкери дистрични (6,6 %) и сирозем (7,5 %), док су остала земљишта заступљена на мањим површинама.

Низијски део терена слива реке Расине се одликује умерено-континенталном климом, док брдовито-планинско подручје слива има неуједначену надморску висину под утицајем континенталне климе. За потребе одређивања климатских карактеристика подручја слива акумулације Ћелије за период 1990-2022. године, коришћени су подаци са метеоролошких станица Крушевац, Брус, Блаце, Гоч, Копаоник и Јастребац. Просечна годишња количина падавина за све анализирани станице, износи око 850 mm. Средња годишња температура ваздуха за нижи део слива износи 12,4°C. За планински део слива, средња годишња температура је 4,2°C (Слика 3).



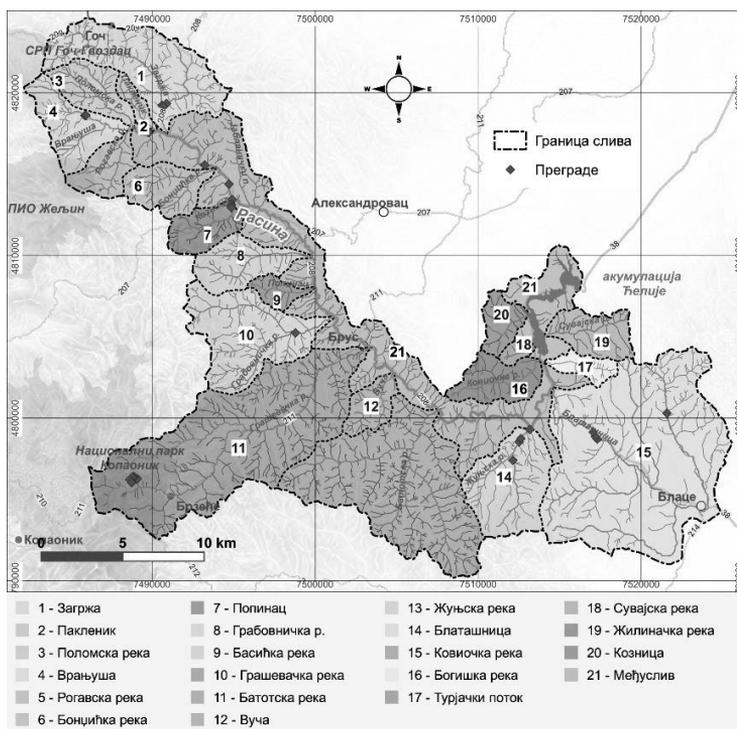


Слика 3 Карта просторног распореда падавина и температуре у сливу акумулације „Ћелије“  
 Figure 3 Map of the spatial distribution of precipitation and temperature in the watershed of the Celije resevoir

Антропогени чиниоци ерозије су дефинисани анализом социо-економских истраживања урађених на основу података из пописа становништва 1948-2022. године. Извршена је анализа промене броја становника и домаћинстава за период 1948-2022. године, као и броја становника према старости за 2022. годину за општине, односно, делове општина које припадају подручју истраживања: Крушевац (3 насеља), Брус (32 насеља), Блаце (11 насеља), Александровац (8 насеља) и Врњачка Бања (2 насеља). Анализа броја становника на подручју слива акумулације „Ћелије“ показује тенденцију смањења броја становника од педесетих година прошлог века до данас. Према попису из 2022. у насељима на територији слива број становника је смањен за 41% у односу на 1953. годину. Поред тога старосна структура је неповољна и највећи проценат становништва чине старији од 60 година. Број становника и број домаћинстава током периода 1948-2022. нису усклађени. Све до 2002. године броја домаћинстава је у порасту углавном услед уситњавања газдинстава.

### Изведени противерозиони радови у сливу

Слив реке Расине у непосредној зони акумулације, као и узводно од акумулације, активно је третиран противерозионим грађевинским радовима као мером за заустављање наноса и стабилизацију речних токова. Ови радови су пратили период изградње бране, а њихово извођење је настављено и након завршетка изградње бране и пуњења језера. Подаци о изведеним објектима прикупљени су највећим делом директно на терену. У периоду од 1972. па до 1990. године изграђено је преко тридесет депонијских преграда од бетона или од камена у цементном малтеру (Слика 4).



Слика 4 Карта подсливова са распоредом преграда у сливовима  
Figure 4 Sub-basin map map with existing check dams

Када су у питању биолошки радови, према расположивим подацима укупно је пошумљено 4.817,81 хектара, што чини 7,9% укупне површине слива (Табела 1).

Табела 1 Пошумљавање у сливу акумулације „Ђелије“ у периоду 1960-2023.  
Table 1 Afforestation works in the watershed of the Celije resevoir

Период	Пошумљавање (ha)	Извор
1960 - 1980	2.500,00	ДВП „Западна Морава“, Краљево
1976	150,00	ДВП „Западна Морава“, Краљево
1985 - 1986	150,00	ДВП „Западна Морава“, Краљево
1980 - 1998	1.221,32	Покрет горана Брус
2000 - 2008	400,00	Покрет горана Брус
2009 - 2020	260,50	Покрета горана Србије
2008-2012	59,26	ШГ Расина
2013-2021	66,40	ШГ Расина
2022	10,33	ШГ Расина
Укупно	4817,81	

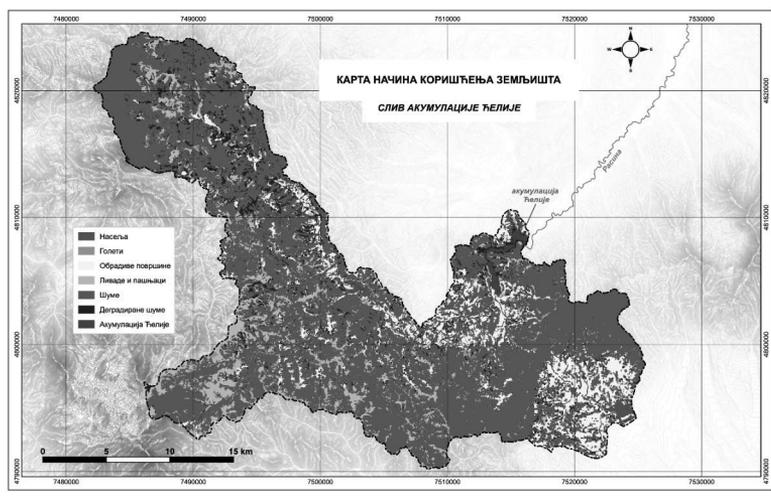
У периоду 1978-1998 организовано је вршена расподела семена трава локалном становништву ради подизања вештачких ливада у циљу спречавања ерозије земљишта. Затрављено је око 4.000 хектара, што представља 6,6% површине слива. После овог периода нема тачних података о затрављивању.

### Начин коришћења земљишта

Карта начина коришћења земљишта за 1968. годину је урађена на основу расположивих података и топографске карте 1:25.000, пре изградње бране и формирања акумулације. Издвојено је шест категорија: шуме, деградирани шуме, ливаде и пашњаци, обрадиво земљиште, голет и насеља. Према овој карти шуме су заузиле 33% слива. Ливаде и пашњаци су били заступљени на 27% површина. Обрадиво земљиште се простирало на 19% слива. Површине под деградираном шумом чиниле су скоро 16%. Насеља су чинила нешто више од 4% територије. Голети су заузиле 1% територије.

Структура површина у сливу 2009. године одређена је на основу Карте коришћења земљишта из Генералног пројекта уређења ерозионих и бујичних подручја у Србији – VI фаза (2009). Према овој карти издвојено је 7 целина: шуме, деградирани шуме, ливаде и пашњаци, обрадиво земљиште, воћњаци, голети и насеља. Највећи део територије слива је био под шумом, скоро 51%. Деградирани шуме покривају 5,7%, а ливаде и пашњаци 22,5%. Скоро 15% површина су пољопривредно земљиште, док су насеља на 4,7% територије слива. Голети су заступљене на мање од 1%

Карта коришћења земљишта за 2022. годину урађена је на основу теренских истраживања и доступних сателитских снимака (Слика 5). Према подацима са карте начина коришћења земљишта из 2022. године, 63,1% површине слива је под шумом. Највећим делом су то листопадне шуме (56%) док су четинарске заступљене на 5% површина. Деградирани шуме су на приближно 9%. Пашњаци и ливаде су распрострањени најчешће у брдским и брдско-планинским пределима средњег и горњег дела слива на скоро 11% површине слива. Обрадиво земљиште је на 13,8% и смештено је дуж реке Расине, али и на већим надморским висинама у насељима. Насеља заузимају 2,4%. На 0,3% територије су голети (Табела 2).



Слика 5 Карта начина коришћења земљишта из 2022. године  
Figure 5 Land use map from 2022

Табела 2 Начин коришћења земљишта у сливу акумулације „Ђелије“  
1968, 2009. и 2022. године  
Table 2 Land use in the watershed of the Celije resevoir in 1968, 2009 and 2022

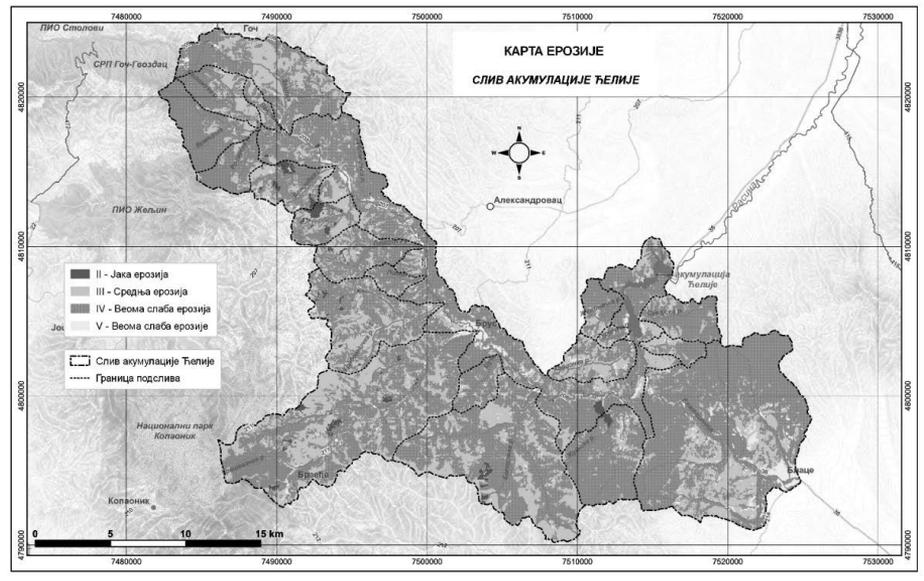
Година	1968		2009		2022	
Начин коришћења	Површина km <sup>2</sup>	%	Површина km <sup>2</sup>	%	Површина km <sup>2</sup>	%
шуме	201,35	33,05	309,59	50,82	384,19	63,07
голети	6,15	1,01	3,58	0,60	1,88	0,31
деградирана шума	97,25	15,96	34,74	5,70	54,55	8,96
ливаде и пашњаци	163,45	26,84	137,08	22,50	66,80	10,97
обрадиво земљиште	115,27	18,92	90,90	14,93	83,96	13,78
насеље	25,68	4,22	28,67	4,70	14,53	2,38
акумулација	-	-	4,59	0,75	3,25	0,53
Укупно	609,15	100	609,15	100	609,15	100

### Просторна расподела коефицијента ерозије, специфична годишња продукција и специфични транспорт наноса

Карта ерозије за слив Западне Мораве је урађена 1968 године, пре изградње бране и формирања акумулације Ђелије. Према овој карти, 9% површина у сливу је изузетно угрожено ерозијом. Заступљене су све категорије осим врло слабе ерозије. Јака ерозија обухвата 28,56% површине слива, док су средња и слаба ерозија заступљене на 31,42 односно 31,04% површине слива. Према средњем коефицијенту ерозије од 0,62 подручје слива је било захваћено интензивним ерозионим процесима, што значи да је у интензитет ерозије у сливу у 3. категорији.

На карти ерозије за слив акумулацији „Ђелије“, из 2009. године, површина захваћених процесом екцесивне ерозије нема. Јаком ерозијом је захваћено око 2,7%, док је средња ерозија на нешто мање од 33% површине слива. Слаба ерозија се јавља на приближно 59% површине, а веома слаба ерозија са око 4,5% покрива остали део територије слива. Вредност коефицијента ерозије износи 0,39, што значи да је интензитет ерозије у сливу у границама IV категорије (слаба ерозија).

Према карти ерозије у сливу за 2022. годину процеси екцесивне ерозије нису забележени. Јака ерозија се јавља на 0,5%, а средња ерозија на око 24% територије. Ерозија слабог интензитета се јавља практично на целом сливу, на око 69% површине. Врло слаба ерозија је на 7% површине, а вредност коефицијента ерозије за цео слив износи 0,35 па је интензитет ерозије у сливу у границама IV категорије (Слика 6).



Слика 6 Карта ерозије земљишта из 2022.године  
Figure 6 Soil erosion map 2022

Упоредни приказ заступљености различитих категорија ерозије обрађених у различитим периодима дат је у табели 3.

Табела 3 Стање ерозије у сливу акумулације „Ђелије“ 1968, 2009. и 2022. године  
Table 3 Erosion status in the watershed of the Celije resevoir in 1968, 2009 and 2022

Година	1968		2009		2022	
	Површина km <sup>2</sup>	%	Површина km <sup>2</sup>	%	Површина km <sup>2</sup>	%
I	54,74	8,99	-	-	-	-
II	173,96	28,56	16,29	2,67	3,26	0,54
III	190,81	31,32	199,85	32,81	145,09	23,82
IV	189,64	31,13	360,48	59,18	418,27	68,66
V	-	-	27,94	4,59	42,50	6,98
Укупно	609,15	100	609,15	100	609,15	100
Коефицијент ерозије Z	0,62		0,39		0,35	

Укупна годишња продукција наноса у 1968. години је износила нешто више од 724.000 m<sup>3</sup>/god, у 2009. години приближно 357.000 m<sup>3</sup>/god а у 2022. је скоро 338.000. Укупни годишњи пронос наноса у 1968. години је више од 333.000 m<sup>3</sup>/god, у 2009. години прко 164.000 m<sup>3</sup>/god, а у 2022. години износи нешто више од 155.000 m<sup>3</sup>/god (Табела 4).

Табела 4 Продукција и пронос наноса у сливу акумулације „Ђелије“ 1968-2022.  
Table 4 Annual gross erosion and sediment transport in the watershed  
of the Celije resevoir 1968-2022.

Година	Интензитет ерозије	Категорија	Коеф. ерозије	Спец.	Укупна	Спец.	Укупни
				годишња продукција наноса	годишња продукција наноса	годишњи пронос наноса	годишњи пронос наноса
				m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> god	m <sup>3</sup> /god	m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> god	m <sup>3</sup> /god
1968	Средња	III	0,62	1.189,12	724.352,45	547,00	333.202,13
2009	Слаба	IV	0,39	586,00	356.961,90	269,56	164.202,47
2022	Слаба	IV	0,35	554,20	337.590,93	254,93	155.291,83

## ДИСКУСИЈА

Поређењем стања ерозије у три временска пресека уочава се смањење интензитета ерозије у сливу акумулације Ђелије. Противерозионим радовима примењеним у сливовима акумулација измењена је структура начина коришћења земљишта, што је резултирало смањењем интензитета ерозије, продукције и транспорта наноса. На подручју слива акумулације „Ђелије“, у периоду истраживања, дошло је до значајних промена у погледу заступљености површина под шумом које сада покривају 63% територије слива. Степен шумовитости је повећан за 47,6%. Дошло је до смањења површина под ораницама, ливадама и пашњацима. Голети су заступљене у незнатном проценту а површине под деградираним шумом смањене за 44%.

Средњи коефицијент ерозије за подручје слива акумулације „Ђелије“ 1968. године је износио 0,62 (средња ерозија на граници са јаком ерозијом), 2009. године 0,39 (слаба ерозија) док је у 2022. години  $Z_{sr}=0,35$  (слаба ерозија).

Процеси ексцесивне ерозије 1968. године били су заступљени на скоро 9% територије слива, док 2009. и 2022. године у сливу не постоје површине под овом категоријом. Површине захваћене јаком ерозијом у 1968. години су биле заступљене са скоро 29% површина, док је њихово учешће у 2022. смањено на пола процента. Знатно је повећана површина под слабом ерозијом на рачун смањења површина под јачим категоријама и сада чини скоро 69% територије слива. Процеси средње ерозије су присутни на 24% територије слива.

У периоду истраживања, од 1968. до 2022. године продукција наноса у сливу акумулације „Ђелије“ је 2,15 пута мања. Значајније смањење је у периоду од 1968. до 2009. године, када су изведени противерозиони радови. Након 2009. године радови су извођени у знатно мањем обиму, па је и разлика у продукцији наноса у 2022. години знатно мања.

У периоду између 2009 и 2022. године на подручју неколико сливова изведени противерозионни радови су достигли свој максимални учинак (Козничка река, Жуњска река, Блаташница, Дурјачки поток, Жилиначка река), изостали су нови радови и дошло је до повећања интензитета ерозије због некомплетног система противерозионе заштите.

## ЗАКЉУЧАК

Rezultati istraživanja erozionih procesa na području sliva akumulacije „Ħelije“ pokazuju značajan uticaj izvedenih protiverozionih radova na smanjenje intenziteta erozije, produkcije i pronosa nanosa, odnosno, dosteavanja nanosa u akumulaciju, na osnovu poređenja stanja na području istraživanja kroz tri vremenska preseka.

Protiveroziorno uređenje uslovalo je promenu strukture površina na području istraživanja, koja se ogleda u povećanju površina pod шумом на рачун осталих категорија.

Примењени противерозииони радови утицали су на смањење интензитета ерозије израженог кроз коефицијент ерозије  $Z$ . На подручју слива акумулације „Ħелije“ током периода истраживања (1968-2022) стање ерозије је, од средње и скоро јаке ерозије сведено на слабу ерозију. Продукција и пронос наноса су 2 пута мањи на крају периода истраживања. Пројектовани период функционисања је био до 2030. године, али је захваљујући изведеним противерозиионим радовима продужен.

На подручју истраживања нису изведени сви предвиђени противерозииони радови и систем противерозиионе заштите је непотпун. Стање ерозије у сливу на крају периода истраживања је знатно побољшано, али показује тенденцију ка повећању интензитета ерозионих процеса. Примењени противерозииони радови и мере су достигли максимални заштитни ефекат и сада је неопходно надоградити систем противерозиионе заштите. Имајући у виду значај акумулација за водоснабдевање неопходно је наставити са применом противерозиионих радова и мера на подручју сливова, не само у циљу смањења количине наноса који доспева у акумулациони простор, него и у циљу спречавања механичког и хемијског загађења које утиче на квалитет воде.

### Литература

1. Bezak, N., Borrelli, P., Mikoš, M., Jemec Auffer, M., Panagos, P. (2024): Towards multi-model soil erosion modelling: An evaluation of the erosion potential method (EPM) for global soil erosion assessments, *Catena* 234 2024 107596, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107596>.
2. Blinkov, I. (2014): An approach for conversion of erosion data produced by EPM method in weight measure. In *Challenges: Sustainable Land Management-Climate Change*; Zlatic, M., Kostadinov, S., Eds.; Advance in Geoecology, Catena Verlag: Reiskirchen, Germany; Volume 43, pp. 109-119, ISBN 978-3-923381-61-6.
3. Gavrilović, S. (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji, *Časopis „Izgradnja“*, Specijalno izdanje, str. 1–292.
4. Gocić, M., Dragičević, S., Radivojević, A., Martić Bursać, N., Stričević, L., Đorđević, M. (2020): Changes in Soil Erosion Intensity Caused by Land Use and Demographic Changes in the Jablanica River Basin, *Serbia Agriculture 2020*, 10, 345. <https://doi.org/10.3390/agriculture10080345>.
5. Dragičević, N., Karleuša, B., Ozanić, N. (2018): Modification of Erosion Potential Method Using Climate and Land Cover Parameters, *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 2018, Vol 9, No. 1, pp. 1085-1105 <https://doi.org/10.1080/19475705.2018.1496483>.
6. Efthimiou, N.; Lykoudi, E.; Panagoulia, D.; Karavitis, C. (2016): Assessment of soil susceptibility to erosion using the EPM and RUSLE Models: The case of Venetikos River Catchment. *Glob. NEST J.* 2016, 18, 164–179.
7. Zlatanović N., Drobnjak A., Milovanović I., Puzović R. (2015): Application of open

- source GIS algorithms for erosion mapping, YUinfo conference, 21th Conference and Exhibition, 08.-11.03.2015., Kopaonik, Proceeding ISBN 978-86-85525-15-5, pp. 131-134.
8. Zeghmar, A., Marouf, N., Mokhtari, E. (2022): Assessment of soil erosion using the GIS-based erosion potential method in the Kebir Rhumel Watershed, Northeast Algeria, *Journal of Water and Land Development* 2022, No. 52 (I-III) pp. 133-144 <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.140383>.
  9. Kostadinov, S., Zlatić, M., Dragičević, S., Novković, I., Košanin, O., Borisavljević, A., Lakićević, M., Mladjan D. (2014): Anthropogenic influence on erosion intensity changes in the Rasina river watershed – central Serbia, *Fresenius Environmental Bulletin* 23(1): 1-10.
  10. Kostadinov, S., Milovanović I., Dragovic, N., Todosijevic M. (2010): Soil erosion in the drainage basin of the river Rasina upstream of the reservoir Celije, *International Scientific Conference Forest Ecosystems and climate changes*, Belgrade, 2010, *Proceedings Volume 1*, ISBN 978-86-80439-22-8, p 237-242.
  11. Kostadinov, S. (2008): *Bujični tokovi i erozija* (ISBN: 978-86-7229-147-5). Univerzitet u Beogradu Šumarski fakultet, str. 505.
  12. Milanese, L., Pilotti, M., Clerici, S., Gavrilovic, Z. (2015): Application of an improved version of the Erosion Potential Method in Alpine areas, *Italian Journal of Engineering Geology and Environment*, June 2015, <https://doi.org/10.4408/IJEGE.2015-01.O-02>.
  13. Milovanović, I., Čotrić, J., Stefanović, M. (2011): Analysis of the impact of applied antierosion works on reducing siltation in the reservoir „Celije“ *Forum Geografic S.C.G.P.M.*, pp. 849-855., 2011.
  14. Morris, G.L. (2020): Classification of Management Alternatives to Combat Reservoir Sedimentation *Water* 2020, 12, 861. <https://doi.org/10.3390/w12030861>
  15. Републички хидрометеоролошки завод Србије, 2022: PXM3 Србије, Метеоролошки годишњаџи, Кнеза Вишеслава 66, Београд, [https://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija\\_godisnjaci.php](https://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php)
  16. Републички завод за статистику – Књиге пописа (2022): Демографска статистика у Републици Србији, Београд, <https://popis2022.stat.gov.rs/sr-Latn>
  17. Стефановић, И. (2024): Ефекти противерозионих радова у сливном подручју акумулација Ћелије и Селова, докторска дисертација, Шумарски факултет Универзитет у Београду.
  18. Tošić, R., Dragičević, S., Lovrić, N. (2012): Assessment of soil erosion and sediment yield changes using erosion potential model-case study: Republic of Srpska (BiH). *Carpathian J. Earth Environ. Sci.* 2012, 7, pp. 147-154.

## СЛИВ ЛИКОДРЕ НАКОН ДЕЦЕНИЈЕ ПРОТИВЕРОЗИОНОГ УРЕЂИВАЊА ОД КАТАСТОРФАЛНИХ БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА 2014. ГОДИНЕ

мр Милета Милојевић дипл. инж. шум.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ЈВП „Србијаводе“

Извод: Слив реке Ликодре по својим хидрографским и геоморфолошким карактеристикама спада у бујичне сливове карактеристичне за брдску област Србије. Киша јаког и дуготрајног интензитета, од 12. до 15. маја 2014. на територији општине Крупањ проузроковала је велики површински отицај са појавом бујичних поплава, клизишта и тецишта на падинама на целом сливу реке Ликодре и знатно шире а такође, услед обилних падавина које су пале 05.06.2019. године, изазвале су енормне штете на и биле су непосредан повод за значајне радове за уређење бујица и заштиту од ерозије. Изведени технички противерозиони радови у претходних десет година су имали значајан позитиван утицај на смањење ризика од штета изазваних бујичним поплавама, али је такође остало још много да се уради пре свега у домену биолошких и биотехничких радова у сливу базираним на решењима блиским природи. Међутим, даље унапређење система заштите од поплава, у одређеним аспектима превазилази радове и мере из домена водопривреде и захтева пре свега интервенције путне привреде на саобраћајној инфраструктури и директно укључивање локалне самоуправе у смислу планског управљања простором природно предодређеним за велике воде са слива реке Ликодре.

**Кључне речи:** бујичне поплаве, ерозија, технички биотехнички и биолошки радови

### THE LIKODRA RIVER BASIN AFTER A DECADE OF EROSION CONTROL MANAGEMENT SINCE THE CATASTROPHIC TORRENTIAL FLOODS OF 2014

**Abstract:** The Likodra river basin, according to its hydrographic and geomorphological characteristics, belongs to the torrential basins characteristic of the mountainous region of Serbia. Heavy and long-lasting rain from May 12 to 15, 2014, in the territory of the municipality of Krupanj, caused a large surface runoff with flash floods, landslides and landslides on the slopes of the entire Likodra river basin and much wider, and also due to heavy rainfall that on fire 05.06.2019. year, caused enormous damage to and were the immediate reason for significant works for the arrangement of torrents and protection against erosion. The technical anti-erosion works carried out in the previous ten years had a significant positive impact on reducing the risk of damage caused by flash floods, but there is still much to be done, primarily in the field of biological and biotechnical works in the watershed based on green solutions. However, the further improvement of the flood protection system, in certain aspects, goes beyond the works and measures from the domain of water management and requires above all the interventions of the road industry on the traffic infrastructure and the direct involvement of local self-government in terms of planning management of the area naturally destined for large waters from the Likodra river basin.

**Keywords:** torrential floods, erosion, technical biotechnical and biological works

## УВОД

Чињеница, да се бујичне поплаве најчешће догађају повремено и локализовано те погађају мања подручја појединих бујичних сливова, најчешће доводи до занемаривања и минимализовања очекиваних проблема од стране локалних самоуправа и становништва, па се простор у зони утицаја бујица плански, али и стихијски приводи неадекватној намени са вером да се штета неће догодити баш њима, а неопходни радови и мере за уређење бујица се свде на интервенције и санације након претрпљене штете. До поплава долази на истим локацијама као и увек у прошлости, само што су људи са својим садржајима заузели угрожени простор природно предодређен за повремена плавлeња и због тога трпе штету.

Река Ликодра је лева притока реке Јадар и настаје спајањем Богоштице и Чађавице у месту Крупањ, одакле тече кроз Крупањско поље у дужини од око 3 km, а затим улази у клисуру након које низводно до ушћа протиче кроз алувијалну равницу. Површина слива је око 216 km<sup>2</sup>, а укупна дужина тока је око 34 km<sup>1</sup>. Ликодра је регулисана на две деонице, у насељу Крупањ и непосредно пре ушћа у Јадар.

Слив реке Ликодре по својим хидрографским и геоморфолошким карактеристикама може да се сврста у типичне сливове бујичних токова карактеристичне у брдским областима Србије. Предметно подручје карактерише разноликост геолошких формација, појава ерозионих процеса, одрона и клизишта, као и појава значајне количине крупног бујичног наноса услед недостатка техничких и биотехничких радова у кориту повремених и сталних токова као и изостанак биолошких радова у сливу. Предметно подручје обухвата горњи део сливног подручја реке Ликодре, односно подсливове притока Кржаве, Чађавице, Брштице и Богоштице. Хидрографска мрежа у сливовима ових токова је доста разграната, са низом повремених и сталних токова. Имајући у виду карактеристике сливова у овом подручју, као последица после сваког великог пљуска, или наглог топљења снега долази до стварања бујичних поплавних таласа. Пропусна моћ неких делова корита реке Ликодре и њених притока, заузета разним садржајима није довољна да пропусти ове протицаје, без пратећих штета. Најзначајније штете се односе на путну и комуналну инфраструктуру, стамбене, пословне и административне објекте због њихове позиције у простору за велику воду реке Ликодре и њених притока тј. непосредно уз корито бујичних токова и јаруга. Подслив реке Богоштице се истиче по угрожености појавом бујичних таласа услед наглог топљења снега са Соколских планина, скоро сваког пролећа, након чега су уочљиви трагови крупног наноса у кориту њених притока, док су најзначајније штете ипак само повремене у најнизводнијем делу, при ушћу у Ликодру, где је смештена најзначајнија инфраструктура и објекти урбаног језгра.

Климатске одлике и остали природни чиниоци, који могу бити узрок штета од бујичних поплава и ерозије су позната и изучена ствар, па ће овај рад више пажње поклонити људском утицају на бујичне и ерозионе процесе и доприносе за настанак ризика и штете од бујица и ерозије приликом поплава у мају 2014 године, као и мере и радове за санирање штете и превенцију будућих штета.

## ОСВРТ НА ИСТОРИЈАТ ПРОТИВЕРОЗИОНИХ РАДОВА У СЛИВУ ЛИКОДРЕ НА ТЕРИТОРИЈИ КРУПЊА

Поплава из 1957. године, била је непосредан повод да се приступи регулационим радовима реке Ликодре у Крупњу и притокама од којих настаје. У наредним годинама је изграђен насип дуж десне обале реке Ликодре, који се завршавао код моста на путу за село Липеновић. На узводном крају насип је повезан са десним насипом Богоштице. Насип је изведен од материјала из ископа корита, ширине у круни 2 m, висине око 2 m и ширином форланда од око 25 m. На овој деоници је изведено и 6 кратких напера, у циљу формирања стабилне регулационе линије. Ликодра је регулисана и непосредно узводно од ушћа у Јадар, на дужини преко 2km. У истом периоду спроведени су обимни биолошки и биотехнички радови у сливу Ликодре у које спада и пошумљавање црним бором спроведено на значајним површинама под надзором инжењера, а радове су изводили власници и корисници парцела. Радови на регулацији Богоштице су започели 1947. године, када је изведена регулација корита на дужини од око 300 m и пропратни насипи висине око 2 m и ширине у круни 2 m, а 1959. године су изведени биолошко-технички радови у сливу. Радови на регулацији су настављени у каснијем периоду, па је седамдесетих година прошлог века Богоштица регулисана у дужини од око 880 m (од споја са Чађавицом до Спортског центра), где је корито обложено каменом у цементном малтеру. Регулисано корито Богоштице има две карактеристичне деонице, низводну са једногубим и узводну са двогубим коритом и обостраним насипима. На реци се налази неколико мостова са мањом пропусном моћи од остатка корита, али захваљујући повременим изливањима из неуређеног дела корита у средњем делу тока и плављењем претежно пољопривредних површина и локалног пута који се протеже уз реку Богоштицу, све до бујичне поплаве 2019. године, није било озбиљнијег угрожавања ужег градског језгра. Кржава је лева притока Богоштице у коју се улива код парка у центру Крупња. Ток кроз насеље је регулисан, са различитим типовима објеката на три потеза:

- корито целокупно обложено каменом у цементном малтеру на дужини од 170 m са обостраним насипима,
- само обложене косине каменом у цементном малтеру на дужини од око 190 m, - делимично обложене косине каменом у цементном малтеру на приближној дужини од 120 m.

Лева саставница Ликодре у Крупњу је Чађавица. Прва регулација Чађавице је изведена 1958. године, а каснијих година приступило се додатним регулацијама и реконструкцији насипа. Корито је једногубо без форланда. На регулисаној деоници изведене су 3 каскаде висине 0,8 m. Постоји неколико карактеристичних деоница дуж Чађавице:

- најнизводнија деоница са обостраним насипима у дужини од око 500 m,
- деоница без насипа приближне дужине 200 m са деснообалном обалоутврдом,
- деоница са регулисаним коритом и обостраним насипима на дужини од око 600 m.

Услед каснијег начина газдовања у сливу Ликодре од 1990-их година, прекомерне сече шуме, и изостанка извођења противерозионих радова дошло је до деградације површина под заштитном шумом и појаве екстремних ерозионих процеса. Трошкови санирања

последица изискују знатно веће трошкове од средстава која су потребна за спровођење мера и радова превентивне заштите у овој области.

Генерални пројекат противерозионог уређења бујичних и ерозионих подручја у Србији који је реализован током петогодишњег истраживања показао је да су штете од бујичних поплава највише погодиле подручја на којима је изведен симболичан обим противерозионих радова. У питању су подручја са индустријском инфраструктуром, високим степеном насељености и урбанизованости, као и важном саобраћајном инфраструктуром, смештена у непосредну зону утицаја бујица и ерозије у долинама које су управо простор за велике воде бујичних токова. Утврђено је, да иако је обим противерозионих радова процентуално растао током задњих година, још увек далеко испод потребног обима. Поплаве које се дешавају задњих година су реалан показатељ недовољности до сада изведених радова. Локације и обим изведених радова указују да је претежно реч о радовима које је могуће сврстати у „хитне интервенције“, а не у плански и систематски изведене радове. (‘‘Генерални пројекат уређења слива реке Јадар у циљу заштите од ерозије и бујичних поплава’’, Институт за водопривреду’’Јарослав Черни’’, Београд, 2006. год.)

Следећи конкретан повод за повећање обима израде потребне техничке документације и обима радова је управо катастрофална бујична поплава у мају 2014. године.

## **БУЈИЧНА ПОПЛАВА НА СЛИВУ ЛИКОДРЕ У МАЈУ 2014. ГОДИНЕ**

Киша јаког и дуготрајног интензитета, која је трајала три дана, од 12. до 15. маја 2014. на територији општине Крупањ проузроковала је велики површински отицај са појавом бујичних поплава, клизишта и тецишта на падинама. Бујице су однеле и два људска живота. Активност бујица као најзначајнији процес који се десило услед вишедневних киша великог интензитета, уско је повезана и са процесом јаружања, као и са процесом клижења терена и одроњавања стенских маса у непосредној зони поточних и речних корита.

Клизишта су формирана у делувијуму и распаднутој и испуцалој зони шкриљаца и кластита. У садејству, ове појаве су довеле до измене морфологије терена, где су земљане масе са брда премештене у долине, реке су измениле своје токове, проузрокована је велика штета на водним и осталим објектима, путној и комуналној инфраструктури (оштећене су деонице путева, срушени мостови или прелази, оштећени су објекти водовода, срушени су стубови електричне и телекомуникационе мреже) која је условљена њиховом позицијом непосредно уз корито бујичних токова и јаруга. Поред наведене штете, уништени су усеви на мањим површинама, а у насеља и на пољопривредне површине је нанета велика количина наноса, укључујући муљ, грање, дрвеће, шут и други различит отпад. На сликама бр.1 и 2. су приказани упоредно за исте површине (састав река Чађавице и Богоштице и најуже градско језгро) ортофото снимци на којима је приказ стања пре и после бујичне поплаве са уништеним делом насипа.



Слика 1. лево приказује стање 2013. г. пре бујичних поплава;  
Figure 1. Left: The picture shows the state in 2013, before the torrential floods;

Слика 2. десно (Pleiades) ортофото, снимљен након поплава 21.05.2024;  
Figure 2. Right: The image (Pleiades) is an orthophoto taken after the floods on May 21, 2024.

У градско језгро Крупња су доспеле велике количине наноса дебљине наслага по 2 и више метара на појединим местима. Такође, услед стања корита које је веома брзо засуто наносом долазило је до изливања воде и муља, плављења, оштећивања и рушења оближњих кућа дуж деоница токова и наношења наноса на саобраћајнице и одношења истих. На сликама бр.3 и 4. су приказани упоредно за исте површине (долина реке Ликодре на излазу из Крупња према Завлаци) ортофото и сателитски снимци на којима је приказ стања пре и после бујичне поплаве са уништеним и наносом засутим претежно пољопривредним површина као и новонасталим коритом реке.



Слика 3. лево ортофото, приказује стање 2013. г. у долини Ликодре пре бујичних поплава;  
Figure 3. Left: the orthophoto shows the state of the Likodra Valley in 2013, prior to the torrential floods;

Слика 4. десно (Pleiades) ортофото исте површине, снимљен након поплава 21.05.2024.  
Figure 4. Right: A Pleiades orthophoto of the same area, captured after the floods on May 21, 2024.

У самом седишту општине Крупањ поплављено је више од 50% територије града и објеката. Срушено је 27 стамбених објеката у целости, око 40 објеката није адекватно за становање, а оштећено је више објеката у граду и приградским насељима. Пропусти испод мостова, нарочито оних са мањом пропусном моћи у односу на остатак корита су такође представљали критичне тачке, где је долазило до задржавања веће количине грања, шибља и разног отпада, стварања препрека, зачепљења и изливања бујица и наношења штете околним зградама и саобраћајницама. Обзиром на свој положај у уским долинама уз бујичне токове екстремне штете су претрпели и локални и некатегорисани путеви ка селима и засеоцима у горњим деловима слива Ликодре. Државни путеви из правца Шапца, Лознице и Љубовије су били у потпуном прекиду због плавлјења, оштећења мостова или клизишта на путу па је општина Крупањ данима била у блокади. Тек 17. маја након санације је постао проходан пут преко Завлаке. По престанку падавина постало је недвосмислено јасно да су сва корита, чак и уређених река и потока претрпела значајне промене, пре свега у смислу ерозије у зони корита за велику воду и пропусне моћи, која је остала довољна тек толико да се вода са слива оцеди, и дефинитивно недовољна да прими воде од било каквих нових падавина, имајући у виду, енормне количине лако покретљивог доспелог наноса из горњих делова слива. На слици бр.5. је фотографија сликана са магистралног пута, долине реке Ликодре на излазу из Крупања према Завлаци измештеним коритом, уништеним и наносом засутим претежно пољопривредним површина као и новонасталим коритом реке.



Слика 5. 21.5.2014. год. долина Ликодре након бујичних поплава засута наносом;  
Figure 5. May 21, 2014: The Likodra Valley covered with sediment after the torrential floods.

На сликама бр.6. и 7. су приказани упоредно за исте површине (долина реке Чађавице са стањем на претежно десној обали) ортофото и сателитски снимци стања пре и после бујичне поплаве са измештеним коритом, уништеним кућама и деловима падина под шумом са покрнутим одронима и клизиштима.



Слика 6. лево ортофото приказује стање 2013. г. у долини Чађавице пре бујичних поплава

Figure 6. Left: Orthophoto showing the state of the Čađavica Valley in 2013, prior to the torrential floods

Слика 7. десно (Pleiades) ортофото исте површине, снимљен након поплава 21.05.2024.

Figure 7. Right: (Pleiades) Orthophoto of the same area, taken after the floods on May 21, 2024.

Слика 8. приказује исти локалитет реке Чађавице сликан са локалног пута са оштећењима корита реке, пута и стамбених објеката који се очигледно налазе у кориту за велику воду.



Слика 8. деоница реке Чађавице са оштећењима корита реке, пута и стамбених објеката

Figure 8. Section of the Čađavica River with damages to the riverbed, road, and residential buildings.

Слике 9. и 10 приказују оштећене објекте у кориту за велику воду реке Чађавице.



*Слика 9. Оштећење објекта на обали реке Чађавице  
Figure 9. Damage to a structure on the bank of the Čađavica River.*

Основни предуслов за формирање бујица у овом терену су геолошка грађа, неповољни инжењерско геолошки услови стенских маса и морфолошки услови терена. Иако се сливно подручје реке Ликодре узводно од насеља Крупањ карактерише релативно добром пошумљеношћу, услед великих нагиба падина, релативно плитког педолошког слоја и слабо отпорне геолошке подлоге, као и недостатка техничких и биотехничких радова у кориту притока, новонастало стање у сливу је директно утицало на повећање површинског отицања и продукцију наноса и проноса бујичног наноса који доспева до зоне градског насеља Крупањ, па је примена хитних противерозионих мера и радова постала преко потреба због очекиване појаве бујица великих размера на овом подручју.



*Слика 10. Оштећење објекта на обали реке Чађавице са активираним клизиштем у залеђу  
Figure 10. Damage to a structure on the bank of the Čađavica River with a landslide activated in the background.*

Локални некатегорисани путеви (шумски и пољски) представљају велики и недовољно третиран проблем. Налазећи се непосредно уз корито бујичних токова и јаруга, често усечени у ножице стрмих падина, неприродно преузимају улогу речних корита прикупљајући површински и потповршински отицај са падина, преусмеравајући га и концентришући иницирају настанак нових бразди, јаруга, клизишта и одрона, стварајући нова ерозиона жаришта.



Слика 11. Типично оштећење локалних путева уз обалу реке Чађавице какво се може уочити на већини уских речних долина у сливу Ликодре  
 Figure 11. Typical damage to local roads along the banks of the Čađavica River; commonly observed in most narrow river valleys within the Likodra River basin.

У следећој табели се наводе износи штете у општини Крупањ, према процени Комисије за утврђивање штете од елементарних непогода. Такође је дат број корисника и износ исплаћене државне помоћи до 23. јануара 2015. године, према подацима Канцеларије за помоћ и обнову поплавлених подручја.

Табела 1. Штета од поплава и клизишта у општини Крупањ  
 Table 1. Damage from floods and landslides in the municipality of Krupaň.

Штета	Количина	Износ (РСД)
Индивидуални стамбени објекти	333	295.800.000
Водовод		17.181.250
Канализација		6.255.000
Клизишта		793.800.000
Локални путеви		575.500.000
Мостови / пропуссти	26	96.600.000
Привредни објекти	2	125.494.389
Опрема у привреди		2.100.000
Пољоприведно земљиште и производња		322.231.280
Штета на речним коритима		115.000.000
<b>УКУПНА ШТЕТА</b>		<b>2.349.961.919</b>
<b>ИСПЛАЋЕНА ДРЖАВНА ПОМОЋ</b>	<b>304</b>	<b>64.534.937</b>

## РАДОВИ НА УРЕЂЕЊУ И ЗАШТИТИ ОД БУЈИЦА И ЕРОЗИЈЕ ОД 2014. - 2024. ГОДИНЕ

Осим хитних санационих радова за отклањање штета на постојећим регулацијама, осталим заштитним водним и инфраструктурним објектима остали радови су захтевали пре свега обезбеђење значајних финансијских средстава која нису планирана буџетом и усклађивање законских оквира за управљање у ванредним ситуацијама, као и хитну израду техничке документације, почев од Експертизе са концепцијом решења, Идејно решење и осталу техничку документацију потребну за извођење радова у речним коритима и сливу у циљу унапређења заштите од бујичних поплава града Крупања и појаве ерозионих процеса у сливу реке Ликодре.

19. јула 2014. године на снагу је ступио Закон о отклањању последица поплава у Републици Србији (Службени гласник РС, 75/2014 од 21.07.2014.) са роком важења од једне године од дана ступања на снагу (22.07.2014.). 17. јула 2015. године на снагу је ступио Закон о измени Закона о отклањању последица поплава у Републици Србији (Службени гласник РС, 64/2015 од 20.07.2015.) којим је рок важења продужен до 31. децембра 2015. године. Овим законом уређује се отклањање последица поплава, односно активирања клизишта на подручју погођеном поплавама у Републици Србији, које су наступиле у мају 2014. године. Отклањање последица на подручју погођеном поплавама врши се у складу с програмима које доноси Влада, на предлог Канцеларије за помоћ и обнову поплавлених подручја. Програмима помоћи и обнове подручја погођеног поплавама (државни програм обнове) утврђују се мере и критеријуми за пружање помоћи, односно критеријуми, мере и поступак за обнову и санирање последица поплава по појединим областима и на одређеној територији.

Влада Републике Србије је донела Уредбу о утврђивању Државног програма обнове оштећених водних објеката за уређење водотока, водних објеката за заштиту од поплава, ерозије и бујица и водних објеката за одводњавање (Службени гласник РС, 86/2014 и 103/2014). Државни програм обнове односи се на обнову оштећених водних објеката који су наведени у извештајима јавних водопривредних предузећа о стању и штетама на водним објектима. У овој Уредби, прелиминарно је утврђено да је на територији јединица локалне самоуправе у надлежности:

- ЈВП “Србијаводе” дошло до оштећења облоге регулисаног корита са урушавањем обале у дужини од 105 km, пробоја и оштећења насипа у дужини од 95 km, пробоја насипа са урушавањем обала у дужини од 77,5 km, засутости и оштећења обале регулисаног/нерегулисаног корита на дужини од 88,5 km, засутости простора за пријем поплавног таласа и оштећења на 7 црпних станица различитог обима;
- ЈВП “Воде Војводине” дошло до оштећења: насипа у дужини 2,13 km, круне насипа у дужини 26,57 km, локалитета и опреме на две црпне станице, обале у дужини од 4,96 km, насипа на четири локалитета, канала у дужини од 1,2 km и оштећења на 3 помоћна и једном објекту чуварнице;
- ЈВП “Београдводе” дошло до пробоја и оштећења насипа у дужини од 2,03 km, до засутости и оштећења обале регулисаног корита у дужини од 0,40 km круне и до оштећења на 5 црпних станица различитог обима.

Овом Уредбом је утврђено да је ради обнове оштећених водних објеката, потребно предузети:

- хитне интервенције - привремено затварање пробоја насипа и критичних оштећења на водним објектима за уређење водотока, водним објектима за заштиту од поплава, ерозије и бујица и водним објектима за одводњавање са израдом потребне документације;

- хитне радове на санацији водних објеката за уређење водотока, водних објеката за заштиту од поплава, ерозије и бујица и водних објеката за одводњавање са израдом потребне документације.

У Уредби се наводе локација и опис оштећења објеката, опис и трошкови потребних радова, по водоточима и општинама. Прелиминарно је утврђено да је за спровођење овог програма потребно 3.146.952.822 РСД (ЈВП «Србијаводе» - 1.687.054.359 РСД, ЈВП “Воде Војводине” - 400.330.857 РСД; ЈВП “Београдводе” - 1.059.567.606 РСД). Изменом Уредбе утврђено је да су потребна средства за ЈВП «Србијаводе» нешто већа и да износе 2.007.163.075 РСД.

Потребна финансијска средства за спровођење овог програма су обезбеђена у складу са Законом о отклањању последица поплава у Републици Србији (из буџета Републике Србије, аутономне покрајине или јединица локалне самоуправе, донација, прилога и поклона, примања од задуживања, примања од продаје финансијске имовине, финансијске помоћи Европске уније, средстава јавних предузећа и других облика организовања чији је оснивач Република Србија, аутономна покрајина, односно јединица локалне самоуправе и других извора у складу са законом), а инвеститор обнове оштећених водних објеката је Република Србија.

Концепција наведеног Идејног решења за заштиту од бујица и смањење продукције и проноса наноса у сливу реке Ликодре узводно од градског насеља Крупањ је рађена у складу са законом и тековинама добре инжењерске бујичарске праксе у Србији и обухватила је потребне радове и мере за интегрисано уређење слива:

- Техничке радове - израду бујичних преграда на 19 локација у кориту сталних токова.
- Биотехничке радове - израду плетера на 47 локација у кориту повремених и сталних токова
- Биолошке радове у сливу - пошумљавање и затрављивање које обухвата зону од 631 ha

Технички радови се могу и морају реализовати у кратком временском периоду (период важења грађевинске дозволе), али та заштита је локалног карактера. Технички радови су приоритетни пре свега у циљу управљања наносом у речној мрежи и спречавања ерозије речних корита.

Максималан ефекат примена мера и радова заштите од ерозије на дужи временски период постиже се континуираним систематским радом, односно применом административних мера, техничких радова у речним коритима, биотехничких и биолошких радова у сливу, као и њиховим одржавањем.

У оквир техничких радова, уврштена израду бујичних преграда и прагова, као и санација корита у зони мостова и пропуста.

У циљу заштите градског насеља у општини Крупањ предвиђено је укупно 19 локација за извођење противерозионих радова у кориту бујица (Табела 2) што би био први и најзначајнији корак интегралног уређења горњег дела слива реке Ликодре и директно у функцији заштите градског језгра од бујичних таласа.

Табела 2. Списак профила са координатама на којима су предвиђени технички радови  
Table 2. List of profiles with coordinates where technical works are planned.

Водоток	Ознака профила	Објекат	X	Y
Гавриновац	M1	Преграда од бетона	7366659	4913490
Коловачки п.	M2	Преграда од бетона	7366261	4913586
Кржава	M3	Преграда од бетона	7366179	4913289

Водоток	Ознака профила	Објекат	X	Y
Змајевац	M4	Преграда од бетона	7366451	4915553
	M19	Преграда од бетона	7365583	4916015
Вага	M18	Преграда од бетона	7365428	4916043
Мала р.	M5	Преграда од бетона	7366601	4914893
Мала р.	M6	Праг од бетона	7366775	4915138
Дурисавац	M7	Преграда од бетона	7367174	4915990
Вучин п.	M16	Преграда од бетона	7367496	4917902
Р. Брштица	M17	Преграда од бетона	7367624	4918041
Богоштица	M8/1	Преграда од бетона	7373354	4910004
	M8/2	Консолидациони појас од бетона		
Крива р.	M9	Праг од бетона	7373380	4909973
Шумећи п.	M10	Преграда од бетона	7372519	4911966
П. Секулић	M11/1	Геобруг	7371431	4912207
	M11/2	Преграда од бетона		
П. Скакавац	M12	Преграда од бетона	7371428	4912737
Радановица	M13/1	Праг од бетона	7369693	4913788
Голубовац	M13/2	Праг од бетона		
Голубовац	M14	Праг од бетона	7369849	4913833
П. Стакић	M15	Преграда од бетона	7370721	4913391

## Биотехнички радови

На сливном подручју реке Ликодре уочено је више десетина мањих водотокова (стални и повремени токови; јаруге; суводолине), који у периодима појаве интензивних падавина, наглим отапањем снега или коинциденцијом ових појава примају велике количине воде са великим количинама наноса.

Израда плетера, поготово у систему, делује на заустављање ерозионог материјала, односно, формирање заплава који има мањи пад од првобитног нагиба дна јаруге (или повремених водотока). Заустављени материјал, у коме има доста хранљивих материја (ерозиони продукти), веома брзо обраста аутохтоном вегетацијом, чиме започиње процес трајне стабилизације. Сваки подигнути плетер са својим заплавом делује стабилизујуће и на косине.

Формирање плетерских конструкција на мрежи повремених токова и јаруга на притокама реке Ликодре, допринеће значајном смањењу ерозионог материјала у кориту реке Ликодре и њених притока првог реда. Поред тога биће значајно смањења брзина концентрације поплавних вода. Плетери су грађевине од коља и прућа. Ови материјали се углавном могу наћи у непосредној близини локације извођења радова. Изградња плетера је врло једноставна и релативно брза. То су добре стране плетера, од мана је њихова краткотрајност, која доста ограничава њихову примену. Трајност плетера износи максимум 5 година. У кориту повремених токова и јаругама, предлаже се коришћење система двоструких плетера, користе се у серијама, са корисном висином до 1m. Двоструки плетери се примењују тамо где је неопходно да плетер буде са већом висином (обично у јаругама) и где је деловање воде много јаче. Укупно је предвиђено 47 локација за израду двоструких плетера за слив реке Ликодре (Табела 3).

Табела 3. Списак локација предвиђених биотехничких радова у сливу Ликодра  
 Table 3. List of Locations Planned for Biotechnical Works in the Likodra Watershed

Слив	Локација	X	Y
Чађавица	pl 1	7369293	4916521
	pl 2	7369044	4917135
	pl 3	7368951	4917040
	pl 4	7368965	4917270
	pl 5	7368457	4917327
	pl 6	7367826	4917757
	pl 7	7367660	4917764
	pl 8	7367749	4918036
	pl 9	7368449	4915761
	pl 10	7367989	4915690
	pl 11	7367913	4915638
	pl 12	7366948	4916359
	pl 13	7365932	4916811
	pl 14	7366353	4915467
	pl 15	7366090	4915622
	pl 16	7365907	4915893
	pl 17	7365674	4915848
	pl 18	7365367	4916373
	pl 19	7365197	4916519
	pl 20	7365136	4916570
	pl 21	7364437	4916726
	pl 22	7364393	4916894
	pl 23	7364216	4917005
	pl 24	7364088	4917085
	pl 25	7364895	4915857
	pl 26	7363491	4915964
	pl 27	7363270	4916104
	pl 28	7363105	4916146
	pl 29	7362739	4916225
	pl 30	7363205	4915087
	pl 31	7363088	4914830
	pl 32	7362505	4914842
	pl 33	7362290	4914764
	pl 34	7362281	4914854
	pl 35	7362392	4914983
	pl 36	7363891	4914461
	pl 37	7363849	4914098
	pl 38	7363921	4913734

Кржава	pl 39	7364207	4913342
	pl 40	7364271	4913186
	pl 41	7364352	4913065
	pl 42	7366168	4913171
Богоштица	pl 43	7372039	4912342
	pl 44	7372166	4912308
	pl 45	7372884	4911709
	pl 46	7373687	4911228
	pl 47	7373730	4910891

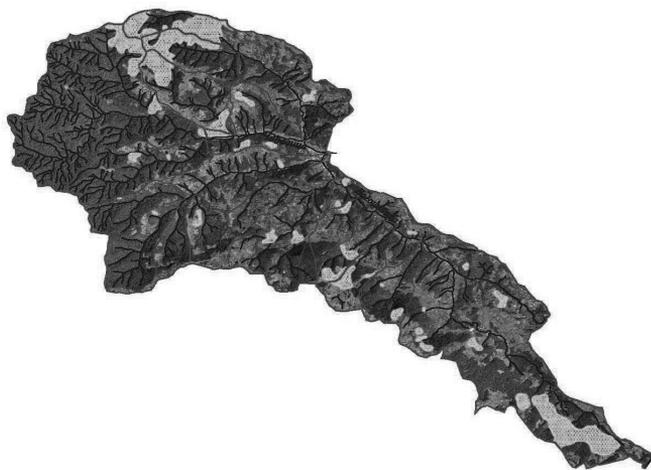
### Биолошки радови

Вредновање оствареног степена заштите полази од констатације да је угрожена падина мање подложна деструктивном дејству ерозионих процеса уколико се успостави биолошка заштита. Заштитна улога вегетације се састоји у покривању земљишта надземним деловима који непосредно примају на себе удар кишних капи, као иницијалну фазу плувијалне ерозије. У оквиру биолошких радова предвиђено је пошумљавање и затрављивање које обухвата зону од 631 ha. Положај предвиђених зона биолошких радова приказан је на слици 1 у наставку текста.

Пошумљавање има два основна циља, а то су формирање економске или заштитне шуме, при чему се првенствено мисли на заштиту земљишта од ерозије.

Добро развијен травни покривач представља ефикасну баријеру како настанку тако и ширењу ерозионих процеса, при чему се значајно повећава противерозиона отпорност земљишта.

Затрављивање еродираних терена често се користи и као мера која претходи пошумљавању, јер се тек с пошумљавањем добија трајна заштита еродираних терена, њихова физичка и биолошка обнова.



Слика 12. Зоне биолошких радова  
Figure 12. Biological works zones

## Административне мере

Административне мере су предложене на основу тада акутног закона тј. одредби члана 61 Закона о водама Републике Србије (Сл. гласник РС 30/2010, 93/2012), према коме, Скупштина општине доноси решење о проглашењу ерозионих подручја на територији општине. На територији ерозионих подручја уводе се административне мере и обавезе противерозионог газдовања земљиштем, односно забране коришћења земљишта на начин који интензивирају ерозионе процесе. Поступак је следећи:

- Доноси се решење о проглашењу ерозионих подручја на територији општине;
- На подручјима која су проглашена за ерозиона заводе се опште противерозионе мере;
- За ерозиона подручја се израђују детаљни пројекти и приоритети радова;
- На ерозионим подручјима за које се утврди да је то неопходно осим општих мера дефинишу се и мере које је у обавези да спроводи власник и корисник земљишта;
- Општина је дужна да дефинише мере контроле;
- Надзор над спровођењем противерозионих мера врши надлежна служба општине, односно стручна организација којој се повери тај задатак;
- На основу сагледавања ефеката предузетих мера утврђује се поштравање или ублажавање мера на парцелама;
- Контролу над спровођењем ових мера врши Република Србија.

Одмах по проглашењу ерозионих подручја примењује се скуп општих административних противерозионих забрана и мера које власници и корисници спроводе у дело.

За шумске површине које се налазе на ерозионом подручју налаже се корисницима да ускладе основе газдовања шумама са захтевима противерозионог газдовања шумом и да о предузетим мерама обавесте надлежну службу општине.

Ерозиона подручја рудничких и индустријских депонија, пепелишта и јаловишта противерозионо уређује корисник тих површина.

Опште административне противерозионе мере које се примењују одмах и спроводе их у дело власници су следеће:

- Забрана кресања лисника (за сточну храну)
- Забрана гајења окопавина на стрмим њивама (кукуруз и слично)
- Забрана орања по нагибу земљишта
- Забрана чисте сече шума на нагнутим теренима
- Забрана испаше на деградираним пашњацима
- Обавеза орања по изохипси (контури)
- Обавеза претварања деградираних њива у ливаде
- Обавеза мелиорација деградираних пашњака
- Обавеза пошумљавања голети
- Обавеза конверзије једногодишњих култура у вишегодишње на деградираним површинама
- Обавеза противерозионог газдовања земљиштем
- Обавеза противерозионог газдовања шумама

У складу са Законом о водама једино проглашење ерозионих подручја омогућава прописивање и спровођење административних противерозионих мера, наметање обавезе противерозионог газдовања на ерозионим подручјима и извођење пројектованих

биолошких и биотехничких противерозионих радова без обзира на власништво над земљиштем. План за проглашење ерозионих подручја и пратећа одлука важе за период од шест година, након чега се морају ажурирати. У време поплава у мају 2014. већина локалних самоуправа угрожених поплавама није имала ажурну одлуку и План, па је биолошке и биотехничке радове у пракси било могуће извести само на оним површинама у јавној својим на којима се од корисника могла прибавити сагласност. У Крупњу до 2016. године није било изводиво спровести пројектоване биолошке и биотехничке радове, делом због недостатка ажурног Плана и Одлуке за проглашење ерозионих подручја, а делом због обима приоритетних техничких радова и санације постојећих водних објеката.

Изменама Закона о водама 2016. и 2018. године, Законодавац са намером да растерети локалне самоуправе, обавезе доношења Плана за проглашење ерозионих подручја за територију општине, преноси на надлежно Министарство и Владу за које је потребно израдити карту ерозије и карту ерозионих подручја, на основу којих ће локалне самоуправе резултате уврштавати у своју планску документацију. На основу Закона о водама («Сл. гласник РС», бр. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 и 95/2018 - др. закон), одредбе члана 61. којим се регулише одређивање ерозионог подручја гласе:

*Министар, министар надлежан за послове пољопривреде, министар надлежан за послове шума, министар надлежан за послове заштите животне средине и за природне ресурсе утврђују:*

- 1) критеријуме за одређивање ерозионог подручја;*
- 2) методологију за израду карте ерозије за територију Републике Србије.*

*Министарство, министарство надлежно за послове пољопривреде, министарство надлежно за послове шума и министарство надлежно за послове заштите животне средине и природне ресурсе израђују карту ерозије за територију Републике Србије.*

*Влада, на предлог Министарства, министарства надлежног за послове пољопривреде, министарства надлежног за послове шума и министарства надлежног за послове заштите животне средине и природне ресурсе, одређује ерозионо подручје, његове границе и услове за коришћење ерозионог подручја.*

*Границе ерозионог подручја уносе се у план управљања водама, план управљања ризицима од поплава, програм развоја шумарства, план развоја шумског подручја, пољопривредне основе и у просторне (просторни план јединице локалне самоуправе, просторни план подручја посебне намене и регионални просторни план) и урбанистичке планове (план генералне регулације, генерални урбанистички план и план детаљне регулације).*

*Министарство, министарство надлежно за послове пољопривреде, министарство надлежно за послове шума и министарство надлежно за послове заштите животне средине и природне ресурсе врше преиспитивање карте ерозије за територију Републике Србије по истеку шест година од дана њене израде, а новелирање по истеку десет година од дана њене израде.*

*Јединица локалне самоуправе је дужна да, за потребе новелирања плана управљања водама, евидентира све појаве и радове који могу да утичу на промену стања ерозије и бујица и да податке о томе доставља јавном водопривредном предузећу једном годишње.*

Из наведених законских основа може да се закључи да ће потпуна примена законом предвиђених решења, која су у овом случају неопходна за извођење пројектованих биолошких и биотехничких противерозионих радова и спровођење мера, свуда где је то

потребно, а не само где је то могуће због имовинско правних односа, бити могућа тек након израде нове Карте ерозије Србије ( обавеза Републике Србије ) и Плана издвајања ерозионих подручја ( обавеза Локалних самоуправа у сливу реке Ликодре), и њихове имплементације у одговарајућу планску документацију.

Због наведених околности, као и ситуације на терену, приступило се изради техничке документације за извођење приоритетних техничких радова (бујичне преграде, регулације речних корита, обалоутврде), да би стање постигнуто рашчишћавањем терена и санацијом постојећих водних објеката остало функционално и обезбедило смањење транспорта наноса из бујичних притока у градске регулисане делове и његово задржавање у горњим деловима слива и консолидацију корита у зонама клизишта и одрона. Базне депонијске и консолидационе бујичне преграде као зачетак бујичних система су изграђене на већини притока Кржаве и Чађавице обзиром да су оне претрпеле највећу штету и да су у њиховим сливовима и коритима продукване и транспортоване највеће количине наноса. На реци Брштици је хитно очишћено и делом регулисано корито у зони пута за Столице док је одлагана изградња бујичних преграда због тешкоћа у решавању имовинско правних односа. Обзиром да је током мајске поплаве 2014. године бујични талас реке Богоштице нанео мање штете радови нису били приоритетни и свели су се на рашчишћавање терена од наноса из клизишта и одрона дуж десне обале тока и поправке постојеће регулације.

2016. и 2017. године је на територији Крупња приоритет био на изградњи бујичних преграда и уређења корита на Костајничкој реци и притокама које су угрожавале јаловиште, као и санацији самог јаловишта рудника антимона „Столице“. При уређењу јаловишта, за његово прекривање је у великој мери коришћен пре свега нанос из заплава приоритетно изграђене депонијске бујичне преграде на Малој реци, чиме је заправо постигнут двоструки ефекат наменским коришћењем очишћеног наноса.

Табела 4. Списак профила са координатама изграђених бујичних преграда до 2019. на сливу Ликодре

Table 4. List of profiles with coordinates of check dams built by 2019 in the Likodra watershed

Слив	Водоток	Ознака профила	Објект	X (m)	Y (m)
Чађавиц	Змајевац	M19	Преграда од камена у бетону	7 365 898	4 916
	Урловац	-	Преграда од камена у бетону	7 365 410	4 916
	Вага	-	Преграда од камена у бетону	7 364 942	4 916
	Дурисавац	M7	Преграда од камена у бетону	7 367 274	4 915
	Мала река	M6	Преграда од бетона	7 366 753	4 915
Кржав	Коловачки 1	M2	Преграда од камена у бетону	7 366 198	4 913
	Коловачки 2	-	Преграда од камена у бетону	7 366 001	4 913
	Гавриновац	M1	Преграда од камена у бетону	7 366 665	4 913
	Кржав	M3	Преграда од бетона	7 366 195	4 913

Радовима у кориту и сливу реке Богоштице приступило се након бујичне поплаве у јуну 2019. године, која је овог пута највише погодила локално њен слив док су остали подсливови реке Ликодре претрпели мање штете делом због мањег интензитета падавина, делом захваљујући већ изведеним противерозионим радовима. Услед обилних падавина које су пале 05.06.2019. године ( за 45 минута на територији Крупња пало је по извештају штаба за вандредне ситуације 78 mm/m2). Услед тога дошло је наглог пораста нивоа река Чађавице, Богоштице, Кржаве, Брштице и Ликодре. Ниво воде је за врло

кратко време прешао ниво за проглашење вандредне одбране од поплава ( критеријум за проглашавање вандредне одбране- ниво 1м испод круне насипа на Ликодри уз даљи пораст). У небрањеном подручју дошло је до изливања река Ликодре низводно од Крупња у селима Красава, Ликодра и Брезовице, Богоштице узводно од регулисаног корита, реке Брштице у „Жабљем“ насељу узводно од регулисаног дела и бујичног потока Језава, који није у оперативном плану, на изласку из Крупња. Дошло је плављења око 50-так кућа, локалних путева, основне школе и осталих инфраструктурних објеката. За радове су на основу уредбе Владе Републике Србије у оквиру Државног програма обнове, обезбеђена средства и урађена техничка документација за следеће објекте и деонице:

- Наставак регулације реке Богоштице од краја садашње регулације до моста на локалном путу Крупањ-Богоштица ( 900 m);
- Израда бујичне преграде од камена у цементном малтеру корисне висине 3,50м на Шумећком потоку;
- Израда бујичне преграде од камена у цементном малтеру корисне висине 4,00м на потоку Секулић;
- Израда бујичне преграде од камена у цементном малтеру корисне висине 3,00м на потоку Секулић(Крстић);
- Израда бујичне преграде од камена у цементном малтеру корисне висине 3,50м на Стакића потоку;
- Израда два бујична прага од камена у цементном малтеру корисне висине 1,20м на потоку Голубовац;
- Израда бујичне преграде од камена у цементном малтеру корисне висине 2,50м на потоку Скакавац;
- Санације оштећења корита и обала (4 локалитета) и радови на обезбеђењу протицајног профила низводно од насеља на реци Ликодри, санација и осигурање оштећеног насипа у зони насеља (600 m).

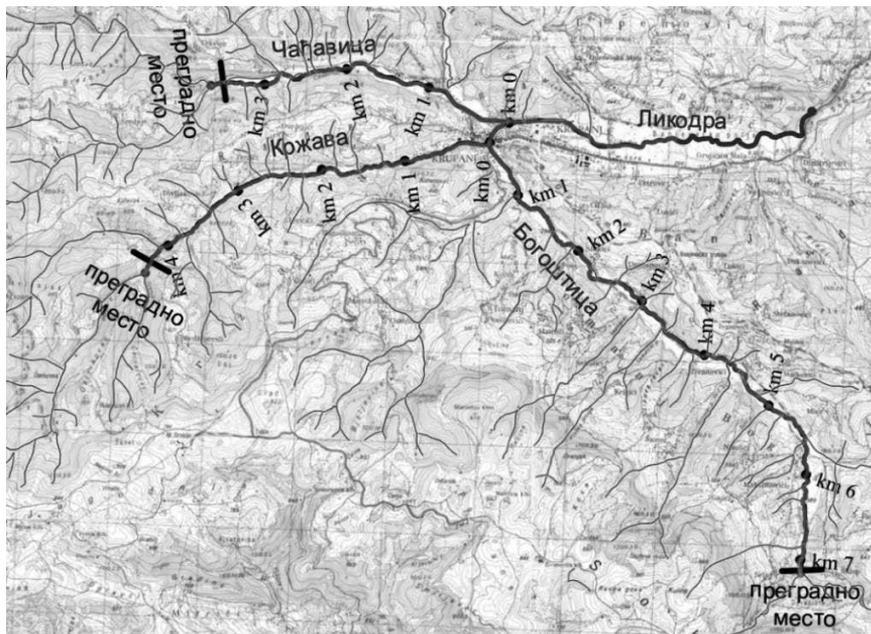
Након извођења пројектованих објеката на притокама Богоштице, укупно је на притокама у сливу Ликодре изграђено 17 бујичних преграда.

Експертиза поплавних догађаја у јуну 2019. године за подручја општина Крупањ, Лучани и Трстеник и града Краљева која је урађена у Институту за водопривреду „Јарослав Черни“ АД, дала је свеобухватно сагледавање проблема суштинске предлоге концепције уређења сливова, извела најнеопходније хидролошке и хидрауличке анализе за сливове пре свега Богоштице, Кржаве и Чађавице. У оквиру ове Експертизе разматране су потенцијалне локације за израду чеоних ретензија на рекама Богоштици, Чађавици и Кржави. Анализирани су ефекти ретензија на редукцију пика поплавног таласа, вероватноће појаве Q1%. Преградна места су изабрана тако да брана и ретензија не угрожавају постојеће објекте, и да се налазе што низводније како би се контролисао већи део слива. На слици 12. је приказана ситуација са положајем изабраних потенцијалних преградних места.

На Богоштици се потенцијално преградно место налази на споју Криве реке и Сиговца, на око 7,1 km узводно од споја Богоштице и Чађавице. Површина слива која би се контролисала овом ретензијом износи 7,2 km<sup>2</sup> или око 17% укупног слива Богоштице.

Потенцијално преградно место на Чађавици је позиционирано непосредно низводно од споја Мале реке и Змајевца, на око 3,5 km узводно од споја Богоштице и Чађавице. Површина слива која би се контролисала овом ретензијом износи 17,6 km<sup>2</sup> или око 50% укупног слива Чађавице.

За реку Кржаву, потенцијално преградно место се налази на око 4 km узводно од ушћа у Богоштицу, низводно од споја Ђурђевод потока и Дреника. Овом ретензијом би се контролисало 4,3 km<sup>2</sup> слива или око 35% укупног слива Кржаве.



Слика 13. Потенцијални положаји преградних места за ретензионе бране  
Figure 13. Potential locations for retention dams

На основу спроведених анализа може се констатовати следеће:

- Анализирана ретензија на реци Богоштици, низводно од ушћа Голубовца (~ km 1+000) нема утицаја на редукцију поплавног таласа вероватноће појаве Q1%. Утицај ретензије на деоницу тока од ушћа Голубовца до ушћа Кржаве, где се иди да поплавни талас са узводног краја Богоштице (преградног профила) долази након проласка пика поплавног таласа Q1% низводно од Голубовца. Ретензија би имала ефекат на деоници од бране до ушћа Шумећког потока (дужина око 3 km).
- Предвиђеном ретензијом на реци Кржави, целом деоницом од преградног места до ушћа у Богоштицу, остварује се ефекат смањења пика поплавног таласа вероватноће појаве Q1% око 30%. Прорачунати трансформисани поплавни талас вероватноће појаве Q1%, низводно од ретензије је већи од постојећег капацитета корита Кржаве.
- Изградњом ретензије на реци Чађавици, на делу тока од преградног места до ушћа Брштице, смањује се пик поплавног таласа Q1% за око 100 m<sup>3</sup>/s или око 70%, односно око 90 m<sup>3</sup>/s или око (50%) низводно од ушћа Брштице до Ликодре. Иако ретензија на Чађавици има значајан ефекат на смањење пика поплавног таласа, талас велике воде Q1% је већи од капацитета основног корита, нарочито на делу водотока низводно од ушћа Брштице.
- Предвиђеном изградњом три ретензије на рекама Богоштици, Кржави и Чађавици, на реци Ликодри смањује се пик поплавног таласа за око 80 m<sup>3</sup>/s или око 30%. Поред ефекта смањења пика таласа велике воде Q1% на реци Ликодри, трансформисани

поплавни талас је већи од капацитета основног корита.

Са продужењем хидролошких низова, вредности великих вода су знатно увећане у односу на период када се изводила регулација корита Богоштице, Чађавице и Кржаве у Крупњу. Пример је река Чађавица, чије корито је димензионисано на велику воду  $Q1\% = 45 \text{ m}^3/\text{s}$  (Главни пројекат за уређење бујичног тока реке Чађавице, 1975), а у садашњим прорачунима тај проток износи  $Q1\% = 144,3 \text{ m}^3/\text{s}$  узводно од Брштице, односно  $Q1\% = 168,8 \text{ m}^3/\text{s}$  низводно од Брштице.

Имајући у виду промењене хидролошке услове у Експертизи из 2019. године извршена је оцена постојећег степена заштите дуж анализираних водотока према којој, постојећа корита Ликодре, Чађавице, Богоштице и Кржаве могу да прихвате највише велику воду повратног периода  $Q10\%$ .

Већина мостова својим габаритом улази у протицајни профил Богоштице, Чађавице и Кржаве, чиме смањују протицајни профил и пропусну моћ корита. На примеру реке Богоштице може да се јасно види неповољан утицај мостова и прелаза, где су на уређеној деоници изграђена 4 друмска и 2 пешачка моста као и једна каскада. Непосредно уз корито Богоштице на нерегулисном делу се налази пут Крупањ – Богоштица, који на неколико места пресеца корито реке. Такође је изграђен одређен број мостова који са главног пута воде до домаћинстава и пољопривредних површина. Укупно се на нерегулисаном делу тока налази 13 мостова. Примери су дати на сликама 13. и 14.



Слика 14. Мост на Богоштици са недовољном пропусном моћи  
*Figure 14. Bridge on Bogoshtica with insufficient flow capacity*



Слика 15. Прелаз на неуређеном делу Богоштице са недовољном пропусном моћи који је изазвао изливање и ерозију корита  
 Figure 15. Crossing on the Unregulated Part of Bogoshtica with Insufficient Flow Capacity, Which Caused Flooding and Erosion of the Riverbed

Хидрауличким прорачунима у Експертизи, извршена је провера пропусне моћи основног корита река Ликодре, Чађавице, Богоштице и Кржаве. На наведеним водотоцима се налази велики број мостова, који својим габаритом улазе у основно корито, чиме смањују протицајни профил и пропусну моћ. Да би се утврдио утицај ових објеката, урађени су и прорачуни капацитета корита без ових објеката. Прорачуни су урађени за профиле које су дефинисани у хидролошком делу Експертизе. Резултати прорачуна су приказани у табели 5.

Табела 5. Капацитет основног корита Ликодре, Чађавице, Богоштице и Кржаве, са и без остова  
 Table 5. Capacity of the Main Riverbed of Likodra, Čađavica, Bogoshtica, and Kržava, with and without the Islets

Водоток	Деоница	Капацитет основног корита (m <sup>3</sup> /s)	
		са мостовима	без мостова
Чађавица	узводно од регулисане деонице Чађавице	нема мостова	30
Чађавица	регулисано корито Чађавице узводно од Брштице	30	40
Чађавица	регулисано корито Чађавице низводно од Брштице	25	40
Кржава	узводно од Коловачког потока	20	25
Кржава	од Коловачког потока до узводног краја регулисаног корита Кржаве	10-15	25

Кржава	регулисано корито Кржаве	15-20	25
Богоштица	узводно од Шумећког потока	25	30
Богоштица	од Шумећког потока до Голубовца	25	30
Богоштица	до Голубовца до узводног краја регулисаног корита Богоштица	25	30
Богоштица	регулисано корито Богоштице узводно од ушћа Кржаве	35	45
Богоштица	регулисано корито Богоштице низводно од ушћа Кржаве	50	80
Ликодра	од споја Чађавице и Богоштице до моста у улици Добри Поток	40-50	-
Ликодра	низводно од моста у улици Добри Поток	40-50	-

## ЗАКЉУЧАК

У претходних десет година су у Сливу Ликодре као и на остатку територије општине Крупањ изведени значајни радови у области водопривреде из бујичарског домена који су пре свега остварили значајан утицај на задржавање ерозионог наноса из горњих делова сливова бујичних водотока на којима су изграђене бујичне преграде. Значајно је смањено доспевање наноса у регулисане делове тока и њихово засипање у насељима. Извршен је позитиван утицај на консолидацију корита у зонама највећих одрона, клизишта и вододерина. Изграђене бујичне преграде су делом позитивно утицале и на ретензирање бујичних таласа.

Радови на уређењима корита и надвишење обала дали су позитиван ефекат на заштиту садржаја од изливања из корита уз регулисане делове токова свих притока Ликодре. Обзиром на велико заузеће простора за велику воду објектима и путном и комуналном инфраструктуром нарочито уз реке Кржаву и Чађавицу, није било простора за ширење и повећавање капацитета за пријем поплавних таласа. Може се констатовати да постојећи мостови на Богоштици, Чађавици и Кржави представљају препреку течењу и смањују пропусну моћ. Утицај мостова на смањење протицајног капацитета је најочљивији на регулисаним деоницама наведених водотока, где је пропусна моћ регулисаног корита редукована за 20-40%. Са тим у вези, сматрам да даљи радови на уређењу тј. регулисању корита притока Ликодре кроз насељене делове Крупања повећавањем степена заштите или продужавањем постојећих регулација не могу имати позитиван ефекат док путна привреда не изведе свој део посла. Наиме, све мостове са недовољном пропусним капацитетом је потребно реконструисати јер они представљају критичне тачке и управо представљају места изливања. До тада се мора наставити са техничким, биотехничким и биолошким противерозионим радовима у сливу Ликодре и изградњом ретензија у циљу ретензирања вода од падавина у сливу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Генерални пројекат уређења слива реке Јадар у циљу заштите од ерозије и бујичних поплава, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, 2006.
2. Експертиза: Бујичних поплава и ерозионих појава са предлогом концепције хитних радова у горњем делу слива реке Ликодре, Крупањ, 2015. година, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“.
3. Експертиза поплавних догађаја у јуну 2019. године за подручја општина Крупањ, Лучани и Трстеник и града Краљева, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“.
4. Елаборат хитних радова на смањењу ефеката засипања и обезбеђењу пропусне моћи реке Чађавице, Богоштице и Кржаве - изградња депонијско-консолидационих преграда на потоку Вага, Змајевац и Коловачки поток, 2017. година, ЈВП „Србијаводе“;
5. Елаборат хитних санационих радова на левој обали реке Јадар у насељу Завлака на дужини око 250м са санацијом оштећења леве обале реке Ликодре у насељеном месту Ликодра у дужини од 300м, 2017. година, ЈВП „Србијаводе“.
6. Елаборат санационих радова на поправци оштећења регулационих грађевина, обезбеђења стабилности обала са обезбеђењем пропусне моћи корита водотока, 2015. година, ЈВП „Србијаводе“;
7. Елаборат санације обалоутврде регулисаних корита реке Кржаве (у дужини од 50 m), реке Богоштице (у дужини од 450 m) и реке Чађавице (у дужини од 1500 m) у Крупњу, Водопривредно предузеће ”Србијаводе”, 2013.
8. Стратегија управљања водама на територији Републике Србије, Институт за водопривреду ”Јарослав Черни”, 2015.
9. Извештај о обиласку терена после мајских поплава 2014. године, Крупањ 12.06.2014. године, Институт за водопривреду «Јарослав Черни», Београд
10. Извештај - мишљење о могућим непосредним и трајним мерама за санацију штете узроковане бујицама у горњем делу слива реке Ликодре на територији општине Крупањ, Институт за водопривреду «Јарослав Черни», Београд, 2014.
11. Експертиза поплавног догађаја у 2014. години са концепцијом техничког решења хитних радова на заштити од великих вода Јадра и Корените, Институт за водопривреду “Јарослав Черни”, Београд, 2014.
12. ЗАКОН О ВОДАМА («Сл. гласник РС», бр. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 и 95/2018 - др. закон)

## МЕРЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА У УСЛОВИМА ПРОМЕНЕ КЛИМЕ SOIL CONSERVATION MEASURES IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Милица Глоговац\*, Мирјана Тодосијевић\*, Снежана Белановић Симић\*, Предраг  
Миљковић\*, Катарина Лазаревић\*

\*Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Извод: Земљиште, као круцијалан природни ресурс, данас је у великој мери деградиран и уништен. Дејством агресивних климатских промена, првенствено падавина и температура, тај процес је интензивирао и перманентан. Главни задатак је прилагодити се таквим условима применом конзервационих мера, које ће ублажити климатске промене, очувати ресурс и обезбедити економску корист. Уз повећање свести о климатским променама и важности очувања земљишног ресурса, могуће је обезбедити одрживост и човека и ресурса.

**Кључне речи:** климатске промене, земљиште, конзервација

**Abstract:** Soil, as a crucial natural resource, is currently significantly degraded and destroyed. The impact of aggressive climate changes, primarily precipitation and temperature, has intensified and perpetuated this process. The main task is to adapt to such conditions by applying conservation measures that will mitigate climate changes, preserve the resource, and ensure economic benefits. By increasing awareness of climate change and the importance of preserving soil resources, we ensure the sustainability of both humans and resources.

**Keywords:** climate change, soil, conservation

### УВОД

Земљиште је комплексни, динамички систем и необновљив природни ресурс. Дефинише се као: 1) горњи слој земљине коре, образован од минералних честица, органских материја, воде, ваздуха и живих организама (European Commission, 2006); или 2) тродимензионално природно-историјско тело, површински растресити слој земљине коре настао заједничким утицајем елемената атмосфере, биосфере и хидросфере на површински слој литосфере, који је стекао ново квалитативно својство – плодност, по којем се разликује од мртвих стена у осталим деловима литосфере (Кнежевић и Кошанин, 2007). Плодност је својство земљишта које омогућава оптималан раст биљака и високе приносе. Као динамички систем, квалитет земљишта, односно његова физичка, хемијска и биолошка својства, мењају се временом под утицајем фактора средине и антропогеног деловања. Земљиште представља један од најзначајнијих ресурса за опстанак људског друштва, а његова продуктивност игра виталну улогу у том контексту.

Деградација земљишта се дефинише као „промена статуса здравља земљишта која доводи до смањене способности екосистема да обезбеди добра и услуге за своје кориснике” (FAO, 2020), тј. представља губитак стварне или потенцијалне продуктивности, вредности земљишта (Lal, 1997). Деградација земљишта је процес нарушавања квалитета и функција земљишта, а настаје природним путем или људском активношћу, или због непредузимања мера у циљу спречавања штетних последица. Деградација земљишта

има директан утицај на становништво и ресурсе. Деградацијом земљишта, његова плодност се смањује, што може утицати на производњу и довести до недостатка хране. Порастом светске популације, расте и притисак на земљиште. Нагли пораст популације, са 1 милијарде (1800. година) на процењених 9,7 милијарди, колико се очекује 2050. године (<https://ourworldindata.org/>), захтева да се према земљишту понашамо одговорно, како би осигурали развој и опстанак будућих генерација.

Kadović, et al. (2016), наводи да су најчешћи природни процеси који значајно доприносе развоју процеса деградације земљишта суша, аридизација и опустивавање. Интензивна пољопривредна производња доводи постепено до исцрпљивања и деградације земљишта при чему климатски фактори имају велики утицај на његову плодност.

Климатске промене се односе на дугорочне измене у климатским условима на Земљи, које доводе до загревања атмосфере, океана и копнених површина. Ове промене нарушавају равнотежу постојећих екосистема који одржавају живот и биодиверзитет, а такође имају негативан утицај на здравље људи. Климатске промене узрокују и екстремне временске непогоде као што су интензивније и учесталије поплаве, торнада, топлотни таласи и суше, као и пораст нивоа мора и ерозије обалних подручја услед загревања океана, топљења глечера и губитака ледног покривача. У извештају Међувладиног панела о климатским променама (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) из 2012. године истиче се да је повећана учесталост катастрофалних појава попут поплава, суша и пожара директно повезана са климатским променама. Извештај наглашава све већи ризик који ове појаве представљају за човечанство (IPCC, 2012). Климатске промене угрожавају животну средину, и интензивирају већ постојеће проблеме деградације и ерозије земљишта, чинећи неопходним усвајање конзервационих мера. Ове мере не само да штите земљиште од ерозије, већ побољшавају задржавање воде и обогаћују земљиште органским материјама, што доприноси дугорочној одрживости пољопривредне производње у условима климатских промена.

Истраживање је спроведено применом методе анализе и синтезе доступне литературе. Обухватило је преглед и анализу релевантних научних радова, чланака и публикација из области деградације земљишта и климатских промена, с циљем да се идентификују кључни концепти, теорије, трендови и резултати претходних истраживања. Прикупљени подаци су анализирани квалитативно како би се добио преглед тренутног стања истраживања и могућности за будућа истраживања. Овај приступ је пажљиво одабран како би пружио целовито разумевање развоја стратегија и пракси у одговору на бројне изазове климатских промена и деградације земљишта.

## ЕРОЗИЈА И КОНЗЕРВАЦИЈА ЗЕМЉИШТА

Деградација земљишта представља процес нарушавања квалитета и функција земљишта који настаје природним путем, људском активношћу или је последица непредузимања мера за спречавање штетних последица. Главни процеси који су повезани са губитком и деградацијом земљишта су еолска и водна ерозија, затим погоршање физичких, хемијских, биолошких или економских својстава земљишта као и дугорочних губитака природне вегетације. Деградација земљишта се огледа у опадању једне или више функција земљишта или смањеном способношћу земљишта да обезбеди економска добра

и услуге екосистема (Lal, 2010; Dragović, Vulević, 2020). Неки од облика деградације земљишта су: ерозија, губитак плодности, салинитет, ацидификација, смањење садржаја земљишног органског угљеника и збијање. Они могу бити убрзани прекомерним коришћењем земљишта и неодговарајућим пољопривредним праксама (van Lynden et al., 1998; Кадовић и сар., 2016). Деградација земљишта може бити: физичка, хемијска и биолошка.

Приближно једна трећина земљишта на планети је деградирана. У многим земљама, интензивна ратарска производња је толико исцрпила земљиште да је будућа производња угрожена. Здрава земљишта су од суштинског значаја за развој одрживих система за производњу усева који могу да се одупру ефектима климатских промена (<https://www.fao.org/conservation-agriculture/>).

Земљиште је крхки природни ресурс. Формирање земљишта је спор процес, и у зависности од специфичних фактора, који може да траје стотинама до хиљаду година. Управо то га и чини условно необновљивим ресурсом, од изузетне важности. Горњи слој земљишта, најближи површини, садржи есенцијалне хранљиве материје неопходне за раст усева, али је истовремено подложен ерозији. Под појмом ерозије се подразумевају све промене на површинском слоју земљишног рељефа, које могу настати као последица деловања кише, снега, мраза, температурних разлика, ветра и текућих вода, или услед деловања антропогених чинилаца (Gavrilović, 1972). Продукти ерозионих процеса доспевају у хидрографску мрежу и транспортују се у виду суспендованог и вученог наноса. Ерозија као природни процес, на планети је заступљена и распрострањена по читавом свету. Представља велики и озбиљан проблем, нарочито у јужном делу Европе (Медитеран, Балканско полуострво и подручје око Црног мора) (Тодосијевић, 2012). Контрола ерозије земљишта је од суштинског значаја за одрживо коришћење и очување продуктивности земљишта, пошто је природни процес обнављања изгубљеног земљишта (формирања новог слоја) веома спор.

Ерозија земљишта смањује његову плодност, што негативно утиче на приносе усева. Такође, ерозија узрокује транспорт ерозионог материјала из слива у водотокове, што може довести до таложења наноса и смањења протока потока и река, што повећава ризик од поплава. Након појаве ерозије, повећава се вероватноћа њеног поновног јављања. Земљиште еродира брже него што се формира, чиме постаје неприступачно за пољопривреду. Овај проблем је проблем глобалне природе.

Конзервација земљишта представља систем који спречава губитак обрадивог земљишта и истовремено регенерише деградирано земљиште. Овај приступ подстиче одржавање трајног земљишног покривача, минимално оштећење земљишта и диверзификацију биљних врста. Такође, побољшава биодиверзитет и природне биолошке процесе изнад и испод површине земље, што доприноси ефикаснијем коришћењу воде и хранљивих материја, као и одрживој производњи усева. Конзервација земљишта захтева 20-50% мање радне снаге и на тај начин доприноси смањењу емисије гасова стаклене баште кроз смањене енергетске уласке и побољшану ефикасност употребе хранљивих материја (<https://www.fao.org/conservation-agriculture/>). Истовремено, стабилизује и штити земљиште од ерозије и губитка угљеника у атмосфери. Принципи конзервације земљишта су универзално применљиви на све пољопривредне облике и употребу земљишта, са

праксама које су локално прилагођене. Организација за храну и пољопривреду (Food and Agriculture Organization – FAO) промовише усвајање принципа конзервације земљишта (минимални поремећаји земљишта, трајни покривач земљишта и плодород) који су универзално применљиви у свим пољопривредним пределима и системима усева.

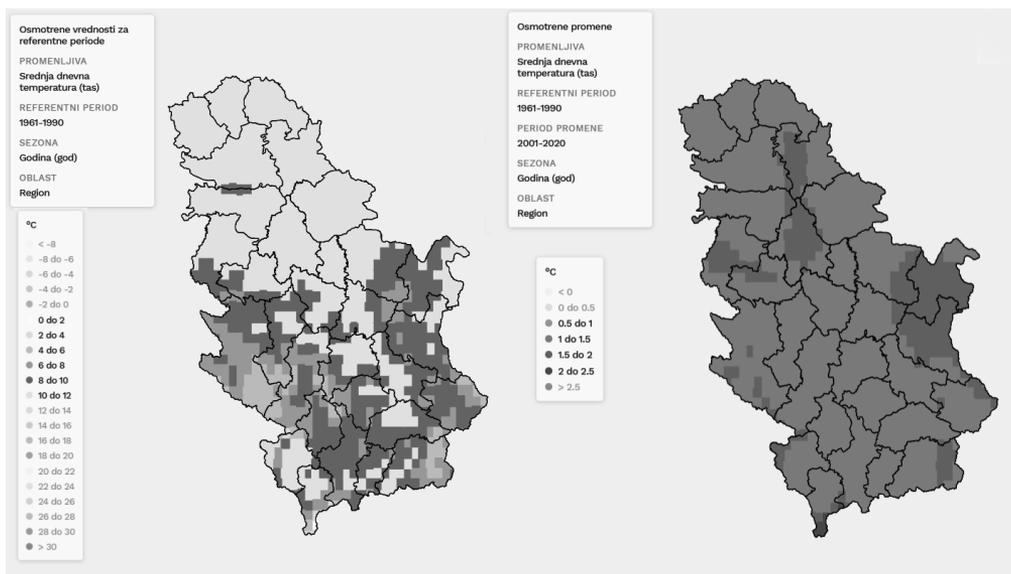
## КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

Климатске промене представљају последицу људских активности, посебно сагоревања фосилних горива, крчења шума и индустријских процеса, који доводе до значајних и дуготрајних промена у глобалним климатским обрасцима. Климатске промене имају разноврсне последице, укључујући пораст температура, раст нивоа мора, учесталије и јаче олује, као и промене у обрасцима падавина и океанским струјама. Ове промене имају озбиљне последице у различитим областима, попут пољопривреде, јавног здравља, коришћења воде, производње енергије и биодиверзитета. Ефекат стаклене баште подразумева апсорбовање топлотне радијације од стране гасова стаклене баште и њено поновно емитовање у свим правцима (Sekulić et al., 2012). Због тога што се део овог инфрацрвеног зрачења враћа на земљину површину, оно изазива њено додатно загревање. Даљим загревањем земље повећава се и емитовање инфрацрвеног зрачења, тако да овај ефекат у суштини представља позитивну повратну спрегу (Sekulić et al., 2012).

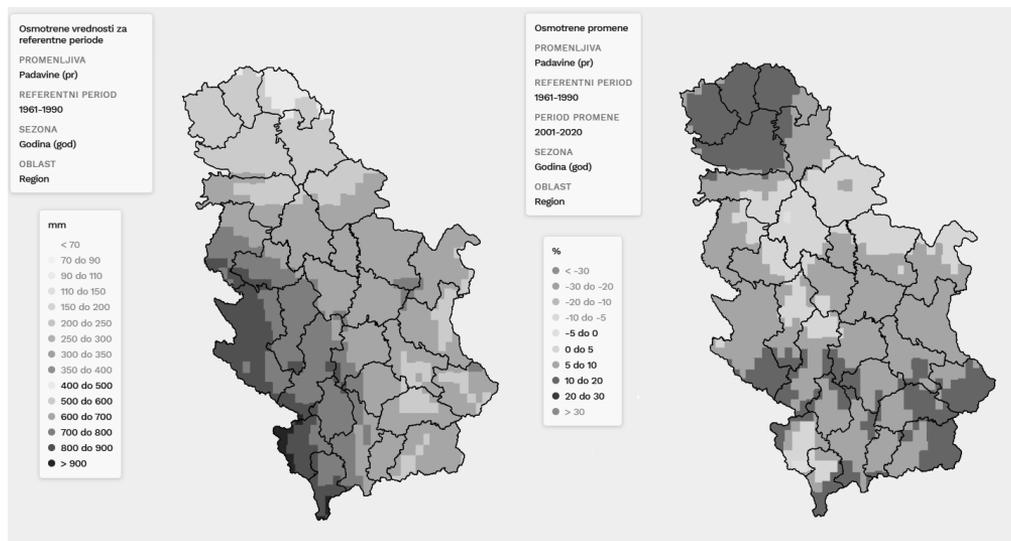
У последњих 200 година, употреба фосилних горива повећала је концентрацију угљендиоксида у атмосфери за 50%. Очекивани пораст глобалне средње годишње температуре током 21. века је 0,2 °C по декади, али и даље постоји доста непоузданости у прогнозама и пројекцијама климатских промена нарочито у погледу временског оквира, интензитета и регионалних посебности (Sekulić et al., 2012).

У Србији резултати регионалних студија и прикупљених повратних информација од стручњака и пољопривредника генерално показују да су повећање температура и суша главни фактори пољопривредне рањивости (Mihailović et al., 2009). Анализе показују да је српска пољопривреда изузетно рањива на климатске промене (Стричевић и сар., 2019). Посебно су угрожени биљна производња (ратарство, повртарство, воћарство, виноградарство), сточарство и рибарство, што утиче и на прехранбену индустрију. Нестабилност у ланцу снабдевања сировинама за прехранбену индустрију доводи до економске и социјалне несигурности. Средње годишње температуре у последњих 50 година у Србији расле су до 0,04°C годишње (Sekulić et al., 2012). Пројекције према EBU-POM регионалном климатском моделу предвиђају да ће пораст просечне температуре на годишњем нивоу до краја овог века износити од 2,4° C до 2,8° C, а према истом моделу очекује се да ће тренд падавина до краја овог века бити негативан (Ђурђевић, Rajković, 2010).

На сликама 1 и 2 приказане су осмотрене промене температуре и падавина у Србији у периоду од 2001-2020. године у односу на референтни период од 1961-1990. године.

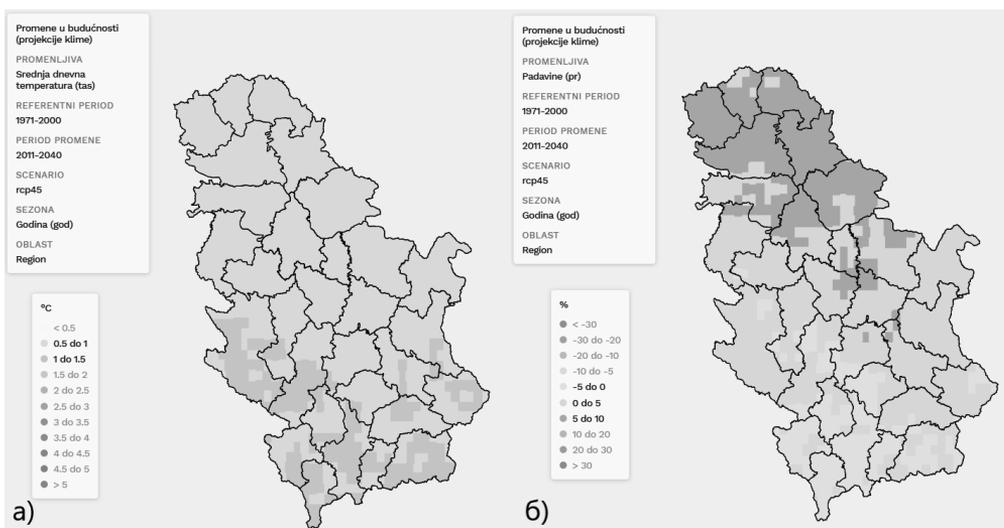


Слика 1. Осмотрене промене температуре у периоду од 2001-2020. године у односу на референтни период од 1961-1990. године (<https://atlas-klime.eko.gov.rs/>)



Слика 2. Осмотрене промене падавина у периоду од 2001-2020. године у односу на референтни период од 1961-1990. године (<https://atlas-klime.eko.gov.rs/>)

На сликама 3а и 3б приказане су промене температуре и падавина, у Србији, које нас очекују у будућности (пројекције климе) у периоду од 2011. до 2040. године по RCP4.5 сценарију.



Слика 3. а) Промене температуре у будућности за период од 2011-2040. године, б) Промене падавина у будућности за период од 2011-2040. године (<https://atlas-klime.eko.gov.rs/>)

Сценарији RCP 8.5 и RCP 4.5 (Representative Concentration Pathway – RPC) не показују значајну разлику у концентрацијама CO<sub>2</sub> и климатским променама до средине века, али се значајне разлике јављају тек крајем 21. века, што чини избор сценарија кључним за прогнозе у даљој будућности. Велики опсези у предвиђањима климе (RPC 2.6, RPC 4.5, RPC 6.0, RPC 8.5) произилазе из неизвесности у погледу реакције човечанства, односно да ли ће се придржавати предложених климатских политика и стратегија за ублажавање климатских промена, као што је Париски споразум. Главни циљ овог споразума је задржавање повећања глобалне температуре знатно испод 2°C у односу на преиндустријски период.

## УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА ЗЕМЉИШТЕ

Специјални извештај Међувладиног панела о климатским променама (IPCC, 2019), који се односи на климатске промене и земљиште, истиче да пораст глобалне средње површинске температуре у односу на преиндустријске нивое може значајно утицати на процесе повезане са деградацијом земљишта, као што су ерозија земљишта, губитак вегетације, пожари и отапање трајног мрза. Такође, овај пораст температуре може угрозити сигурност хране кроз смањење приноса усева и нестабилност у снабдевању храном (IPCC, 2019). Пројекције климатских промена показују да ће интензитет јаких олуја бити у порасту (Brooks, 2013), што ће повећати отицај и смањити инфилтрацију воде у обрадиво земљиште (DeLonge and Basche, 2017). Ови фактори могу довести до још већих губитака земљишта него што су били почетком 21. века (FAO, 2017).

Ерозија земљишта услед климатских промена, највише је под утицајем промена у екстремним падавинама (Nearing, 2013). Пројекције показују да ће доћи до повећања екстремних падавина услед већег капацитета задржавања влаге у топлијој атмосфери,

што води ka интензивnijem хидролошком циклусу (Trenberth, 2011). Дугорочна запажања већ показују тренд повећања екстремних падавина на глобалном нивоу (Papaalexiou, Montanari, 2019), а климатски модели предвиђају да ће се овај тренд наставити и у наредним деценијама. Екстремне падавине не само да утичу на ерозију земљишта кроз одвајање честица земљишта ударом кишних капи, већ и кроз одвајање услед отицања воде. Пројектовани тренд повећања ерозије земљишта расте према крају века, са повећањем од 6,7% за блиски период до 14,2% за крај века. Варијабилност међу пројекцијама ерозије земљишта повећава се како се приближавамо крају 21. века.

Очекивано је да ће просечна глобална температура порасти за 0,3 до 0,7°C у периоду од 2016. до 2035. године у поређењу са периодом од 1986. до 2005. године, при чему ће пораст температуре бити израженији на копну него над океанима, а високе температуре ће се чешће јављати на копну (Kirtman et al., 2013). Collins и сарадници (2013) предвиђају да ће глобалне годишње средње температуре ваздуха на површини порасти за 1-2°C у периоду од 2046. до 2065. године. Као последица тога, влага у земљишту ће се брже исцрпљивати како у наводњаваним, тако и у ненаводњаваним пољопривредним подручјима (FAO, 2013). Брже исцрпљивање воде у земљишту повећава притисак на површинске и подземне водне ресурсе за наводњавање и смањује производњу усева у ненаводњаваним подручјима. Утицај климатских промена на продуктивност усева резултат је различитих физичких и хемијских фактора, укључујући температуру, обрасце падавина, повећање атмосферског озона и CO<sub>2</sub> (FAO, 2016; Porter et al., 2014). Пројекције показују да ће ерозија земљишта највише узнемирити полусуве климатске зоне (+17,3%), док се очекује лагано смањење у субарктичким/тундра климатским зонама (-2,8%). Остале климатске зоне показују сличан тренд у повећању ерозије, са променама од 7,4% до 11,2%. Влажна суптропска зона показује најмању варијабилност у пројекцијама ерозије, док се влажне континенталне и океанске климатске зоне истичу по великим разликама у прогнозама. Истраживања у полусувим климатским зонама се сматрају најпоузданијим, за разлику од субарктичких/тундра зона где је мање доступних студија. Ерозија земљишта се очекује да се увећа на свим континентима, са највећим процењеним растом у Аустралији (+21,5%). Иако је мање истраживања спроведено у овој земљи, она се сматра континентом са највише поузданих студија. Насупрот томе, очекује се мање увећање ерозије у Јужној Америци (+1,1%). Док је у Европи (+8,6%) и Северној Америци (+6,5%) пројектовано повећање ерозије, значајан део студија указује и на смањење. У оба случаја, најпоузданије студије сугеришу повећање ерозије земљишта (Eekhout, de Vente, 2022).

Директне штете настале услед ниских приноса изазване сушом у периоду од 1994-2014. године процењене су на 4,6 милијарди долара, а најпогођенија култура је кукуруз са проценем од 2,2 милијарде долара директних губитака (Стричевић и сар., 2019). Због све топлијих зима које убрзавају почетак вегетације и повећања летњих температура које изазивају престанак раста, економски значајне врсте воћа (шљиве, јабуке и крушке) трпе смањење приноса и квалитета. Процењује се да ове промене узрокују годишњу штету од 20 милиона евра (Стричевић и сар., 2019).

Неконтролисана климатска промена убрзавају процесе ерозије. Према Извештају Међувладиног панела за климатске промене (IPCC, 2019) утврђено је да земљиште када се обрађује без пракси конзервације, еродира и до 100 пута брже него што се

формира. Ризик од ерозије земљишта евидентан је широм света, а у будућности ће постати још већи услед температурних промена изазваних емисијама гасова са ефектом стаклене баште, што ће довести до смањења пољопривредне производње, смањења вредности земљишта и негативног утицаја на здравље људи. Широм Кине, 1998. године, велике поплаве захватиле су сливове река Јангце, Сонгхуа, Неи, Мин и Перл (Yangtze, Songhua, Nei, Min, and Pearl Rivers). Поплаве су изазвале 4.150 смртних случајева, погодиле су (директно или индиректно) 186 милиона људи, а укупни губици су били 70 милијарди америчких долара (Kobayashi, Porter, 2012). У мају 2014. године Републику Србију, Босну и Херцеговину и Хрватску, захватиле су интензивне падавине, које су изазвале велике поплаве. На територији Србије 1,6 милиона људи било је погођено овим догађајем, 51 особа је изгубила живот, а директна штета од поплава износи 1,7 милијарди долара (Извештај, 2014). У Цакрти почетком 2020. године, обилне падавине изазвале су изливање река Киливунг и Кисадане (Ciliwung and Cisadane). Економски губитак процењен је на око 572 милиона долара, 176.000 људи је расељено, а 66 особа је изгубило животе (<https://earthobservatory.nasa.gov/images/146113/torrential-rains-flood-indonesia>). У ноћи између 3. и 4. октобра 2024. године, након обилних падавина, делови Босне и Херцеговине су поплавлени, а према званичним подацима од 14. октобра 2024. године живот је изгубило 26 особа. Сличне поплаве повезане са ерозијом догодиле су се у многим другим земљама, као што су Колумбија, Индија, Филипини и Демократска Република Конго.

Ови догађаји указују на све већи глобални ризик од ерозије земљишта и потребу за хитним мерама заштите и управљања земљишним ресурсима.

## МЕРЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА У УСЛОВИМА ПРОМЕНЕ КЛИМЕ

Конзервација земљишта у контексту климатских промена је од виталног значаја за одржавање продуктивности и биодиверзитета екосистема. Климатске промене утичу на повећање учесталости и интензитета екстремних временских услова као што су суше, поплаве и олује, што може довести до деградације и губитка плодног земљишта. Применом одговарајућих мера конзервације као што су успостављање вегетације и/или изградња објеката, могуће је повећати отпорност земљишта на ерозију и климатске промене (Вулевић, 2017). Ово није само битно за очување природе већ и за обезбеђивање сигурности хране и економске стабилности за будуће генерације.

Пристапи конзервације земљишта који могу спречити или минимизирати штету од деградације земљишта, у литератури се деле на традиционалне и модерне (Ahamefule et al., 2020). Традиционални приступ подразумева конзервациону обраду земљишта (Ding et al. 2023), ротацију усева, малчирање, контурну обраду земљишта, терасирање, формирање травних водопутева, управљање системима за наводњавање (Ahamefule et al., 2020), а модерни примену заштитних усева, агрошумарство, "пластично" малчирање (plastic mulching) и гајење култура на површинама без претходне обраде земљишта (no/till farming или zero tillage) (Dutta et al. 2023). Одрживе праксе управљања земљиштем (Sustainable land management – SLM) представљају свеобухватно управљање свим доступним природним ресурсима ради побољшања животних услова, подршке управљању речним сливовима и организације различитих начина коришћења земљишта (шумарство, пашњаци, пољопривреда) на интегрисан начин како би се ојачале екосистемске услуге земљишта, као и борба и прилагођавање локалним климатским променама (Zlatic et al.,

2022). Циљ је пружити свеобухватну подршку за формулисање одрживих стратегија развоја пољопривреде, подстичући здравље, еколошку прихватљивост и социо-економску одрживост пољопривредних система. Најчешће коришћене праксе очувања земљишта укључују технике као што су контурно орање, садња заштитних усева, употреба травног покривача, тракаста обрада, малчирање, терасирање, постављање камених или земљаних насипа, смањена обрада и необрађивање земљишта (слика 4).



Слика 4. а) пољезаштитни појасеви (<https://blog.treetime.ca/shelterbelt-planting-guide/>) б) малчирање (<https://www.agroklub.rs/>), в) контурна обрада земљишта (<https://agrigreenhands.com/>), г) терасирање (<https://pixabay.com/>).

Ове методе су препознате као ефикасне у смањењу ерозије земљишта. На пример, покровни усеви, травни покривач и малчирање помажу у ублажавању директног удара кишних капи на површински слој земљишта, док контурисање, терасирање и тракаста обрада помажу у контроли отицања воде и смањењу ерозивне снаге воде. Конзервациона обрада и примена биоугља су уобичајене стратегије за повећање садржаја органског угљеника у земљишту и развој микробиолошког раста и разноврсности, што доводи до побољшања физичких, хемијских и биолошких својстава земљишта (Ding et al. 2023). Практике као што су смањена обрада и необрађивање земљишта чувају структуру земљишта, повећавају његову отпорност на ерозију и смањују нарушавање слојева земљишта.

Контурна обрада земљишта спада у основну противерозиону меру (Kadović, 1999), а обухвата орање и садњу по изохипсама (контурама). Земљиште се обрађује по

изохипсама, па свака новонастала бразда представља препреку површинском отицању и повећава количину воде коју земљиште упија. На овај начин се смањује испаравање и вода у земљишту се дуже задржава, што је посебно корисно у сушним регионима или сушним периодима године. Контурна обрада земљишта има широку примену, али је ипак треба користити у систему са другим мерама (Kadović, 1999).

Терасирање земљишта чини пољопривреду ефикаснијом и одрживијом, посебно у брдовитим подручјима. Омогућава коришћење нагнутих терена који би иначе били тешко обрадиви. Терасирање се обично препоручује само за интензивно коришћена ерозивна пољопривредна земљишта, јер терасе смањују брзину отицања воде, чиме се смањује могућност ерозије земљишта (Kadović, 1999). Вода задржана на свакој тераси омогућава бољу апсорпцију хранљивих материја, што побољшава плодност земљишта и принос усева. Пошто су терасе подложне природној деградацији, чему доприносе и оштећења настала од механизације, приликом израде потребно је направити добар избор материјала за терасирање земљишта на основу намене тераса (Васић и сар., 2022).

Контурно насипање подразумева изградњу мале земљане баријере дуж нагиба земљишта (дуж линије контуре) како би се нагиб поделио на низ мањих делова, чиме се повећава брзина инфилтрације воде смањењем брзине отицања. Земљани насип је техничка мера која обухвата насип од земље, камена или њихове комбинације, изграђен дуж контура и стабилизован вегетацијом. Насипи смањују брзину отицања воде и ерозију земљишта задржавањем воде иза насипа и омогућавајући инфилтрацију воде.

Малчирање је пољопривредна техника која се користи за покривање површине земљишта слојем материјала како би се постигле различите користи. Овај слој, познат као малч, може бити од органских (на пример, слама, компост, лишће) или неорганских (пластичне фолије, муљ) материјала. Примена малчирања има неколико предности: спречава ерозију земљишта, чува влагу, контролише коров, регулише температуру и побољшава плодност земљишта. Осим функционалних предности, малчирање такође може да улепша изглед пољопривредних и вртних површина.

Ротирање усева (плодоред) је систем који подразумева измену врста биљака које се узгајају на одређеној парцели током различитих сезона. Ова пракса помаже у спречавању исцрпљивања одређених хранљивих материја из земљишта и смањује ризик од појаве штеточина и болести специфичних за одређене усеве. Плодоред, такође познат као секвенцијално гајење, побољшава здравље земљишта управљањем земљиштем и плодношћу, смањењем ерозије, побољшањем здравља земљишта и повећањем доступности хранљивих материја за усеве. Због климатских промена, временски услови постају све нестабилнији, и различито утичу на поједине културе, што значи да узгој више култура обезбеђује сигурнију производњу.

Приступ сортама отпорним на климатске промене је још један изазов за пољопривредне произвођаче, јер климатске промене утичу на сужавање генофонда и смањење приноса и квалитета усева (воће, поврће, житарице) (<https://stips.minpolj.gov.rs/>). Програми за оплемењивање могу укључити гене толерантне на абиотички стрес (суша, високе температуре, засићеност водом) и биотички стрес (присуство болести, инсеката и штеточина) у сорте усева које могу издржати ефекте климатских промена и повећати

продуктивност. Занемарене и недовољно искоришћене биљке такође имају потенцијал да ублаже утицаје климатских промена и пруже високу нутритивну вредност.

Агрошумарство представља начин управљања земљиштем у одрживој пољопривреди комбиновањем традиционалних пољопривредних активности са шумарским праксама. Поред смањења утицаја ветра на усеве, заштите земљишта од прекомерне сунчеве светлости стварањем засене, подизање заштитних појасева представља добар начин враћања биодиверзитета и услуга екосистема на пољопривредне парцеле. Агрошумарство и системе пољопривреде базиране на укључивање дрвенастих врста, треба промовисати на слабо продуктивним пољопривредним земљиштима где је простор за повећање приноса усева путем стандардних пољопривредних техника ограничен. Ови системи дају значајан допринос адаптацији на климатске промене смањењем испаравања, при чему је задржана вода доступна биљкама за раст и веће приносе.

## ЗАКЉУЧАК

Глобалне пројекције климатских промена указују на прилично мрачну будућност у погледу учесталости и интензитета екстремних временских догађаја. Екстремне климатске прилике, као што су суше, поплаве и урагани, уништавају стоку и усеве, као и претећу инфраструктуру. Ови екстремни услови доприносе деградацији екосистема, укључујући ерозију и опадање квалитета земљишта. Климатске промене имају каскадни ефекат који директно утиче на агроекосистеме, што доводи до последица по пољопривредну производњу, а затим изазива економске и социјалне проблеме који угрожавају сигурност хране и изворе прихода.

Мере конзервације земљишта у условима климатских промена су кључне за одрживу пољопривреду и очување природних ресурса. Значај мера за очување земљишта не може се преценити, посебно пред све већим изазовима које постављају климатске промене. Усвајањем одрживих пракси као што су контурна обрада земљишта, ротација усева и терасирање, можемо ефикасно ублажити ерозију земљишта, побољшати плодност и задржавање воде, што је све кључно за одржавање пољопривредне продуктивности. Климатске промене, које предвиђају значајан пораст температура и смањење падавина, захтевају примену свеобухватних и интегрисаних приступа за заштиту земљишта и интензивирање рада на примени мера конзервације земљишта уз подизање свести и едукацију становништва. Ове мере доприносе и очувању биодиверзитета. Улагањем у одрживе праксе конзервације земљишта, можемо осигурати будућу безбедност хране и здравље нашег животног окружења. Императив је да креатори политике, пољопривредни произвођачи и локалне заједнице сарађују на спровођењу конзервационих мера прилагођених условима на датом подручју, с обзиром да је здравог земљишта (и здраве хране) све мање.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ahamefule, H.E., Eifediyi, E.K., Amana, M.S., Olaniyan, J.O., Ihem, E., Ukelina, C.U., Adepoju, A.S., Taiwo, R.A., Fatola, F.O. (2020): Comparison of traditional and modern approaches to soil conservation in a changing climate: a review. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 54(1), 44-62.
2. Brooks, H. E. (2013): Severe thunderstorms and climate change. *Atmospheric Research*. Volume 123, 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.04.002>.
3. Collins, M., R. Knutti, J. Arblaster, J.-L. Dufresne, T. Fichet, P. Friedlingstein, X. Gao, W.J. Gutowski, T. Johns, G. Krinner, M. Shongwe, C. Tebaldi, A.J. Weaver, and M. Wehner, 2013: Long-term climate change: Projections, commitments and irreversibility. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Doschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P.M. Midgley, Eds., Cambridge University Press, pp. 1029-1136, <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.024>.
4. DeLonge, M., Basche, A. (2018): Managing grazing lands to improve soils and promote climate change adaptation and mitigation: a global synthesis. *Renewable Agriculture and Food Systems* 33(3):267-278. <https://doi.org/10.1017/S1742170517000588>.
5. Ding, X., Li, G., Zhao, X., Lin, Q., Wang, X. (2023): Biochar application significantly increases soil organic carbon under conservation tillage: an 11-year field experiment. *Biochar* 5, 28 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42773-023-00226-w>
6. Djurdjevic, V., Rajkovic, B. (2010); Development of the EBU-POM coupled regional climate model and results from climate change experiments, In: *Advances in Environmental Modeling and Measurements*, Editors: T. D. Mihajlovic and Lalic B., Nova Publishers.
7. Dragović, N., Vulević, T. (2020): Soil Degradation Processes, Causes, and Assessment Approaches. In: Leal Filho, W., Azul, A.M., Brandli, L., Lange Salvia, A., Wall, T. (eds) *Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95981-8\\_86](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95981-8_86)
8. Dutta, S., Singh, M., Begam, A., Bhattacharjee, S., Meena, B.L., Kumar, S. (2023): Improvement of Growth, Yield and Soil Fertility in Wheat through Tillage and Nutrient Management Practices. *J Soil Sci Plant Nutr* 23, 5374–5388. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01408-y>
9. EUROPEAN COMMISSION 2006: Thematic Strategy for Soil Protection
10. FAO (2013): Report of the First Meeting of the Plenary Assembly of the Global Soil Partnership (Rome, 11-12 June 2013). Hundred and Forty-eighth session, Rome, 2-6 December 2013, CL 148/13, Rome.
11. FAO (2016): THE STATE OF FOOD AND AGRICULTURE. Climate change, agriculture and food security. Rome, 2016.
12. FAO (2017): Agroforestry for landscape restoration: Exploring the potential of agroforestry to enhance the sustainability and resilience of degraded landscapes. Rome. <https://doi.org/10.4060/i7374e>
13. FAO (2020): FAO Soils Portal Key definitions. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO).
14. Gavrilović S. (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji. Specijalno izdanje časopisa Izgradnja.
15. IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special*

- report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001>.
16. Eekhout, J.P.C., de Vente, J. (2022): Global impact of climate change on soil erosion and potential for adaptation through soil conservation. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825222000058#section-cited-by>
  17. Kadović, R., Bohajar Monsour Ali, Y., Perović, V., Belanović Simić, S., Todosijević, M., Tošić, S., Anđelić, M., Mlađan, D., Dovezenski, U. (2016): Land Sensitivity Analysis of Degradation using MEDALUS model : Case Study of Deliblato Sands, Serbia. Archives of Environmental Protection, ISSN 2083-4772, Dec 2016, vol. 42, issue 4, str. 40-48, ilustr., doi: 10.1515/aep-2016-0045
  18. Kirtman, B., S.B. Power, J.A. Adedoyin, G.J. Boer, R. Bojariu, I. Camilloni, F.J. Doblas-Reyes, A.M. Fiore, M. Kimoto, G.A. Meehl, M. Prather, A. Sarr, C. Schär, R. Sutton, G.J. van Oldenborgh, G. Vecchi and H.J. Wang (2013): Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
  19. Kobayashi, Y., Porter, J. W. (2012): Flood risk management in the People's Republic of China: Learning to live with flood risk, Asian Development Bank.
  20. Lal, R. (1997). Degradation and resilience of soils, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B 352:997–1010.
  21. Lal, R. (2010): Soil Degradation and Food Security in South Asia. Climate Change and Food Security in South Asia, Springer, Dordrecht, pp.137-152.
  22. Mihailović, D.T., Lalić, B., Jevtić, R., Keserović, Z., Petrović, Ž., Jasnić, S. (2012): Climate change impacts and adaptation options in Serbia – results from the ADAGIO project. Impact of Climate Change and Adaptation in Agriculture – International Symposium, Vienna, 22-23 June 2009.
  23. Nearing, M. A. (2013): Soil erosion and conservation. In J. Wainwright & M. Mulligan (Eds.), Environmental modelling: Finding simplicity in complexity (2nd ed., pp. 365–378). John Wiley & Sons, Ltd.
  24. Papalexiou, S.M., Montanari, A. (2019): Global and Regional Increase of Precipitation Extremes Under Global Warming. Water Resources Research Volume 55, Issue 6 p. 4901-4914. <https://doi.org/10.1029/2018WR024067>.
  25. Porter, J.R., L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell, and M.I. Trnka (2014): Food security and food production systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 485-533.

26. Sekulić, G., Dimović, D., Krnaiski Jović Z.K., Todorović, N. (2012): Procena ranjivosti na klimatske promene–Srbija, WWF (Svetski fond za prirodu), Centar za unapređenje životne sredine, Beograd.
27. Trenberth, K.E. (2011): Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, Vol. 47. pp.123-138. <https://doi.org/10.3354/cr00953>.
28. van Lynden, G.W.J. (2004): European and World soils: present situation and expected evolution. I International Conference on Soil and Water Compost eco-biology. September 2004, Leon, Spain, pp. 55-62.
29. Zlatić, M., Todosijević, M., Lazarević, K., Momirović, N. (2021). Natural and Socio-Economic Effects of Erosion and Its Control in Serbia (Chapter 26). In: Li, R., Napier, T.L., El-Swaify, S.A., Sabir, M., Rienzi, E. (eds) *Global Degradation of Soil and Water Resources*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7916-2\\_26](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7916-2_26).
30. Васић, Ф., Станимировић, М., Јовановић, Н. (2022): Избор материјала за терасирање земљишта: Процена карактеристика и економичности. Часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије “ЕРОЗИЈА”, број 48, стр. 45-55. ISSN 0350-9648.
31. Вулевић, Т. (2017): Вишекритеријумско одлучивање у функцији конзервације земљишних и водних ресурса брдско-планинских подручја централне Србије, докторска дисертација. Универзитет у Београду, Шумарски факултет.
32. Извештај о процени потреба за опоравак и обнову последица поплава (2014): Поплаве у Србији 2014. Влада Републике Србије. Доступно на: <https://www.obnova.gov.rs/uploads/useruploads/Documents/Izvestaj-o-proceni-potreba-za-oporavak-i-obnovu-posledica-poplava.pdf>
33. Стричевић, Р., Продановић, С., Ђуровић, Н., Петровић Обрадовић, О., Ђуровић, Д. (2019): Извештај утицаја осматраних климатских промена на пољопривреду у Србији и пројекције утицаја будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија. Програм Уједињених нација за развој.
34. Кадовић, Р., Белановић Симић, С., Перовић, В., Белоица, Ј., Радојичић, Д. (2016): Безбедност земљишта – одговор на egzистенцијалне изазове животне средине. Деградација и заштита земљишта – тематски зборник. Уредник Снежана Белановић Симић; стр. 1-24.
35. Кнежевић, М., Кошанин, О. (2007): Практикум из педологије. Универзитет у Београду Шумарски факултет.
36. Тодосијевић, М. (2012): Еколошки и економски ефекти одрживог управљања земљишним ресурсима планинског подручја општине Љубовија, докторска дисертација. Универзитет у Београду, Шумарски факултет.
37. <https://atlas-klime.eko.gov.rs/> - Дигитални атлас климе Србије. Посећен 12.08.2024. године.
38. <https://agrigreenhands.com/>, посећен 12.08.2024. године
39. <https://dirtlocker.com/>, посећен 14.08.2024. године
40. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/>, посећен 10.08.2024. године
41. <https://ourworldindata.org/>, посећен 07.08.2024. године
42. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/146113/torrential-rains-flood-indonesia>, посећен 10.09.2024. године
43. <https://blog.treetime.ca/shelterbelt-planting-guide/>, посећен 12.10.2024. године
44. <https://www.agroklub.rs/>, посећен 12.10.2024. године
45. <https://agrigreenhands.com/>, посећен 12.10.2024. године
46. <https://pixabay.com/>, посећен 12.10.2024. године

## ЗАШТИТА ЗЕМЉИШТА ЈЕ ЗАШТИТА КЛИМЕ PROTECTING THE SOIL IS PROTECTING THE CLIMATE

### Позициони рад WASWC и IUSS о међусобним везама земљишта и климатских промена

#### WASWAC and IUSS position paper on the inter linkages of soil and climate change

Jose L. Rubio<sup>1</sup>, Laura B. Reyes-Sanchez<sup>2</sup>, Ning Duihu<sup>3</sup>, Edoardo A.C. Costantini<sup>4</sup>, Rainer Horn<sup>5</sup>, Miodrag Zlatic<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Deputy President WASWAC, Ex-Director of Desertification Research Centre-CIDE, Valencia, Spain

<sup>2</sup> Immediate Past President IUSS, Agricultural Engineer and Chemistry Departments, National Autonomous University of Mexico, Cuautitl'an Izcalli, Mexico

<sup>3</sup> President of WASWAC, International Research and Training Center on Erosion and Sedimentation, Beijing, China

<sup>4</sup> President IUSS, CNR-IBE - Department of Biology, Agriculture and Food Sciences, Sesto Fiorentino, Italy

<sup>5</sup> Ex-President IUSS, Institute for Plant Nutrition and Soil Science Christian Albrechts University Kiel, Kiel, Germany

<sup>6</sup> Past WASWAC President, Belgrade University, Faculty of Forestry, Belgrade, Serbia

**Извод:** Овај рад наглашава значај и утицај светских земљишних система као регулатора климе у њиховом још увек неискоришћеном потенцијалу за борбу против климатских промена и тежњу савременог друштва за одрживим коришћењем ресурса и очувањем живота на Земљи.

Овај рад наглашава значај управљања земљиштем и значај очувања земљишта као суштинског алата за дуговечност цивилизација.

Евидентна је блиска веза између климатских фактора и карактеристика земљишта. Осим тога, земљиште активно утиче на климатске параметре, што га чини кључним регулатором климатских услова.

Текст указује на визију која препознаје земљиште као природни систем са социоекономским предностима и еколошким функцијама и наглашава Европски зелени договор и циљеве Уједињених нација у вези иницијативе које се баве питањима тла и земљишта. Такође се наглашава потреба за дубоком и интелигентном радикалном променом еколошких, друштвених и економских приступа у решавању климатских промена. Истиче се одговорност садашње генерације да донесе праве изборе за планету и будуће генерације.

**Кључне речи:** конзервација земљишта, конзервација вода, дезертификација, земљишни алbedo, отпорност земљишта, регулација климе

**Abstract:** This position paper elaborates on the significance and implications of the world's soil systems as climate regulators in their still unexploited potential to fight climate change and in the aspiration of modern society aiming at sustainable use of resources and safeguarding of

life on the planet. The paper stresses the importance of Soil Management and Land Conservation as essential tools for the longevity of civilizations. Under the current climate change, there is a close relationship between climate factors and soil performance, but soil influences climate parameters, making it an important climate regulator. The text calls for a vision that recognizes soil as a natural system with socio-economic benefits and ecological functions and mentions the European Green Deal and United Nations Sustainable Development Goals as initiatives addressing soil and land issues. The text emphasizes the need for a profound and intelligent radical change in environmental, social, and economic approaches to address climate change. It highlights the responsibility of the current generation to make the right choices for the planet and future generations.

**Keywords:** soil conservation, water conservation, desertification, soil albedo, soil resilience, climate regulation

## УВОД

Пре око дванаест хиљада година, у Холоцену, стабилизација и побољшање климе омогућило је почетак пољопривреде, а као последицу и изградњу првих градова, цивилизација, науке, технологије и напредак који сада уживамо.

Данас је сав овај људски развој и напредак у опасности од још једне климатске промене, али овога пута не природно, већ изазвано човеком. Актуелне антропоке климатске промене прете дестабилизацијом и колапсом основних производних система и кључних друштвено-економских структура.

Основна последица је хемијска промена атмосфере која подразумева модификацију климатских параметара и њихову повратну спрегу на копнене екосистеме. Садашњи ниво благостања и напретка, барем у неким деловима планете, има своју Ахилову тетиву у последицама огромне тонаже гасова стаклене баште које непрекидно емитујемо у атмосферу више од два века.

То је глобална претња без преседана у људској историји. Највероватније су климатске промене највећи друштвени, економски и еколошки изазов 21. века. У многим аспектима суочавамо се са проблемима још увек непознатих и непредвидивих последица, за чију контролу ће бити потребна научна сазнања, нови одговори и интелигентнији начини односа према природној средини.

Тренутни тренд глобалног загревања има посебан утицај на функционалност земљишта. Климатске промене мењају покретаче природне климатске варијабилности и климатских екстрема, са накнадним утицајем на копнене екосистеме и копнене процесе. Заузврат, физички, физичко-хемијски и биогеохемијски механизми притиска на земљиште и повратне информације утичу на климатски систем.

Према шестом извештају Међувладиног панела Уједињених нација за климатске промене (2021), „температуре ваздуха на површини земље су расле брже од глобалне површинске температуре од 1850-их година, и практично је извесно да ће ово диференцијално загревање трајати и у будућности”. Готово је извесно да су учесталост

и интензитет врућих екстрема и интензитет и трајање топлотних таласа порасли од 1950. године и да ће се даље повећавати у будућности чак и ако се глобално загревање стабилизује на 1,5 °C. Учесталост и интензитет јаких падавина порасли су у већини оних копнених региона са добром осмотреном покривеношћу и врло вероватно ће се повећати на већини континентата са додатним глобалним загревањем. Током протеклих пола века, кључни аспекти биосфере су се променили на начин који је у складу са загревањем великих размера: климатске зоне су се помериле ка полу, а дужина вегетације на северној хемисфери сада траје дуже. “Већина земљишних ресурса је искусила смањење расположиве воде током сушних сезона због укупног повећања евапотранспирације. Земљиште погођено све већом учесталошћу и јачином суша прошириће се са повећањем глобалног загревања”.

Као значајна последица, повећање варијабилности климе, екстремни климатски феномени, бујичне кише и поплаве утичу на стабилност земљишта и њихову способност да спрече екстремне климатске појаве и одржавају продуктивност и биолошку разноврсност на земљишту. Насупрот томе, деградација земљишта посебно услед неприлагођеног управљања земљиштем утиче на важне параметре климатске регулације и хемијски састав атмосфере. Између осталог то су: промене у албеду, радијационом утицају, влажности земљишта, храпавости површине, евапотранспирацији, емисији и задржавању гасова стаклене баште (угљен-диоксид, метан, азот-диоксид), промене на површинама кондензације и емисија аеросола и честица прашине.

Вероватно једна од најозбиљнијих последица тренда глобалног загревања је утицај на процес деградације земљишта, односно дезертификације сувих подручја планете што утиче на стабилност и функционалност природног окружења. Свакако да се доводи у питање безбедност животне средине (Rubio, Recatala, 2006) чији резултат су присилне миграције, недостатак воде, безбедност хране, шумски пожари и важне социоекономске последице након нарушавања заштитне улоге тла које се уочава са екстремним климатским догађајима (суше, топлотни таласи, исушивајући ветрови, бујичне поплаве, клизишта и урушавање обронака). Важност и импликације ових интеракција захтевају светски координисане напоре да се повећају научна сазнања о утицају различитих климатских фактора на различите процес деградације земљишта, на регулаторни капацитет земљишта суоченог са трендом глобалног загревања и на дизајнирање ефикасних мера, да се хитно примени широм света.

Данас постоји побољшање у перцепцији климатских промена и њихових последица од стране друштва, научних удружења (попут WASWAC или IUSS), администрација и међународних организација у сфери УН. У складу са овим трендом, бројне владе, ЕУ и међународне конвенције УН о заштити животне средине (UNFCCC, UNCBD, UNCCD) најавиле су важне одлуке и мере за деловање на претњу климатских промена (UNFCCC Париске одлуке, споразуми, циљеви одрживог развоја УН и бројни Нови зелени договори и Зелени планови). Смањење емисија гасова стаклене баште ради ублажавања глобалних климатских промена, обезбеђивање сигурности хране одржавањем одрживог и отпорног коришћења земљишта (УН, 2013; УН, 2014), чиста вода за пиће неопходна за живот људи и одржавање копнених и водених екосистема (Laudato, 2015) како би се коначно испунили циљеви одрживог развоја (UN, 2015) су сви циљеви који директно укључују земљиште као један од најважнијих природних ресурса. Стога ће постизање

ових циљева бити могуће само ако сачувамо тло као опште добро човечанства (FAO 2012; UN 2013, SLCS - Латинско-америчко друштво за науку о земљишту, 2012).

Земљиште, као основни саставни део копненог екосистема, услуге које пружа и сама наука о земљишту и заштити земљишта свакако треба да допринесу формулисању и спровођењу ефикасних стратегија и покретању амбициозних приступа борби против климатских промена. Научно и логично, не може се разумети игнорисање било које компоненте копненог екосистема, а још мање земљишта као камена темељца читавог система. Оскудно разматрање земљишта, као што је било до данас, мора се променити. Сада је време да се то учини, а да ове околности не прођу. Треба напоменути да је угљеник у тлу тек први пут разматран у преговорима о климатским променама на Париској конференцији (COP 21, UN 2015)).

Неадекватно разматрање земљишта и његове улоге као регулатора климе је неоправдано, јер може довести до спречавања ефикасности у укупној борби против климатских промена, а такође може и умањити ефикасност иницијатива у другим секторима (енергетика, саобраћај, урбанизам).

Овај радни документ елаборира значај и импликације светских земљишних система као регулатора климе у њиховом још увек неискоришћеном потенцијалу за борбу против климатских промена и у тежњи савременог друштва које има за циљ одрживо коришћење ресурса и очување живота на планети.

## Контекст

Први пут у историји човечанство се суочава са планетарном кризом, чије су последице дубоко неизвесне. Хемијска промена атмосфере услед емисије гасова стаклене баште, и последичне климатске промене, поставили су еколошки проблем локалног порекла у глобалну димензију. Без сумње, климатске промене су главни друштвени и еколошки изазов 21. века. Штавише, овај изазов је блиско испреплетен са другим кризама, како директно тако и индиректно. То се тиче демографске експлозије, несигурности хране, несташице воде у комбинацији са квалитетом воде, оскудице обрадивог земљишта, деградације земљишта и десертификације, ерозије и заслањавања земљишта, безбедности животне средине и сродних присилних миграција и сукоба, промена у коришћењу земљишта (проширење града, заптивање тла, потрошња земљишта), контаминације земљишта, отпада, губитка биодиверзитета и квалитета пејзажа, истраживање алтернативних извора енергије попут биогорива, континуирано повећање природних катастрофа као што су шумски пожари, поплаве и клизишта.

Све ангажованије и савесније друштво жели да допринесе и промени ток догађаја, али су му потребне информације, смернице и стратегије које подржавају и обезбеђују очекивања напретка, благостања и истински одрживог коришћења природних ресурса. Заинтересовано друштво захтева мобилизацију свих расположивих ресурса и унапређење природних механизма регулације и заштите климе да би се узнемирила климатска ванредна ситуација. Изненађујуће, постоји стратешки и распрострањен природни медиј, а то је земљиште, које остаје готово заборављено. Неочекивано, усред активности које су до сада предузете, потенцијална улога тла у борби против климатских промена остаје упадљиво занемарена. Ово је пропуст који ни човечанство ни планета не могу себи да приуште.

Планета Земља има веома необичан дизајн. Од укупне огромне запремине Планете, земаљски живот је концентрисан у танком, крхком, изложеном површинском слоју. Овај живи организам који обухвата, повезује и даје живот планети назива се земљиште. Остатак целокупне масе планете је инертан и беживотни минерални материјал. Због своје биолошке компоненте земљиште је веома осетљиво на температурне и флукуације воде. Копнени биодиверзитет, производња готово све хране, пејзаж, регулација водних ресурса, амортизација климатских процеса, стабилност и отпорност територије и психолошки утицај људске припадности и обогаћивања, све зависи од те крхке живе мембране причвршћене на Земљу. Међутим, а можда и због свог свакодневног живота, друштво није свесно импликација и значаја живе коже наше планете, кључних функција које она развија или њене рањивости.

Информисање и подизање друштвене свести о улози земљишних ресурса, је од великог значаја за живот на планети. Јавност треба да открије и ужива у улози тла као система за одржавање живота и његовим међусобним односима, не само са климом већ и са флором, фауном, производњом хране, пејзажом и биодиверзитетом. За јавност уопште, то је нешто мрачно и непознато што се узима здраво за готово.

Информисање и подизање друштвене свести је прва акција, потребна да се преусмери и побољша толико потребна перцепција. Јавност треба да открије и ужива у улози земљишта као система за одржавање живота и његовим међусобним односима, не само са климом већ и са флором, фауном, производњом хране, пејзажом и биодиверзитетом. Историјски гледано, однос између човека и земљишта био је присан и дуг. Постоји дуга евиденција успеха, али и потешкоћа. Историја открива да је конзервација земљишта и вода кључна за постојаност сваке цивилизације. Управљање и конзервација земљишта обликовали су људску историју. Веома је илустративно и разјашњавајуће анализирати светску историју са становишта човековог односа према продуктивном земљишту.

Уобичајени образац у почетном развоју култура била је тесна зависност од богате земље. Историјски записи откривају да је након периода процвата, а нажалост у многим случајевима, неразумно управљање земљишним ресурсима занемаривањем ограничене отпорности тла или климатских промена довело до исцрпљивања земљишног капитала. То је довело до прогресивног пада пољопривредне продуктивности. Када, у току овог негативног тренда, расположиво знање или импровизирана решења нису били довољни за проналажење решења, недостатак виталних ресурса је лако водио до друштвене нестабилности, друштвених поремећаја, присилних миграција, сукоба, насилних сукоба и ратова.

Иако међу стручњацима нема опште сагласности о разлозима пропадања, урушавања и нестанка бројних цивилизација, постоји консензус у истицању да је лоше управљање земљиштем и водама кључни фактор. Познати су примери Инда из долине Харапа, Месопотамије, Мезоамерике (Олмеци, Маје, Чакуанци, Хуори) као и Северне Африке и Медитерана. Бројни аутори су документовали пропадање цивилизација кроз историју упоредо са уништавањем њиховог тла (Carter и Dale, 1974; Horn, 2021; Lindert, 2000; Lovdermilk, 1999; Montgomeri, 2007).

Сви су они допринели сазнању о историјској улози конзервације земљишта у људској историји и утицају на успон и пад цивилизација. Климатске промене су у неким

случајевима идентификоване као окидач. Као што је наведено, процват цивилизације од пре око 10.000 до 7.000 година био је зависан од стабилности климатских услова. Египатске, микенске, хетитске, мезопотамске и цивилизације долине Инда, пропале су пре око 4.200 година (рано бронзано доба) због периода тешке суше (Glikson, 2014). У многим случајевима, више од климатских промена, у последњих 10.000 година, неадекватно управљање идентификовано је као главни фактор деградације.

Чини се да је ово судбина многих древних цивилизација које су копале земљиште и убрзавале ерозију земљишта далеко изнад темпа формирања и капацитета земљишта да одржи живот. У неким климатским или друштвено променљивим околностима, немогућност прилагођавања управљања земљиштем променљивим условима или недостатак правовремене реакције били су узрок деградације. Технолошка револуција изазвала је распрострањену сечу шума, уз повећање водне и солске ерозије, убрзане током сушних периода. Феномен је био толико распрострањен да се еолски седименти још увек могу наћи широм Медитеранског басена (Constantini et al., 2018; Constantini et al., 2009; Ialton и Ganor, 1973).

Историја нам говори да су управљање и конзервација земљишта одредили животни век цивилизација. Такви проблеми нису само древна историја. Неке недавне велике катастрофе као што су Dust Bowl 1930-их и суша у Sahel-у, 1970-их, показују постојаност грешака и њихових последица у управљању земљишним ресурсима. Такође, у скорије време, дошло је до значајног пораста различитих климатских катастрофа због екстремних климатских појава локалног или регионалног опсега које се дешавају широм планете.

Данас смо суочени са климатским променама, повећаном деградацијом земљишта и смањењем земљишта доступног за производњу хране. У светлу димензија и импликација савремених глобалних криза, историја нас подстиче да будемо свесни и да не понављамо грешке из прошлости, посебно оне које се тичу очувања земљишта и воде. Потребно је да се запитамо шта можемо научити из прошлости и да пронађемо трагове који се могу применити на нашу садашњу ситуацију. У будућности нас чека несрећна перспектива, ако се нађемо у поседу свих чињеница, али останемо предодређени да поново проживимо исте трагичне епизоде прошлости.

## ЗЕМЉИШТЕ И КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

Земљиште као ограничавајући слој копненог екосистема је у сталној интеракцији са атмосфером из које прима влагу и одржава сталну размену гасова и токова енергије. Земљиште као сложени живи систем је у континуираној динамичкој коеволуцији, која тежи да се прилагоди преовлађујућим климатским условима у динамичку равнотежу у којој се развија прилагођавајући се и осцилујући под утицајем климатских фактора и употребе (Hartmann et al., 2012, Horn, 2021). Способност опоравка од ових утицаја представља такозвану отпорност тла. Насупрот томе, процеси и карактеристике земљишта имају значајан утицај на климу.

Систем земљишта представља животну средину са огромном биолошком активношћу и управо због поменутих биолошких импликација, веома је осетљив медијум на доступност воде, гасова и топлоте, као и на варијације климатских параметара.

Органске насlage угљеника у земљишту чине огроман резервоар са глобалним садржајем који се процењује на 2.400 Pg (Batjes, 1996), што је одмах иза океана, са 38.000 Pg, и далеко испред 750 Pg ускладиштених у атмосфери и 500 Pg код биљака. Губитак овог природног ресурса, необновљивог у смислу периода људског живота, значи губитак чисте и свеже воде за пиће; у исто време без плодног земљишта и воде дошло би до смањења вегетације која складишти/усваја угљен-диоксид и ослобађа кисеоник потребан за живот. Губитком земљишта губимо и воду, чиме би се изгубила могућност секвестрације CO<sub>2</sub> а тиме и могућност ублажавања климатских промена (Reies-Sanchez, 2018). Деградација земљишта и ерозија могу лако ослободити у атмосферу велике количине угљен-диоксида који се налази у хумусу, што даље утиче на складиштење доступне воде и кисеоника који су неопходни за биљке.

Према томе, земљиште може значајно да делује као понор или као извор атмосферског угљеника, али то зависи од стратегија управљања земљиштем одређеног подручја. Забрињавајуће је то што ослобађање угљеника из земљишта прети да поткопа скупе напоре у смањењу емисија из индустрије, градова и транспорта ([https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-anddata/publications/all-publications/caring-soil-caring-life\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-anddata/publications/all-publications/caring-soil-caring-life_en)).

Предвиђања тренутних трендова климатских промена указују на земљиште, биодиверзитет копно и производне ресурсе као један од најподложнијих елемената. Климатска прогноза указује на значајно смањење падавина, повећање учесталости екстремних догађаја, повећање евапотранспирације, смањење резерве влаге у земљишту и већи утицај сушних периода. Ови климатски обрасци имплицирају општи тренд аридификације. У земљишту овај тренд доводи до повећања минерализације и губитка органских компоненти земљишта. Процењује се да се губитак хумуса у земљишту повећава од индустријске револуције и тренутно износи око 760 милиона тона годишње (Lal, 2003). Тенденција је пораста услед деградације земљишта и ефеката глобалног загревања. У широком спектру земљишта присутних на Земљи, а посебно међу еродираним, постоје велике могућности не само за складиштење и секвестрацију угљеника како би се смањиле емисије CO<sub>2</sub> и гасова стаклене баште, већ и за повећање органске материје у земљишту, са последичним повећањем расположиве влаге за системе усева. У исто време, ово доприноси заостајању утицаја екстремних хидрометеоролошких догађаја, и помаже да се смање стварне последице глади и сиромаштва, расељавања, неједнакости и неправде (Reues-Sanchez, 2012, 2015, 2018). Сушне зоне планете (укључујући хипер-сушне, сушне, полусушне, и суве) карактерише хронични дефицит у доступности влажности животне средине, због тога што имају потенцијал евапотранспирације већи од падавина. Ова ситуација структурног недостатка воде утиче на функционисање, карактеристике и потенцијално коришћење земљишта ових зона и успоставља ситуацију рањивости на утицаје као што су процеси десертификације. У својој почетној фази, ови процеси се одвијају подмукло, без очигледних последица у функцији или стабилности земљишта. Међутим, након континуираних утицаја као што су неповољни климатски догађаји, неадекватно управљање земљиштем које траје годинама, шумски пожари, процеси ерозије или недостатак реституције органских компоненти, земљиште почиње прогресивни губитак биолошког квалитета и производног капацитета. Ако се земљишни ресурси у условима аридности неадекватно користе, тло прогресивно губи способност да се опорави и врати ситуација плодности и почетне равнотеже. У овом осиромашењу земљишта, опадајући

нивои органске материје играју значајну улогу због њиховог утицаја на одржавање адекватне едафске структуре, што је једно од пресудних својстава земљишта. Смањење садржаја хумуса у земљишту мења способност земљишта да одржава резерве влаге. Такође утиче на аерацију, динамику хранљивих материја, плодност и биолошки живот земљишта. Деградација структуре такође утиче на физичка својства тла, смањујући унутрашњи капацитет земљишта да издржи неадекватан начин коришћења, као и ерозионе процесе.

Ако се тренд прогресивне деградације настави, на одређеном прагу или прекретници, систем пролази на ниском нивоу биолошког квалитета, при чему могућности опоравка постају веома тешке или неповратне. Земљишта генерално у свим климатским условима имају дефинисану и ограничену "јачину" која квантификује процесе отпорности док њихово прекорачење доводи до неповратних промена. Ово су околности нелинеарног реаговања које може укључивати неповратна оштећења или екстремне услове дезертификације у којима сав биосферски потенцијал подручја може катастрофално изгубити и биолошку и економску продуктивност. Неке регионалне нагле промене могу имати озбиљне локалне утицаје, као што су екстремне температуре, повећана учесталост суша, шумски пожари, бујичне поплаве. (IPCC, 2021).

Према Конвенцији Уједињених нација за борбу против дезертификације (UNCCD), дезертификација представља претварање угроженог земљишта у отпадну и непродуктивну територију.

Нека постојећа предвиђања за аридна подручја указују да температура расте између 2 и 6,3 °C, при чему се значајно смањују падавине, уз повећање учесталости екстремних догађаја, повећање евапотранспирације, смањење резерве влаге у земљишту, и већи утицај сушних периода. Ове климатске карактеристике подразумевају општи тренд аридификације уз истовремени губитак органских компоненти земљишта. Ова деградација може ослободити огромне количине CO<sub>2</sub> у атмосфери. Такође могу бити у питању и други гасови стаклене баште као што су метан или оксид азота. Процењује се да је једна трећина атмосферског угљен-диоксида антропогеног порекла насталог деградацијом земљишта.

Тренд загревања утиче на одржавање соли у земљишту и његово евентуално издизање на површину смањењем падавина и повећањем процеса евапотранспирације. Овај тренд може значајно погоршати постојеће проблеме салинизације и акумулације натријума, као и квалитет воде за пољопривредну, урбану и индустријску употребу.

Као што је већ поменуто, још један важан аспект везан за функције земљишта је његов капацитет против екстремних временских догађаја. Међу утицајима суша, ту су и ефекти обилних киша. Деградирано земљиште је суштински мање стабилно и лакше се разара и покреће. На његов капацитет инфилтрације утиче повећање релативних вредности отицања услед измењеног пречника пора и континуитета по дубини. У овим околностима се повећавају ефекти поплава, клизишта и лавина. Како се повећава запремина еродираниог земљишта, отицање такође повећава његову деструктивну енергију. Негативни ефекти манифестују се кроз штете у пољопривредној производњи, утицају на насељена подручја и инфраструктуру, замуљивање и смањење капацитета хидроакумулација, оштећења комуникационе инфраструктуре и повећања економских захтева према управи и сектору осигурања због насталих штета.

Услови екстремне деградације земљишта или дезертификације доводе до губитка биолошког потенцијала захваћеног земљишта и са њим његове економске продуктивности. Без земљишта не можемо говорити о биодиверзитету, пољопривредној производњи, стабилизацији и отпорности територије, ефикасном управљању водним ресурсима, омогућавању пејзажа и, једном речју, повољном, продуктивном и оснажујућем окружењу за развој природног живота и најбољег људског развоја.

## МЕХАНИЗМИ ПОВРАТНЕ СПРЕГЕ ИЗМЕЂУ ТЛА И КЛИМЕ

### Алbedo и равнотежа зрачења

Алbedo је однос зрачења које површина рефлектује у односу на зрачење које пада на њу (изражен у процентима). Површина без рефлектоване светлости би имала алbedo нулте вредности док би површина која рефлектује сво упадно зрачење имала алbedo од 100 %. Просечан алbedo Земље је око 30%. Он зависи од карактеристика Земљине површине и његове вредности се веома разликују. Алbedo тла такође варира у зависности од његових карактеристика (садржај органске материје, боја) као и вегетационог покривача односно од начина коришћења земљишта. Земљишта без вегетације, аридне или полусушне зоне, могу имати алbedo између 15 и 25 % (висока рефлексија), док код густе шуме или површине влажне шуме земљиште може имати алbedo око 8 %. Пустине показују највиши алbedo земље која није покривена ледом или снегом.

Деградирана подручја имају тенденцију да мењају боју у светлије нијансе услед смањења вегетационог покривача, смањења горњег слоја земље или лишћа, губитка органске материје или због карактеристика земљишта, које често може бити иловасто, беличасто-сивкасто. Светлији тонови подразумевају повећање албеда, односно повећање рефлексије зрачења које утичу на површину тла. Различите вредности албеда утичу на локалне климатске услове који утичу на развој падавина (Rozanov et al.1990; Rubio, 2007). Међутим, квантификација њихових ефеката на тренд глобалног загревања још увек није адекватно утврђена и тренутно је предмет бројних истраживања. Према Отермановој и Чернеиовој хипотези (Otterman, 1974; Charnei, 1975), повећање албеда индукује нето смањење емисије краткоталасног зрачења. Ово има тенденцију да изазове хлађење површине тла које повећава процесе слегања. Ово, заузврат, узрокује смањење конвекције и формирање облака. Као последица овог смањења атмосферске нестабилности, смањене су могућности падавина у овом подручју.

Супротно се дешава са смањењем албеда, тј. смањење рефлексије. Ова околност одговара тамнијим бојама на површини тла, као што су ситуације густог вегетационог покривача, присуство обилног површинског органског малча, као и хумуса. Ове карактеристике не одговарају пустињским подручјима јер су сасвим супротне. У овим ситуацијама оскудног албеда долази до већег загревања површине земљишта које тежи да се повећају процеси конвекције. Ово повећање нестабилности ће повећати шансе за падавине у таквим областима.

Дакле, оно што произилази из Отерман-Чернеи хипотезе је да ће дезертификована подручја вероватно повећати ризик од дезертификације у већој мери изазивајући услове који умањују шансе за примање падавина које би ублажиле спиралу деградације.

Напротив, већа је вероватноћа да ће стабилна, плодна подручја са добрим вегетационим покривачем повећати нивое резерви воде.

Други ефекти повезани са дезертификацијом били би они који утичу на зрачење (Williams and Balling, 1996). Земљина површина прима континуирани ток сунчеве енергије од  $341 \text{ W/m}^2$ . Део ове енергије апсорбује земљина површина и атмосфера, а други део се рефлектује и враћа у свемир. Истовремено, сама Земља и њена атмосфера емитују енергију у свемир. Резултат је равнотежа између примљене енергије и енергије емитавања. Људске активности (емисије, промене у коришћењу земљишта, деградација) могу да промене ову равнотежу изазивајући поремећаје. Радијација изазвана одређеним поремећајем је разлика између енергије долазног и одлазног зрачења у датом климатском систему. Када постоји позитивна радијација, тј. више долазне него одлазне енергије, систем има тенденцију да се загреје. Ако је ефекат радијације негативан (више одлазне него долазне енергије), тенденција је ка хлађењу. Концепт зрачења изазваног неким поремећајем је коришћен у извештајима IPCC у контексту процена које омогућавају откривање промена у радијацијском билансу. Гасови стаклене баште ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,), тропосферски озон и смањење албеда и стратосферске водене паре имају позитиван ефекат радијације (хипотетички доприносе загревању). С друге стране, утицај аеросола (пре свега сулфиди) или повећање албеда, имало би ефекат хлађења. Зрачење је један од многих параметара интеракције између процеса дезертификације и система регулације климе. Према IPCC (2007, 2019, 2021): “повратне информације о релацији копно - атмосфера играју важну улогу у модулацији регионалних промена, на пример у временским и климатским екстремима. То може довести до већег загревања и појаву екстремних температура у односу на средњу температуру, а можда и хлађење у неким регионима. Показало се да је повратна информација о влажности и температури земљишта релевантна за прошле и тренутне топлотне таласе на основу посматрања и симулација модела.”

Поред промена у албеду, ефекти зрачења се манифестују и кроз емисије гасова са ефектом стаклене баште, као и кроз механизме интеракција промене земљишта и климе. Неки од њих су: утицај на ниво влаге у земљишту, хрпаовост површине, евапотранспирација, промене на површинама кондензације и емисија аеросола и честица прашине које делују са различитим степеном интензитета у различитим биомима земље према њиховим специфичне карактеристике. Као и други различити аспекти интеракције између тла и климатских промена, расте интересовање за продубљивање и квантификовање ових двосмерних импликација. Синергије између студија из различитих дисциплина и перспектива су веома потребне у настојању боље процене, предвиђања и свеукупне превенције климатских промена.

## ЗАКЉУЧЦИ

### Шта је потребно урадити?

Управљање земљиштем и земљишним простором је занемарено у проучавању културне еволуције, али је кључно за опстанак цивилизације.

Генерално, ретко се разматра процена земљишта са аспекта лошег управљања и

исцрпљивања земљишних ресурса у проучавању еволуције и опстанка култура. За постојаност и очување сваке цивилизације кључну улогу су имали земљишни и водни ресурси. Данас се суочавамо са климатским променама, све већом деградацијом земљишта и смањивањем земљишта доступног за производњу хране. С обзиром на димензије и перспективе садашњих светских проблема историја нам говори да не би требало поновити грешке из прошлости, укључујући грешке у управљању земљишним ресурсима.

### **Повезаност климе и гла**

Евидентна је блиска веза између климатских фактора и процеса, перформанси и карактеристика земљишта (Sivakumar и Stefanski, 2007). Земљиште се развија под утицајем климе, а заузврат делује на климу тако што регулише и модификује климатске параметре. Потенцијал гла је важан регулатор климе који није адекватно развијен у борби против климатских промена.

### **Потребна је нова визија за конзервацију земљишта**

У свету се, у брзој транзицији, развијају нове перспективе и визије које захтевају решавање нових и кључних друштвених и еколошких очекивања која су у многим аспектима вођена текућим климатским променама.

Велики је значај адекватне процене земљишта као природног система који пружа многе друштвено-економске користи и важне еколошке функције, укључујући превасходну важност регулисања и ублажавања климатских промена. Ова визија треба да укључује пре свега подизање друштвене свести о конзервацији земљишта и његово одрживо коришћење земљишта кроз саветодавне и едукативне приступе.

У међусобној повезаности земљишта и климе потребно је укључити много делатности и фактора као што су: пољопривреда, шумарство, биодиверзитет, урбано планирање, очување природе, уређење водних ресурса, као и специфичне аспекте земљишта који су најдиректније фокусирани на ублажавање и прилагођавање на климатске промене.

Све већа потражња за земљиштем за урбани развој и инфраструктуру „троши“ најплодније земљиште. Такође, неодговарајуће или неодрживо коришћење земљишта и начин на који се поступа са отпадом утиче на здравље земљишта, што заузврат нарушава капацитет земљишта да обавља виталне услуге. Климатске промене врше додатни притисак на здравље земљишта.

### **Регионалне и глобалне иницијативе**

Из претходних разлога, стање земљишта је у средишту новог Зеленог договора за Европу (Европска комисија, 2020) као и у УН у оквиру циљева одрживог развоја, који имају за циљ смањење губитка и загађења биодиверзитета, борбу против климатских промена уз тежњу ка здравој животној средини и одрживом коришћењу земљишта. Потреба је да се активира механизам за предузимање радњи потребних за испуњење циљева UN SDG, посебно оних који се односе на земљишне ресурсе у оквиру глобалних и заједничких законодавних оквира.

Ризикујући остварење SDG циља сигурност хране, морамо да побољшамо пољопривредну продуктивност, али у исто време, суочавамо се са повећаним еколошким захтевима

земљишта да бисмо одржали или обновили еколошке функције и услуге земљишта. Потребан је нови приступ одрживом управљању земљишним простором (SLM) за побољшање биолошке компоненте земљишта која делује са више опсега, и то од структуре тла до димензије пејзажа. На срећу, SLM и праксе конзервације земљишта и вода све више јачају приступе еколошким функцијама земљишта и пружању услуга агроекосистема. Ово ће представљати побољшање пољопривредне производње у погледу њене ефикасности и њене адаптације на климатске промене, уз технолошка и биотехнолошка побољшања. Земљишни приступи прилагођавању и ублажавању климатских промена нуде могућности за иновативна научна и технолошка достигнућа. Многе стратегије управљања имају повољан ефекат смањења емисија и секвестрације угљеника, као што је употреба покривних усева и садња и заштита дрвећа и других вишегодишњих биљака.

Неопходно је повратити и редефинисати ублажавање климатских промена применом мера заснованих на повећању потенцијала земљишта као складишта за атмосферски угљеник кроз примену пошумљавања, санације земљишта и секвестрације угљеника као што је наведено у последњим IPCC извештајима.

Уопштено говорећи, произвођачи треба да знају које стратегије ће бити најутицајније у њиховим јединственим ситуацијама, али научна сигурност често недостаје о томе колико многе од ових стратегија функционишу у различитим регионима и производним системима услед климе која се мења.

### **Глобалне промене захтевају промене у људском понашању**

Радикална промена еколошких, друштвених и економских приступа је потребна за решавање климатских промена и доношење одговорних избора за будуће генерације. Што се тиче понашања људи, неопходно је увести промене у смернице за исхрану ка здравим производима са мање емисија и начином коришћењем земљишта. Исто тако, потребно је смањити расипање хране, како у ланцу снабдевања, тако и у домаћинствима и поново их користити по принципима циркуларне економије.

Да бисмо задржали а и побољшали постојеће нивое напретка и развоја потребна је радикална промена еколошких, друштвених и економских приступа и ставова. У том смислу потребна су истраживања друштвених иновација, водећи рачуна да се не понављају грешке из прошлости. Секвестрација угљеника и заштита земљишта су у центру поменуте парадигме промена и кључни су фактори у борби против климатских промена. Поред ове велике парадигме, данас постоје три главна глобална питања за одрживо коришћење земљишних ресурса: (1) повећати производњу хране кроз еколошку пољопривредну производњу, специфичну за одређену локацију; (2) омогућавање деловања еколошких функција за очување земљишних ресурса и биодиверзитета и (3) јачање капацитета земљишта за ублажавање климатских промена. Данас смо свеснији вероватних последица наших избора више него било које друштво у историји. Зар не би било збуњујуће ако бисмо наставили да правимо грешке? Како ће нам судити будуће генерације?

Само дубока и интелигентна радикална промена у начину на који се понашамо са планетом која нас издржава омогућиће нам да се суочимо са овим великим глобалним изазовом који смо сами изазвали. Сада је време предузимања акција.

## ИЗЈАВА

Аутори изјављују да је овај рад објављен у часопису *Soil Security* 14 (2024) 100124 ([www.sciencedirect.com/journal/soil-security](http://www.sciencedirect.com/journal/soil-security)) под оригиналним насловом „Protecting the soil is protecting the climate WASWAC and IUSS position paper on the inter linkages of soil and climate change“. Аутори су сагласни да се рад преведе на неколико језика, међу њима и на српски, у циљу наглашавања потенцијала земљишта као климатског регулатора. Радикална промена у начину на који перципирамо и користимо земљишне ресурсе је неопходна да бисмо се борили против климатских промена и сачували повољну будућност за нове генерације.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Batjes, N.H., 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *Eur. J. Soil Sci.* 47 (2), 151–163. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1996.tb01386.x>. Carter, V.G., Dale, T., 1974. *Topsoil and Civilization*. University of Oklahoma Press.
2. Charney, J.G., 1975. Dynamics of deserts and drought in the Sahel. *Q. J. R. Meteorolog. Soc.* 101, 193–202. <https://doi.org/10.1002/qj.49710142802>.
3. Costantini, E.A., Carnicelli, S., Sauer, D., Priori, S., Andretta, A., Kadereit, A., Lorenzetti, R., 2018. Loess in Italy: genesis, characteristics and occurrence. *Catena*, 168, 14–33. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.02.002>.
4. Costantini, E.A.C., Priori, S., Urban, B., Hilgers, A., Sauer, D., Protano, G., Trombino, L., Hülle, D., Nannoni, F., 2009. Multidisciplinary characterization of the middle Holocene eolian deposits of the Elsa River basin (central Italy). *Quat. Int.* 209 (1–2), 107–130.
5. European Commission. 2020. Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for healthy food, people, nature, and climate. Interim report of the Mission Board for Soil Health and Food. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/caring-soil-caring-life\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/caring-soil-caring-life_en).
6. FAO. 2012. Global soil partnership Mandate. <http://www.fao.org/globalsoilpartnership/es/>.
7. Glikson, A.Y., 2014. *Climate and Holocene civilizations*. Springer Briefs in Earth Sciences Evolution of the Atmosphere, Fire and Anthropocene Climate Even Horizon. Springer.
8. Hartmann, P., Zink, A., Falige, H., Horn, R., 2012. Effect of compaction, tillage and climate change on the soil water balance of Arable Luvisols in Northwest Germany. *Soil Tillage Res.* 124, 211–218.
9. *Hydrogeology, Chemical Weathering, and Soil Formation*, Chapter 10AWiley&Sons & Horn, R., 2021. ISBN: 978-1-119-56396-9Hyams, E. 1976. Soil and civilization. In: Hunt, A., Egli, M., Faybishenko, B., Hoboken, N.J. (Eds.), *Soils in Agricultural Engineering: Effect of Land-use Management Systems on Mechanical Soil Processes*, Eds. Harper & Row, New York, pp. 187–199. *Hydrogeology, Chemical Weathering, and Soil Formation*, Chapter 10AWiley&Sons.
10. Lal, R., 2003. Soil erosion and the global carbon budget. *Environ. Int.* 29, 437–450. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(02\)00192-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(02)00192-7).
11. Latin-American Society of Soil Science. Declaraci' on de Mar del Plata. 2012. <http://slcs.org.mx/index.php/es/informacion-general/declaraciones/8-mar-del-plata> (Accessed July 25, 2021).

12. Lindert, P.H., 2000. *Shifting Ground: The Changing Agricultural Soils of China and Indonesia*. MIT Press, Cambridge, MA.
13. Lowdermilk, W.C., 1999. *Conquest of the Land Through 7.000 Years*. USDA Agric. Inf. Bull. No. 99. <https://nrcspad.sc.egov.usda.gov/distributioncenter/pdf.aspx?productID=109>.
14. Montgomery, D.R., 2007. *Dirt: The Erosion of Civilizations*. University of California Press.
15. IPCC 2007. 4th Assessment report. Working group II. Chapter 2: Changes in atmospheric constituents and radiative forcing.
16. IPCC 2019. *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*.
17. IPCC, 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel On Climate Change*. Cambridge University Press.
18. Otterman, J., 1974. Baring high-albedo soils by overgrazing: a hypothesized desertification mechanism. *Science* 186, 531–533. <https://doi.org/10.1126/science.186.4163.531>.
19. Reyes-Sanchez, L.B., 2012. Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable. *Educación Química*. 23 (2), 222–229. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30113-1](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30113-1).
20. Reyes Sánchez, L.B., 2015. La educación como política pública de concientización para la preservación del suelo como recurso natural limitante para la existencia de la vida. In: UNAM-CONACYT. *Redescubriendo al suelo y su importancia ecológica*. ISBN: 978-607-02-7468-8 and ISBN: 978-607-02-7467-1.
21. Reyes-Sánchez, L.B. 2018. Edaphological approaches to advancing Sustainable Development Goals: an educational perspective to build a citizen preservation culture, in Lal, R., Horn, R., Kosaki, T. (Eds.), *Soil and Sustainable Development Goals of the U.N. International Union of Soil Sciences (IUSS) Books*. ISBN 978-3-510- 65425-3.
22. Rozanov, B.G., Targulian, V., Orlov, D.S., et al., 1990. Soils, in the Earth as transformed by human action: global and regional changes in the biosphere over the past 300 years. In: Turner, B.L., et al. (Eds.), eds. Cambridge University Press.
23. Rubio, J.L., Recatala, L., 2006. The relevance and consequences of Mediterranean desertification including security aspects. In: Valencia, N.A.T.O. (Ed.), *Desertification in the Mediterranean Region: a Security Issue*, Eds. Springer.
24. Rubio, J.L. 2007. Mecanismos de Retroalimentación entre Desertificación y Cambio Climático, in: *Cambio Climático y sus Consecuencias*. S. Grisolia (Ed.), Generalitat Valenciana.
25. Sivakumar, M.V.K., Stefanski, R., 2007. Climate and land degradation overview. In: Sivakumar, M.V.K. (Ed.). *Climate and Land Degradation* Springer.
26. UN. 2013. RESOLUTION 5/2013: International Year of Soils. <http://www.fao.org/soils-2015/about/es/>.
27. UN. 2014. The state of food security and nutrition in the world. [www.fao.org/hunger/es/](http://www.fao.org/hunger/es/).
28. UN. 2015. Objectives and goals of sustainable development. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.
29. UN. 2015. United nations framework convention on climate change. [www.unfccc.int/re source/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf](http://www.unfccc.int/re_source/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf).

30. Williams, M.A.J. y Balling, R.C. Jr. 1996. Interactions of Desertification and Climate. WMO, UNEP, Arnold London.
31. Yaalon, D.H., Ganor, E., 1973. The influence of dust on soils during the Quaternary. Soil Sci. 116 (3), 146–155.

Preveo sa engleskog  
Dr Miodrag Zlatić, red.prof. u penziji

**Napomena:**

Original ovog rada je objavljen u međunarodnom časopisu “Elsevier”, Soil security 14 (2024)100124 ; journal homepage:[www.sciencedirect.com/journal/soil-security](http://www.sciencedirect.com/journal/soil-security)

Imajući u vidu značaj problematike koja se obrađuje u radu prvi autor rada Jose L. Rubio je predložio koautorima (među njima je i prof.Zlatić) da se rad po mogućstvu prevede na lokalne jezike i tako objavi, da bi širi auditorijum imao prilike da se upozna sa ovom značajnom problematikom. Mi smo rad sa zadovoljstvom prihvatili i predstavljamo ga našim čitaocima.

**Панел посвећен проф. др Раденку Лазаревићу**  
**Pannel for Prof.Dr. Radenko Lazarević**

Славољуб Драгићевић  
 Универзитет у Београду Географски факултет

У организацији Српског географског друштва на Географском факултету у Београду је 28. септембра 2024. године *одржан Панел под називом:* Примењена геоморфолошка истраживања у научном опусу проф. др Раденка Лазаревића. **Панел је одржан** поводом 100 година од рођења проф. др Раденка Лазаревића (1924-2024) и на њему се више од 40 поштоваоца научног опуса овог еминентног научника присетило најважнијих научних и стручних резултата његових истраживања. Осим подсећања на резултате научног и стручног рада, учесници су се присетили поука, усмерења и тренутака које су провели са њим на теренским истраживањима, стручним праксама и екскурзијама. Панел је био подељен у два дела, пленарни, где су учесници по позиву припремили кратке реферате у којима су направили осврт на доприносе проф. др Раденка Лазаревића у различитим областима истраживања, наставног и стручног рада.

*Пленарни део*

1. **Кратка биографија проф. др Раденка Лазаревића (Славољуб Драгићевић)**
2. **Допринос проф. др Раденка Лазаревића истраживању интензитета водне ерозије (Методологија израде Карте ерозије – хронолошки развој) (Радислав Тошић, Славољуб Драгићевић)**
3. **Педагошки рад и активности у Удружењу бујичара СФРЈ и Србије (Станислав Костадинов)**
4. **Допринос проф. др Раденка Лазаревића истраживању краса (Јелена Ћалић)**
5. **Допринос проф. др Раденка Лазаревића истраживању клизишта (Марко Милошевић)**



*Слика 1 и 2 Дискусија*  
*Figure 1 and 2 Discussion*

Након пленарног дела, сви учесници су током дискусије имали прилику да изнесу своја искуства и сећања, што се на крају манифестовало емотивним сећањем на различите догађаје и ситуације.

Направљена је и заједничка фотографија како би све било забележено и остављено млађим генерацијама за сећање на своје еминентне професоре који су читав радни век посветили унапређењу научних знања и подизању научног подмлатка.



*Слика 3 Фотографија учесника*  
*Figure 3 Photo of the participants*

**In memoriam:**  
**ВЛАДИМИР СТЕВАНОВИЋ**  
 дипл.инж.шум. за ерозију и бујице  
 (1. октобар 1942 - 23. децембар 2019)



Тек пре неки дан сам сазнао да је пре пет година преминуо наш колега Владимир Стевановић.

Рођен 1.10.1942. године, село Куново, општина Владичин Хан. Основну школу завршио у Кунову и Владичином Хану а средњу школу у Сурдулици 1962. године.

Своје високо образовање започиње на Шумарском факултету у Београду којег уписује 1962/63 школске године, одсек за ерозију и бујице.

Дипломирани инжењер шумарства за ерозију и бујице као и права која му по закону припадају добија у Београду 16.05.1967. године бр. 03-1699.

Запошљава се 1968. године у фирми «Здружено опште водопривредно предузеће Морава – Београд, водопривредна организација Ерозија - Владичин Хан».

У свом раду Влада се углавном бавио извођењем противерозионих радова на терену, грађевинско-техничких и биолошких. Од краја Другог светског рата све до почетка 90-тих година XX века на подручју Србије, а посебно на теренима Грделичке клисуре и Врањске котлине, где је Влада радио, извођени су обимни противерозиони радови, у којима је он дао свој значајан допринос. Био је врло одговоран на послу, увек расположен за сарадњу са колегама. По потреби радио је и на пројектовању противерозионих радова биолошких и техничких.

Рад на терену и одвојеност од породице оставили су дубок траг на његово здравље. Због проблема са срцем одлази у инвалидску пензију у априлу 1998. године.

Последње године живота провео је у Београду, у кругу породице-супруге Радмиле и деце Снежане, Александра и Ивана. Водио је миран живот све до изненадне смрти 23. децембра 2019. године, која је дубоко потресла његове најближе.

Влада ће нам остати у сећању као добар стручњак посвећен свом послу, искрен пријатељ и колега, добар супруг својој Радици и пожртвовани отац својој деци и вољени деда својим унуцима. Што би рекао наш народ „сво троје деце је извео на пут“ школовали су се и постали вредни и цењени чланови друштва.

Иван Стевановић, дипл.инж.маш.  
 Проф. Станимир Костадинов

**In memoriam:**  
**САВО ЂУРИЋ,**  
дипл.инж.шум. за ерозију и мелиорације  
( 31.05.1956 - 04.04.2024)



Дана 02.04.2024. године, у 68. години живота, борбу са опаком болешћу изгубио је наш драги Саво Ђурић, дипломирани инжењер шумарства за водопривреду ерозионих подручја, у пензији, вољени супруг, отац и деда.

Рођен је 31.05.1956. године у Травнику, у централној Босни, од оца Ђорђа и мајке Јеле. У селу Спахићи, наомак Травника проводи детињство окружен заједништвом, чврстим пријатељским и фамилијарним везама, у окружењу у којем учи о правим животним вредностима, породици, моралу и поштењу које ће га водити кроз турбулентне периоде живота и о којима ће учити своје потомке.

Историја фамилије Ђурић није била лака, страдања су обележила сваку генерацију у прелепој али болом и патњом испуњеној земљи. Упркос стрељању и одвођењу великог броја житеља српске народности током Другог светског рата, остали су на својој територији до 1995. године, када су због ратних дејстава у Босни морали напустити своја вековна огњишта.

Током одрастања проводио је много времена у природи, у брдовитим пределима изнад долине реке Лашве, опасаним обронцима планине Влашић прекривене шумама високих стабала, биолошком и геолошком разноврсношћу, одакле развија изузетно поштовање и љубав према природи, које ће му бити водиље приликом избора животног позива.

Основну школу Саво је завршио у месту Турбе, у близини Травника, а средњу архитектонско - грађевинску школу у СШЦ „Антун Маврак“ у Травнику, након чега уписује Шумарски факултет Универзитета у Београду и у децембру 1981. године стиче звање дипломирани инжењер шумарства, смер за водопривреду ерозионих подручја.

Исте, 1981. године се враћа у родни Травник, где се 1983. године венчава са Љубинком Ђогатовић, са којом је добио двоје деце, сина Дамјана 1984. године и кћерку Сању 1986. године.

У предузећу „Шипад – Себешкић“ Травник РЈ Шумарија Турбе провео је 11 година допуњујући своја практична знања кроз испуњавање радних задатака, при том остварујући и свој циљ и тежњу усмерену на очување животне средине, заштиту шума спречавањем и контролом оштећења стабала која су настала природним путем или су узрокована људским фактором. Наведено Предузеће, као и свој град напушта 1992. године, када почиње грађански рат у Босни.

Након што је успео да избави породицу из ратом захваћеног подручја, постао је припадник Војске Републике Српске и заједно са братом, рођацима и пријатељима остао на подручју изнад Травника, на првој линији фронта бранећи своје и околна српска села од дојучерашњих комшија и пријатеља других националности. Вршећи војне дужности и учествујући у зони борбених дејстава на првој линији за одбрану Републике Српске у периоду од 1992. до 1995. године, стиче статус борца прве категорије.

Током 1993. године, био је један од главних учесника у прикупљању хуманитарне помоћи становницима који су избором да остану на својој територији, у сопственим домаћинствима, угрозили егзистенцију, немајући основне животне потрепштине. Преко родбине, пријатеља и племенитих људи у Француској, успео је да оствари замисао и прикупи средства у виду лекова, пелена за бебе, одеће, играчака итд., неопходна за преживљавање у бесмислу ратних дејстава.

Након губитка територије, уследило је туробно и тешко вишедневно повлачење војске преко неприступачне планине Влашић, где се код Саве јављају први знаци здравствених проблема.

Након избављања, настанио се са породицом у Оџаку (тадашњем Вукосављу), а по потписивању Дејтонског мировног споразума у Зворнику, где се запослио у АД „Водопривреда – Дрина“ Зворник, на радном месту директора, а потом у ЈП „Српске шуме РС“ ШГ „Бирач“ Власеница.

Током радног века, настојао је да допринесе опоравку и развоју уништених предузећа у послератном периоду кроз примену стечених знања и радног искуства у области одговорног управљања шумама и коришћења дрвне грађе, а као директор АД „Водопривреда – Дрина“ Зворник учествовао је у доношењу планова у вези са решавањем проблема управљања водама на подручју зворничке регије.

Због све лошијег здравственог стања и низа операција одлази у инвалидску пензију 2016. године.

Након родног Травника, са породицом је много пута био приморан на селидбу у разне градове на подручју БиХ, али коначно пребивалиште и други дом је саградио у Лозници у Републици Србији, где је окончао живот и где је сахрањен дана 04.04.2024. године.

Својим делима и примером је оставио неизбрисив траг у срцима оних који су га познавали. Остаће упамћен као патриота, љубитељ природе, борац за очување животне средине, шума и река, велики пријатељ и хедониста.

Сања Ђурић  
Љубомир Попара, дипл.инж.шум.



## УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF “EROZIJA”

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Фотографије и цртежи** - Треба да представљају карактеристичан детаљ, појаву и слично. Фотографије и цртежи морају да буду контрастни и оштри. Нејасне и мутне фотографије неће бити штампане. Фотографије се прилажу у облику посебне датотеке, морају да буду у неком од стандардних формата (BMP, TIF, JPG, GIF или PSD), у резолуцији најмање 300X300 dpi (пожељно 600X600 dpi), а у размери 1:1. Пошто ови захтеви обично резултирају великим фајловима, пожељно је оригиналне фотографије приложити заједно са радом као посебне датотеке, што би

обезбедило постизање већег квалитета код припреме за штампу. Цртежи се могу доставити у форматима DXF, DWG, CDR, WMF, EPS или AI. Наслови и легенде фотографија и цртежа морају бити урађени двојезично - на српском и енглеском језику.

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

**Примери:**

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

**У тексту:** (Petrović *et al.*, 1991)

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

**У тексту:** (Dumanović *et al.*, 1985)

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

**У тексту:** (Krstić, Stojanović, 2007)

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

**Примери:**

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

**У тексту:** (1992)

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

**У тексту:** (2008)

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

**ОСТАЛЕ НАПОМЕНЕ**

Радови се рецензирају, рецензенти одређују категорију рада, а рецензенте одређује Редакција. Редакцији доставити радове у електронском облику (e-mail, CD/DVD диск, флеш-диск, итд.) урађено у формату MS Word 6.0/2007/XP (Office 97/2003/XP), тип слова Times New Roman, величина 12 pt. Мерне јединице изражавати у Интернационалном систему јединица (SI).