

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

# ЕРОЗИЈА

Број 44

UDK 626

ISSN 0350-9648



Београд, 2018. година

## **ЕРОЗИЈА**

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

---

### **Scientific Journal of erosion and torrent control**

**Главни и одговорни уредник**  
Проф.др Станимир Костадинов

#### **Уређивачки одбор**

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

#### **Технички уредници**

Милутин Стефановић, дипл. инж. шум.  
Марко Урошевић, маг. инж. шум.

---

#### **Издавач**

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

**Тираж:** 250

**Штампа**  
Тукан принт

# садржај

## contents

---

<b>РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА</b> WORD OF THE EDITOR	<b>6</b>
---	----------

---

### I ОРИГИНАЛНИ НАУЧНИ РАДОВИ

Original scientific paper

---

<b>Bojan Mihajlovski, Ivan Minchev, Ivan Blinkov, Bojan Simovski</b> Geomatic techniques for the environment Геоматске технике за истраживање животне средине	<b>7</b>
---	----------

---

<b>Татјана Ђирковић- Митровић, Драгица Вилотић, Љиљана Брашанац- Босанац, Душан Јокановић, Весна Николић</b> Анализа годишњег обима и тренда пошумљавања у Републици Србији Analysis of annual afforestation size and trend in Republic of Serbia	<b>16</b>
---	-----------

---

<b>Младен Марковић, Никола Живановић, Гроздана Гајић</b> Утицај биоармираног земљишта на стабилност клизишта “Ракља” Effect of bio-reinforced soil on stability of the “Raklja” landslide	<b>23</b>
---	-----------

---

<b>Букашин Рончевић, Никола Живановић, Гроздана Гајић</b> Анализа физичко-маханичких карактеристика камена у Србији за потребе противерозионих радова Analysis of physico-mechanical characteristics of stone in Serbia for the needs of erosion control works	<b>32</b>
--	-----------

---

<b>Snežana Kesman</b> Green infrastructure, biodiversity and climate change Зелени коридори, бидиверзитет и климатске промене	<b>40</b>
---	-----------

---

### II СТРУЧНИ РАДОВИ

<b>Katarina Lazarević</b> ETC 2018 Report Конференција заштите од ерозије и уређење бујица 2018	<b>53</b>
---	-----------

---

### III III УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF “EROZIJA”	<b>57</b>
--------------------------------------	-----------

#### ЕРОЗИЈА

Scientific Journal of erosion and torrent control

---

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

**Editor in Chief**  
Prof. Stanimir Kostadinov

#### Advisory Board

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

#### Technical editors

Milutin Stefanović, dipl. ing.  
Marko Urošević, MSc eng. of forestry

---

#### Publisher

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

**Circulation:** 250 copies

**Print**  
Tukan Print

## РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА

Поштоване колегинице и колеге.

Поновићу написано у прошлом броју јер се отада није ништа променило сем године.

Опет смо суочени са проблемом финансирања издавања часописа, што је условило његово кашњење. Наиме, ово је број за 2018 годину и нисмо могли да га штампамо на време због недостатка финансијских средстава. Овај проблем се повећава из године у годину и требало би да Удружење бујичара на неки начин реши тај проблем. Сматрам да је време да се одржи Скупштина удружења, где би се поред осталих тема и проблема разговарало и о проблему издавања часописа „Ерозија“.

Знам да је ситуација са финансијама „сложена“, што би рекли политичари, али уз добру вољу могло би да се нађе решење и за тај проблем. У том смислу апелујем на чланове Управног одбора да што пре закажу Скупштину удружења и уз остале текуће ствари (одржавање Сусрета бујичара, статус лицене бујичара, стручна и научна питања и др.) поразговарамо и часопису „Ерозија“ и финансирању његовог издавања.

Проф.др.Станимир Костадинов

Bojan Mihajlovski<sup>1</sup>, Ivan Minchev<sup>1</sup>, Ivan Blinkov<sup>1</sup> Bojan Simovski<sup>1</sup>

## GEOMATIC TECHNIQUES FOR THE ENVIRONMENT

<sup>1</sup>“*Ss. Cyril and Methodius*” University in Skopje, Forestry faculty, 16-ta Makedonska brigada No.1, 1000 Skopje, R. Macedonia

E-mail: mihajlovski.bojan1995@yahoo.com

### ABSTRACT:

The main goal of this paper is to implement modern, up to date, geomatics techniques and technologies in the environment. The entire database is made in GIS software, a GNSS device is used to record detailed points on the field and for recording and preparing a new orthophoto was used a modernly sophisticated drone (UAV) DJI Mavic Pro. QGIS (Quantum Geographic Information System), as main software, was used for data processing and implement measurements taken from the field, and other utility programs were used to perform the tasks. The subject of the paper is the Promenade riverside Kumanovo, Macedonia, which is a convenient place to try and implement this data processing method. First of all, it is a small area with a pretty large scale which makes it easier to recognize and practically examine the details on the field. Also this method can be applied in the forestry, agriculture, water management, geodesy, spatial planning, sustainable development and environmental protection.

**Keywords:** QGIS, GNSS, UAV, inventory, geomatics techniques, remote sensing.

## 1. INTRODUCTION

The good appearance and preservation of nature is a wealth that needs to be passed on from generation to generation. The care for the environment and the overall natural environment becomes a moral responsibility of the whole community [3]. With the great advances in the technologies in all spheres, as well as in forestry and urban areas, new transparent databases are created that will make it easier, more effective and safer to manage the environment. In recent decades, remote sensing techniques applied in forestry has been given an increased attention, which leads to the ability of extracting important information for forest planning and sustainable management such as the forest structure, composition, volume or growth [11]. In Finland, the City of Helsinki's Street and Park Division maintains a digital tree register (approximately 40,000 trees) that includes trees that are situated at road sides and some of the trees in the parks. The tree-register data includes information on the species, height, diameter-at-breast height (DBH), and geolocation.

The tree-register data are used in urban and environmental planning, in locating old trees that are hazardous (for citizens), and in biodiversity monitoring [21]. In the last decade, drones of different sizes, shapes and capabilities have grown rapidly and have acquired a growing interest in civilian applications, as well as precision agriculture, forestry, biodiversity, meteorology, emergency preparedness, so the drone revolution is already here [11]. It represents a powerful technology that surely enters into everyday life. The progress of UAV is growing with the progress of other technologies such as computing power, which is no longer an obstacle, and the process of collecting and processing huge amounts of data is now much easier [1]. A GNSS (GPS) or global navigation satellite systems is a very precise way to display the desired location. The accuracy depends on the device itself, or data available on the base station, and of course the number of available satellites in the sky when the data is collected [2]. There is also a method of collecting data on the exact location of the trees with the so-called Total Station. After the collecting of data is completed with this device they can be directly downloaded into a computer and entered into GIS.

GIS or geographic information system gradually but surely becomes a valuable tool for demonstrating how natural and human-produced components communicate with one another. In many countries, GIS software is used as the main tool in many departments and sectors.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Study Area Description

It is located 840 meters from the city center of Kumanovo and represents one of the newest built urban green areas occupying 45,200 square meters. On the north, this area is located at the crossroads that connect the boulevard Oktomvriska Revolucija and boulevard Gjorche Petrov ; 42.13573, 21.72777 and 42.13579, 21.72853. On the south the coordinates are on the intersection that connects boulevard Oktomvriska Revolucija and boulevard Makedonska Udarna Brigada; 42.12597, 21.73119 and 42.12616, 21.73225.



Figure 1. Satellite image, the position of the river bank Kumanovo (Google.Earth.2018)

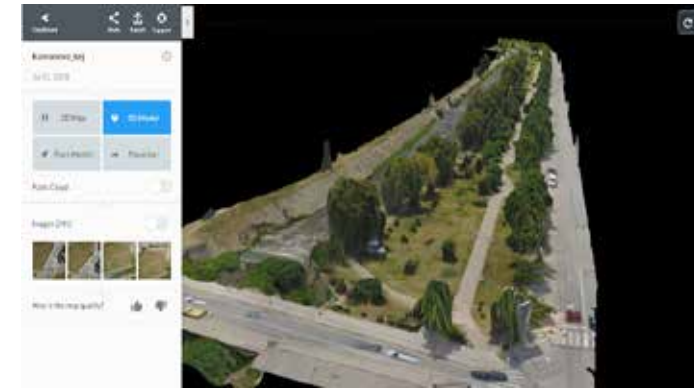


Figure 2. 3D projection application dronedeploy

### 2.2. Data Acquisition and Processing

This study started on August 1, 2018, and the entire database was developed in GIS software, a GPS device was used to record detailed points on the ground, as well as for recording and for making a new orthophoto recording with a modern sophisticated drone, DJI Mavic Pro, was used. GIS will make it efficient, effective, executable and exemplary in designing, decision making, action taking and evaluating park and recreation management services. Besides offering better alternative for tree management system of Public Parks, it also can enhance the quality of the parks by a proper maintenance where the standard system provides a framework for periodically inspecting and evaluating the condition of the trees in the park. This park's standard maintenance system represents the attempt to clearly outline quality standards for all public parks [23]. Positions of marked trees were individually recorded as waypoints using a Garmin GPS receiver. The GPS receiver is small, handy, and easy to use; these features are suitable for forest inventory [22]. In this case the details of the terrain are recorded with the Garmin Dakota 20 GPS device, which is a sport model with good features. All the details of the terrain were recorded i.e. the location of all trees was recorded, in this case, 647. At the same time, a collection of attributes of the trees in this area has been carried out simultaneously. GIS software was also used in this paper, Geographic Information Systems (GIS) use georeferenced (location based) data to visually represent the dataset, which allows users to better understand and solve problems. GIS can be defined as "A system for capturing, storing, checking, integrating, manipulating, analyzing, and displaying data which are spatially referenced to the earth"[7]. Similarly, the drone is useful. As previously mentioned, Drone is an unmanned aircraft that is driven by ground. The very control and management of the drone can be manual, that is, without a pre-made flight plan by which the drone will be moving, or with the help of various applications that give the opportunity to create a map or route for the drone to move.

The current use of drones in forestry applications is still at an experimental stage, but with great potential in the near future [11]. The first step for using this new application is to install it into a device (mobile phone/smartphone) that will be connected later with the drone controller.

Application is dronedeploy [www.dronedeploy.com](http://www.dronedeploy.com). It creates a profile of it and gives the opportunity at any time to plan and edit new or old maps and flight plans. Flight Path Planning and Data Acquisition After finalising and testing the components of the selected UAV, the next stage of



the training comes with planning the flight path and capturing the images. A flight-planning tool is used to minimize the manual effort needed in flight planning processes such as overlapping of photo imagery to guarantee appropriate overlapping coverage. The pilot from the ground control unit then decides the region of interest on an interactive map, photo size and resolution, flight altitude above the ground, flight speed, and longitudinal and traverse coverage of each photo for maximum survey area coverage. The operator then finally defines the start and end points of the flight path to be formulated [24]. In this case, it was recorded with a height of 100 meters with a pixel size of 3 cm, overlap of shots of 70% and a maximum flight speed of 54.7 kilometers per hour. Recording of the site lasted 21 minutes and 241 photos were taken. Lizarazo uses RGB photos to create 3D geometry first because the spatial resolution tends to be more optimized than the infrared photos. In addition, they developed algorithms and applied Wallis filters to successfully improve the accuracy of the final product [19]. In addition to the orthophoto, the application also offers a 3D projection of the marked space as well as photographs from the altitude, and pictures showing the state of the trees.



Figure 3. Dronedeploy application, create flight plan

### 2.3. Processing the collected field data

The processing of data collected from the field is carried out in the QGIS (Quantum Geographic Information System) platform version 2.18.25. Geo-referencing of footage, processing of collected GPS points (Waypoints), processing of excel tables, moving of GPS points was performed. Georeferencing involves image alignment in a coordinate system. Is the stage at which the image becomes a form of spatial data, since they are characterized by reference to a coordinate system defined by parameters such as projection and point of origin (datum). For georeferencing a map we need at least two pieces of information: a series of points easily identifiable on the map whose location (latitude and longitude, rectangular coordinates) are precise (here the principle is: "the more, the better") and the projection system where the original map on paper was made. When processing the collected GPS points (Waypoints), a database of information on individual trees is created. This information includes tree location, diameter, height, canopy width, condition [25]. As indicated in the GPS chapter and the GPS points collection, each recording makes a certain "error" depending on the characteristics of the device itself.

The GPS device that it is used for this work has approximate accuracy of 3-10 m. With the processing of the points, i.e. their input, as well as the input of the drone photos into the GIS software it has come to an incomplete match of these two important elements. Specifically, the GPS device for

each point, in this case, the tree deviates for a certain distance. In order to complete this operation and processing, the GIS software offers us the opportunity to move these points to the desired position.

## 3. RESULTS

### 3.1. Overview of the dendroflora on the river bank Kumanovo

With the inventory carried out in this area, a total of 647 trees were identified, a total of 27 species of trees were recorded. In addition, a table from the entire dendroflora of the river bank Kumanovo is presented. The complete tree inventory of public lands in river bank Kumanovo showed a very diverse mixture of tree species. There were 27 species of trees present (Table 1). Of these, five species represented the majority of the trees: *Catalpa bignonioides* (79 trees), *Fraxinus Americana* (170 trees), *Thuja orientalis* (78), *Cupressus arizonica* (53), and *Salix matsudana* (53 trees) [20].

Table 1. Dendroflora of the river bank Kumanovo shown in tabular form

Taxa	Tree mark
<i>Catalpa bignonioides</i>	79
<i>Acer platanoides</i>	7
<i>Celtis australis</i>	5
<i>Cupressocyparis x leylandi</i>	22
<i>Fraxinus americana</i>	170
<i>Juglans regia</i>	1
<i>Morus alba</i>	6
<i>Picea pungens</i>	11
<i>Thuja occidentalis 'Smaragd'</i>	7
<i>Tilia tomentosa</i>	6
<i>Prunus cerassifera 'nigra'</i>	7
<i>Koelreuteria paniculate</i>	3
<i>Thuja orientalis</i>	78
<i>Cupressus arizonica</i>	53
<i>Picea abies</i>	37
<i>Cedrus deodara</i>	10
<i>Quercus frainetto</i>	2
<i>Thuja occidentalis</i>	19
<i>Thuja plicata</i>	3
<i>Cupressus sempervirens</i>	1
<i>Pinus wallichiana</i>	5
<i>Cedrus atlantica</i>	11
<i>Juniperus sabina</i>	1
<i>Acer negundo</i>	1
<i>Salix babylonica</i>	32
<i>Salix matsudana</i>	53
<i>Acer dasycarpum</i>	7
Total:	647

### 3.2. Mapping Attributes in the GIS Platform

For the purpose of detailed and transparent presentation of the dendroflora and collected attributes from the river bank, the GIS platform offers us various possibilities and benefits in terms of mapping or creating maps. For this purpose, 5 maps were prepared:

- Map of species
- Map of diameters
- Map „Width of the canopy“
- Map of heights
- Map of damages

In the window Categorized we have an opportunity the previously arranged layer to be divided by the input attributes. In this case, data are provided from which the maps themselves are made, ie the type, diameter, canopy, height, damage. By opening one of the offered attributes and clicking Classify, all of them are classified in different colors for different data. This operation completes the first stage in making a thematic map. For example, a map of species will be presented (Figure 4).

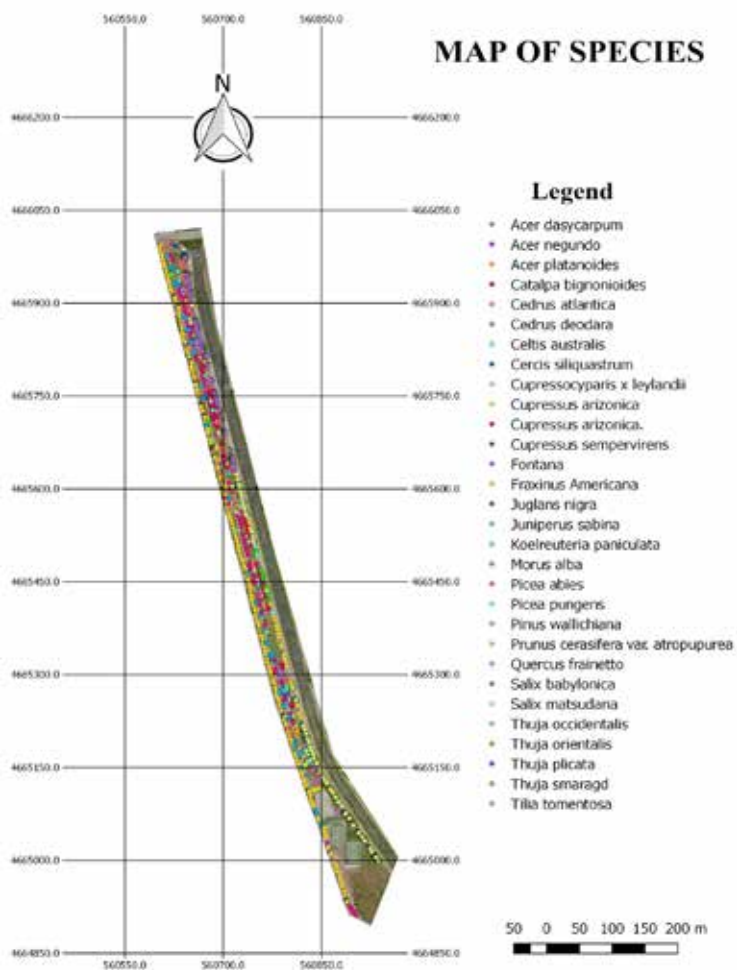


Figure 4. Map of species river bank Kumanovo

### 3.3. Publishing thematic maps on a GIS platform

Once a GIS database is created composed of GPS points collected from the field and their processing as well as the input of attributes, a DRON photo processed (geo-referenced) creates a digital map i.e. a web page that provides forestry and horticultural data for the points that are the subject of this paper. In this complete database GIS software gives us the opportunity through the QGIS Cloud plug-in to create a web-based digital map of all trees on the river bank, which would be accessible to all citizens. All citizens, visiting the river bank may have an overview of the trees species, their condition, height and diameter for each tree separately [6].

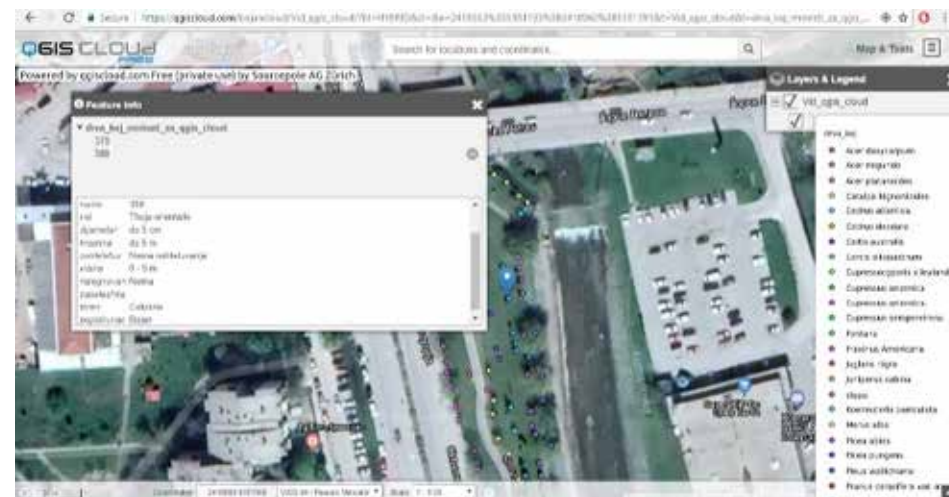


Figure 5. Web-based digital map of all trees on the river bank Kumanovo

## 4. CONCLUSION

The need of our society for such devices and drones is necessary but there have always been obstacles in the introduction of new technologies, primarily because of the funds, lack of development strategy, lack of educated staff that will implement the reforms, but most of the cases are from ignorance or insufficient information about the advantages of this technology. The use of drone and the technology of drones besides that can and has a great application for a variety of purposes has its advantages and disadvantages. As an advantage can be cited surveillance and security. His ability to give an overview of the environment is one major advantage of survival. You can easily identify what is happening in your area or if there are some riots nearby. In addition, having airborne drones can help you investigate the damage caused by storms or any natural disaster. The ability to control a drone from a distance allows you to detect problems before reaching you without having to expose you to potential threats. To identify and avoid objects in the flight path, you can add proximity sensors. When the battery is low or the controller loses connectivity, the “return-to-base” function is a great asset. One of the main advantages of the drone is that it is available to all users, that is, the prices are pretty small for this kind of technology. A shortcoming is the short life of the battery, although drones are suitable for use, they have short battery life. On average, the battery with a single charge gives you the opportunity to use the drone 20-25 minutes depending on the drone itself and its specifications. The drone used for this study can fly 27 minutes with one battery. One of the

drawbacks of drones is that they can be shot down, trapped. Although the drone is considered a technology that helps society to develop, in some cases this type of drone is used for terrorist attacks or attacks that endanger the lives of the civilian population, ie it is a fairly cheap and effective weapon. This paper presents how with the aid of modern geomatic techniques and technologies we can greatly improve the environment. The inventory carried out on the green area of the Kumanovo riverbank is a detailed overview of the urban dendroflora under the jurisdiction of “JP Chistota i Zelenilo”, and as such it will be of great benefit to the same company. In fact, that information or the census itself gives us the knowledge of what we actually have and what we have on our disposal. What is significant is the result that 674 trees have been recorded and 27 different types were encountered on such small space in an urban environment. The prepared maps presented in the previous chapter are an example of many large cities in Europe and the world about how a public company actually organizes managing green areas. All 5 cards are 3 pixels high resolution and high-quality recordings shot by DRON. The ultimate goal of this paper is to digitize the data collected from the field and to make them available to the general public. By publishing the thematic maps in Gis Software, a complete transparent digital map data has been obtained, with which each visitor on the page has an overview of the overall dendroflora the processed area with all the attributes and information gathered from the field.

## REFERENCES

- [1] Remote Sensing and Assessment of Urban Forests with Unmanned Aerial Vehicles By Dan Staley, Principal of Analemma Resources LLC, Aurora, Colorado
- [2] Tree Inventories and GIS in Urban Forestry, James Phillip Wood
- [3] Uvođenje sustava GIS-a zelenih površina grada Osijeka “Zeleni katastar” (Осјек 2010 год).
- [4] Individual Tree Detection from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Derived Canopy Height Model in an Open Canopy Mixed Conifer Forest (11 September 2017)
- [5] Употреба на GIS и GPS во шумарството - дипломска работа Иван Минчев ( Октомври 2004 год, Скопје)
- [6] Web-page river-bank Kumanovo, [https://qgiscloud.com/bojancloud/Kumanovo\\_Kej\\_QGISCLOUD/?bl=AerialWithLabels&st=&l=%D0%94%D1%80%D0%B2%D0%B0\\_%D0%9A%D0%B5%D1%98\\_%D0%9A%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE.shp\\_cloud&t=Kumanovo\\_Kej\\_QGISCLOUD&e=2418378%2C5181081%2C2419101%2C5181429](https://qgiscloud.com/bojancloud/Kumanovo_Kej_QGISCLOUD/?bl=AerialWithLabels&st=&l=%D0%94%D1%80%D0%B2%D0%B0_%D0%9A%D0%B5%D1%98_%D0%9A%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE.shp_cloud&t=Kumanovo_Kej_QGISCLOUD&e=2418378%2C5181081%2C2419101%2C5181429)
- [7] Urban Tree Mapping by Robert Krueger, Renata Konrad (March 9, 2010).
- [8] Identifying Santa Barbara’s urban tree species from AVIRIS imagery using canonical discriminant analysis by MIKE ALONZO\*, KEELY ROTH and DAR ROBERTS (Received 29 October 2012; in final form 2 January 2013)
- [9] The use of geomatic techniques to monitor environmental deformation by Samih Al Rawashdeh, Rami E. Al Ruzouq, and Khaldoun S. Qtaishat ( March 27, 2013).
- [10] Forestry applications of UAVs in Europe by Chiara Torresan, Andrea Berton, Federico Carotenuto, Salvatore Filippo Di Gennaro, Beniamino Gioli, Alessandro Matese, Franco Miglietta, Carolina Vagnoli, Alessandro Zaldei & Luke Wallace (6 November 2016).

[11] The Use of Drones in Forestry by Tiberiu Paul Banu, Gheorghe Florian Borlea and Constantin Banu ( November 2016).

[12] Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing by Colomina, P. Molina\* (1 April 2014).

[13] A hybrid measurement approach for archaeological site modelling and monitoring by Jose Alberto Torres\*, David Hernandez – Lopez, Diego Gonzalez – Aquilera\* Miguel Angel Moreno Hidalgo (19 August 2014).

[14] Method for photogrammetric surveying of archaeological sites with light aerial by A.T Mozas-Calvache\*, J.L. Perez-Garcia, F.J. Cardenal-Escarcena, E. Mata-Castro, J. Delgado-Garcia ( 10 October 2011).

[15] The use of stereoscopic images taken from a microdrone for the documentation by Marijn Hendrickx\*, Wouter Gheyle, Johan Bonne, Jean Bourgeois, Alain De Wulf, Rudi Goossens ( 17 June 2011).

[16] A low-cost multi-sensoral mobile mapping system and its feasibility for tree by Anttoni Jaakkola\*, Juha Hyypä, Antero Kukko, Xiaowei Yu, Harri Kaartinen, Matti Lehtomäki, Yi Lin ( 11 August 2010).

[17] Dawn of drone ecology: low-cost autonomous aerial vehicles for conservation by Lian Pin Koh\* and Serge A. Wich ( 9 July 2012).

[18] Forestry applications of UAVs in Europe by Chiara Torresan, Andrea Berton, Federico Carotenuto, Salvatore Filippo Di Gennaro, Beniamino Gioli, Alessandro Matese, Franco Miglietta, Carolina Vagnoli, Alessandro Zaldei and Luke Wallace ( 15 October 2016 ).

[18] Mapping urban forest structure and function using hyperspectral imagery and lidar data by Michael Alonzo\*, Joseph P. McFadden, David J. Nowak, Dar A. Roberts ( 14 April 2016).

[19] Review of Unmanned Aerial System (UAS) applications in the built environment: Towards automated building inspection procedures using drones Tarek Rakha\*, Alice Gorodetsky (d 5 May 2018 ).

[20] Development of an Urban Tree Inventory for the City of Crossville, Tennessee by Eric Brady; ( December 2009).

[21] Urban-Tree-Attribute Update Using Multisource Single-Tree Inventory by Ninni Saarinen 1,2,\*, Mikko Vastaranta 1,2, Ville Kankare 1,2, Topi Tanhuanpää 1,2, Markus Holopainen 1,2, Juha Hyypä 2,3 and Hannu Hyypä 2,3,4,5 (22 May 2014).

[22] Using Global Positioning System (GPS) Technology for Tree Marking in a Natural Forest under a Single-Tree Selection System by Owari, T., Kimura, N., Shimizume, M., Takuma, R., Nakagawa, Y. & Tookuni, M. (November 28, 2010).

[23] Using Geographic Information System for Trees Assessment at Public Park by Masbiha Mat Isa\* and Noriah Othman ( 8 July 2010).

[24] Applications of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology for Research and Education in UAE by Khaula Alkaabi\* and Abdelgadir Abuelgasim (8 September 2017).

[25] Georeferencing of topographical maps using the software arcgis by Mihai Valentin HERBEI, Valeria CIOLAC, Adrian SMULEAC, Eleonora NISTOR, L. CIOLAC ( January 2010 ).

[26] A Step-by-Step Guide to Taking Urban Forest Inventory Measurements By Jason Gordon, Assistant Extension Professor, Forestry, and Brian Templeton, Extension Associate III, Landscape Architecture Copyright 2015 by Mississippi State University.



## ANALIZA GODIŠNJEG OBIMA I TRENDA POŠUMLJAVANJA U REPUBLICI SRBIJI

Tatjana Ćirković-Mitrović<sup>1</sup>, Dragica Vilotić<sup>2</sup>, Ljiljana Brašanac-Bosanac<sup>1</sup>, Dušan Jokanović<sup>2</sup>,  
Vesna Nikolić Jokanović<sup>2</sup>

**Abstrakt:** Pitanje godišnjeg obima pošumljavanja direktno utiče na

promene stepena šumovitosti, koji u Republici Srbiji iznosi 29,1%. Zato su u radu analizirani podaci o godišnjem obimu i trendu pošumljavanja za period 2003-2016. godina. Smanjenje površina koje se pošumljavaju konstatovano je u celoj Srbiji. U poslednjih pet godina analiziranog perioda prosečna godišnje pošumljavanje i popunjavanje izvršeno je na samo oko 2.000 ha godišnje, uz prisutan negativni trend. Najviše se pošumljavalo smrčom (preko 60%) i crnim borom (oko 25%). U Centralnoj Srbiji su se za pošumljavanje lišćarskim vrstama najviše koristili hrstovi i bagrem, a u Vojvodini topole. Dosadašnjom dinamikom pošumljavanja predviđena optimalna šumovitost od 41% ne može se postići do 2050. godine. Analiza obima i trenda pošumljavanja važne su smernice pri planiranju i sprovođenju radova na podizanju novih šuma i povećanje stepena šumovitosti u budućnosti.

**Ključne reči:** Srbija, šumovitost, trend pošumljavanja, obim pošumljavanja

## ANALYSIS OF ANNUAL AFFORESTATION SIZE AND TREND IN REPUBLIC OF SERBIA

**Abstract:** Annual afforestation size directly affects changes of forest cover grade, that is in Serbia about 29.1 %. Therefore in the paper was analyzed data related to annual size and afforestation trend for period 2003-2016. Decreasing of afforested area was recorded in a whole Serbia. In the last five years within analyzed period an average annual afforestation was performed just at area of 2.000 ha per year and negative trend was present. The greatest area was afforested with spruce (over 60 %) and black pine (about 25 %). As for Central Serbia, the most used species for afforestation were oaks and acacia, while in Vojvodina it was poplar. If we follow current afforestation dynamics, predicted optimal forest cover of about 41 % can not be reached before 2050. Analysis of afforestation size and trend is of a great importance during making plans and doing work related to new forests establishing and increasing of forest cover grade in the future.

**Key words:** Serbia, forest cover, afforestation trend, afforestation size

### 1. UVOD

Neracionalnost u strukturi iskorišćavanja zemljišnog prostora u Srbiji manifestuje se između ostalog i malim učešćem površina pod šumom i visokim procentom ugroženosti zemljišta vodnom i eolskom erozijom. Procenat šumovitosti u Republici Srbiji iznosi oko 29,1% (u Vojvodini 7,1%, a u Centralnoj Srbiji 37,6%), što je blizu svetskog, koji je 30%, a znatno niže od evropskog, koji dostiže 46% (Banković, 2009; Ivezić et al., 2015). Na osnovu stanišnih prilika i realne potrebe racionalnog korišćenja zemljišta, procenjuje se da je optimalna šumovitost oko

1 Institute of forestry, Kneza Visaslava 3, Belgrade, Serbia

2 Faculty of forestry, Kneza Visaslava 1, Belgrade, Serbia

41% (u Centralnoj Srbiji 49,8%, u Vojvodini 14,3%), pa je planirano da se pošumljavanjem i prirodnom obnovom šuma šumovitost poveća do optimalne do 2050. godine.

Osnovni cilj ovih istraživanja jeste da se utvrde tokovi i predvide trendovi kretanja obim pošumljavanja, kako bi se stekao uvid u dinamiku i dale smernice za planiranje i sprovođenje radova na pošumljavanju, a sve do ostvarenja krajnjeg cilja – postizanja optimalne šumovitosti.

### 2. METOD RADA

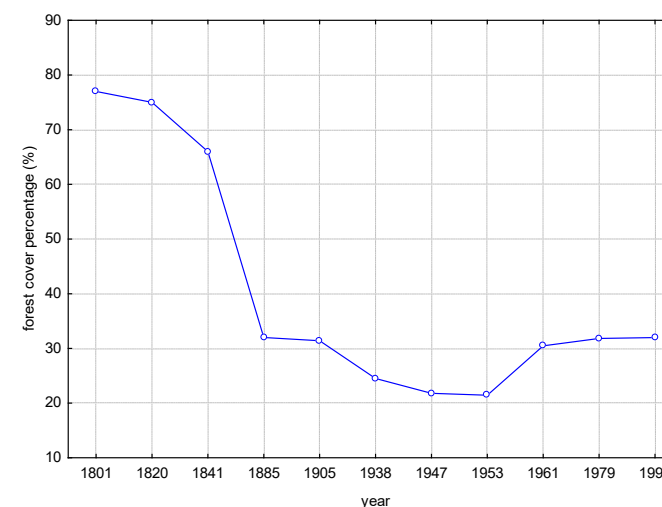
Osnovni princip na kom se ovo istraživanje baziralo jeste da se analitičko-sinteznim metodama, izradom modela trenda sagleda pitanje značaja intenziteta i obima pošumljavanja, ali i analizira postojeće i moguće stanje pošumljavanja unutar prostornih kompleksa i šumskih ekosistema, iz čega bi proizašla adekvatna rešenja i predlozi o obimu pošumljavanja.

Podaci o obraslim i neobraslim površinama u državnoj i privatnoj svojini i o obimu pošumljavanja dobijeni su na osnovu podataka iz Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije, JP „Srbijašume“, JP „Vojvodinašume“, ali i odgovarajućih naučnih radova, studija, projekata i monografija koje se bave ovom problematikom.

Obrađeni podaci izvršena je korišćenjem statističkog softvera Statistica 7 i Microsoft Office paketa.

### 3. REZULTATI SA DISKUSIJOM

Dinamika pošumljavanja obešumljenih i neobraslih površina pokazuje varijabilnost u različitim vremenskim periodima. Intenzivna pošumljavanja u Centralnoj Srbiji započeta su još početkom XIX veka (Dražić, 1992). Srbija je u to vreme procenat šumovitosti oko 80%. Usled istorijskih prilika, društveno-političke i ekonomske situacije na području Balkana, šumovitost se od tada smanjivala, tako da je neposredno posle II svetskog rata tek prelazila 20%. Pedesetih i šezdesetih godina intenzivno se pošumljavalo, pa je šumovitost 1961. godine dostigla 30% (Graph 1).



Grafikon 1. Promena šumovitosti Centralne Srbije  
(prema Aleksić, Vučićević, 2006)

U periodu između 1945. i 1990. godine pošumljeno je 519.824 ha (Dražić, 1992, Šmit et al., 1996), a prema podacima iz Programa zaštite i unapređivanja šuma u periodu 1996-2000. godine u Srbiji je do kraja 2001. godine pošumljeno i meliorisano 155.135 ha u državnom vlasništvu, od čega je 105.000 ha goleti (Medarević et al., 2002). Prevelikom eksploatacijom s jedne, a smanjenim obimom pošumljavanja (za više od 80% od 1982. godine do danas) s druge strane, trend smanjenja površina pod šumom se nastavlja, naročito u poslednjih dvadesetak godina.

Prema Prostornom planu Republike Srbije od 2010 do 2020. god. (2010, Sl. glasnik R. Srbije, br. 88/10), predviđene površine za pošumljavanje, kojima bi se šumovitost približila optimalnoj ili je dostigla, prikazane su u tabeli 1.

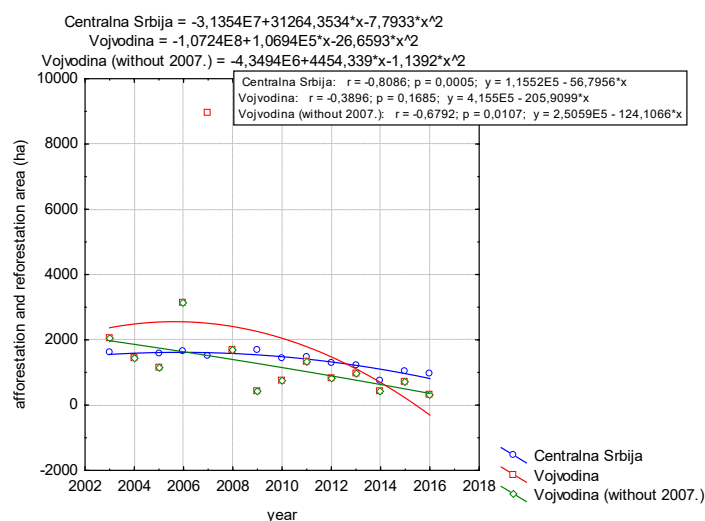
Tabela 1. Postojeća i planirana šumovitost u Srbiji

Teritorija	Godina	Šume i šumsko zemljište		Planiran obim pošumljavanja km <sup>2</sup>
		km <sup>2</sup>	%	
Republika Srbija (bez podataka za AP Kosovo i Metohija)	2010.	22.524	29,1	9.285
	2020.	31.809	41,0	

(Izvor: Prostorni plan R. Srbije od 2010 do 2020. godine)

Prema ovim podacima, predviđena dinamika pošumljavanja, odnosno prosečno godišnje povećanje površine pod šumom trebalo bi da iznosi 928.500 ha, do optimalne šumovitosti. Sa rokom postizanja optimalne šumovitosti do 2050. godine, godišnje povećanje bi trebalo da bude oko 23.250 ha. Zato se analizom obima pošumljavanja u istraživanom periodu može predvideti stepen realizacije, ako se nastavi sa ovim trendom.

Za izradu modela trenda pošumljavanja Centralne Srbije i Vojvodine u periodu 2003-2016. godina korišćena je polinomijalna regresiona funkcija drugog stepena (Graph 2).



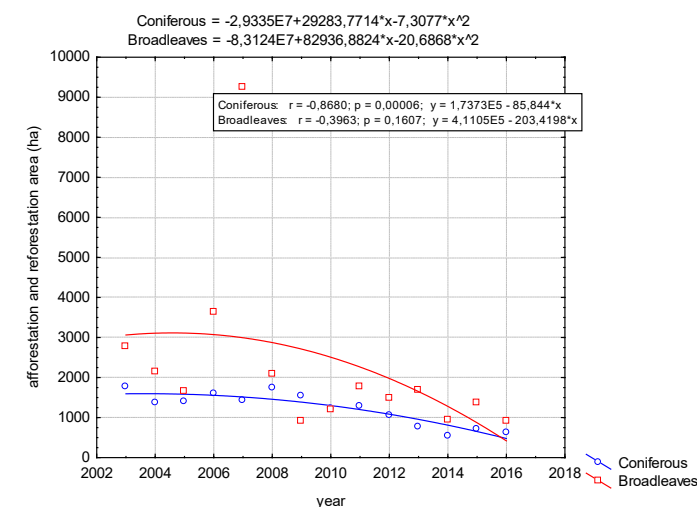
Grafikon 2. Trend pošumljavanja u Centralnoj Srbiji i Vojvodini (2003-2016)

Statistički elementi pokazatelji trenda kretanja pošumljavanja u Centralnoj Srbiji su signifikantni na nivou značajnosti  $\alpha=0,05$ . Godišnja površina koja se pošumljavala u ovom periodu smanjivala se prosečno 56,92 ha/god. Činjenica da je dinamika pošumljavanja na godišnjem nivou oko 1.600 ha, sa tendencijom stalnog opadanja, zabrinjava, kako sa ekološkog, tako i sa socio-ekonomskog aspekta.

Što se statističkih elemenata pokazatelja pošumljavanja u Vojvodini tiče, oni nisu signifikantni na nivou značajnosti  $\alpha=0,05$ , usled izuzetno visoke vrednosti parametra u 2007. godini. Uz negativan trend, godišnje prosečno smanjenje obima pošumljavanja iznosi 203,73 ha. Ako se izuzme 2007. godina, kao ekstremum, opadajući trend ostaje, samo je prosečno smanjenje obima pošumljavanja tada 124,11 ha.

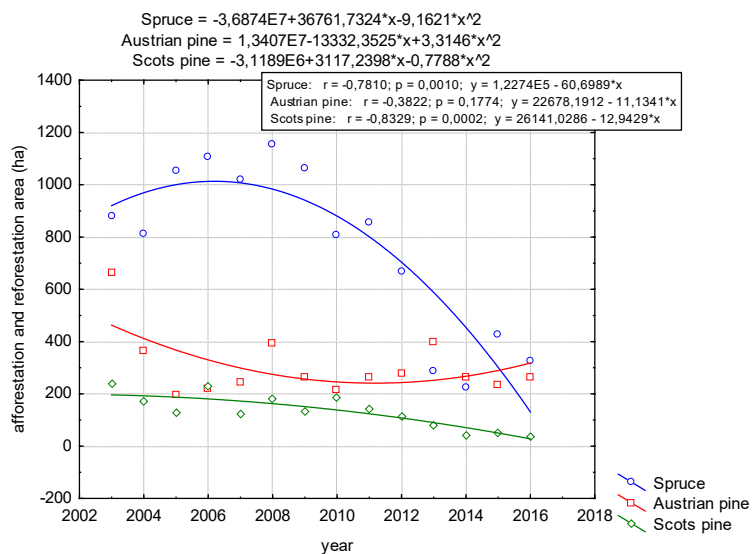
U istraživanjima Ranković (2009), navodi se da obim pošumljavanja u Srbiji u periodu 2000-2007. godina karakteriše eksponencijalni rast, sa povećanjem pošumljene površine na godišnjem nivou od 804 ha (prosečna godišnja stopa rasta 17,4%). Uzrok ove razlike u rezultatima istraživanja upravo je ekstremna 2007. godina, u kojoj je obim pošumljavanja bio višestruko veći od proseka za poslednjih dvadesetak godina. Od oko 10.500 ha površine pošumljene u 2007. godini, čak 9.500 ha je pošumljeno u Vojvodini (najviše topolama i bagremom). Višegodišnji proseki godišnjeg obima pošumljavanja u ovoj pokrajini inače iznosi oko 1.000 ha.

U pogledu zastupljenosti lišćarskih i četinarskih vrsta korišćenih za pošumljavanje, prosečno 65% površine u posmatranom periodu pošumljeno je lišćarima (Graph 3), i to topolom (39,9%), bagremom (20,1%) i hrastovima (18,3%). Najzastupljenija četinarska vrsta korišćena za pošumljavanje je smrča (62,3%), zatim crni bor (24,8%) i beli bor (10,8%). Opadajući trend karakteriše pošumljavanje i lišćarima i četinarima, ali je kod pošumljavanja lišćarima izraženije godišnje opadanje ovog parametra.

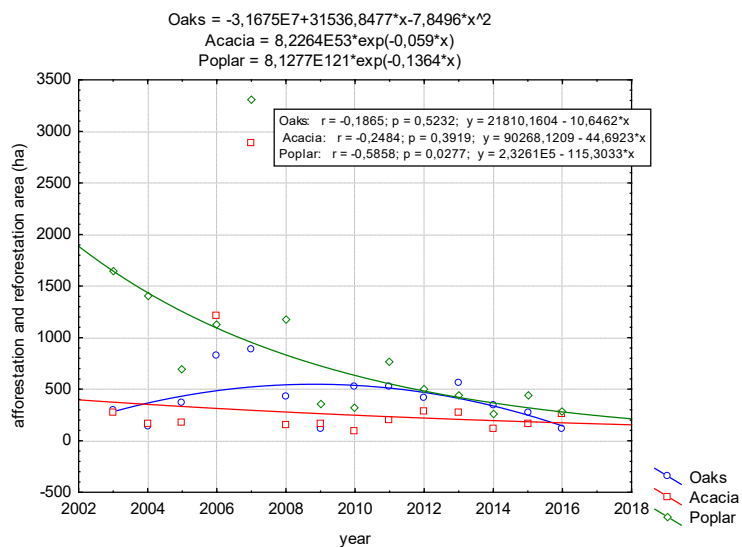


Grafikon 3. Trend pošumljavanja lišćarskim i četinarskim vrstama u Srbiji (2003-2016)

Na grafikonu 4 i 5 prikazani su trendovi promene površina pošumljenih najviše za tu svrhu korišćenim četinarskim i lišćarskim vrstama drveća.



Grafikon 4. Trend pošumljavanja smrčom, crnim i belim borom u Srbiji (2003-2016)



Grafikon 5. Trend pošumljavanja topolom, bagremom i hrastovima u Srbiji (2003-2016)

Za izradu modela trenda pošumljavanja smrčom, crnim i belim borom, korišćene su polinomijalne regresione funkcije drugog stepena. Kretanje veličine površine pošumljene smrčom karakteriše prosečno godišnje pošumljavanje na 1.165 ha, sa povećanjem od oko 30 ha/god. do 2006. godine, nakon čega dolazi do promene smera iz rasta u pad ovog trenda, prosečno oko 90ha/god. Prosečno godišnje pošumljavanje belim borom izvedeno je na površini od 316 ha. Kretanje veličine površine pošumljene belim borom pokazuje blagi pad u celom

posmatranom periodu (10 ha/god.). Prosečan godišnji obim pošumljavanja crnim borom iznosi oko 345 ha. Trend promene površine pošumljene crnim borom pokazuje smanjenje do 2009. godine (oko 30 ha/ god.), nakon čega se godišnja površina pošumljena ovom vrstom povećava za prosečno 15 ha po godini.

Za izradu modela trenda pošumljavanja topolom i bagremom korišćene su eksponencijalne, a hrastovima polinomijalna funkcija drugog stepena. Zbog ekstremnog skoka u 2007. godini parametri su statistički nesigifikantni kod pošumljavanja topolama i bagremom. Za pošumljavanje hrastovima karakteristično je povećanje pošumljene površine do 2009. godine prosečno za 45 ha/god., nakon čega se obim pošumljavanja ovom vrstom smanjuje za prosečno 60 ha na godišnjem nivou. Prosečna godišnja površina pošumljena bagremom iznosi oko 275 ha, sa tendencijom opadanja oko 16 ha/god., a prosečna površina koja se pošumljava topolom je 862 ha/god., ali sa godišnjim smanjenjem od oko 115 ha.

Analizom trenda promene, kako ukupne pošumljene površine, tako i po pojedinim vrstama, može se konstatovati smanjenje ove površine, izuzev kod crnog bora, što se može objasniti korišćenjem ove vrste za pošumljavanje ekstremnih staništa, odnosno staništa lošijih proizvodnih karakteristika. Prema Izveštaju o ostvarivanju prostornog plana Republike Srbije i stanju prostornog razvoja 2013. god. „...U odnosu na planirani obim bioloških i ostalih radova u oblasti šuma i šumarstva u ukupnom iznosu od oko 93 milijarde dinara, u 2013. godini radovi su finansirani u ukupnom iznosu od cca 516 miliona dinara (0,5%), što je onemogućilo odgovarajuću implementaciju ciljeva Strategije razvoja šumarstva...“. Finansiranje radova vezanih za pošumljavanje verovatno je uticalo na smanjenje obima pošumljavanja.

#### 4. ZAKLJUČCI

Neki od najvažnijih zaključaka koji se mogu izvesti su sledeći:

- trendovi su jasno izraženi, a za njihove modele korišćene su polinomijalne regresione funkcije drugog stepena i eksponencijalne funkcije;
- trend smanjenja površina koje se pošumljavaju primetan je kako u Centralnoj Srbiji, tako i u Vojvodini, gde je jače izražen;
- opadajući trend karakteriše pošumljavanje i lišćarima i četinarima, ali je kod pošumljavanja lišćarima izraženije godišnje opadanje ovog parametra;
- analizom trenda promene, kako ukupne pošumljene površine, tako i po pojedinim vrstama, može se konstatovati smanjenje ove površine, izuzev kod crnog bora, što se može objasniti korišćenjem ove vrste za pošumljavanje ekstremnih staništa, odnosno staništa lošijih proizvodnih karakteristika.

Prema Strategiji prostornog razvoja Republike Srbije 2009-2013-202,0 u oblasti šuma i šumskog zemljišta ciljevi su ostvareni samo manjim delom, kao i planirane implementacijske mere. Planski cilj pošumljavanja izvršen je samo sa oko 14%. Ekonomska, socijalna i politička situacija uticala je na smanjenje finansiranja i podsticajnih mera, koje bi dale pozitivan efekat u pogledu povećanja obima pošumljavanja, samim tim i šumovitosti Republike Srbije. Zato je neophodno isplanirati adekvatna sredstva i mere kako bi ovi negativni trendovi obima pošumljavanja promenili svoj smer.

- Aleksić, P., Vučićević, S. (2006): Šumovitost Srbije. Šumarstvo, 3, 177-184
- Dražić, M. (1992): Pošumljavanje u Srbiji, Šumarstvo i prerada drveta u Srbiji kroz vekove, DIT Šumarstva i drvne industrije, Beograd, str.48-68
- Galic Z., Orlovic S., Galovic V., Poljakovic-Pajnik L., Pap P., Vasic V. (2009): Challenges of land use change and land protection in Vojvodina. African Journal of Agricultural Research vol. 4 p. 1566-1573
- Ivanišević, P., Galic, Z., Rončević, S., Kovačević, B., Marković, M. (2008): Značaj podizanja zasada šumskog drveća i žbunja za stabilnost i održivi razvoj ekosistema u Vojvodini. Topola 181/82, 31-41
- Marković, J., Rončević, S., Pudar, Z. (1996): Intenzivni zasadi, vanšumsko zelenilo i njihova uloga u proizvodnji drveta i životnoj sredini Srbije. Zbornik radova sa savetovanja 'Šume Srbije – stanje, projekcija razvoja do 2050. godine i očekivani efekti', Beograd
- Medarević, M., Aleksić, P., Milić, S., Sklenar, K. (2002): Stanje četinarskih kultura i veštački podignutih sastojina četinarstva kojima gazduje JP „Srbijašume“, Prerede u kulturama bora, JP „Srbijašume“ i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, str. 17-23.
- Orlovic, S., Ivanisevic, P., Galic, Z. (2004): Forests and non-forest greenery in the function of chernozem protection, EUROSOIL 2004, Freiburg, Germany, Abstracts, 34
- Ranković, N. (2009): Afforestation in serbia in the period 1961-2007 with special reference to austrian pine and scots pine. Bulletin of the Faculty of Forestry 99: 115-134.
- Šmit, S., Ratknić, M., Koprivica, M., Topalović, M. (1996): Pošumljavanje goleti, melioracija degradiranih šuma i zaštita kultura u funkciji realizacije prostornog plana Srbije, Savetovanje "Šume Srbije – stanje, projekcije razvoja do 2050. godine i očekivanja, JP "Srbijašume", Beograd, 52-65.
- Prostorni plan Republike Srbije od 2010-2020. god. (2010), Sl. glasnik R. Srbije, br. 88/10
- Izveštaj o ostvarivanju prostornog plana Republike Srbije i stanju prostornog razvoja 2013 (2014), Republička agencija za prostorno planiranje, Beograd, 2014. godine
- Strategija prostornog razvoja Republike Srbije 2009-2013-2020 (2009), Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Republička agencija za prostorno planiranje (RAPP)

## УТИЦАЈ БИОАРМИРАНОГ ЗЕМЉИШТА НА СТАБИЛНОСТ КЛИЗИШТА „РАКЉА“

Младен Марковић<sup>1</sup>, Никола Живановић<sup>2</sup>, Гроздана Гајић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ЈП „Путеви Србије“ Београд, Србија; e-mail: [mladen.markovic@putevi-srbije.rs](mailto:mladen.markovic@putevi-srbije.rs)

<sup>2</sup>Универзитет у Београду Шумарски факултет

### АПСТРАКТ

Вегетација може повећати стабилност клизишта утицајем кореновог система, поправком физичко-механичких особина земљишта. Утицај корена приликом рачунања стабилности падина изражен је преко кохезије „био-армираног“ земљишта. У раду су приказане анализе стабилности клизишта „Ракља“, без и са утицајем био-армирања земљишта. Софтвер за геотехничко нумеричко моделирање-GeoStudio 2007 је коришћени за све анализе стабилности клизишта, методом Janbu-а. Утицаја кореновог система на стабилност клизишта је анализиран као ламела са појединачним анкерисаним „био-шипом“, који је дефинисан моделом за сваку одабрану биљну врсту. Модел биошипа је подељен у две зоне био-армирања и симулиран у конкретним условима средине. Анализом стабилности клизишта „Ракља“ изабране су три карактеристичне клизне равни, које не испуњавају услов стабилности  $F_s \geq 1,5$ . Након био-армирања земљишта коефицијент фактора сигурности повећан је код свих изабраних клизних равни. Клизне равни које садрже >55% био-армираног земљишта, у односу на целу клизну површину, испуњавају услов стабилности. Приказани резултати представљају допринос у проналажењу адекватних решења санације клизишта применом биолошких мера.

**Кључне речи:** клизиште, коренов систем, кохезија „био-армираног“ земљишта, анализа стабилности, вегетација

### EFFECT OF BIO-REINFORCED SOIL ON STABILITY OF THE “RAKLJA” LANDSLIDE

#### ABSTRACT

Vegetation can increase stability of landslides by the influence of the root system, by improvement physical-mechanical properties of soil. The influence of root in calculating slope stability is expressed through root cohesion. In this paper are presented stability analysis of the „Raklja” landslide, before and after bio-reinforcement of soil. Software for geotechnical numerical modeling-GeoStudio 2007 was used for all landslide stability analyzes, by the Janbu method. The influence of root system on landslide stability was analyzed as a slice with a single anchored „bio-pile”, which is defined by the model for each selected tree/shrubs species. The biopile model is divided into two bio-reinforcement zones and simulated in real conditions. By analyzing stability of the “Raklja” landslides, three characteristic shear planes were selected, which do not fulfill stability condition  $F_s \geq 1.5$ . Shear plane containing >55% bio-reinforced soils, in relation to entire slip surface, fulfill the stability condition. After bio-reinforcement of



soil, coefficient of factor of safety of shear plane 1 was increased by 0,3, at shear plane 2 by 0,4 and shear plane 3 by 0,4. Results presented represent a contribution in finding adequate solutions to landslide rehabilitation using biological measures.

**Key words:** landslide, root system, root cohesion, stability analysis, vegetation

## УВОД

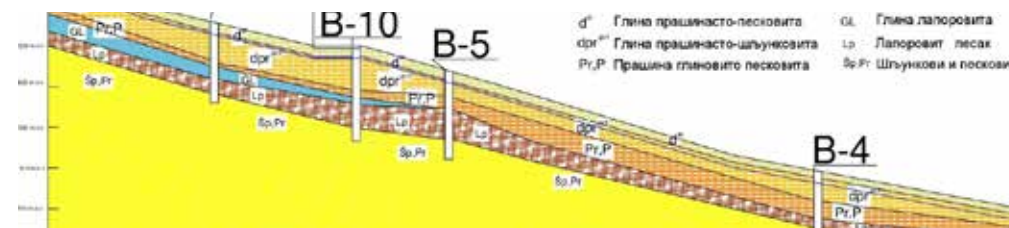
Клизишта настала утицајем природних или антропогених фактора, имају потенцијал стабилизације применом биолошких мера као решења. Присуство вегетације доприноси стабилности терена и спречавању настанка површинских и унутрашњих облика ерозионих процеса (спирања, бразде, јаруге, клизишта, одрони, улегнућа, суфозија и сл.) на нестабилним и условно стабилним теренима. Вегетација има вишеструки утицај на стабилност терена, који остварује својим површинским и подземним деловима. Коренов систем може да утиче на стабилност клизишта, поправком физичко-механичких особина земљишта на којем се развија (Wu 1976, Ziemer 1981). Тенденција корена да збија честице земљишта у једну монолитну масу доприноси повећању отпорности земљишта, пре свега кохезије, која се назив кохезија „био-армираног“ земљишта ( $c_r$ ). Био-армирано земљиште у ножици клизишта може повећати стабилност за 10% (Stokes 2004). У шумама на падинама, примећено је да се плитка клизишта јављају на местима где није присутна вегетација или је извршена прореда шуме (Roering et al., 2003). Развијеност, положај и морфологија кореновог система одређују колико ефикасно корен делује на стабилност клизишта и отпорност на дестабилизујуће силе. Биљне врсте имају три главна облика кореновог система: тањираст, срцаст и израженом срчаницом (Köstler 1968). У санацији клизишта, користе се различите биљне врсте које морају бити прилагођене условима терена и типу санације.

У овом раду приказане су анализе промене стабилности на подручју истраживања клизишта „Ракља“, пре и након био-армирања земљишта. Циљ рада је да се размотри могућност примене биолошких мера у санацији клизишта као превентивних и стабилизационих мера или у комбинацији са техничким мерама.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

### Подручје истраживања

На државним путу II А број 207 деоница Александровац-Јошаничка Бања, код села Ракља, током зиме и пролећа 2006. године, идентификовани су процеси нестабилности на терену. Клижење је обухватило труп пута и околни терен изнад и испод пута на површини око 1 ha. Запремина покренутог материјала је реда величине око 30.000 m<sup>3</sup>. Деформације на клизишту су у хоризонталном правцу до 2 m, а у вертикалном око 1 m. Клизна површина се формира на дубини 3-4 m од површине терена, нагиб клизишта је 18°. Деформације су најизраженије на природној падини испод пута, у виду улегнућа, заталасаност терена и пукотина (Милић и др. 2007). На слици 1 приказан је геотехнички пресек терена. Геотехнички модел терена је дефинисан на основу одговарајућих теренских истраживања и лабораторијских испитивања (табела 1). До активирања клизишта „Ракља“ дошло је услед водозасићења терена, које је изазвано великом количином падавина, наглим топљењем снега и великим приливом подземних вода из залеђа.



Слика 1: Геотехнички пресек клизишта „Ракља“ (извор: Институт за путеве)

Терен у коме је формирано клизиште „Ракља“, изграђен је у површинском делу од глиновитих прашинастих-пескова и глиновитих прашинастих-шљункова, делувијалног и делувијално-пролувијалног порекла, дубине од 3 до 5 m. Основу терена, до дубине око 15 m, изграђује врло хетероген комплекс језерских седимената, у горењем слоју представљен лапоровитим глинама и прашинастим глиновитим-песковима (GL;Pr,P), а у дубљим слојевима лапоровитим песковима и шљунковима и песковима (Lp;Sp,Pr).

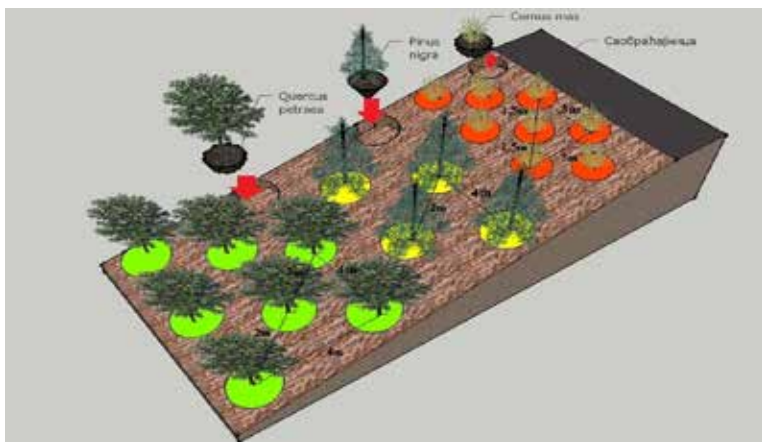
Табела 1: Физичко-механичке вредности земљишта клизишта „Ракља“

Слојеви земљишта	Запреминска тежина ( $\gamma$ )	Угао унутрашњег трења ( $\phi$ )	Кохезија ( $c$ )
Глина прашинасто-песковита	19 kN/m <sup>3</sup>	17°	10 kPa
Глина прашинасто-шљунковита	19 kN/m <sup>3</sup>	19°	9 kPa
Прашина глиновито песковита	19 kN/m <sup>3</sup>	17°	10 kPa
Глина лапоровита	19 kN/m <sup>3</sup>	15°	13 kPa
Лапоровит песак	20 kN/m <sup>3</sup>	21°	10 kPa

(извор: Институт за путеве)

### Модел биошипа

Са аспекта утицаја вегетације на стабилност клизишта, анализирана је коренов систем као ламела са појединачним шипом, односно анкерисаним „био-шипом“. Био-шипови су постављени на најугроженијем делу клизишта, на падини испод пута. Плани и распоред садње је приказан на слици 2. Ерозивни процеси могу се појавити код великих размака између садница (Brang et al., 2006, Brett and Klinka 1998), шахматским распоредом садње могу се спречити ови процеси. У ламелама са биошипом повећана је кохезија због утицаја кореновог система. Облик и димензије кореновог система усвојене су на основу морфологије одабраних биљних врста (Kokutse et al. 2006.) *Cornus mas*, *Pinus nigra*, *Quercus petraea*, који су дефинисани моделом биошипа (слика 3). У циљу добијања што веродостојнијих резултата, модел је подељен у две зоне био-армирања и симулиран у конкретним условима средине.



Слика 2: План и распоред садње на клизишту „Ракља“ (извор: аутор)

Вредности затезне чврстоће корена ( $t_r$ ) се мере опитима директног смицањем (Turmanina 1965, Burroughs and Thomas 1976, Gray 1978). Применом полуемпириске једначине, затезну чврстоћу корена претварамо у кохезију „био-армираног“ земљишта ( $c_r$ ) (Hausmann 1978, Wu 1984).

$$c_r = t_r(\cos\theta \tan\phi + \sin\theta)$$

$c_r$ - кохезију „био-армираног“ земљишта,  $t_r$ - средња вредности затезне чврстоће корена по јединици површине земљишта,  $\theta$ - угао пресецања корена и зоне смицања,  $\phi$ - угао унутрашњег трења

Истраживањем Coppins and Richards (1990) вредности кохезију „био-армираног“ земљишта су од 1,0 до 17,5 kPa. За анализе стабилности падине под утицајем кореновог система Holsworth (2014) је користио вредност  $c_r=10$  kPa за све изабране биљне врсте. Вредности  $c_r$  опадају са порастом дубине „био-армираног“ земљишта (Mao et al., 2012). За потребе овог рада усвојене су вредности „био-армираног“ земљишта  $c_r$ , Зона 1=15 kPa и Зона 2=5 kPa. Canadell et al. (1996) су утврдили, да 80-90% главна биомаса корена се налази на дубини од 0,9 m. Зону 1 чини главна биомаса кореновог система на дубини од 0 m до 0,9 m. Био-армирањем земљишта повећава се стабилност код клизишта дубине 2-3 m, код дубљих клизишта која се налазе ван зоне кореновог система, утицај био-армирања је занемарљив (Norris et al., 2008). У Зони 2 коренов систем је мање присутан на дубини од 0,9 m до 2-3 m, зависно од биљне врсте.



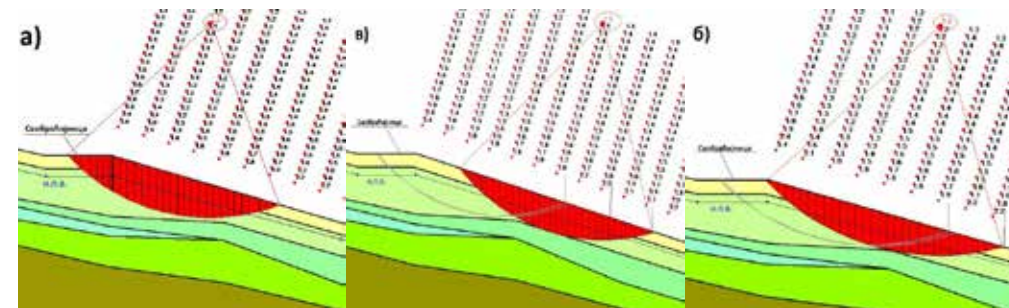
Слика 3: Модел биошипа за *Cornus mas* (извор: аутор)

Софтвер за геотехничко нумеричко моделирање-GeoStudio 2007 је коришћени за све анализе стабилности клизишта, методом Janbu-a. Метода представља аналитичко решење методе ламела за површине клизања произвољног облика. Метода Janbu има ширу и значајну примену при испитивању падина у погледу промене равнотежног стања и постојеће равнотежне стања падине. На тај начин може се пратити однос у степену побољшања, односно погоршавања услова стабилности. За сваки слој у датом моделу уносе се параметри отпорности земљишта на смицање, запреминске тежине (природне, zasiћене, потољене), док је ниво подземне воде усвојен на дубини од 2 m од површине терена. Софтвер разматра више потенцијалних клизних равни у задатом моделу и даје критичну клизну раван са најмањим фактором сигурности.

Анализа стабилности падине извршена је за три карактеристичне клизне равни, са и без утицаја вегетације. Клизна раван 1 захвата конструкцију саобраћајнице и падину испод пута, клизна раван 2 захвата ивицу саобраћајнице и падину испод пута док је клизна раван 3 на самој косини испод пута. Клизање се одвија дуж контакта глиновито прашинастих-пескова до глиновито прашинастих-шљункова и лапоровитих седимената код све три клизне равни.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Анализом стабилности клизишта „Ракља“, за изабране три карактеристичне клизне равни, које обухватају пут, труп пута и површину испод пута, без утицаја вегетације установљено је да све три клизне равни не испуњавају услов стабилности  $F_s \geq 1,5$ . Фактор сигурности за клизну равна 1 износи  $F_s=1,1$  (слика 3 а), клизну равна 2  $F_s=1,2$  (слика 3 б) и клизну равна 3  $F_s=1,3$  (слика 3 в). Најнижа вредност фактора сигурности добијана је за клизну равна 1.

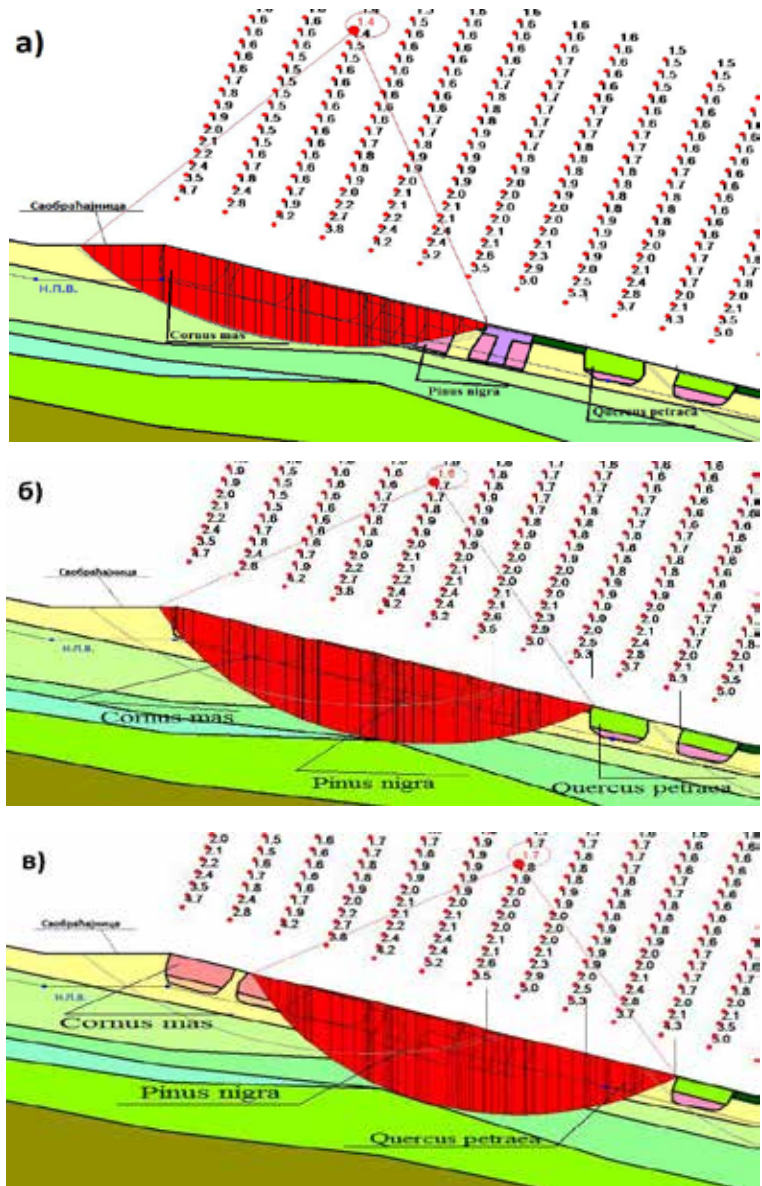


Слика 4: Анализа стабилности клизишта „Ракља“: а) Клизна равна 1, б) Клизна равна 2, в) Клизна равна 3 (извор: аутор)

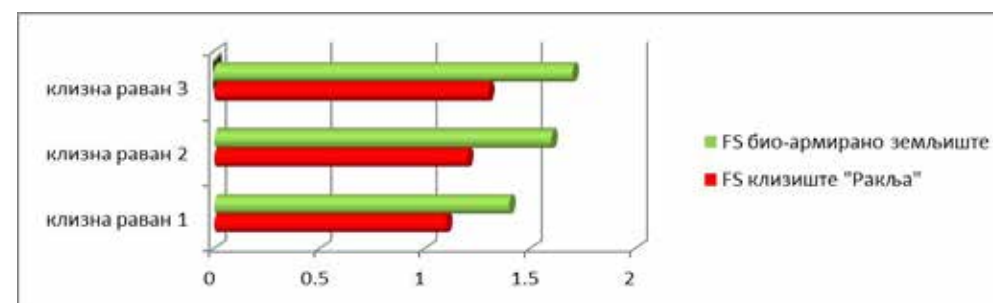
Увођењем био-шипова у модел терена и извршеном анализом стабилности добијане су вредности фактора сигурности за клизну равна 1  $F_s=1,4$  (слика 4 а), клизну равна 2  $F_s=1,6$  (слика 4 б) и клизну равна 3  $F_s=1,7$  (слика 4 в). Упоредном анализом фактора сигурности, без утицај и са утицајем вегетације, фактори сигурности су повећани код свих изабраних клизних равни (слика 5). Фактор сигурности клизне равни 1 је повећан за 0,3, код клизне равни 2 и 3 за вредност 0,4. Повећање фактора сигурности код клизних равни 2 и 3 је довољно за постизање стабилности падине, док код клизне равни 1 то није случај. Процентуални садржај био-армираног земљишта у односу на целу клизну површину,



најмањи је код клизне равни 1 и износи 41,88%, док код клизне равни 2 и 3 износи >55%. Клизна равна 1 поред најмање процентуалне заступљености био-армираног земљишта, у зони највећих напона смицања клизног тела, нема утицај био-армираног земљишта, те стога има најмање повећање фактора сигурности. Приказани резултати фактора сигурности указују да је распоред садње на условно стабилним и нестабилним падинама од великог значаја за постизање пуног ефекта био-армираног земљишта на стабилност падина.



Слика 5: Анализа стабилности клизашта „Ракља“ након био-армирања земљишта:  
а) Клизна равна 1, б) Клизна равна 2, в) Клизна равна 3 (извор: аутор)



Слика 6: Упоредна анализа фактора сигурности пре и након био-армирања земљишта (извор: аутор)

Вегетација представља живи систем који се развија у времену и простору. У првим годинама, вегетација на нестабилним теренима неће дати потпун ефекат повећавања стабилности. На дугорочном нивоу треба рачунати на повећање стабилност падине, ако се биљке одржавају и неометано развијају. Примена биолошких мера санације клизашта је најбоље резултате показала као превентивна мера, пре настанка клижења и формирања клизашта (Lewis 2000). На нестабилним теренима могу се применити одговарајуће техничке мере које обезбеђују стабилност у комбинацији са биолошким мерама санације. У највећем броју случајева у почетној фази главну улогу имају техничке мере. Након одређеног временског периода успостављен систем вегетације постаје примаран и може се рачунати на смањење ризика од поновног клизања. Примена биолошке компоненте у санацији клизашта, које временом остварују већу функцију у стабилизацији падине, омогућавају да се димензионисање техничких објеката може вршити са применом мањих фактора сигурности, чиме се постиже рационализација.

## ЗАКЉУЧАК

На државним путу II А број 207 деоница Александровац-Јошаничка Бања, код села Ракља, идентификовани су процеси нестабилности на терену. Клижење је обухватило труп пута и терен испод пута. Анализом стабилности клизашта „Ракља“ изабране су три карактеристичне клизне равни. Фактор сигурности за клизну равна 1 је  $F_s=1,1$ , клизну равна 2  $F_s=1,2$  и клизну равна 3  $F_s=1,3$ . Може се закључити да ниједна клизна равна не испуњава услов стабилности  $F_s \geq 1,5$ .

Увођењем био-армираног земљишта у анализу стабилности падине, добијене су вредности фактора сигурности за клизну равна 1  $F_s=1,4$ , клизну равна 2  $F_s=1,6$  и клизну равна 3  $F_s=1,7$ . Упоредном анализом фактора сигурности, након био-армирања земљишта фактор сигурности клизне равни 1 је повећан за 0,3, код клизне равни 2 за 0,4 и клизне равни 3 за 0,4.

Процентуални садржај био-армираног земљишта код клизне равни 1 у односу на клизну површину је 41,88% и услов стабилност није испуњен. Клизне равни 2 и 3 садрже >55% био-армираног земљишта и испуњавају услов стабилности.

Може се закључити да примена био-армираног земљишта има утицаја на повећање

I

фактора сигурности и да у многоме зависи од распореда садње и процентуалног учешћа био-армираног земљишта у клизном телу.

Извршеним анализама утврђено је да би се применом вегетације, односно утицајем био-армираног земљишта на подручје истраживања клизишта „Ракља“, постигло у одређеном временском периоду потребном за развој кореновог система, повећање стабилности.

#### ЛИТЕРАТУРА

Wu TH, McKinnell WP, Swanston DN (1979): „*Strength of tree root and landslides on Prince of Wales Island*“, Alaska.

Ziemer, R. R., (1981): „*The role of vegetation in the stability of forested slopes*“, Proceedings of the International Union of Forestry Research Organizations, XVII World Congress. Japan. 297-308

Stokes A, Mickovski SB, Thomas BR (2004): „*Eco-engineering for the long-term protection of unstable slopes in Europe: developing management strategies for use in legislation*“, IX International Society of Landslides conference, 2004, Rio de Janeiro, Brazil.

Roering, J.J., Schmidt, K.M., Stock, J.D., Dietrich, W.E., Montgomery, D.R., (2003): „*Shallow landsliding, root reinforcement, and the spatial distribution of trees in the Oregon Coast Range*“. Can. Geotech. J. 40, 237–253.

Köstler JN, Brückner E, Bibelriether H (1968): „*Die Wurzeln der Waldbäume*“, Verlag Paul Parey, Hamburg & Berlin.

Милић Ј., Јотић М., Јевтић М., Убипарип Б. (2007): „*Приказ клизишта формираних током 2005 и 2006 године на магистралној и регионалној путној мрежи Србије резултати и истраживања и санационе мере*“, Материјали и конструкције 50 (2007) 3 стр.41-46.

Brang, P., Schönenberger, W., Frehner, M., Schwitter, R., Thonmann, J.J., Wasser, B., (2006): „*Management of protection forests in the European Alps: an overview*“, Forest Snow and Landscape Research. 80, 23–44.

Brett, R.B., Klinka, K., (1998): „*A transition from gap to tree-island regeneration patterns in the subalpine forest of south-coastal British Columbia*“. Can. J. For. Res. 28, 1825–1831

Kokutse N., Fourcaud T., Kokou K., Neglo K., Lac P. (2006): „*3D Numerical Modelling and Analysis of the Influence of Forest Structure on Hill*“, Disaster Mitigation of Debris Flows, Slope Failures and Landslides, Slopes Stability 561-567.

Turmanina, V. I., (1965): „*The strength of tree roots*“, Bulletin of the Moscow Society of Naturalists Biological Section 70. 36-45.

Burroughs, E. P.; Thomas, R. R., (1976): „*Root strength of Douglas Fir as a factor in slope stability*“, USDA Forest Service Review, INT 1600-1612 .

Gray, D. H., (1978): „*Role of woody vegetation in reinforcing soils and stabilizing slopes*“, Symposium on Soil Reinforcing and Stabilizing Techniques. Sydney, Australia. 253-306

I

Hausmann, M. R., (1978): „*Behavior and analysis of reinforced soil*“. Ph.D. Thesis. University of South Wales, Sydney, Australia.

Wu, T. H., (1984): „*Effect of vegetation on slope stability*“, Soil Reinforcement and Moisture Effects on Slope Stability. Transportation Research Record 965. 37-46

Coppins, N. J., and Richards, L.G. (1990): „*Use of Vegetation in Civil Engineering*“, Butterworths, London.

Holsworth L. (2014): „*Numerical analysis of vegetation effects on slope stability*“, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Wien, Austria.

Mao Z., Saint-André L., Genet M., Mined F.X, Jourdanb C., Reye H., Courbaudf B., Stokesa A. (2012): „*Engineering ecological protection against landslides in diverse mountain forests: Choosing cohesion models*“, Ecological Engineering 45 (2012) 55-69.

Canadell J., Jackson R.B., Ehleringer J.R., Mooney H.A., Sala O.E., Schulze E.-D. (1996): „*Maximum rooting depth of vegetation types at the global scale*“.

Norris JE, Stokes A, Mickovski SB, Cammeraat E, Beek R, Nicoll BC, Achim A. (2008): „*Slope stability and erosion control: Ecotechnological solution*“, Springer, The Netherlands.

Lewis L. (2000): „*Soil Bioengineering An Alternative for Roadside Management*“, San Dimas Technology & Development Center San Dimas, California.



## АНАЛИЗА ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА КАМЕНА У СРБИЈИ ЗА ПОТРЕБЕ ПРОТИВЕРОЗИОНИХ РАДОВА

маст. инж. шум. Вукашин Рончевић<sup>1\*</sup>, маст. инж. шум. Никола Живановић<sup>1</sup>,  
др Гроздана Гајић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду, Шумарски факултет

\*vukasin.roncevic@sfb.bg.ac.rs

**АПСТРАКТ:** Подручје Србије је геолошки веома разноврсно и богато, што пружа могућност експлоатације, испитивања и примене различитих грађевинских материјала неметаличног порекла, који се добијају од чврстих, невезаних и полувезаних стена. Као неизоставан грађевински материјал, неметаличног порекла, који се примењује у противерозионим радовима, издваја се грађевински камен. Грађевински камен се у Србији користи, у противерозионим радовима, пре свега као технички камен, а у незнатној мери и као украсни (архитектонски камен). У циљу адекватног одабира и употребе грађевинског камена, у области противерозионих радова, неопходно је утврдити његова минеролошко-петрографска, физичко-механичка и посебна својства. У раду је представљена упоредна анализа физичко-механичких карактеристика грађевинског камена у Србији, пореклом од хемогених и органогених седиментних стена, и утицаја услова средине на трајност камена, са примарним циљем адекватног одабира грађевинског камена за противерозионе радове.

**Кључне речи:** седиментне стене, грађевински камен, физичко-механичке карактеристике, противерозиони радови

### ANALYSIS OF PHYSICO-MECHANICAL CHARACTERISTICS OF STONE IN SERBIA FOR THE NEEDS OF EROSION CONTROL WORKS

MSc Vukašin Rončević<sup>1\*</sup>, MSc Nikola Živanović<sup>1</sup>, dr Grozdana Gajić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Forestry

\*vukasin.roncevic@sfb.bg.ac.rs

**ABSTRACT:** The area of Serbia is geologically very diverse and rich, which provides the possibility of exploitation, examination and application of various construction materials of non-metallic origin, which are obtained from solid, unbound and semi-bound rocks. As an essential construction material of non-metallic origin, which is applied in erosion control works, a building stone is distinguished. In Serbia, construction stone is used in erosion control works, primarily as a technical stone, and to a slight extent, as decorative (architectural stone). In order to adequately select and use the building stone, in the field of erosion control works, it is necessary to determine its mineral-petrographic, physico-mechanical and special properties. The paper presents a comparative analysis of the physico-mechanical characteristics of the building stone in Serbia, originating from the hemogenic and organogenic sedimentary rocks, and the influence of the environment on the durability of the stone, with the primary goal of adequately selecting the construction stone for erosion control works.

**Key words:** sedimentary rocks, building stone, physico-mechanical characteristics, antierosion works

## Увод

Грађевински камен је један од материјала који се најчешће користе за потребе противерозионих радова на подручју Србије. С обзиром на услове средине у којима се примењује, камен мора задовољити одређене критеријуме како би се обезбедила његова трајност. Значајан фактор који утиче на трајност камена јесте адекватан одабир камена (Winkler, 1973). Према наводима Bilbije (1984) трајност неког грађевинског камена представља меру његове способности да се одупре пропадању и самим тим задржи почетну величину, облик, чврстину и изглед током дужег временског периода. Унутрашњи и спољашњи чиниоци утичу на трајност камена. Под унутрашњим чиниоцима мисли се на порозност камена, однос камена према води, топлотно ширење и скупљање камена, док под спољашње чиниоце спадају атмосфера и атмосферски загађивачи, разарајуће деловање мраза, наизменично сушења и влажења камена, растворљиве соли, физичко распадање под утицајем температуре и деловање живих организама на камен. Одабир грађевинског камена са аспекта трајности је заснован пре свега према томе како се показао у прошлости и према резултатима стандардних тестова (Bell, 1993). Грађевинском камен који је пореклом од хемогених и органогених седиментних стена, а који се примењује за изградњу у противерозионим радовима у Србији, јесте технички камен одређених физичко-механичких карактеристика, док се украсни камен врло ретко користи. Технички камен се у противерозионим радовима користи пре свега као материјал или конструктивни елемент у оквиру система интегралног уређења сливних подручја угрожених ерозионим процесима и бујичним поплавама.

### Материјал и метод

Према постојећим сазнањима и резултатима испитивања квалитета камена Института за испитивање материјала Србије, објављеним у публикацијама у периоду 1956-1962 године и Студије о врстама, квалитету и резервама техничког грађевинског камена у Србији у постојећим каменоломима (Bilbija и Spasojević, 1959, 1961 и 1964), извршена је упоредна анализа физичко-механичких карактеристика грађевинског камена у Србији, у циљу адекватног одабира камена за потребе противерозионих радова. У анализу су уврштени узорци из 275 активних каменолома у периоду 1956-1962 године, на територији Србије. Добијене вредности испитивања камена значајне су са аспекта познавања квалитета камена из постојећих налазишта или за потребе отварања нових каменолома. Камен је добијен из седиментних стена хемогеног и органогеног порекла. У групу стена обухваћених анализом спадају кречњак, доломит, травертин, бигар и оникс. Физичко-механичке особине грађевинског камена анализирани у раду приказане су кроз вредности:

1. чврстоће камена на притисак:
  - 1) у сувом стању,
  - 2) у водом засићеном стању и
  - 3) после дејства мраза,
2. отпорности камена према хабању стругањем,
3. упијања воде,

4. постојаности камена на мразу,
5. запреминске масе камена:
  - 1) са шупљинама и порама и
  - 2) без шупљина и пора,
6. порозности камена.

Даља анализа обухвата сагледавање деловања услова средине на камен, у којима се камен у Србији користи за противерозионе радове. Због воде као основног чиниоца разарања стена, услови средине у којима се примењује камен су подељени према учесталости и трајању влажења камена на 3 категорије:

1. категорија - услови у којима се камен кваси падавинама и већином времена је под директним утицајем атмосферилуја и временских прилика,
2. категорија - услови у којима је камен у зони сталне осцилације воде, наизменично под водом и под директним утицајем атмосферилуја и временских прилика,
3. категорија - услови у којима је камен увек под водом, осим у изузетним приликама, и ретко под директним утицајем атмосферилуја и временских прилика.

На основу анализе физичко-механичких карактеристика камена и услова средине у којима се користи, утврђене су погодности камена за употребу у противерозионим радовима у Србији.

#### Резултати и дискусија

Седиментне стене према својој намени и вредности имају далеко већи значај од магматских и метаморфних стена. Седиментне стене чине више од 75% земљине површине, међутим, од тог процента, седиментне стене хемогеног и органогеног порекла учествују са мање од 10%. Камен обухваћен анализом добијен је од калцијум-карбонатне стене, и то кречњака, доломита, травертина, бигра и оникса. У основи се ове стене састоје од  $\text{CaCO}_2$  и других примеса, при чему се доломит одликује и високим садржајем  $\text{MgCO}_2$  (Bilbija, 2009). Њихове физичко-механичке карактеристике имају велики значај приликом одабира за потребе градње, међутим треба узети у обзир и хемијске агенсе који утичу на карбонатне стене, који могу утицати значајно на промену њихових физичко-механичких карактеристика. Камен добијен од поменутих стена је класификован на основу вредности његових физичко-механичких карактеристика према општим критеријумима (табела 1).

#### Чврстоћа камена на притисак

Чврстоћа камена на притисак се користи као квантитативни показатељ употребљивости. Стварна оптерећења камена су увек знатно испод граничних вредности чврстоће. Чврстоћа на притисак највећег броја стена виша је од чврстоћа бетона, опеке и дрвета. Према вредности притисне чврстоће камена у распону од 250-150 Мра, кречњак спада у групу стена високе чврстоће, и јављају се у 46% узорака, док се кречњак средње високе чврстоће, са вредностима од 100-150 Мра, јавља у 54% узорака. Дакле ради се о умерено порозном и компактном једром кречњаку. Код доломита те вредности се крећу изнад 250 Мра у 14%, док у групу стена високе и средње високе чврстоће спада 65% и 21%

доломита. Чврстоћа травертина и бигра се крећу у границама вредности за стене умерене чврстоће 50-100 Мра, а средње високе чврстоће за оникс, што је и очекивано. Травертин према чврстоћи спада у групу врло високе (>250 Мра), високе (150-200 Мра) и средње високе чврстоће (100-150 Мра) са учешћем од 14, 65 и 21%, редом. Бигар поседује ниску чврстоћу на притисак (10-50 Мра), док оникс са 67% узорака има средње високу, а са 33% умерену чврстоћу. Чврстоћа кречњака, доломита, бигра и оникса на притисак су мање када се стена доведе у водом засићено стање и након замрзавања, док је код травертина забележено повећање отпорности стене на притисак након замрзавања.

#### Отпорности камена према хабању стругањем

Испитивање отпорности камена према хабању стругањем омогућава да се стекне увид о трајности и могућем хабању камена током времена. Међутим важно је поменути да се за камен са истог локалитета и из исте лабораторије у којој је испитиван, у различитим временским раздобљима могу добити и до 25% различити резултати теста отпорности на хабање Bohme-a. Сматра се да овакве разлике произилазе из немогућности да се остваре исти услови испитивања. Кречњак се на основу резултата теста отпорности на хабање стругањем класификује у 3% узорака као изузетно тврд, у 77% као врло тврд и у 20% узорака као тврд, што одговара нешто вишим вредностима отпорности на хабање кречњака него што је уобичајено методом Bohme-a. Вредности испитаног доломита се крећу у опсегу категорије врло тврдог (9%) и тврдог камена (91%) што је и очекивано према наводима Bilbije (2009). Вредности отпорности на хабање травертина се крећу у распону од умерено тврдог, 67%, до изразито меканог, 33%. Оникс је умерене тврдоће.

#### Упијање воде и постојаност на мразу

Кречњак, доломит и оникс упијају врло мало воде у 94, 79 и 100% узорака, док је упијање воде код травертина нешто веће, те се његове вредности крећу у распону од малог упијања, 17%, умереног упијања, 33%, до осетног упијања у чак 50% узорака. Бигар има способност врло великог упијања воде. Све стене су према спроведеним испитивањима постојане на мразу.

#### Запреминска маса камена

Вредности запреминске масе са порама кречњака, доломита и оникса сврставају их у групу стена високе запреминске масе са порама у распону од 2,5-3  $\text{g/cm}^3$ . Травертин поседује нешто мању запреминску масу и она се креће у опсегу од 2,2-2,5  $\text{g/cm}^3$ , што га сврстава у групу средњих вредности запреминске масе. Бигар има ниску запреминску масу због велике порозности. Специфичне запреминске масе су незнатно веће код свих стена, осим код бигра код којег је разлика у маси значајна. Приликом градње увек се предност даје камену бројчано веће вредности запреминске масе са порама.

#### Порозност камена

Порозност кречњака се креће у границама од компактног у 45% узорака, преко мало порозног у 44% до умерено порозног у 11% узорака. Порозност доломита се креће у границама компактног, преко мало порозног до умерено порозног са учешћем по категоријама од 57%, 29% и 14%. Код травертина се ове вредности крећу у опсегу од знатно порозног до порозног камена у 33% и 67% случајева. Оникс је компактан до

Стена	Број узорака	Чврстоћа камена на притисак (Мра)			Отпорност камена на хабање стругањем (Bohne) (cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup> )	Упијање воде (%)	Постојаност камена на мразу	Запреминска маса камена (g/cm <sup>3</sup> )		Порозност камена (%)
		У сувом	Водом застићен	Након замрзавања				Са парама	Без пара	
Кречњак	251	Висока (150-250)* 46%**	Висока (150-250) 41,2%	Висока (150-250) 36%	Изузетно тврд (<5) 3%	Врло мало (<0,5) 94%	Постојан	Висока (2,5-3,0) 100%	2,6-3,0	Компактан (<1) 45%
		Средње висока (100-150) 54%	Средње висока (100-150) 44,4%	Средње висока (100-150) 49%	Врло тврд (5-10) 77%					Мало (0,5-1) 6%
			Умерена (50-100) 14,4%	Умерена (50-100) 15%	Тврд (10-20) 20%	Умерено порозан (2,5-5) 11%				
Доломит	14	Врло висока (>250) 14%	Висока (150-250) 71%	Висока (150-250) 85%	Врло тврд (5-10) 9%	Врло мало (<0,5) 79%	Постојан	Висока (2,5-3,0) 100%	2,7-2,8	Компактан (<1) 57%
		Висока (150-250) 65%	Средње висока (100-150) 29%	Средње висока (100-150) 15%	Тврд (10-20) 91%					Мало (0,5-1) 21%
						Средње висока (100-150) 21%				
Травертин	6	Средње висока (100-150) 17%	Средње висока (100-150) 17%	Средње висока (100-150) 17%	Умерено тврд (20-30) 67%	Мало (0,5-1,0) 17%	Постојан	Средња (1,5-2,5) 100%	2,6-2,7	Знатно порозан (5-10) 33%
		Умерена (50-100) 50%	Умерена (50-100) 50%	Умерена (50-100) 66%						
		Ниска (10-50) 33%	Ниска (10-50) 33%	Ниска (10-50) 17%	Изразито мекан (>40) 33%	Осетно (2,5-5) 50%				Веома порозан (10-20) 67%
Бигар	1	Ниска (10-50)	Ниска (10-50)	Ниска (10-50)	/	Врло велико (15-30)	Постојан	Ниска (1,0-1,5)	2,7	Екстремно порозан (>20)
Оникс	3	Средње висока (100-150) 67%	Средње висока (100-150) 33%	Средње висока (100-150) 33%	Умерено тврд (20-30) 100%	Врло мало (<0,5) 100%	Постојан	Висока (2,5-3,0) 100%	2,7	Мало порозан (<1) 100%
		Умерена (50-100) 33%	Умерена (50-100) 67%	Умерена (50-100) 67%						

\* Распон у коме се јављају вредности појединих физичко-механичких особина камена.

\*\* Процентуално учешће узорака камена одговарајућем распону вредности физичко-механичких особина.

Табела 1. Класификација вредности физичко-механичких карактеристика узоркованог камена у Србији, према општој подели.

Извор: аутор.

мало порозан, док бигар као што је и очекивано поседује екстремну порозност. Поред порозности, као један од основних показатеља физичког стања камена јавља се и степен густине камена или степен компактности чије вредности не прелазе 1.

Анализом физичко-механичких карактеристика камена су добијене вредности које одређују ближе квалитет камена, међутим због неких лошијих физичко-механичких карактеристика, малог броја испитаних узорака и високе тржишне цене, у односу на кречњак и доломит, травертин, бигар и оникс неће бити узети у даље разматрање приликом одабира камена за противерозивне радове.

Камен се у противерозивним радовима најчешће користи као ломљен и дробљен камен, за израду обалоутврда, насутих каменних брана, насипа, насипања дна речних и бујичних токова, бучница, прагова, преграда, потпорних зидова, у хитним мерама санације клизишта... (Гајић, 2018). Приближна оцена употребљивости стена на лицу места може се дати и на основу показатеља из табеле 2.

Табела 2. Критеријуми за приближну оцену употребљивости грађевинског камена.

Карактеристика	Квалитетан камен	Камен лошег квалитета
Звук	Јасан	Туп, потмуо
Отпорност камена на удар	Тешко се разбија	Лако се разбија
Отпорност ивица	Тешко се одлама	Лако одлама
Хабање	Мало	Јако
Скрама од корозије	Не постоји или је танка	Дебела кора
Боја	Изразита	Без сјаја
Сјај	Сјај минерала као огледало	Мутан
Додир под руком	Тврд, храпав	Мек, масан
Структура	Кристаласта, зрнаста	Земљаста, као креда или глина
Површина прелома	Шкољкаста, глатка, једнолика	Исцепана, храпава, неједнолика
Текстура	Масивна, компактна	Шкриљаста, цепљива, влакнаста
Склоп	Једнолик	Неједнолик
Веза зрна	Чврста	Слаба
Тврдоћа при парању	Тешко се пара	Лако се пара

Извор: Muravljov, 1995.

Поред физичко-механичких карактеристика камена, као значајан фактор трајности камена, важно је навести утицај услова средине у којима се камен примењује и механизам њиховог деловања на камен.

У подручјима где се камен **кваси искључиво атмосферским падавинама**, у одсуству воде камен ће бити изложен пре свега разарајућем деловању промена температуре која узрокују унутрашње напрезање камена. Напрезања се јављају као последица запреминских промена, различитих минерала који сачињавају стену, током загревања и хлађења, као и због разлике у температури површинског и унутрашњег дела камена. У том погледу значајно је одабрати кречњак и доломит са што мање примеса других минерала, нарочито оних са мањом чврстоћом од основне стене. Такође, у равничарским подручјима без изражене вегетације, камен је често изложен утицају еолске ерозије, при чему се његове вредности отпорности на хабање могу узети као показатељ његове постојаности при таквим условима. Вредности отпорности кречњака и доломита на хабање су такве да спадају у групу изузетно тврдог, врло тврдог и тврдог камена, те их је сходно томе препоручљиво користити у поменутих условима.

**Наизменично потапање и излагање камена атмосферилијама и временских приликама** се јавља као последица присуства воде у ваздуху и непосредног контакта камена са текућом или стајаћом површинском или подземном водом у зони осцилације нивоа воде. Растварање камена се догађа у периоду задржавања воде у камену, док се распадање дешава током процеса сушења, при чему само натапање није толико штетно. У оваквим условима, оштећења камена се јављају као последица појаве напона у камену, квашењем и задржавањем воде у камену, деловања мрза и кристализације соли (Bilbija 1984). Основни показатељи отпорности камена на овакво дејство воде су порозност камена, његова способност упијања воде и чврстоћа на притисак. Порозност камена одређује његову способност да упије воду, и зависи од величине и међусобне повезаност пора, тако да укупна порозност може бити велика, а упијање воде мало и обратно, у односу на проценат укупне порозности стене. Такође је важно навести и капиларно ширење воде кроз стенске поре. Наизменично влажење и сушење камена и деловање мрза утичу на повећање порозности и слабљење чврстоће стене на притисак. Кречњак и доломит обухваћени анализом компактни су и мале порозности, што обезбеђује њихову трајност. Такође имају и висок степен чврстоће на притисак, чак и након влажења и замрзавања тако да не подлежу лако физичком распадању.

Посебан вид распадања карактеристичан за зону наизменичног квашења и сушења камена јесте хемијско распадање код којег долази до растварања кречњака или доломита у унутрашњости камена и изношења  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg CO}_3$  раствора на површину где долази до исцвтавања и очвршћавања соли, што доводи до затварања пора очвршћавања камена у тој зони. Ово међутим доводи и до слабљења отпорности камена на притисну чврстоћу. Притисна чврстоћа камена не би смела да падне испод 80 Мпа у хидроградњи (Bilbija, 2009), што одговара условима какви најчешће владају у противерозионим радовима, што кречњак и доломит, у погледу чврстоће, сврстава у камен повољан за градњу у поменутих условима.

**Камен потопљен у води** заштићен је од атмосферилија, међутим подложен је штетном деловању наноса који вода носи и који троши камен, те с тога његова отпорност на хабање у таквим условима има значајну улогу. Такође важно је навести и утицај удара крупнијих комада наноса ношених водом, о камен уграђен у различите противерозивне објекте, за који би било значајно утврдити вредности отпорности камена на удар. За ломљен камен који се насипа у дну речних и бујичних токова важно је истаћи, поред величине, и вредност запреминских тежина камена са порама, због веће отпорности на покретање уколико је камен веће запреминске тежине са порама, чије су вредности уско везано са порозношћу камена. Кречњак и доломит имају високе вредности запреминске тежине што их сврстава у повољан материјал за примену у поменутих условима, у виду ломљеног камена.

## Закључци

На основу анализе физичко-механичких карактеристика грађевинског камена пореклом од седиментних стена хемогеног и органогеног порекла, приликом које је извршена категоризација вредности физичко-механичких особина према општој класификацији, утврђена је погодност примене камена у противерозионим радовима у Србији. Поред тржишне вредности самог камена и малог броја узорака, који превасходно искључују тревертин, бигар и оникс из употребе у противерозионим радовима, сама анализа је показала да су кречњак и доломит бољих физичко-механичких карактеристика него тревертин, бигар и оникс. Такође, издвојене су три категорије услова средине у којима се камен примењује за противерозивне радове у Србији и које утичу на његову трајност,

према учесталости и трајању влажења камена. За сваку од категорија издвојене су физичко-механичке карактеристике камена, значајне за трајност камена у одговарајућим условима средине, према механизму деловања услова средине и карактеристикама самог камена. На основу анализираних вредности поменутих особина камена, за различите услове средине, утврђено је да се кречњак и доломит у Србији препоручују за примену у противерозионим радовима. Свакако, у циљу што бољег одабира камена за примену у противерозионим радовима, поред у раду истражених, неопходно је спровести и истраживања осталих значајних показатеља квалитета камена и фактора услова средине који утичу на његову трајност.

## Литература

1. Bell, F.G. Geo, (1993): Department of Geology and Applied Geology, University of Natal, Durban, South Africa, 21: 187. <https://doi.org/10.1007/BF00775905>,
2. Bilbija N., Spasojević J., (1959): Rezultati ispitivanja prirodnog kamena 1956. i 1957. god. Institut za ispitivanje materijala NR Srbije, publikacija br. 12, Beograd.
3. Bilbija N., Spasojević J., (1961): Rezultati ispitivanja prirodnog kamena 1958. i 1959. god. Institut za ispitivanje materijala NR Srbije, publikacija br. 19, Beograd.
4. Bilbija N., Spasojević J., (1964): Rezultati ispitivanja prirodnog kamena 1960, 1961. i 1962. god. Institut za ispitivanje materijala SR Srbije, publikacija br. 20, Beograd.
5. Bilbija, N., (1984): Tehnička petrografija, svojstva i primena kamena, univerzitetski udžbenik, Naučna Knjiga Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi,
6. Bilbija, N., (1987): Vremensko propadanje kamena u građevinama sa posebnim pogledima na fizičko vremensko propadanje i mogućnost njegovog predviđanja laboratorijskim ispitivanjem, doktorska disertacija, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu,
7. Bilbija, N., Matović V., (2009): Primenjena petrografija, svojstva i primena kamena, drugo dopunjeno izdanje, Građevinska knjiga, Beograd,
8. Gajić, G., (2018): Materijali u protiverozionim radovima, skripta, Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd,
9. Muravljov, M., (1995): Građevinski materijal, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Naučna knjiga, Beograd.
10. Winkler, E. M., (1973): Stone properties: Durability in man's environment, New York: Springer-Verlag,



## GREEN INFRASTRUCTURE, BIODIVERSITY AND CLIMATE CHANGE

Snežana Kecman, PhD student

University of Belgrade, Faculty of Forestry

snez.ke@gmail.com

**ABSTRACT:** Modification of the landscape started with anthropogenic pressure, resulted in a series of negative effects on the landscape, and therefore its abiotic and biotic factors. The ability of nature to adapt and respond to changes that occur, alternate and spread rapidly is considerably reduced. Relevant solution is in the implementation of green infrastructure with the purpose of improving green areas and environmental quality, which is of particular importance for urban areas. Application of modern methods and principles of planning using the potential or/and adding new elements of green infrastructure, enables the formation of a strong and stable network of green infrastructure and sustainable systems. Such systems are capable to respond with their ecosystem services to today's global problems: reduction of biodiversity, climate change, flooding, etc. Green infrastructure has been defined as a strategically planned network of natural and semi-natural areas, designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services and protect biodiversity. Well-being and human health depend on ecosystem services, which in turn are dependent on biodiversity. Globally urbanization and climate change posing a significant threat to biodiversity. The relationship of biodiversity, ecosystem services and climate change shows unbreakable connection. Green infrastructure is multifunctional system with abilities to respond, reduce and even neutralize on going changes. Except that, green infrastructure besides ecological benefits, provides a wide spectrum of social and economic benefits for human, and has a very large aesthetic significance in open space.

**Key words:** green infrastructure, biodiversity, ecosystem services, climate change, landscape planning

### INTRODUCTION

Challenges which the 21st century placed in front of humanity are increasing every day. The enormous growth and development of technology and society caused by the Industrial Revolution has significantly and forever changed the landscape (Mamford, 2006). High degree of urbanization and continuous anthropogenic pressuring have resulted in series of negative effects on the abiotic and biotic factors of the landscape and have led to fragmentation of habitats and loss of biodiversity.

Changes in the structure of the landscape and the speed they are happening directly affected the degree of adaptation to modified living conditions to be lower. Some species managed to adapt to new changes, while others succumbed to pressure and disappeared forever (Кецман, 2016). The result is the loss and extinction of a large number species of flora and fauna on the territory of Serbia, but also around the world.

The diversity of flora and fauna ensures the stability of the ecosystem, and also the existence of human. Numerous species are forced to search for new habitats, because of the

reduction and modification of existing biotopes, which is equivalent to reducing the biocenosis. All this leads to the loss of numerous ecosystems, which are a product of biotope and biocenosis, and a total reduction in the biological diversity of the landscape.

The negative influence of human on the landscape in the present is very obvious, and such a continuous influence in the future can bring to the complete loss and degradation of natural areas which are a treasure of biodiversity in the 21st century and of great importance in the fight with climate change. The changes that human made create completely new, unnatural conditions for the life, work and health of human.

Uncontrolled and excessive use of natural resources has led to the development of humanity, industry and generally modern civilization. Consequences such as species disappearance, an increasing number of species threatened by disappearance, fragmentation and disappearance of habitats and ecosystems are the result of increasing degradation of the landscape.

Green infrastructure is an alternative solution to restore balance and respond to climate change, using natural resources through networking to support the environment created by human, providing such economic, environmental and social benefits.

### MATERIAL AND METHODS

The research beginning with the searching of published papers and other bibliographic units. It was started search according to key terms related to the thematic which being investigated, but also according to the terms connected to them.

Method is based on analysis, systematization and classification of papers published in leading international journals (which is referred in the Web of Science) and the other bibliographic units.

In the first phase, the search of published papers according to key terms relating to the issue of research. Primarily, the published papers that contained the terms: "green infrastructure", "biodiversity" and "climate change" in the abstract, title or as a keyword were collected. Then, the research of collected works had been execute in combination with the terms: "ecosystem", "ecosystem services", "habitats", "landscape planning", "climate", "temperature change", "global climate change", "diversity", "biological diversity", "heterogeneity", "landscape", "landscape planning".

In the second phase, the works were classified in four categories: 1) green infrastructure, 2) biodiversity, 3) ecosystem services and 4) climate change.

Farther research has been concentrate on the published paper and bibliographic units which results are in the highest correlation with the purpose of the research theme.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Green Infrastructure

“Green infrastructure” is a term that appears more and more frequently in land conservation and development discussions across the country and around the world. Green infrastructure means different things to different people depend on the context in which it is used (Benedict and McMahon, 2002).

As a concept, it began to be used more intensively in the late nineties of the 20th century, in order to take a leading position in the last few years with planners and designers dealing with spatial development (Florida Greenways Commission, 1994). With the increasing use of the term, there was a need for defining green infrastructure. It can be concluded that the definition exists in the same number as the authors dealing with the concept of green infrastructure.

Sublimation of the most important items from some of the known definitions, the green infrastructure would be:

Strategic planning of a high quality network which connects natural areas, but also other open spaces, with the concept based on the establishment of a national or European Ecological Network (NATURA 2000, Emerald) in rural and urban environments, to preserve the values and functions of natural ecosystems, whose ecosystem services enable reduction and adaptation to climate change, while at the same time providing a wide range of environmental, economic and social benefits (Benedict and McMahon, 2006; Ahern, 2007; European Commission, 2013; Васиљевић *et al.*, 2014).

However, from all definitions, the definition of the European Commission can be distinguished, as definition which is complete: Green Infrastructure can be broadly defined as a strategically planned network of high quality natural and semi-natural areas with other environmental features, which is designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services and protect biodiversity in both rural and urban settings (European Commission, 2013).

The significance and essence of green infrastructure is sublimated in the above definitions. However, the maximum benefit will be provided if been following and respecting the ten principles of green infrastructure.

Next ten guiding principles and strategies have been identified as crucial to the success of green infrastructure initiatives. These principles together provide a strategic approach and framework for conservation that can advance the sustainable use of land while ensuring an interconnected system of green spaces that benefit people, wildlife and the economy (Benedict and McMahon, 2002; Benedict and McMahon, 2006).

Ten principles of green infrastructure according to Benedict and McMahon (2006) are:

1. Connectivity is key: Linkage is essential for natural systems to function properly and for wildlife to thrive, has demonstrated by Conservation Biology. The strategic connection of ecosystem components is crucial to maintaining the values and ecosystem services of natural systems and to maintaining the health and diversity of wildlife populations. Vital to success also is linkages between the staff and programs of different agencies involved in green

infrastructure planning (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

2. Context matters: Predicting and understanding change in native ecosystems and landscapes require analysis of the context in which exist ecosystems - the physical and biological factors of the surrounding area. Nothing happen in a vacuum and that the study of content alone is not enough when dealing with natural systems, emphasizes by landscape ecology (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

3. Green infrastructure should be grounded in sound science and land-use planning theory and practice: From the theories and practices of disciplines such as landscape ecology, conservation biology, landscape architecture, urban and regional planning, geography and civil engineering ensures an appropriately balanced and integrated ecological, social, cultural and practical basis for any green infrastructure initiative (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

4. Green infrastructure can and should function as the framework for conservation and development: Community can plan for conservation needs and determine where to direct development and new growth in the most efficient manner, by prioritizing green infrastructure. Green infrastructure provides the framework for future growth, and ensuring for future generation significant natural resources (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

5. Green infrastructure should be planned and protected before development: Planning green infrastructure identifies critical ecological linkages and hubs in advance of development. This helps to provide that restoration, which is less efficient and more expensive than natural protection, is minimized in place of protection (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

6. Green infrastructure is a critical public investment that should be funded up front: Green infrastructure need to be: planned, designed and funded following the same access used for built infrastructure such as waterlines, bridges, roads, etc. (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

7. Green infrastructure affords benefits to people and nature: Numerable benefits arise from a green infrastructure access, including lessening the need for gray infrastructure, freeing public funds for other community needs and lessening sensitivity to fires, floods, and other natural disasters (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

8. Green infrastructure respects the desires and needs of landowners and other stakeholders: Green infrastructure does not request all land to be in public control or ownership. Green infrastructure should be presented as a concept that will help plan development. Also, she should consider the perspectives of various stakeholders in the private, public, and non-profit sectors (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

9. Green infrastructure requires making connections to activities within and beyond the community: Green infrastructure affords opportunities for and can build on programs related to everything from historic heritage to Smart Growth, to brownfield development, to outdoor recreation, to flood mitigation. Green infrastructure has a look beyond political borders to focus on the natural landscape (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

10. Green infrastructure require long-term commitment: Green infrastructure documents and plans should be considered strategic “living” documents for amending and updating. This involved residual flexible and long-sighted mechanisms and opportunities for funding (Benedict and McMahon, 2006; Coastal Regional Commission, 2014).

Green infrastructure is not a program, but it is a well-organized and planned strategy that does not represent a short-term solution. It is a process that lasts and requires long-term commitment. It represents an interdisciplinary approach based on ten planning principles that function at several spatial scales (Table 1).

Table 1. Typical green infrastructure assets and their associated scales

Local, neighbourhood and village scale	Town, city and district scale	City-region, regional and national scale
Street trees, verges and hedges	Business settings	Regional parks
Green roofs and walls	City/district parks	Rivers and floodplains
Pocket parks	Urban canals	Shorelines
Private gardens	Urban commons	Strategic and long distance trails
Urban plazas	Forest parks	Forests, woodlands and community forests
Town and village greens and commons	Country parks	Reservoirs
Local rights of way	Continuous waterfronts	Road and railway networks
Pedestrian and cycle routes	Municipal plazas	Designated greenbelt and strategic gaps
Cemeteries, burial grounds and churchyards	Lakes	Agricultural land
Institutional open spaces	Major recreational spaces	National parks
Ponds and streams	Rivers and floodplains	National, regional or local landscape designations
Small woodlands	Brownfield land	Canals
Play areas	Community woodlands	Common lands
Local nature reserves	(Former) mineral extraction sites	Open countryside
School grounds	Agricultural land	
Sports pitches	Landfills	
Swales, ditches		
Allotments		
Vacant and derelict land		

Source: Landscape Institute, 2009; European Environment Agency, 2011

Green infrastructure consists of several components (Figure 1) that work together to preserve a network of natural processes. These components are (Williamson, 2003):

Nodes - represent basis of the network and provide space for plants and animals species. Their centers are the key areas that form the core of the network and provide habitats of essential importance for sensitive species, include all sizes and shapes (Williamson, 2003; Benedict & McMahon, 2006).

Sites - are smaller than hubs and can be networked, but also they have not to be networked. As such can contribute to social and ecological values like: habitats for some species, recreation for people, etc. (Williamson, 2003; Benedict & McMahon, 2006).

Corridors - connect hubs and thus ensure the spread of seeds and pollen, the migration of plants, as well as the movement of animals, but also the preservation of historical sites and provide the possibility of recreation (Williamson, 2003; Benedict & McMahon, 2006).

These components in landscape could be representing by assets cited in the Table 1. Depending of the spatial level forests could represent hubs, private gardens, green roofs or pocket park could represent sites, and rivers or canals could represent corridors.

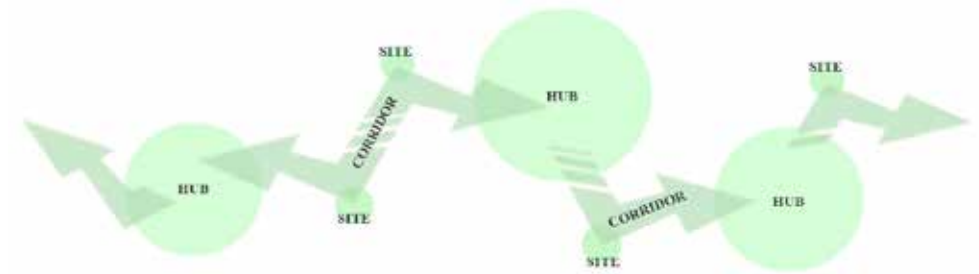


Figure 1. Green infrastructure network components (schematic diagram)

Source: Кецман, 2016

It is noticeable that the hubs, sites, and corridors differ significantly, with form which they occupy in space, their ownership, size and function. Although the protection of natural systems and the conservation of biodiversity through networking is one of the primary goals of green infrastructure, it is represent a complex system whose components can enhance the human health and quality of living conditions, but also have historical, cultural, economic or social significance.

### Biodiversity

The notion of biodiversity has been introduced into the environmental terminology about twenty years ago on the proposal of an ecologist, and today it is generally accepted in everyday life, science and practice. Biodiversity or biological diversity is, according to the most accepted definition, the totality of genes, species, ecosystems and landscapes on Earth (Norse and McManus, 1980; Radović, 2005).

Biodiversity includes several organizational levels: genetic, species and ecosystem level, each of them has its spatial and time continuity on the planet Earth (Radović, 2005):

- Genetic diversity: represent the diversity of DNA structures between individuals of the same species, because of each individual has a specific and unique combination of genes which is unrepeatable (Radović, 2005).

- Species diversity: represent the diversity and specificity of all species on the planet Earth, from the very origin of life up till now (Radović, 2005).

- Ecosystem diversity: represent the diversity at a level higher than the species. That is diversity of: habitats (abiotic components), life communities (biotic components), ecosystems and landscapes (Radović, 2005).

Biodiversity organizational levels are interconnected. Loss of species leads to loss of ecosystems, and loss of ecosystem leads to loss of biodiversity. The loss of biodiversity is influenced by many factors, but common to all factors is - a human.

The basic factors that lead to loss of biodiversity are expressed by the acronym HIPPO (Brennan and Withgott, 2005) derived from the word Habitat alteration; Invasive species; Pollution; Population growth; Overexploitation (Radović, 2005).

Multifunctional concept as green infrastructure with combination of their assets and creating network of green space could preserve and improve biodiversity. Components of green infrastructure such as: hubs, sites and corridors is represent more different green place in space like a: rivers, forests, lakes, nature reserves etc. which is very important parts for biodiversity.

Biological resources are the basis of life on planet Earth. Their importance is immeasurable (in relation to other resources) and as such like that should be preserved. However, in the world of global change, biodiversity and the functioning of ecosystems are seriously jeopardized by the fragmentation of habitats, and other abiotic and biotic factors, which the main cause is human activity in the region (Radović, 2005; Gökyer, 2013).

The fundamental significance of biodiversity is reflected in the complexity of the overall life form on planet Earth, which as such represented the basis of the existence of each individual ecosystem, biome and the entire biosphere, thus enabling the survival and evolution of each species (flora, fauna) and also of man. Applied significance is reflected in the fact that the evolution of man and entire human civilization is based on the use of biological resources (Radović, 2005).

Biodiversity is related to ecosystem services through a variety of mechanisms operating at different spatial scales; he regulates the rates, the state and the stability (in many cases) of ecosystem processes fundamental to most ecosystem services (Cardinale *et al.*, 2012; Mace *et al.*, 2012; Balvanera *et al.*, 2016).

Due to the complexity of the links between biodiversity and ecosystem services, monitoring biodiversity alone is not sufficient to understand the status and trends of the services it provides. Monitoring annual changes in the state of ecosystems and determining trends in ecosystem services, in fact, can contribute to our understanding of changes in biodiversity and inform on the basic dynamics of the complex interactions between ecosystems and societies (Díaz *et al.*, 2015; Balvanera *et al.*, 2016).

## Ecosystem Services

Ecosystems are communities formed by the interaction between living (biocenosis) and non-living organisms (biotope). The benefits which human beings have from both part of ecosystems and benefit from ecosystem is in many cases known as - ecosystem services.

Though the term ecosystem services is fairly new (among the first uses appears to be Ehrlich and Mooney, 1983), the idea is quite old (Polasky, 2011).

Definition of ecosystem services:

Ecosystem services are the benefits provided to humans through the transformations of resources (or environmental assets, including land, water, vegetation and atmosphere) into a flow of essential goods and services e.g. clean air, water, and food (Constanza *et al.*, 1997; Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, 2009).

Four types of ecosystem services can be distinguished (European Environment Agency, 2011):

- Supporting services have an indirect impact on people or occur over a very long time, whereas changes from the other services (regulating services, provisioning services, cultural services) have relatively direct and short-term impacts on people. These services provide habitats for species and to maintenance of genetic diversity. Habitats (biotope) enable to plants and animals everything they need for survival. They differ from the ecosystem to the ecosystem as well the species in them. However, all species do not spend all type of their development life cycles on the same habitat, than further migrate (birds, mammals, fish, insects, etc.). In that case, their survival is directly dependent on each of the next habitats, and the preservation of natural ecosystems and the provision of habitats for native flora and fauna is a very important role of green infrastructure. This is requirement to the maintenance of genetic diversity, where some habitats are known to be more diverse, since they have a large number of species or a larger number of life communities (biocenosis), and are considered to be “key points” of biodiversity (European Environment Agency, 2011).

- Provisioning services are products obtained from ecosystems such as food, raw materials, fresh water and medicinal resources. Food products are mostly obtained from agricultural lands, marine and freshwater systems, but also from forests which wild food is often unfairly ignored. In addition to food in the forests, but also in other places with available vegetation can find various raw materials such as wood, biofuels and vegetable oils. Also, fresh water plays an important role in the global hydrological cycle, but also the healing resources, for which all ecosystems is potentially suitable source (European Environment Agency, 2011).

- Regulating services represent the benefits obtained from the regulation of ecosystem processes such as local climate and air quality, carbon sequestration and storage, moderation of extreme events, waste-water treatment, erosion prevention and maintenance of soil fertility, pollination and biological control. These services removing pollutants from the atmosphere provide them with shade and affect the rainfall. They act locally, regionally and globally. Improves local and regionally climate and air quality, also contributing to the conservation of energy. At the global level they eliminate and stock of carbon and harmful pollutants from the atmosphere (carbon dioxide, carbon monoxide, etc.) and thus affecting the improvement of the quality of the environment. Also, living organisms affect the reduction of natural



disasters including: floods, storms, avalanche and landslides, affect the prevention of erosion processes and the process of degradation of soil, which is essential for plant growth and the good functioning of the total ecosystem. Ecosystems also perform biological control through the activities of predators and parasites (birds, bat, axes, etc.) of various pests and diseases that attack plants, animals and humans (European Environment Agency, 2011).

- Cultural services represent non-material benefits people obtain from ecosystems such as recreation and mental and physical health, tourism, aesthetic appreciation and inspiration for culture, art and design, and spiritual experience and sense of place. These services have a role in maintaining the health of (psychic and physical) people. They also manifest in the spheres of tourism through research and understanding of various cultural, historical, natural and other values (eco-tourism, cultural tourism, etc.). They are a source of aesthetic inspiration for culture, art, design and can promote aesthetic quality of urban and suburban areas. It provides a spiritual experience and creates a sense of place through natural features such as forests, mountains and caves that are considered sacred through human history and have religious significance (European Environment Agency, 2011).

Humanity derives considerable benefits from the products of biodiversity, but also from services of ecological systems, such as pollination, erosion control and water purification. The relationship between ecosystem services and biodiversity is complex, but in general, most ecosystem services are degraded or reduced if the biodiversity of an ecosystem is substantially reduced. Most ecosystem services are provided by natural systems, however human become aware of their importance and value only when they are reduced or lost (National Research Council, 1999).

Natural systems mostly provide ecosystem services that human beings uses for free, except them suburban and urban systems also can provide some of these services, but not all. Improving urban and suburban areas and provide almost all ecosystem services is possible with applying the concept of green infrastructure.

All ecosystem services such as: supporting services, provisioning services, regulating services and cultural services are of great importance to human. They provide to human: environmental, economic and social benefits. But, the most important role of ecosystem services is in their adaptation to climate change and their mitigation.

### Climate Change

There are several reasons why plants and animals are less able to adapt to the current phase of global warming one of it is the very rapid pace of change.

Climate on Earth is constantly and always changing. Until the beginning of the Industrial Revolution, the climate changed as a result of changes in natural circumstances. However, today the term climate change is used when we are talking about climate change that has occurred since the beginning of the 20th century, and they were created as a result of human activities (Antonijević *et al.*, 2013).

The urbanization process has resulted that the areas with vegetation (which provide shade, evapotranspiration, retain atmospheric waters, and have storage and infiltration function, etc.) are replaced with irregularly built surfaces, which resulted in significant changes (Cvejić *et al.*, 2011).

The evidence for rapid climate change is compelling: global temperature rise, warming oceans, shrinking ice sheets, glacial retreat, decreased snow cover, sea level rise, declining Arctic sea ice, extreme events, and ocean acidification (NASA – Global Climate Change).

Climate change is perhaps the greatest challenge humanity has ever faced. It affects every corner of our planet – from the poles to the tropics, and from the mountains to the oceans. People and nature worldwide are already feeling the effects: water supplies are shrinking, extreme weather events increasing in frequency and intensity, forests burning, and coral reefs dying (Bates *et al.*, 2009).

Climate change is a global problem, but the consequences will be felt on regional and local levels. Estimates also suggest that these changes will have significant influence for urban areas, because over 50% of the world's population and 80% of Europe's population today living in cities (Cvejić *et al.*, 2011).

Climate change mitigation includes action which need to being applying on local, regional and global level. The most important is beginning. Easiest is to start from the smallest - local level, and then extend the action to other bigger spatial levels. For example, in cities just one tree could change microclimate condition in one garden. More trees or the others type of plants in one street, park or other open spaces in cities could do much more.

The presence of trees and other assets of green infrastructure (Table 1) in the space alter the environment by moderating climate, conserving water, improving air quality and harboring wildlife. By using trees and others type of plants in the cities, it is possible to mitigate the heat-island effect caused by buildings and pavement in urban areas. Green infrastructure with their assets could control climate by moderating the effects of sun, rain, and wind especially in urban areas, where is it more necessary than in suburban areas (Coastal Regional Commission, 2014).

Climate change represents serious threats to quality of life, urban infrastructure and entire urban and suburban systems. Anomalous climate events and trends will increasingly be affected to poor countries, but also the rich ones (World Bank).

Climate change presents huge challenges but also and opportunities for development. Those problems need to be solved in an integrated way. The world needs to produce food for nine billion people by 2050, reducing global temperature, emissions, floods, erosion process, etc. and increasing natural systems and conserving biodiversity (World Bank Group, 2016). That is possible with implementation of green infrastructure concept, whose the basis is ecosystems with their services. Regulating services of ecosystems have an important role in the adaptation and mitigation of climate change.

## CONCLUSION

A unique solution to the global problems of today, which is reflected in climate change, biodiversity reduction, fragmentation of the landscape, loss of ecosystems, in various pollutions (water, air, land) and increasing degraded space in urban and rural areas, is a strategic concept of spatial development - green infrastructure.

The concept of green infrastructure can be applied at several spatial levels: local, regional and global. It is based on landscape ecology principles and its immeasurable significance is reflected in the ecosystem services it provides. If ten basic principles of green infrastructure being respect, this concept could be key solution for establishing a disturbed natural balance.

The most important feature of green infrastructure is its multifunctionality, thanks to which have the potential to deliver a wide range of benefits (environmental, economic, social) to society. Whole green infrastructure network delivers much more benefits than individual elements of green space.

Benefits of green infrastructure for biodiversity is in creating new habitats for species (forest, parks, etc.), connecting existing habitats (with hedges, canals, etc.) and create possibilities for migrating species between different habitats.

One more benefits of green infrastructure its adaptation and mitigation to climate change. Mitigate urban heat-island with shading and evapotranspiration of green elements (trees, shrubs, etc.) and also reducing atmospheric carbon-dioxide. Introducing new green elements bring to strengthening ecosystem and their resilience to climate change.

Permeable green surfaces permits for the infiltration and absorption of snow (melt onsite) and rainwater, and improve surface water run-off, on that way reduce the risk of flooding, and also can be prevented soil erosion. Using some type of plants (e.g. reed beds) it possible removal of pollutants from water.

Besides, green infrastructure enabled food production on allotments, gardens and agricultural land with keeping it land potential (safeguarding of soil). Also, green infrastructure can enabled recreation, health and well-being for the human, and offer opportunities for tourism, training, education and social interaction.

The results of numerous research presented in this paper demonstrate the enormous potential of green infrastructure in mitigating and adapting cities to climate change, preserving and improving biodiversity, and the ability to provide ecosystem services. Thanks to ecosystem services green infrastructure can provide economic, environmental and social benefits. Investment in green infrastructure, in use and development of ecosystem, contributes to biodiversity objectives, smart growth and green economy.

Green infrastructure is a strategy planned network of green spaces which contribute to improvement, development and preservation biodiversity and environment. Ecosystems of those spaces provide services (ecosystem services) which help in adaptation and mitigation of climate change.

## REFERENCES

- Ahern, J. (2007): Green infrastructure for cities: The spatial dimension. University of Massachusetts, Amherst, USA;
- Antonijević, M., Starčević, S., Savić, S., Jovanović, S. (2013): Klimatske promene i njihov uticaj na kvalitet života. 40. Nacionalna konferencija o kvalitetu, 8. Nacionalna konferencija o kvalitetu života, Kragujevac;
- Balvanera, P., Quijas, S., Karp, D.S., Ash, N., Bennett, E.M., Boumans, R., Brown, C., Chan, K.M.A., Chaplin-Kramer, R., Halpern, B.S., Honey-Rosés, J., Kim, C., Cramer, W., Martinez-Harms, M.J., Mooney, H., Mwampamba, T., Nel, J., Polasky, S., Reyers, B., Roman, J., Turner, W., Scholes, R.J., Tallis, H., Thonicke, K., Villa, F., Walpole, M., Walz, A. (2016): Ecosystem Services. The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks, 39-78;
- Bates, N., Canadell, J., Cazenave, A., Mauritzen, C., Raupach, M., Rignot, E., Semiletov, I., Serreze, M., Shakhova, N., Stroeve, J. (2009): Arctic Climate Feedbacks: Global Implications, WWF International Arctic Programme, Oslo;
- Benedict, M. A., McMahon E. T. (2002): Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series, The Conservation Fund, Washington;
- Benedict, M. A., McMahon E. T. (2006): Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Island Press, Washington;
- Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., Wardle, D.A., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S., Naeem, S. (2012): Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature, 486, 59–67;
- Coastal Regional Commission (2014): Green Infrastructure Planning Guidelines for Coastal Georgia. Coastal Regional Commission (CRC), Darien, Georgia;
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van den Belt, M. (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 387, 253–260;
- Cvejić, J., Tutundžić, A., Bobić, A., Radulović, S. (2011): Zelena infrastruktura: prilog istraživanju adaptacije gradova na klimatske promene. Društvo urbanista Beograda, Beograd;
- Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2009): Ecosystem Services: Key Concepts and Applications, Occasional Paper No 1. Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, Canberra;
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Adhikari, J.R., Arico, S., Báldi, A., Bartuska, A., *et al.* (2015): The IPBES conceptual framework—Connecting nature and people. Current Opinion in Environmental Sustainability, 14, 1–16;

- European Commission (2013): Building a Green Infrastructure for Europe. European Union, Belgium;
- European Environment Agency (2011): Green infrastructure and territorial cohesion: The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. EEA, Copenhagen;
- Florida Greenways Commission (1994): Creating a Statewide Greenways System. Florida Greenways Commission, Tallahassee, Florida;
- Forman, R. T. T., Godron, M. (1986): Landscape Ecology. John Wiley & Sons, New York;
- Кеџман, С. (2016): Зелена инфраструктура као стратегија планирања Градске општине Чукарица (Мастер рад). Београд: Универзитет у Београду, Шумарски факултет;
- Landscape Institute (2009): Green infrastructure: connected and multifunctional landscapes. Landscape Institute, Position statement;
- Mace, G.M., Norris, K., Fitter, A.H. (2012): Biodiversity and ecosystem services: A multilayered relationship. Trends in Ecology & Evolution, 27, 19–26;
- Mamford, L. (2006): Grad u istoriji. Book&Marso, Novi Beograd;
- NASA – Global Climate Change. Vital Signs of the Planet. (<https://climate.nasa.gov/evidence/>) accessed 11 November 2018;
- National Research Council (1999): Perspectives on Biodiversity: Valuing Its Role in an Everchanging World. The National Academies Press, Washington DC;
- Polasky, S. (2011): Valuing Nature: Economics, Ecosystem Services, and Decision-Making. Ecosystem Services Seminar Series. Coastal Quest and Gordon and Betty Moore Foundation, 70-83;
- Radović, I. (2005): Development of the Idea regarding Importance and Conservation of Biodiversity. In: Andjelković, M. Biodiversity at the Onset of the Neew Millennium Serbian Academy of Sciences and Arts. Scientific meetings, Book CXI, Department of Chemical and Biological Sciences, Book 2, Belgrade, 17-52;
- Williamson, K. S. (2003): Growing with Green Infrastructure. Heritage Conservancy, Doylestown;
- World Bank – Cites and Climate Change: An Urgent Agenda. (<https://siteresources.worldbank.org/INTUWM/Resources/340232-1205330656272/4768406-1291309208465/PartII.pdf>) accessed 11 November 2018;
- World Bank Group (2016): Climate Change Action Plan 2016-2020. International Bank for Reconstruction and Development – The World Bank. Washington, DC.



1st Young Researchers' Conference - Erosion and Torrent Control  
ETC 2018  
BELGRADE, 28-30 NOVEMBER 2018

## ETC 2018 REPORT

This report is based on a "1st Young Researchers' Conference - Erosion and Torrent Control" (ETC 2018) that was organized by the University of Belgrade, Faculty of Forestry, under the auspices of Republic of Serbia, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, co-sponsored by the Institute of Forestry, Belgrade and supported by World association for soil and water conservation (WASWAC).



Министарство пољопривреде,  
шумарства и водопривреде



### LOCAL ORGANIZING COMMITTEE

President of Organizing Committee: **Katarina Lazarević** (Teaching Assistant, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Nikola Živanović** (Teaching Assistant, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Siniša Polovina** (Teaching Assistant, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Aleksandar Baumgartel** (Research Fellow, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Natalija Momirović** (Research Fellow, Institute of Forestry Belgrade; Deputy President of Youth Committee (WASWAC)); **Predrag Miljković** (Teaching Assistant, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Ranka Erić** (Teaching Assistant, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Aleksandar Andjelković** (Teaching Assistant, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Vukašin Rončević** (Research Fellow, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Vukašin Milčanović** (Associate, Faculty of Forestry, University of Belgrade).

### SCIENTIFIC COMMITTEE

President of Scientific Committee: **Miodrag Zlatić** (Chairman of Organization Committee of WASWAC; Full professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Ratko Ristić** (Full





1st Young Researchers' Conference - Erosion and Torrent Control  
ETC 2018  
BELGRADE, 28-30 NOVEMBER 2018

professor, Dean of the Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Bin Wang** (School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University; President of Youth Committee (WASWAC); Vice Director of Youth Work Committee, Chinese Society of Soil and Water Conservation (CSSWC)); **Nada Dragović** (Full professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Mirjana Todosijević** (Associate professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Carmelo Dazzi** (President of the European Society for Soil Conservation, Italy); **Panos Panagos** (Research Scientific Officer, Joint Research Centre, European Soil Data Centre (ESDAC)); **Marijana Kapović-Solomon** (Assistant Professor, Faculty of Forestry, University of Banja Luka); **José Luis Rubio** (Vice Chair of the European Soil Bureau Network - ESNB (JRC, EC)); **Emiliya Velizarova**, (Associate professor, Environment Executive Agency, Bulgaria); **Tijana Vulević** (Assistant Professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Vesna Nikolić Jokanović** (Assistant Professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Jelena Beloica** (Assistant Professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Grozdana Gajić** (Full professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Snežana Belanović Simić** (Full professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Vesna Djukić** (Associate professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Sara Lukić** (Associate professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Gordana Vukelić** (Full Professor, Belgrade Banking Academy, Faculty of banking, insurance and finance, Republic of Serbia); **Sayjro Kossi Nouwakpo** (Deputy Chairman of Youth Committee (WASWAC); Research Assistant Professor, Department of Natural Resources and Environmental Science, University of Nevada, Reno, USA); **Ratko Kadović** (Retired Full professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Stanimir Kostadinov** (Retired Full professor, Faculty of Forestry, University of Belgrade); **Ivan Blinkov** (Full Professor, Faculty of Forestry, Ss Cyril and Methodius University, Macedonia).

#### VOLUNTEERS

Volunteers at this conference were students of University of Belgrade, Faculty of Forestry: **Dunja Bezarević, Milica Caković, Ivan Leković, Petar Nešković, Stefan Miletić, Vanja Stojanović, Isidora Rakić, Veljko Petrović, Uroš Vukmanović, Katarina Gadjanski, Aleksandra Prvulović, Jelena Živković, Darija Zrnović, Sofija Rončević and Krstina Stojanović.**

Thank you so much for participating in the "1st Young Researchers' Conference - Erosion and Torrent Control" (ETC 2018)! It was a successful event, thanks in the largest part to our volunteers who kept everything running smoothly.

#### PARTICIPATION

The 76 participants from 8 countries attended the "1st Young Researchers' Conference - Erosion and Torrent Control" which took place from 28 to 30 November 2018 in Belgrade, Serbia. Also, more than 30 students of Faculty of Forestry (bachelor and master studies) were



1st Young Researchers' Conference - Erosion and Torrent Control  
ETC 2018  
BELGRADE, 28-30 NOVEMBER 2018

interested and came to listen presentations. Conference was held at building of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava street no.1.



**Conference was opened by** Katarina Lazarević (president of the organizing committee of ETC 2108), followed by professor Ratko Ristić (dean of Faculty of Forestry), professor Miodrag Zlatić (president of scientific committee and Chairman of Organization Committee of WASWAC), Bin Wang (president of Youth Forum of World Association of Soil and Water Conservation), Ljubinko Rakonjac (Director of Institute of Forestry) and Milutin Stefanović (representative of Jaroslav Černi Institute for the Development of Water Resources - JCI).

**Oral and poster presentations** were delivered at the first and second day of the conference (28.11.2018. and 29.11.2018.), and they were divided into 4 topics: 1) Soil erosion assessment–mechanism/processes, modeling and mapping; 2) Torrential floods – genesis, impacts, risk, management; 3) Natural resources management, conservation and prevention, measures/techniques and their effects; 4) Socio-economic, legal and institutional aspects of erosion and torrent control.

At the first day of the conference **opening key note presentations** were delivered by prof. Miodrag Zlatić (Social-Economical Factors of Soil and Water Conservation-State-Approaches/Modeling-Perspectives), prof. Miroslav Dumbrovský (A System of Adaptation Measures to Reduce the Adverse Effects of Climate Change in the Czech Republic) and prof. Ivan Blinkov (Shorezone Functionality Index).

At the second day of the conference **opening key note presentations** were delivered by prof. Emiliya Velizarova (Soil Erodibility Assessment in Fire Influenced Forest Ecosystems in





1st Young Researchers' Conference - Erosion and Torrent Control  
ETC 2018  
BELGRADE, 28-30 NOVEMBER 2018

Bulgaria) and prof. Sevilay Hacıyakupoglu (Use of Fallout Radionuclides as a Soil and Sediment Tracer and Various Applications in the World).

**Topic 1** was co-chaired by Veronika Sobotkova and Vesna Djukić (16 oral and 4 poster presentations). **Topic 2** was chaired by Tijana Vulević (10 oral and 5 poster presentations). **Topic 3** was chaired by Mirjana Todosijević (6 oral and 4 poster presentations). **Topic 4** was chaired by Katarina Lazarević (5 oral and 5 poster presentations).

#### PLENARY SESSION

At the third day of the conference (30.11.2018.) plenary session was held with conclusions and recommendations of the conference.

The Participants expressed their sincere gratitude to the organizing committee for organizing the conference and to the Republic of Serbia Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, for its financial support.

It is recognized that the multi-lateral and interdisciplinary approach can lead to new opportunities for sustainable development and international co-operation, and emphasize the need for all ETC scientists and engineers to cooperate with each other to achieve this, as well as for international organizations to mainstream their efforts in this field.

It is recommended that efforts should be made towards increasing the understanding of the significance of human knowledge as capital, and as a basis for sustainable conservation and development founded on respect and involvement for social and cultural values of local communities.

Participants agreed that capacity-exchange is an essential addition to capacity-building, through better cooperation between universities from all around the world, even if there is not enough funding for young researchers.

It is necessary to form uniform data base for better possibilities for exchanging results and further dissemination of projects and experiences.

The needs in erosion and torrent control engineering are becoming increasingly urgent to the economy and to our quality of life. However, these needs have far outstripped financial support for research and education.

#### УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

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 један тематски одређен. Радови се штампају на српском и енглеском језику. Радови штампани на енглеском језику имају резиме на српском језику, а прилози двојезичне легенде.

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

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

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

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

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

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

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

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

**Фотографије и цртежи** - Треба да представљају карактеристичан детаљ, појаву и слично. Фотографије и цртежи морају да буду контрастни и оштри. Нејасне и мутне фотографије неће бити штампане. Фотографије се прилажу у облику посебне датотеке,

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

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

Примери:

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

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

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

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

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

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

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

Примери:

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

**У тексту:** (1992)

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

**У тексту:** (2008)

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

ОСТАЛЕ НАПОМЕНЕ

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

Редакцији доставити радове у електронском облику (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).

### INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF “EROZIJA”

The journal “Erosion” publishes review articles and original scientific papers in the fields of erosion and torrent control and ecological engineering for soil and water resources protection. The journal is published twice annually, and one of these two issues has a specific topic. The articles are published in Serbian and English. The articles published in English should contain a summary in the Serbian language and tables, graphs and figures etc. should contain legends in both English and Serbian.

**Title** - A short and clear title should express the essence of the paper without the use of abbreviations and italics.

**The name of author/names of authors** - The full first and last names (of all authors) should be listed under the title of the paper. The full (official) name and address of the institution (affiliation) where the author is employed should be written. If there are several authors, and some are from the same institution, there must be a special marking to indicate which author comes from which institution for each of the authors. The address or e-mail address of the author is given in the note at the bottom of the first page of the paper. If there are several authors, only one email address should be given (usually only the address of the first author).

**Abstract** – A concise summary of the paper not exceeding 150 words. It should contain the main area, subject and research results. The abstract should be written in both English and Serbian.

**Key words** - Make sure that the keywords (3-7) are listed in both Serbian and English.

**Text** - The main sections of a paper are INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION, CONCLUSION and SUMMARY. The introduction introduces the main concept of the article. Materials and methods is a part that describes the applied methods and techniques. The results section contains the data obtained from the research the article refers to and in the discussion part the author makes a connection of his/her research with the already achieved results in the relevant area i.e. the research object and the opportunities for further research and reveals the theoretical and practical implications of their findings pointing to the insufficiently examined aspects and claims that require further investigation. The conclusion should contain an itemized review of claims based on the obtained results, opinions, recommendations and the like. The summary with the article title, authors' names and institutions where they work should present the results and conclusions of the article in a nutshell.

**Review articles** - should give a comprehensive overview of a topic based on detailed data from literature and authors' own research. A review article should contain at least 10 self-citations.

**Tables and graphs** - tables and graphs should contribute to a better understanding and interpretation of research results. The same data should not be presented in both these ways. The graphs should be in Microsoft Excel. The place for a table or graph should be marked in the text. The title must necessarily be first written in Serbian and after that in English if the article is published in the Serbian language, i.e. first in English and after that in Serbian if the

article is published in English.

**Photos and drawings** - Should present characteristic details, occurrences and the like. The photos and drawings must be sharp and contrasted. Vague and blurred photographs will not be published. Photographs should be enclosed as separate files and must be in a standard format (BMP, TIF, JPG, GIF or PSD). As these requirements usually result in large files, it is desirable to submit the original photos, as separate files to ensure a higher quality of the preparation for printing. Drawings can be submitted in the formats DXF, DWG, CDR, WMF, EPS or AI. The titles and legends of the photographs and drawings must be written in two languages - Serbian and English.

**References** - Only the references cited in the text should be listed in the references section. The citation of unpublished papers is possible in the text only, as personal communication or unpublished data. All sources, both in the text and the reference list are written in the Latin alphabet and in alphabetical order like in the following examples:

Examples:

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

**In the text:** (Petrović *et al.*, 1991)

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

**In the text:** (Dumanović *et al.*, 1985)

**Chapter in a book or congress/conference proceedings:** Krstić M., Stojanović Lj. (2007): Gajenje šuma hrasta kitnjaka, „Hrast kitnjak u Srbiji”, ured. Stojanovic Lj., Univerzitet u Beogradu Sumarski fakultet, Beograd, (29-292)

**In the text:** (Krstić, Stojanović, 2007)

Sources without authors should be sorted by the first letter of the title, so that only the year of publication is in front of the title:

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

**In the text:** (1992)

**Web page:** *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 / pristupljeno 15. 05. 2008).

**In the text:** (2008)

---

Mathematical formulas - Word or MathType should be used for mathematical formulas.

#### OTHER NOTES

The articles are reviewed, the reviewers determine the category of an article, and the reviewers are named by the Editorial Board.

The papers shall be submitted to the Editorial Board electronically (by e-mail, and on a CD/DVD or Flash disk), in the MS Word 6.0/2007/XP (Office 97/2003/XP) format and Times New Roman size 12 pt font type. Units of measurement should be written using the International System of Units (SI).