

UDK 911

ISSN 2232-8610 (PRINTED)  
ISSN 2232-8629 (ONLINE)

ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО  
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

GEOGRAPHIC SOCIETY OF  
THE REPUBLIC OF SRPSKA



# ГЛАСНИК HERALD

БАЊА ЛУКА 2023.  
BANJA LUKA 2023

СВЕСКА 27  
VOLUME XXVII

ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО  
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ  
GEOGRAPHIC SOCIETY OF  
THE REPUBLIC OF SRPSKA



# ГЛАСНИК HERALD

СВЕСКА 27  
VOLUME XXVII

БАЊА ЛУКА 2023.  
BANJA LUKA 2023

## ГЛАСНИК

Издавач

ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ  
Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, БиХ

Суиздавач

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БАЊОЈ ЛУЦИ  
Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, БиХ

УРЕДНИК

Др Татјана Попов

## УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

Др Рајко Гњато, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ

Др Горан Трбић, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ

Др Драшко Маринковић, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ

Др Марко Кревс, Универзитет у Љубљани, Филозофски факултет, Љубљана, Словенија

Др Нина Николова, Софијски универзитет Свети Климент Охридски, Факултет за геологију и географију, Софија, Бугарска

Др Александар Георгиевич Дружинин, Јужни савезни универзитет, Ростов на Дону, Руска Федерација  
Др Николај Александрович Слука, Московски државни универзитет М. В. Ломоносов, Москва, Руска Федерација

Др Мирко Грчић, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, Србија

Др Дејан Филиповић, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, Србија

Др Велимир Шећеров, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, Србија

Др Богдан Лукић, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, Србија

Др Горан Анђелковић, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, Србија

Др Владимир Ђурђевић, Универзитет у Београду, Физички факултет, Београд, Србија

Др Стеван Савић, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Нови Сад, Србија

Др Даниела Арсеновић, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Нови Сад, Србија

Др Драган Бурић, Универзитет Црне Горе, Филозофски факултет, Никшић, Црна Гора

## ТЕХНИЧКИ УРЕДНИК

Лука Сабљић, ма

## УРЕДНИШТВО ЧАСОПИСА

Географско друштво Републике Српске  
Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, БиХ  
Телефон: + 387 51 311-178  
Мејл: [info@gdrsbl.org](mailto:info@gdrsbl.org)  
Службена интернет страница: <https://www.gdrsbl.org/>

## КОНТАКТ

Службени мејл часописа: [info@gdrsbl.org](mailto:info@gdrsbl.org)  
Интернет страница: <https://www.gdrsbl.org/3-lat-izdanja-herald-htm/>  
Упутство за ауторе: <https://www.gdrsbl.org/uputstvo-za-autore/>

Штампа

Вилукс д.о.о. Бања Лука

Тираж

100 примјерака



Ово дјело је под лиценцом Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Овај број часописа објављен је уз финансијску помоћ Министарства за научнотехнолошки развој, високо образовање и информационо друштво у Влади Републике Српске

## HERALD

## Publisher

GEOGRAPHIC SOCIETY OF THE REPUBLIC OF SRPSKA  
Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

## Co-publisher

FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND MATHEMATICS AT UNIVERSITY OF BANJA LUKA  
Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

## EDITOR

Tatjana Popov, PhD

## EDITORIAL BOARD

Rajko Gnjato, PhD, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

Goran Trbić, PhD, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

Draško Marinković, PhD, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

Marko Krevs, PhD, University of Ljubljana, Faculty of Arts, Ljubljana, Slovenia

Nina Nikolova, PhD, Sofia University St. Kliment Ohridski, Faculty of Geology and Geography, Sofia, Bulgaria

Alexander Georgievich Druzhinin, PhD, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Nikolai Alexandrovich Sluka, PhD, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Mirko Grčić, PhD, University of Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade, Serbia

Dejan Filipović, PhD, University of Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade, Serbia

Velimir Šećerov, PhD, University of Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade, Serbia

Bogdan Lukić, PhD, University of Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade, Serbia

Goran Anđelković, PhD, University of Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade, Serbia

Vladimir Đurđević, PhD, University of Belgrade, Faculty of Physics, Belgrade, Serbia

Stevan Savić, PhD, University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Novi Sad, Serbia

Daniela Arsenović, PhD, University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Novi Sad, Serbia

Dragan Burić, PhD, University of Montenegro, Faculty of Philosophy, Nikšić, Montenegro

## TECHNICAL EDITOR

Luka Sabljić, ma

## EDITORIAL OFFICE

Geographical Society of the Republic of Srpska  
Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, B&H  
Telephone: + 387 51 311-178  
Email: [info@gdrsbl.org](mailto:info@gdrsbl.org)  
Official website: <https://www.gdrsbl.org/>

## CONTACT

Official email of the journal: [info@gdrsbl.org](mailto:info@gdrsbl.org)  
Internet portal: <https://www.gdrsbl.org/3-lat-izdanja-herald-htm/>  
Instructions for authors: <https://www.gdrsbl.org/uputstvo-za-autore/>

## Printed by

Vilux d.o.o. Banja Luka

## Circulation

100 copies



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

This issue of the journal was published with financial aid from the Ministry for Scientific and Technological Development, Higher Education and Information Society of the Republic of Srpska

Садржај / Table of contents

Татјана Попов, Слободан Гњато, Горан Трбић, Марко Иванишевић, Дарко Боројевић и Милица Ђорђевић ПРОМЈЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА И ПАДАВИНА У СОКОЦУ (1961–2022) <i>Tatjana Popov, Slobodan Gnjato, Goran Trbić, Marko Ivanišević, Darko Borojević and Milica Đorđević</i> <i>CHANGES IN AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION IN SOKOLAC (1961–2022)</i> ..... 1	1
Душица Пешевић и Небојша Кнежевић УТИЦАЈ ДЕПОНИЈЕ КОМУНАЛНОГ ОТПАДА НА ЗАГАЂИВАЊЕ ВАЗДУХА – ПРИМЈЕР ДЕПОНИЈЕ „ЦРНИ ВРХ” КОД ЗВОРНИКА, БОСНА И ХЕРЦЕГОВИНА <i>Dušica Pešević and Nebojša Knežević</i> <i>IMPACT OF MUNICIPAL WASTE LANDFILL ON AIR POLLUTION – THE EXAMPLE OF “CRNI VRH”</i> <i>LANDFILL NEAR ZVORNIK, BOSNIA AND HERZEGOVINA</i> ..... 27	27
Голуб Љ. Ћулафић, Ана Милановић Пешић и Јелена Голијанин ПРОМЈЕНЕ ВРИЈЕДНОСТИ КЛИМАТСКИХ ЕЛЕМЕНАТА И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА ВОДНИ РЕЖИМ ГОРЊЕГ ТОКА ТАРЕ <i>Golub Lj. Ćulafić, Ana Milanović Pešić and Jelena Golijanin</i> <i>CHANGES IN THE VALUES OF CLIMATE ELEMENTS AND THEIR IMPACT ON THE WATER REGIME</i> <i>OF THE UPPER STREAM OF TARA RIVER</i> ..... 51	51
Драгана Милијашевић Јоксимовић АНАЛИЗА ПРОТИЦАЈА И ВЕРОВАТНОЋЕ ПОЈАВЕ МАЛИХ И ВЕЛИКИХ ВОДА НА ЗЛОТСКОЈ РЕЦИ <i>Dragana Milijašević Joksimović</i> <i>ANALYSIS OF THE FLOW AND PROBABILITY OF THE OCCURRENCE OF LOW AND HIGH WATER</i> <i>LEVELS ON THE ZLOTSKA RIVER</i> ..... 71	71
Марко Иванишевић, Татјана Попов, Горан Трбић, Слободан Гњато и Саша Љубојевић ПРОСТОРНА И ВРЕМЕНСКА ДИСТРИБУЦИЈА ПОЖАРА ОТВОРЕНОГ ПРОСТОРА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА БАЊА ЛУКА <i>Marko Ivanišević, Tatjana Popov, Goran Trbić, Slobodan Gnjato and Saša Ljubojević</i> <i>SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF FIRES IN OPEN SPACE WITHIN THE CITY OF BANJA</i> <i>LUKA TERRITORY</i> ..... 85	85
Михаил Порфиорович Бурла и Анатолиј Иванович Чистобајев НЕПРИЗНАТА ПРИДЊЕСТРОВСКА МОЛДАВСКА РЕПУБЛИКА У ЗАГРЉАЈУ ГЛОБАЛНЕ ГЕОПОЛИТИКЕ <i>Mihail Porfirovich Burla and Anatoly Ivanovich Chistobaev</i> <i>UNRECOGNIZED PRIDNESTROVIAN MOLDOVAN REPUBLIC CAUGHT IN THE GRIP OF GLOBAL</i> <i>GEOPOLITICS</i> ..... 105	105

Никола Леро

ЗЕМЉА У ПОКРЕТУ: ДРУШТВЕНО-КУЛТУРОЛОШКИ ПРЕГЛЕД ИСТОРИЈЕ МИГРАЦИЈА  
БОСНЕ И ХЕРЦЕГОВИНЕ

*Nikola Lero*

*COUNTRY ON THE MOVE: A SOCIO-CULTURAL OVERVIEW OF BOSNIA AND HERZEGOVINA'S  
MIGRATION HISTORY* ..... 121

Драшко Маринковић, Александар Мајић и Александра Петрашевић

АНАЛИЗА ФАКТОРА И СТАВОВА УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ЗА НАСТАВАК ШКОЛОВАЊА

*Draško Marinković, Aleksandar Majić and Aleksandra Petrašević*

*ANALYSIS OF FACTORS AND ATTITUDES OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS FOR CONTINUING  
EDUCATION* ..... 149

Драгица Делић и Лука Сабљић

РЕГИОНАЛНА ДИФЕРЕНЦИЈАЦИЈА СТРУКТУРНИХ ПРОМЈЕНА ЗАПОСЛЕНОСТИ  
СТАНОВНИШТВА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

*Dragica Delić and Luka Sabljčić*

*REGIONAL DIFFERENTIATION OF STRUCTURAL CHANGES IN EMPLOYMENT OF THE  
POPULATION OF THE REPUBLIC OF SRPSKA* ..... 181

Драган Папић

ГЕОГРАФСКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ ОДРЖИВОСТИ МРЕЖЕ НАСЕЉА ИСТОЧНЕ ХЕРЦЕГОВИНЕ

*Dragan Papić*

*GEOGRAPHICAL DETERMINANTS OF THE SUSTAINABILITY OF EAST HERZEGOVINA  
SETTLEMENT NETWORK*..... 201



**ПРОМЈЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА И ПАДАВИНА У СОКОЦУ (1961–2022)****Татјана Попов<sup>1\*</sup>, Слободан Гњато<sup>1</sup>, Горан Трбић<sup>1</sup>, Марко Иванишевић<sup>1</sup>, Дарко Боројевић<sup>2</sup> и Милица Ђорђевић<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ<sup>2</sup>Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске, Бања Лука, Република Српска, БиХ

**Сажетак:** У раду су анализирани промјене температуре ваздуха и падавина у Сокоцу (Република Српска, Босна и Херцеговина) у периоду 1961–2022. године. Климатске промјене на истраживаном простору детерминисане су на бази линеарног тренда у периоду 1961–2022. године и на основу промјена које су се десиле између последње двије климатске нормале које препоручује Свјетска метеоролошка организација (1961–1990. и 1991–2020. године). Утврђено је да је у Сокоцу присутно значајно загријавање климатског система. Годишња и сезонске средње, максималне и минималне температуре ваздуха показале су статистички значајне позитивне трендове. Посматрано по сезонама, пораст температуре је присутан током цијеле године, али је најизраженији у сезони зима. Фреквенција појаве и интензитет температурних екстрема нарочито су повећани последњих деценија. У свим сезонама забиљежени су позитивни трендови падавина, иако је значајан пораст присутан једино у сезони прољеће. Осим пораста укупне количине падавина, утврђен је и позитиван тренд индекса екстремних падавина (за већину индекса и статистички значајан).

**Кључне ријечи:** климатске промјене, температура ваздуха, падавине, екстремни климатски индекси, тренд, климатске нормале, Соколац (Република Српска, Босна и Херцеговина).

Original scientific paper

**CHANGES IN AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION IN SOKOLAC (1961–2022)****Tatjana Popov<sup>1\*</sup>, Slobodan Gnjato<sup>1</sup>, Goran Trbić<sup>1</sup>, Marko Ivanišević<sup>1</sup>, Darko Borojević<sup>2</sup> and Milica Đorđević<sup>2</sup>**<sup>1</sup>University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H<sup>2</sup>Republic Hydrometeorological Institute of the Republic of Srpska, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

**Abstract:** The paper had analyzed changes in air temperature and precipitation in Sokolac (Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina) during the 1961–2022 periods. Climate change over the researched area was determined based on a linear trend for the 1961–2022 periods and based on the changes that occurred between the last two thirty-year standard climatological periods recommended by the World Meteorological Organization (1961–1990 and 1991–2020). It was established that a significant warming of the climate system is present in Sokolac. Annual and seasonal mean, but also maximum and minimum air temperatures displayed statistically significant positive trends. Observed by seasons, the temperature increase was present through the entire year, but was most pronounced in the winter season. The frequency and intensity of temperature extremes have particularly increased in recent decades. Positive precipitation trends were recorded in all seasons, although a significant increase was present only during the spring season. In addition to the rise in the total precipitation, a positive trend in the extreme precipitation indices was also determined (for most indices, increase was statistically significant).

**Keywords:** climate change, air temperature, precipitation, extreme climate indices, trend, climate normals, Sokolac (Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina).

\* Аутор за кореспонденцију: Татјана Попов, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина, Е-mail: tatjana.popov@pmf.unibl.org  
Corresponding author: Tatjana Popov, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, E-mail: tatjana.popov@pmf.unibl.org



## УВОД

Глобална температура ваздуха у порасту је од краја 19. вијека, а нарочито посљедњих деценија (IPCC, 2021; Shen et al., 2022; Wang et al., 2018). Просјечна глобална температура ваздуха током посљедњих двадесет година (2003–2022) била је  $1.03^{\circ}\text{C}$  виша у поређењу са периодом 1850–1900. (тј. са преиндустријским периодом) (IPCC, 2021; Forster et al., 2023). Посљедња деценија (2013–2022) била је  $1.15^{\circ}\text{C}$ , а 2022. година  $1.26^{\circ}\text{C}$  топлија (Forster et al., 2023). Интензивни и нагли тренд загријавања у средњим географским ширинама наше хемисфере започео је током касних 1980-их (Lo & Hsu, 2010). Осим пораста средње температуре копна и океана на глобалном нивоу, на загријавање упућују и промјене индекса екстремних температура (и топлих и хладних) (Alexander, 2016; Gallant et al., 2014; Dunn & Morice, 2022; Dunn et al., 2020). Топли температурни индекси, као што су сви апсолутни температурни индекси, перцентилски индекси топле ноћи и топли дани, индекси засновани на фиксним вриједностима прагова тропске ноћи и љетни дани, те индекс дужине трајања трајање топлих таласа, забиљежили су изражене позитивне трендове, док су хладни индекси (перцентилски индекси хладне ноћи и хладни дани, индекси засновани на фиксним вриједностима прагова мразни дани и ледени дани, те индекс дужине трајања трајање хладних таласа) забиљежили негативне трендове.

Глобално загријавање потврђено је бројним студијама широм свијета, на различитим временским и просторним скалама – од континенталних (Bieli et al., 2015; Domínguez-Castro et al., 2020; Overpeck & Udall, 2020; Peña-Angulo et al., 2020; Twardosz et al., 2021; Collazo et al., 2022), преко регионалних (Vincent et al., 2018; Zittis et al., 2022; Kelebek et al., 2021; Kpanou et al., 2021; Lakatos et al., 2021; Ogrin et al., 2022; Salameh et al., 2019; Todaro et al., 2022; Fan et al., 2022; Hu et al., 2014) и националних (Amendola et al., 2019; Begert & Frei, 2018; Kosanic et al., 2019; Kumar et al., 2021; Mateus & Potito, 2022; Mullick et al., 2019; Ribes et al., 2022; Salnikov et al., 2023; Stanley et al., 2023; Tošić et al., 2016, 2023; Trbić et al., 2017; Finkel & Katz, 2017;

## INTRODUCTION

Global air temperature had been increasing since the end of the 19th century, and especially in recent decades (IPCC, 2021; Shen et al., 2022; Wang et al., 2018). The average global air temperature during the last twenty years (2003–2022) was  $1.03^{\circ}\text{C}$  higher compared to the 1850–1900 periods (i.e. with the pre-industrial period's level) (IPCC, 2021; Forster et al., 2023). The last decade (2013–2022) was  $1.15^{\circ}\text{C}$ , and the year 2022 was  $1.26^{\circ}\text{C}$  warmer (Forster et al., 2023). An intense and abrupt warming trend over the middle latitudes of the our hemisphere began during the late 1980s (Lo & Hsu, 2010). In addition to the increase in the average temperature of land and oceans at the global level, changes in extreme temperature indices (both warm and cold) also suggest warming (Alexander, 2016; Gallant et al., 2014; Dunn & Morice, 2022; Dunn et al., 2020). Warm temperature indices, such as: all absolute temperature indices, percentile indices of warm nights and warm days, fixed threshold values indices of tropical nights and summer days, and the duration based index of warm spell duration index, recorded prominent positive trends, whereas the cold indices (percentile indices of cold nights and cold days, fixed threshold values indices of frost days and ice days, and duration based index of cold spell duration index) displayed negative trends.

Global warming has been confirmed by numerous studies around the world, on different temporal and spatial scales – from continental (Bieli et al., 2015; Domínguez-Castro et al., 2020; Overpeck & Udall, 2020; Peña-Angulo et al., 2020; Twardosz et al., 2021; Collazo et al., 2022), through regional (Vincent et al., 2018; Zittis et al., 2022; Kelebek et al., 2021; Kpanou et al., 2021; Lakatos et al., 2021; Ogrin et al., 2022; Salameh et al., 2019; Todaro et al., 2022; Fan et al., 2022; Hu et al., 2014) and national (Amendola et al., 2019; Begert & Frei, 2018; Kosanic et al., 2019; Kumar et al., 2021; Mateus & Potito, 2022; Mullick et al., 2019; Ribes et al., 2022; Salnikov et al., 2023; Stanley et al., 2023; Tošić et al., 2016, 2023; Trbić et al., 2017; Finkel & Katz, 2017; Ciftci & Sahin, 2023) to

Ciftci & Sahin, 2023) до локалних (Bonacci et al., 2021; Burić & Doderović, 2021; Doderović et al., 2020; Gnjato et al., 2021; Nimac et al., 2021; Popov et al., 2017a).

За разлику од температуре, промјене падавина (и средњих и екстремних) нису биле једнообразне, и углавном су биле мање значајне, како на глобалном нивоу (Alexander, 2016; Gu & Adler, 2023; Sun et al., 2021), тако и на мањим просторним скалама (Burić & Doderović, 2021; Zeder & Fischer, 2020; Zheng et al., 2022; Kelebek et al., 2021; Kömüscü & Aksoy, 2023; Kpanou et al., 2021; Li et al., 2019; Luppichini et al., 2022; Milošević et al., 2021; Ogrin et al., 2022; Popov et al., 2017b, 2018b; Portela et al., 2020; Senent-Aparicio et al., 2023; Fan et al., 2023; Hänsel et al., 2022; Harp & Horton, 2022; Ciftci & Sahin, 2023). Ипак треба истакнути да је у многим дијеловима свијета примијењен тренд пораста интензивних падавина (Alexander, 2016; Dunn et al., 2020; Sun et al., 2021). На примјер, годишња максимална дневна количина падавина повећана је у скоро двије трећине копнених површина свијета (Sarkar & Maity, 2021). У Европи је примијењен пораст учесталости појаве екстремних падавина у узаstopним данима (Du et al., 2022), као и позитивни трендови интензивних падавина током посљедњих тридесетак година (1991–2018) (Hänsel et al., 2022).

Наведени трендови промјене климе утврђени су и претходним истраживањима у Републици Српској и Босни и Херцеговини (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Попов et al., 2017a, 2017b, 2018a, 2019). Овај рад представља наставак тих истраживања, јер анализира дужи период у односу на претходна истраживања, а што је нарочито важно обухвата и период 2016–2022. године, тј. обухвата глобално најтоплије године од када се врше инструментална мјерења (од 1880. године) (NOAA National Centers for Environmental Information, 2023). У раду се детаљније анализирају промјене на простору Сокоца. Главни циљ истраживања јесте да се испитају трендови температура ваздуха, падавина и екстремних климатских индекса у Сокоцу у периоду 1961–2022. године и да се утврде промјене које су се десиле између посљедња два стандардна тридесетогодишња климатолошка периода

local (Bonacci et al., 2021; Burić & Doderović, 2021; Doderović et al., 2020; Gnjato et al., 2021; Nimac et al., 2021; Popov et al., 2017a).

Unlike air temperature, changes in precipitation (both mean and extreme) were not uniform, and were mostly less significant, both on a global scale (Alexander, 2016; Gu & Adler, 2023; Sun et al., 2021) and on smaller spatial scales (Burić & Doderović, 2021; Zeder & Fischer, 2020; Zheng et al., 2022; Kelebek et al., 2021; Kömüscü & Aksoy, 2023; Kpanou et al., 2021; Li et al., 2019; Luppichini et al., 2022; Milošević et al., 2021; Ogrin et al., 2022; Popov et al., 2017b, 2018b; Portela et al., 2020; Senent-Aparicio et al., 2023; Fan et al., 2023; Hänsel et al., 2022; Harp & Horton, 2022; Ciftci & Sahin, 2023). However, it should be noted that in many parts of the world, an increasing trend of intense precipitation has been observed (Alexander, 2016; Dunn et al., 2020; Sun et al., 2021). For example, annual maximum daily rainfall has increased over almost two-thirds of the world's land area (Sarkar & Maity, 2021). In Europe, a rising frequency of extreme precipitation on consecutive days (Du et al., 2022) and positive trends of intense precipitation during the last thirty years (1991–2018) (Hänsel et al., 2022) have been observed.

The aforementioned patterns of climate change were determined by previous research in the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Попов et al., 2017a, 2017b, 2018a, 2019). This paper is a continuation of those studies, because it analyzes a longer period compared to the previous studies, and what is particularly important includes the 2016–2022 periods, which covers the warmest years globally since instrumental measurements have begun (i.e. from 1880) (NOAA National Centers for Environmental Information, 2023). The paper analyzes in more detail the changes in the Sokolac area. The main goal of the research was to investigate the trends of air temperature, precipitation and extreme climate indices in Sokolac during the 1961–2022 periods and to determine the changes that occurred between the last two standard thirty-year climatological periods

(климатске нормале) – тј. између периода 1961–1990. и 1991–2020. године.

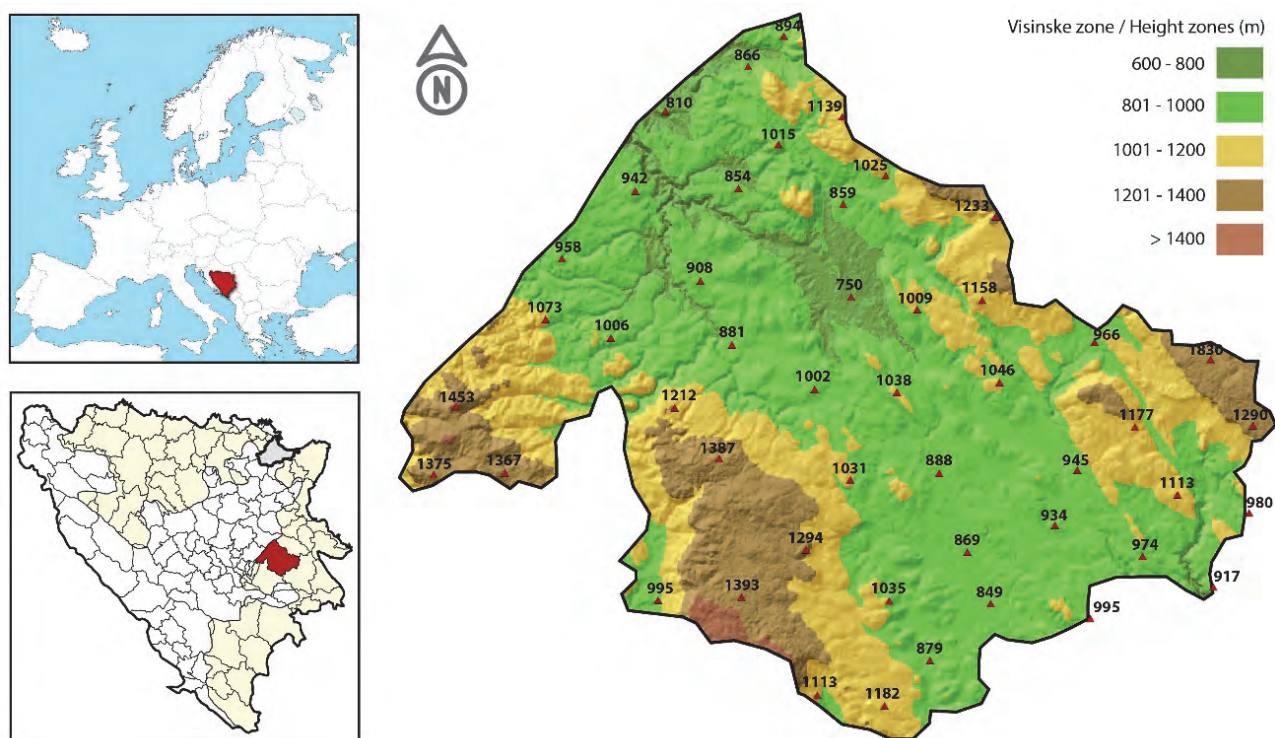
(climatic normals) – i.e. between the 1961–1990 and 1991–2020 periods.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

## DATA AND METHODS

Простор истраживања представља подручје Сокоца (Сл. 1), смјештено у источном дијелу Републике Српске (Босне и Херцеговине) на 43°50'–44°07' с. г. ш. и 18°31'–19°02' и. г. д. (Општина Sokolac & Regionalni centar za okoliš za BiH, 2011). Истраживано подручје обухвата површину од 689 km<sup>2</sup>, на којој живи око 12000 становника. Смјештено је на планинској висоравни Гласинац, између планина Романија, Озрен и Деветак. Подручје припада унутрашњим Динаридима, те има одлике брдско-планинског подручја (брдско-планински висински појас на 800–1000 м н. в. заузима преко половине површине територије, а планинско подручје са висинама преко 1000 м н. в. нешто више од трећине територије).

The study area is Sokolac area (Fig. 1), located in the eastern part of the Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina) at 43°50'–44°07' N latitude and 18°31'–19°02' E longitude (Opština Sokolac & Regionalni centar za okoliš za BiH, 2011). The study area covers an area of 689 km<sup>2</sup>, where about 12000 inhabitants live. It is located on the Glinac mountain plateau, between the mountains Romanija, Ozren and Devetak. The area belongs to the inner Dinarides, and has the characteristics of a hilly-mountainous area (the hilly-mountainous altitude belt at 800–1000 m a. s. l. occupies more than half of the territory's surface, and the mountain area with heights over 1000 m a. s. l. slightly more than a third of the territory).



Сл. 1. Географски положај истраживаног подручја Сокоца  
 Fig. 1. Geographical position of the study area of Sokolac

Подручје Сокоца се одликује пред-планинском и планинском климом, коју карактеришу дуге и хладне зиме са обилним снежним падавинама и краћа и свјежа лjeta, те релативно равномјеран распоред падавина

The Sokolac area is characterized by a montane and mountain climate, which is marked by the long and cold winters with abundant snowfall and shorter and fresh summer seasons, and a relatively even distribution of precipitation throughout

током цијеле године. Средња годишња температура ваздуха у периоду 1961–2015. износила је  $6.9^{\circ}\text{C}$ , а температуре најхладнијег и најтоплијег мјесеца  $-3.8^{\circ}\text{C}$  и  $16.7^{\circ}\text{C}$ , редом (Попов, 2020). Најнижа температура забиљежена у наведеном периоду износила је  $-34.6^{\circ}\text{C}$  (измјерена у јануару 1985. године), а највиша  $36.1^{\circ}\text{C}$  (измјерена у јулу 2013. године). Средња годишња количина падавина износила је 853.8 mm.

За анализу промјена температуре ваздуха и падавина на предметном подручју коришћени су подаци Републичког хидрометеоролошког завода Републике Српске са метеоролошке станице Соколац, која се налази на  $43.92611^{\circ}$  с. г. ш,  $18.78917^{\circ}$  и. г. д. и 913 m н. в. Коришћени су дневни подаци о средњим ( $T_a$ ), максималним ( $T_{\max}$ ) и минималним ( $T_{\min}$ ) температурама, те дневни подаци о количинама падавинама ( $R$ ). Хомогенизација података није вршена. Просјечне вриједности и основне статистичке одлике улазних варијабли у анализираном периоду 1961–2022. године приказане су у Таб. 1. На основу улазних варијабли израчунати су индекси екстремних температура и падавина које препоручује тим експерата за детекцију савремених климатских промјена (ETCCDI). Дефиниције коришћених индекса доступне су на: [http://etccdi.pacificclimate.org/list\\_27\\_indices.shtml](http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml) (перцентилски индекси приказани су у данима, а не у процентима). Израчунати су у софтверу RCLimDex (Zhang & Yang, 2004). Просјечне вриједности и основне статистичке одлике анализираних индекса у периоду 1961–2022. године приказане су у Таб. 2 и Таб. 3.

ut the year. Mean annual air temperature in the 1961–2015 periods was  $6.9^{\circ}\text{C}$ , and the air temperatures of the coldest and warmest month were  $-3.8^{\circ}\text{C}$  and  $16.7^{\circ}\text{C}$ , respectively (Попов, 2020). The lowest temperature recorded in the mentioned period was  $-34.6^{\circ}\text{C}$  (measured in January 1985), and the highest  $36.1^{\circ}\text{C}$  (measured in July 2013). The mean annual precipitation was 853.8 mm.

Data from the Republic of Srpska Hydrometeorological Institute at the Sokolac meteorological station, located at  $43.92611^{\circ}$  N latitude,  $18.78917^{\circ}$  E longitude and 913 m a. s. l, were utilized for the investigation of changes in air temperature and precipitation over the study area. Daily data on mean air temperatures ( $T_a$ ), maximum ( $T_{\max}$ ) and minimum ( $T_{\min}$ ) air temperatures, and daily data on precipitation amounts ( $R$ ) were used. Data homogenization was not performed. Average values and other basic statistics of used input variables for the investigated 1961–2022 periods are shown in Tab. 1. Based on the input variables, indices of extreme air temperature and precipitation, which are suggested by the team of experts for the detection of contemporary climate changes (ETCCDI), were calculated. Definitions of the used indices are available at: [http://etccdi.pacificclimate.org/list\\_27\\_indices.shtml](http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml) (percentile indices are shown in days, not percentages). They were calculated in RCLimDex software (Zhang & Yang, 2004). Average values and other basic statistics of the investigated indices for the 1961–2022 periods are shown in Tab. 2 and Tab. 3.

Таб. 1. Основне статистичке одлике улазних параметара (период 1961–2022. године)

Tab. 1. Basic statistical characteristics of input parameters (the 1961–2022 periods)

Параметар / Parameter	Аритметичка средина / Average	Стандардна девијација / Standard deviation	Максимална вриједност / Maximum value	Минимална вриједност / Minimum value	Коефицијент заобљености / Kurtosis	Коефицијент асиметрије / Skewness
$T_a$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	7.1	0.9	9.3	5.0	-0.519	0.324
$T_{\max}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	13.6	1.2	15.6	11.3	-1.185	-0.051
$T_{\min}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	1.3	0.9	3.7	-0.6	-0.262	0.141
$R$ (mm)	860.6	143.1	1276.3	562	0.533	0.401

Таб. 2. Основне статистичке одлике анализираних индекса екстремних температура ваздуха  
 (период 1961–2022. године)  
 Tab. 2. Basic statistical characteristics of analyzed extreme air temperature indices  
 (the 1961–2022 periods)

Индекс екстремних температура / Index of extreme temperature	TXx (°C)	TNn (°C)	TNx (°C)	TXn (°C)
Аритметичка средина / Average	32.3	-24.1	16.0	-9.4
Максимум / Maximum	36.1	-14.8	21.1	-3.0
Минимум / Minimum	27.6	-34.6	12.0	-18.8
Стандардна девијација / Standard deviation	2.0	4.2	1.9	3.0
Коефицијент асиметрије / Skewness	-0.127	-0.207	0.326	-0.631
Коефицијент заобљености / Kurtosis	-0.572	-0.118	0.291	1.111
Индекс екстремних температура / Index of extreme temperature	TX10p (дан / day)	TN10p (дан / day)	TX90p (дан / day)	TN90p (дан / day)
Аритметичка средина / Average	30.6	29.7	59.4	53.7
Максимум / Maximum	65.5	54.8	110.3	102.0
Минимум / Minimum	6.0	10.0	13.1	9.9
Стандардна девијација / Standard deviation	12.7	11.3	25.5	20.6
Коефицијент асиметрије / Skewness	0.615	0.367	-0.080	0.157
Коефицијент заобљености / Kurtosis	0.338	-0.466	-1.094	-0.409
Индекс екстремних температура / Index of extreme temperature	TR20 (дан / day)	SU25 (дан / day)	SU30 (дан / day)	FD0 (дан / day)
Аритметичка средина / Average	0.1	43.3	8.1	148.2
Максимум / Maximum	1.0	92.0	43.0	177.0
Минимум / Minimum	0.0	6.0	0.0	99.0
Стандардна девијација / Standard deviation	0.2	17.8	9.1	14.8
Коефицијент асиметрије / Skewness	4.156	0.388	1.659	-0.567
Коефицијент заобљености / Kurtosis	15.821	-0.222	2.963	0.708
Индекс екстремних температура / Index of extreme temperature	ID0 (дан / day)	WSDI (дан / day)	CSDI (дан / day)	GSL (дан / day)
Аритметичка средина / Average	34.0	16.4	1.1	224.3
Максимум / Maximum	72.0	66.0	12.0	270.0
Минимум / Minimum	7.0	0.0	0.0	178.0
Стандардна девијација / Standard deviation	12.3	16.0	2.8	22.0
Коефицијент асиметрије / Skewness	0.376	0.762	2.420	0.081
Коефицијент заобљености / Kurtosis	0.535	0.047	5.124	-0.348

Таб. 3. Основне статистичке одлике анализираних индекса екстремних падавина (период 1961–2022. године)

Tab. 3. Basic statistical characteristics of analyzed extreme precipitation indices (the 1961–2022 periods)

Индекс екстремних падавина / Index of extreme precipitation	PRCPTOT (mm)	RX1day (mm)	RX5day (mm)	SDII (mm/дан mm/day)	R10mm (дан / day)
Аритметичка средина / Average	841.7	49.8	79.1	7.7	27.3
Максимум / Maximum	1262.4	114.2	195.3	10.2	47.0
Минимум / Minimum	540.6	26.0	36.8	5.8	14.0
Стандардна девијација / Standard deviation	145.9	19.4	28.6	1.0	6.9
Коефицијент асиметрије / Skewness	0.448	1.693	2.268	0.253	0.658
Коефицијент заобљености / Kurtosis	0.530	3.158	6.902	-0.533	0.380
Индекс екстремних падавина / Index of extreme precipitation	R20mm (дан / day)	R95p (mm)	R99p (mm)	CWD (дан / day)	CDD (дан / day)
Аритметичка средина / Average	8.0	209.7	73.7	6.7	22.7
Максимум / Maximum	14.0	468.8	227.6	14.0	41.0
Минимум / Minimum	1.0	29.4	0.0	4.0	12.0
Стандардна девијација / Standard deviation	3.1	88.9	61.7	1.8	7.3
Коефицијент асиметрије / Skewness	0.182	0.512	0.672	1.503	0.771
Коефицијент заобљености / Kurtosis	-0.416	0.269	-0.425	4.364	-0.258

Непараметарски Ман-Кендалов тест и Сенов метод употребљени су за процјену нагиба трендова и њиховог статистичког значаја у периоду 1961–2022. Анализа промјена између последње двије климатске нормале (1961–1990. и 1991–2020.) обухватила је утврђивање разлика у просјечним вриједностима параметара два наведена периода и промјена у дистрибуцијама које су испитиване непараметарским Колмогоров-Смирновим тестом.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Декадни трендови годишњих и сезонских температура приказани су у Таб. 4 и на Сл. 2. Средња годишња температура ваздуха значајно је порасла за 0.40°C по деценији. И максималне и минималне температуре значајно су порасле током цијеле

The non-parametric Mann-Kendall test and Sen's method were performed to assess the slope of the trends and their statistical significance for the 1961–2022 periods. The analysis of the changes between the last two climate normals (1961–1990 and 1991–2020) covered determining the differences in the average values of the parameters between the two stated periods and determining the changes in the distributions, which were examined by the non-parametric Kolmogorov-Smirnov test.

## RESULTS AND DISCUSSION

Decadal trends of annual and seasonal temperatures are shown in Tab. 4 and Fig. 2. The average annual air temperature rose significantly by 0.40°C per decade. Both maximum and minimum temperatures increased significantly throughout the year. However, maximum tempe-

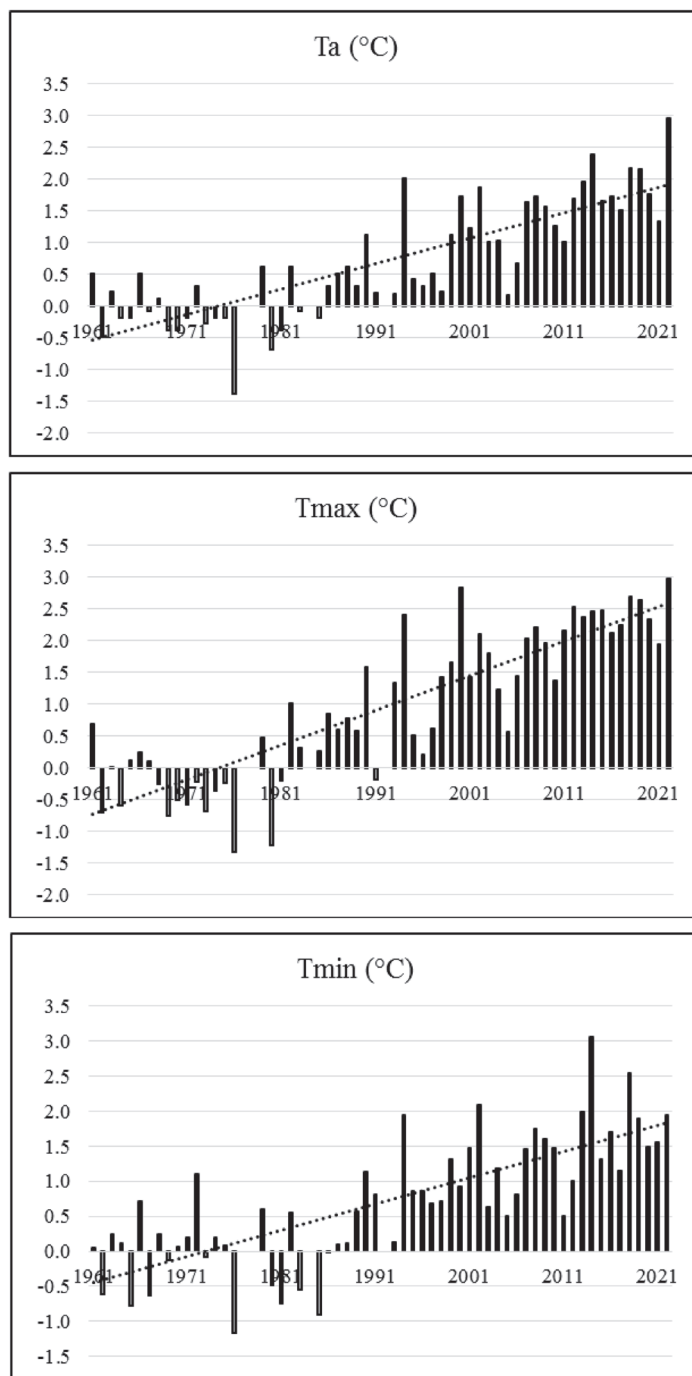
године. Ипак, максималне температуре су порасле по вишим стопама него минималне (на примјер, годишња максимална температура порасла је  $0.60^{\circ}\text{C}$  по деценији, а годишња минимална температура  $0.40^{\circ}\text{C}$  по деценији) – што је у сагласности са резултатима студија претходно спроведеним у Републици Српској и Босни и Херцеговини (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Popov et al., 2017a, 2018a, 2019) и региону (Bonacci et al., 2021; Burić et al., 2015; Domínguez-Castro et al., 2020; Тошић et al., 2023). За разлику од нижих подручја у перипанонском и субмедитеранском подручју, гдје су највећи пораст максималне и минималне температуре забиљежени у сезони љето (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Popov et al., 2017a, 2019), наведене екстремне температуре у овом брдско-планинском подручју највише су порасле у сезони зима ( $T_{\text{max}}$  и  $T_{\text{min}}$  за  $0.84^{\circ}\text{C}$  и  $0.60^{\circ}\text{C}$  по деценији, редом), а затим у сезони љето ( $T_{\text{max}}$  и  $T_{\text{min}}$  за  $0.68^{\circ}\text{C}$  и  $0.51^{\circ}\text{C}$  по деценији, редом). Иако је у многим дијеловима Републике Српске и Босне и Херцеговине пораст температуре у сезони јесен незнатан и инсигнификантан (Попов, 2020; Trbić et al., 2017), у Сокоцу су температуре и у овој сезони значајно порасле ( $0.24^{\circ}\text{C}$ ,  $0.39^{\circ}\text{C}$  и  $0.30^{\circ}\text{C}$  по деценији, редом).

temperatures increased at higher rates than minimum temperatures (for example, the annual maximum air temperature had risen by  $0.60^{\circ}\text{C}$  per decade, and the annual minimum air temperature by  $0.40^{\circ}\text{C}$  per decade), which is in agreement with the results obtained by studies previously conducted in the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Popov et al., 2017a, 2018a, 2019) and the region (Bonacci et al., 2021; Burić et al., 2015; Domínguez-Castro et al., 2020; Тошић et al., 2023). In contrast to the lower areas in the Peripannonian and sub-Mediterranean regions, where the highest maximum and minimum temperatures increases were recorded in the summer season (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Popov et al., 2017a, 2019), the stated extreme temperatures in this hilly-mountainous area increased the most in the winter season ( $T_{\text{max}}$  and  $T_{\text{min}}$  had risen by  $0.84^{\circ}\text{C}$  and  $0.60^{\circ}\text{C}$  per decade, respectively), and then in the summer season ( $T_{\text{max}}$  and  $T_{\text{min}}$  had risen by  $0.68^{\circ}\text{C}$  and  $0.51^{\circ}\text{C}$  per decade, respectively). Although in many parts of the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina the increase in temperatures during the autumn season is negligible and insignificant (Попов, 2020; Trbić et al., 2017), in Sokolac the temperatures even in this season increased significantly ( $0.24^{\circ}\text{C}$ ,  $0.39^{\circ}\text{C}$  and  $0.30^{\circ}\text{C}$  per decade, respectively).

Таб. 4. Просјечне вриједности и декадни трендови  $T_a$ ,  $T_{\text{max}}$  и  $T_{\text{min}}$  (на годишњем и сезонском нивоу) у Сокоцу у периоду 1961–2022. године

Tab. 4. Average values and decadal trends in  $T_a$ ,  $T_{\text{max}}$  and  $T_{\text{min}}$  (on an annual and seasonal levels) in Sokolac in the 1961–2022 periods

Варијабла / Variable		Година / Year	Прољеће / Spring	Љето / Summer	Јесен / Autumn	Зима / Winter
$T_a$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Просјек / Average	7.1	6.9	16.2	7.6	-2.5
	Нагиб тренда / Slope	0.40	0.26	0.54	0.24	0.54
	p-вриједност / p-value	< 0.0001	0.002	< 0.0001	0.018	< 0.0001
$T_{\text{max}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Просјек / Average	13.6	13.3	23.4	14.6	2.8
	Нагиб тренда / Slope	0.60	0.43	0.68	0.39	0.84
	p-вриједност / p-value	< 0.0001	0.000	< 0.0001	0.002	< 0.0001
$T_{\text{min}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Просјек / Average	1.3	1.0	9.2	2.0	-7.0
	Нагиб тренда / Slope	0.40	0.21	0.51	0.30	0.60
	p-вриједност / p-value	< 0.0001	0.007	< 0.0001	0.008	0.000



Сл. 2. Одступања  $T_a$ ,  $T_{max}$  и  $T_{min}$  у Сокоцу од њихове просјечне вриједности у стандардном климатолошком периоду 1961–1990. године у периоду 1961–2022. године (испрекидана линија приказује линеарни тренд)

Fig. 2. Deviations of  $T_a$ ,  $T_{max}$  and  $T_{min}$  in Sokolac from their average value in the standard climatological 1961–1990 periods in the 1961–2022 periods (dashed line shows a linear trend)

Просјечне годишње вриједности  $T_a$ ,  $T_{max}$  и  $T_{min}$  порасле су у периоду 1991–2020. у односу на референтни период 1961–1990. године за више од  $1^\circ\text{C}$  –  $1.2^\circ\text{C}$ ,  $1.8^\circ\text{C}$  и  $1.3^\circ\text{C}$ , редом (Таб. 5). Сезонске средње температуре најви-

The average annual values of  $T_a$ ,  $T_{max}$  and  $T_{min}$  increased in the 1991–2020 periods in comparison to the reference periods (1961–1990) by more than  $1^\circ\text{C}$  –  $1.2^\circ\text{C}$ ,  $1.8^\circ\text{C}$  and  $1.3^\circ\text{C}$ , respectively (Tab. 5). Seasonal mean temperatures in-



ше су порасле у сезонама љето (1.7°C) и зима (1.5°C). Просјечна температура у сезони зима у посљедњој климатској нормали готово је удвостручена у односу на претходну. Просјечна максимална температура највише је порасла у сезони зима, за чак 2.3°C (у сезони љето само нешто мање, 2.2°C), као и минимална (у сезони зима за 1.6°C, а у сезони љето за 1.5°C). Резултати добијени Колмогоров-Смирновим тестом потврдили су да се између посљедње двије климатске нормале значајно промијенила и дистрибуција годишњих и сезонских  $T_a$ ,  $T_{max}$  и  $T_{min}$  – помјерена према вишим температурама у каснијем периоду.

creased the most during the summer (1.7°C) and winter (1.5°C) seasons. The average temperature in the winter season in latter climatic normal is almost doubled compared to the previous one. The average maximum temperature increased the most during the winter season, by as much as 2.3°C (during the summer season only slightly less, 2.2°C), as well as the minimum temperature (during the winter season increased by 1.6°C, and during the summer season by 1.5°C). The results obtained by the Kolmogorov-Smirnov test confirmed that the distribution of annual and seasonal  $T_a$ ,  $T_{max}$  and  $T_{min}$  changed significantly between the last two climatic normals – distribution shifted towards higher temperatures in the latter period.

Таб. 5. Разлика у просјечним вриједностима  $T_a$ ,  $T_{max}$  и  $T_{min}$  (на годишњем и сезонском нивоу) у Сокоцу у периоду 1991–2020. у поређењу са периодом 1961–1990. године  
 Tab. 5. The difference in the average values of  $T_a$ ,  $T_{max}$  and  $T_{min}$  (on an annual and seasonal levels) in Sokolac in the 1991–2020 periods in relation to the 1961–1990 periods

$T_a$	Година / Year	Прољеће / Spring	Љето / Summer	Јесен / Autumn	Зима / Winter
Просјек / Average					
1961–1990	6.4	6.4	15.2	7.1	-3.2
1991–2020	7.6	7.3	17.0	8.1	-1.8
Разлика / Difference					
°C	1.2	0.9	1.7	0.9	1.5
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test					
D	0.700	0.333	0.700	0.400	0.433
p-вриједност / p-value	<0.0001	0.071	<0.0001	0.016	0.007
$T_{max}$	Година / Year	Прољеће / Spring	Љето / Summer	Јесен / Autumn	Зима / Winter
Просјек / Average					
1961–1990	12.6	12.6	22.2	14.0	1.6
1991–2020	14.4	13.9	24.4	15.1	3.9
Разлика / Difference					
°C	1.8	1.4	2.2	1.0	2.3
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test					
D	0.791	0.420	0.682	0.420	0.507
p-вриједност / p-value	<0.0001	0.014	<0.0001	0.014	0.002
$T_{min}$	Година / Year	Прољеће / Spring	Љето / Summer	Јесен / Autumn	Зима / Winter
Просјек / Average					
1961–1990	0.6	0.6	8.4	1.4	-7.9
1991–2020	1.9	1.4	9.9	2.6	-6.3
Разлика / Difference					
°C	1.3	0.9	1.5	1.1	1.6
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test					
D	0.785	0.420	0.780	0.497	0.475
p-вриједност / p-value	<0.0001	0.014	<0.0001	0.002	0.004

Декадни трендови индекса екстремних температура у Сокоцу у периоду 1961–2022. године приказани су у Таб. 6 и на Сл. 3. Резултати анализе трендова такође показују да је на овом простору присутно загријавање. Индекси топлих температурних екстрема забиљежили су позитивне трендове, а индекси хладних температурних екстрема негативне. Наведено је у сагласности са обрасцима промјене утврђеним на глобалном нивоу (Dunn et al., 2020), у Европи (Domínguez-Castro et al., 2020; Peña-Angulo et al., 2020), региону (Bonacci et al., 2021; Burić et al., 2014, 2015; Malinovic-Milicevic et al., 2016; Tošić et al., 2023) и Републици Српској (Босни и Херцеговини) (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Попов et al., 2017a, 2018a, 2019). Сви утврђени трендови температурних индекса у Сокоцу су статистички значајни (осим тренда TR20 и CSDI који се изузетно ријетко јављају на истраживаном простору).

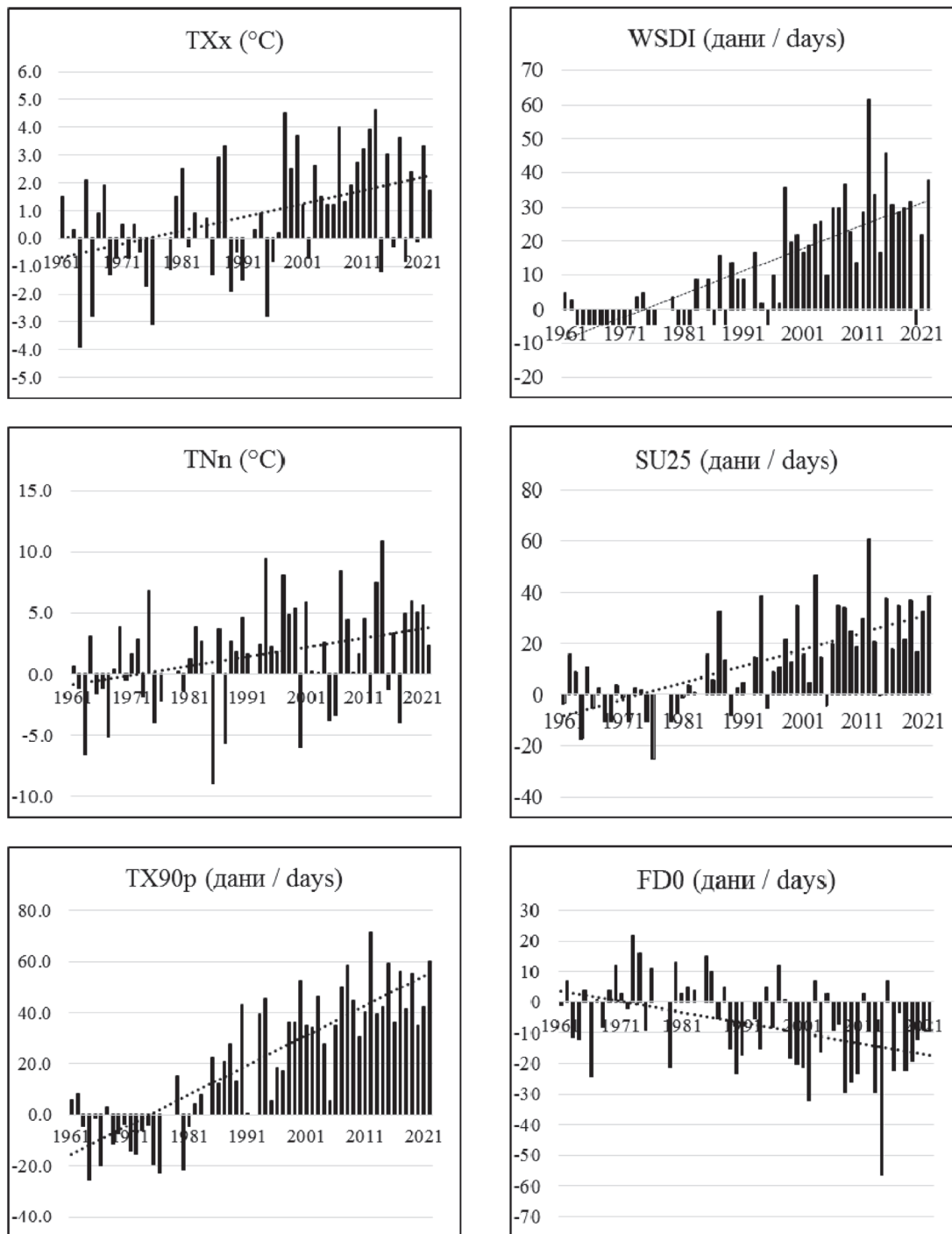
Decadal trends of extreme temperatures indices in Sokolac during the 1961–2022 periods are shown in Tab. 6 and Fig. 3. The trend analysis results also show that warming is present in this area. Indices of warm temperature extremes recorded positive trends, whereas indices of cold temperature extremes showed negative trends. This is in agreement with patterns of change found globally (Dunn et al., 2020), in Europe (Domínguez-Castro et al., 2020; Peña-Angulo et al., 2020), the region (Bonacci et al., 2021; Burić et al., 2014, 2015; Malinovic-Milicevic et al., 2016; Tošić et al., 2023) and the Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina) (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Попов et al., 2017a, 2018a, 2019). All of estimated temperature trends in Sokolac were statistically significant (except for trends of TR20 and CSDI, which occur extremely rarely in the researched area).

Таб. 6. Декадни трендови индекса екстремних температура у Сокоцу у периоду 1961–2022. године  
Tab. 6. Decadal trends in extreme temperature indices in Sokolac in the 1961–2022 periods

Индекс / Index	TXx	TNn	TNx	TXn
Нагиб тренда / Slope	0.54	0.89	0.64	0.87
р-вриједност / p-value	0.001	0.008	< 0.0001	< 0.0001
Индекс / Index	TX10p	TN10p	TX90p	TN90p
Нагиб тренда / Slope	-5.13	-4.51	12.55	8.66
р-вриједност / p-value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Индекс / Index	TR20	SU25	SU30	FD0
Нагиб тренда / Slope	0.00	7.20	2.17	-3.52
р-вриједност / p-value	0.309	< 0.0001	< 0.0001	0.002
Индекс / Index	ID0	WSDI	CSDI	GSL
Нагиб тренда / Slope	-4.88	7.35	0.00	3.50
р-вриједност / p-value	< 0.0001	< 0.0001	0.957	0.026

Од индекса заснованих на апсолутним вриједностима температуре највећа магнитуда тренда забиљежена је за TNn (0.89°C по деценији) и TXn (0.87°C по деценији). Дакле, већи пораст забиљежен је за минималне вриједности минималних и максималних температура, него за максималне, што је у супротности са резултатима добијеним за перипанонски и субмедитерански регион (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Попов et al., 2017a, 2019). Хладни перцентилски индекси TX10p и TN10p значајно су смањили фреквенцију појаве (за 5.13 и 4.51 дана по деценији, редом), док је магни-

Of the indices based on absolute values of temperature, the largest trend magnitude was recorded in TNn (0.89°C per decade) and TXn (0.87°C per decade). Thus, a greater increase was recorded for the minimum values of the minimum and maximum air temperatures than for the maximum, which is in contrast to the results obtained for the Peripannonian and sub-Mediterranean regions (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Попов et al., 2017a, 2019). The cold percentile indices TX10p and TN10p significantly reduced their frequency of occurrence (by 5.13 and 4.51 days per decade, respectively), whereas the magnitude of increase in the warm percentile indices



Сл. 3. Одступања одабраних индекса екстремних температура у Сокоцу од њихове просјечне вриједности у стандардном климатолошком периоду 1961–1990. године у периоду 1961–2022. године (испрекидана линија приказује линеарни тренд)

Fig. 3. Deviations of selected extreme temperatures indices in Sokolac from their average value in the standard climatological 1961–1990 periods in the 1961–2022 periods (dashed line shows a linear trend)

туда пораста топлих перцентилских индекса TX90p и TN90p била двоструко већа (12.55 и 8.66 дана по деценији, редом). Хладни индекси засновани на фиксним вриједностима

TX90p and TN90p was twice as large (12.55 and 8.66 days per decade, respectively). Cold indices based on fixed threshold values of temperature FD0 and ID0 showed negative trends (decline by

прагова температуре FD0 и ID0 испољили су негативне трендове (смањење за 3.52 и 4.88 дана по деценији, редом), а топли SU25 и SU30 позитивне (пораст за 7.20 и 2.17 дана по деценији, редом). Нарочито је изражен тренд појаве тропских дана, који су се до 1990. године јављали свега неколико пута током године, док је у периоду након 1990. њихова фреквенција готово учетворостручена. Тропске ноћи се изузетно ријетко јављају на подручју Сокоца, па није утврђено постојање тренда у временској серији. Заправо, њихова појава биљежи се тек посљедњих година са порастом загријавања. До почетка 21. вијека није забиљежена ниједна појава тропских ноћи на овом простору. Тек је 2000, 2003. и 2007. године забиљежена по једна тропска ноћ за вријеме изузетно снажних топлих таласа који су у наведеним периодима захватили простор Босне и Херцеговине, региона и Европе. Резултати показују да топли таласи постају све чешћи на анализираном простору (WSDI је порастао по линији тренда за чак 7.35 дана по деценији), али и у осталим дијеловима Републике Српске и Босне и Херцеговине (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Попов et al., 2017а, 2018а, 2019), те у региону и Европи генерално (Domínguez-Castro et al., 2020; Пења-Angulo et al., 2020). Нарочито снажни топли таласи у овом дијелу европског континента забиљежени су: 1994, 2003, 2007, 2013, 2015. и 2018. године (Bastos et al., 2020; Lhotka & Kyselý, 2015; Spensberger et al., 2020). Пројекције показују да ће њихов пораст до краја 21. вијека бити још израженији (De Luca & Donat, 2023; Perkins-Kirkpatrick & Lewis, 2020; Tripathy et al., 2023; Fischer et al., 2021).

Просјечне годишње вриједности топлих индекса екстремних температура, као што су: TXx, TNn, TXn, TNx, TX90p, TN90p, TR20, SU25, SU30 и WSDI, у складу с утврђеним трендом загријавања, порасле су у посљедњој климатској нормали (1991–2020) у односу претходну (1961–1990), док су смањене просјечне годишње вриједности хладних индекса екстремних температура, као што су: TX10p, TN10p, FD0, ID0 и CSDI (Таб. 7). Осим тога, између двије анализиране климатске нормале

3.52 and 4.88 days per decade, respectively), and warm indices based on fixed threshold values of temperature SU25 and SU30 showed positive trends (increase by 7.20 and 2.17 days per decade, respectively). The trend in the occurrence of tropical days, which until 1990 occurred only a few times during the year, is especially pronounced. In the period after 1990, their frequency has almost quadrupled. Tropical nights occur extremely rarely in the Sokolac area, so the existence of a trend in the time series has not been established. In fact, their appearance has only been recorded in recent years with the increasing warming. Until the start of the 21st century, no occurrence of tropical nights was recorded over this area. Only in 2000, 2003 and 2007 one tropical night occurred each year during the extremely strong heat waves that affected the area of Bosnia and Herzegovina, region and Europe during those periods. The results show that heat waves are becoming more frequent in the analyzed area (WSDI increased according to the trend line by as much as 7.35 days per decade), but also in other parts of the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina (Gnjato et al., 2021; Попов, 2020; Попов et al., 2017а, 2018а, 2019), and in the region and in Europe in general (Domínguez-Castro et al., 2020; Пења-Angulo et al., 2020). Particularly strong heat waves over this section of the European continent were recorded in: 1994, 2003, 2007, 2013, 2015 and 2018 (Bastos et al., 2020; Lhotka & Kyselý, 2015; Spensberger et al., 2020). Projections show that their increasing tendency will be even more pronounced by the end of the 21st century (De Luca & Donat, 2023; Perkins-Kirkpatrick & Lewis, 2020; Tripathy et al., 2023; Fischer et al., 2021).

Average values (on an annual level) of warm extreme temperatures indices, such as: TXx, TNn, TXn, TNx, TX90p, TN90p, TR20, SU25, SU30 and WSDI, in accordance with the established warming trend, increased during the last climate normal (1991–2020) in relation to the previous one (1961–1990), whereas the average annual values of cold extreme temperatures indices, such as for example: TX10p, TN10p, FD0, ID0 and CSDI, decreased (Tab. 7). In addition, between the two analyzed climate normals, the

статистички значајно (осим у случају TR20 и CSDI из већ наведених разлога) промијенила се и дистрибуција вриједности топлих и хладних индекса – топлих према вишим вриједностима, а хладних према нижим вриједностима индекса (Таб. 7).

distribution of warm and cold indices' values has changed statistically significantly (except in the case of TR20 and CSDI for reasons already mentioned) – distribution of warm indices to higher values, and distribution of cold indices to lower index values (Tab. 7).

Таб. 7. Разлика у просјечним вриједностима индекса екстремних температура у Сокоцу у периоду 1991–2020. у поређењу са периодом 1961–1990. године  
 Tab. 7. The difference in the average values of extreme temperatures indices in Sokolac in the 1991–2020 periods in relation to the 1961–1990 periods

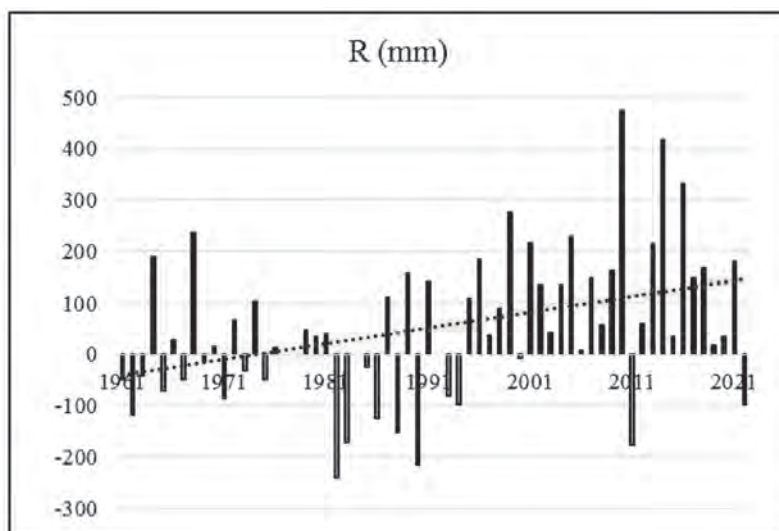
Индекс / Index	TXx	TNn	TNx	TXn
Просјек / Average				
1961–1990	31.5	-25.6	14.9	-10.7
1991–2020	33.0	-22.9	16.9	-8.3
Разлика / Difference				
°C	1.5	2.8	2.0	2.4
%	4.7	10.8	13.7	22.4
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test				
D	0.361	0.374	0.598	0.361
p-вриједност / p-value	0.052	0.040	<0.0001	0.052
Индекс / Index	TX10p	TN10p	TX90p	TN90p
Просјек / Average				
1961–1990	38.6	37.1	38.8	38.1
1991–2020	24.0	23.4	76.5	66.5
Разлика / Difference				
дани / days	-14.5	-13.7	37.7	28.4
%	-37.7	-37.0	97.2	74.4
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test				
D	0.613	0.579	0.756	0.722
p-вриједност / p-value	<0.0001	0.000	<0.0001	<0.0001
Индекс / Index	TR20	SU25	SU30	FD0
Просјек / Average				
1961–1990	0.0	31.3	3.4	155.1
1991–2020	0.1	52.9	11.5	141.9
Разлика / Difference				
дани / days	0.1	21.6	8.1	-13.3
%	0.0	69.0	237.0	-8.5
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test				
D	0.103	0.637	0.539	0.425
p-вриједност / p-value	0.998	<0.0001	0.001	0.013
Индекс / Index	ID0	WSDI	CSDI	GSL
Просјек / Average				
1961–1990	41.1	4.4	1.3	218.9
1991–2020	28.3	26.4	0.8	229.2
Разлика / Difference				
дани / days	-12.9	22.1	-0.5	10.4
%	-31.3	505.2	-36.2	4.7
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test				
D	0.470	0.754	0.111	0.401
p-вриједност / p-value	0.004	<0.0001	0.995	0.022

У анализираном периоду 1961–2022. године у Сокоцу су количине падавина порасле током цијеле године (Таб. 8 и Сл. 4). У свим сезонама забиљежени су позитивни трендови који су се кретали у распону од 2.54 % по деценији у сезони јесен до 4.06 % по деценији у сезони прољеће (једини статистички значајан пораст). На годишњем нивоу падавине су значајно порасле за 28.70 mm или 3.34 % по деценији. Иако се у већини подручја на сјеверу Републике Српске (Босне и Херцеговине) и на југу, у Херцеговини, количина падавина смањује у сезони љето (Попов, 2020), у Сокоцу је и у овој сезони присутан тренд пораста количине падавина.

During the analyzed 1961–2022 periods in Sokolac precipitation increased throughout the year (Tab. 8 and Fig. 4). The positive trends were recorded for all seasons, ranging from 2.54 % during the autumn season to 4.06 % per decade during the spring season (the only statistically significant increase). At the annual level, precipitation increased significantly by 28.70 mm or 3.34 % per decade. Although in most areas over the northern part of Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina) and in the south, in Herzegovina, the amount of precipitation is decreasing during the summer season (Попов, 2020), in Sokolac there is also an increasing trend of precipitation during this season.

Таб. 8. Просјечне вриједности и декадни трендови падавина (на годишњем и сезонском нивоу) у Сокоцу у периоду 1961–2022. године  
Tab. 8. Average values and decadal trends in precipitation (on an annual and seasonal levels) in Sokolac in the 1961–2022 periods

Параметар / Parametre	Година / Year	Прољеће / Spring	Љето / Summer	Јесен / Autumn	Зима / Winter
Просјек / Average	860.6	207.1	237.4	234.7	181.7
Нагиб тренда / Slope (mm)	28.70	8.40	8.00	5.96	5.00
Нагиб тренда / Slope (%)	3.34	4.06	3.37	2.54	2.75
p-вриједност / p-value	0.004	0.037	0.198	0.308	0.390



Сл. 4. Одступања годишњих падавина у Сокоцу од њиховог просјека у стандардном климатолошком периоду 1961–1990. године у периоду 1961–2022. године (испрекидана линија приказује линеарни тренд)

Fig. 4. Deviations of annual precipitation in Sokolac from their average in the standard climatological 1961–1990 periods in the 1961–2022 periods (dashed line shows a linear trend)

Просјечне падавине, на годишњем и сезонском нивоу, порасле су у периоду 1991–2020. у односу на референтни период 1961–1990.

Average precipitation, on an annual and seasonal levels, increased in the 1991–2020 period in comparison to the reference 1961–1990 peri-

године у распону од 9.6 % у сезони љето до 20.2 % у сезони прољеће (Таб. 9). Резултати Колмогоров-Смирновог теста показали су да се дистрибуција годишњих падавина између посљедње двије климатске нормале статистички значајно промијенила – помјерена према већој количини падавина у периоду 1991–2020. године. Од сезонских падавина, значајно помјерање дистрибуције у истом правцу утврђено је само у сезони прољеће.

ods – in the range from 9.6 % during the summer season to 20.2 % during the spring season (Tab. 9). The results of the Kolmogorov-Smirnov test confirm that the distribution of annual precipitation between the last two climate normals changed statistically significant – shifted towards more rainfall in the 1991–2020 periods. Of the seasonal precipitation, a significant shift in distribution in the same manner was found only for the spring season.

Таб. 9. Разлика у просјечним вриједностима падавина (на годишњем и сезонском нивоу) у Сокоцу у периоду 1991–2020. у поређењу са периодом 1961–1990. године  
 Tab. 9. The difference in the average values of precipitation (on an annual and seasonal levels) in Sokolac in the 1991–2020 periods in relation to the 1961–1990 periods

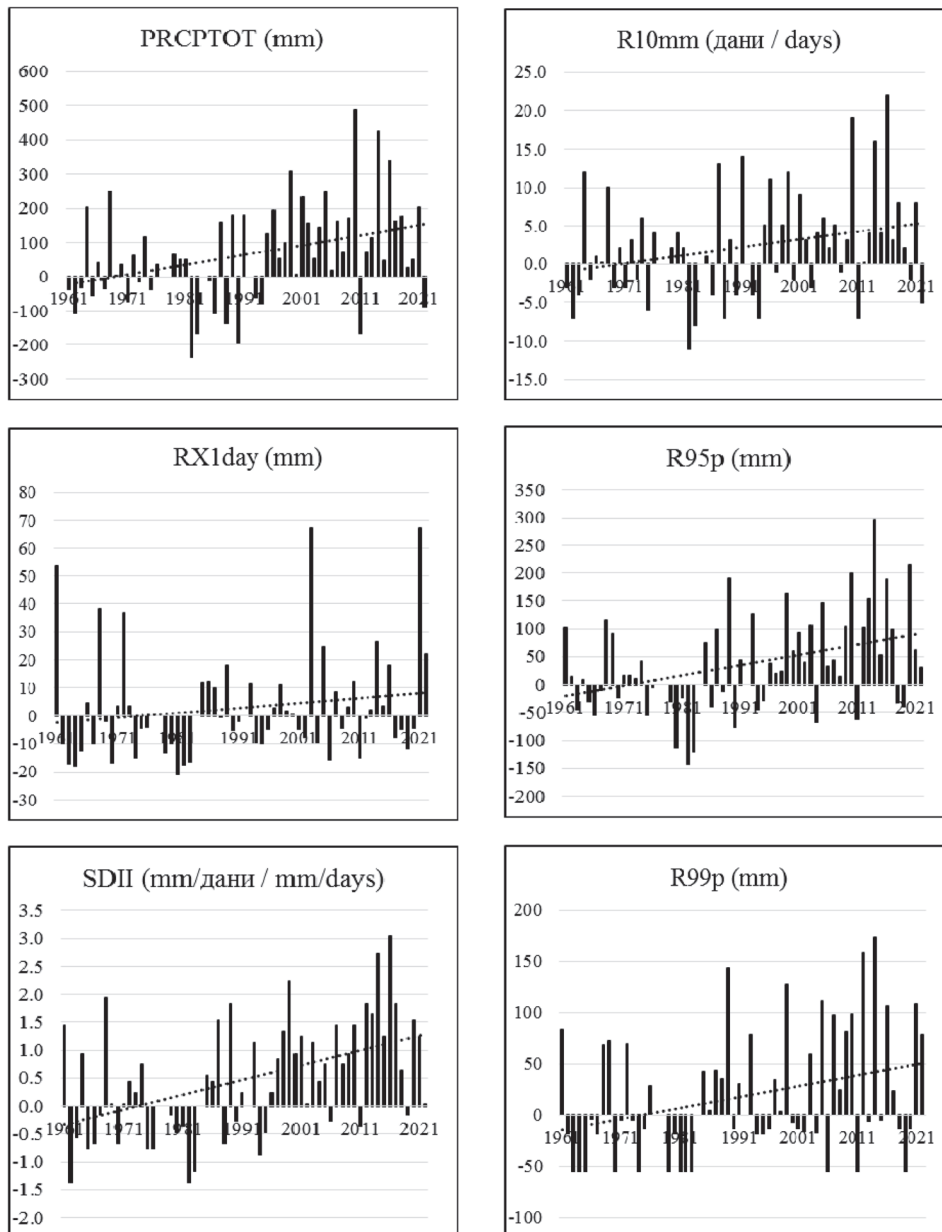
R	Година / Year	Прољеће / Spring	Љето / Summer	Јесен / Autumn	Зима / Winter
Просјек / Average					
1961–1990	802.7	190.1	226.8	215.1	171.0
1991–2020	919.7	228.6	248.6	253.0	193.6
Разлика / Difference					
mm	117.0	38.4	21.7	37.9	22.6
%	14.6	20.2	9.6	17.6	13.2
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test					
D	0.400	0.367	0.267	0.267	0.233
p-вриједност / p-value	0.016	0.035	0.236	0.236	0.388

Трендови индекса екстремних падавина у Сокоцу у анализираном периоду 1961–2022. године показују да је присутан тренд пораста интензивних падавина, (иако нису промјене свих индекса још статистички значајне) (Таб. 10 и Сл. 5). На то указују значајни позитивни трендови падавина на веома влажне и екстремно влажне дане (пораст за 18.7 mm и 9.3 mm по деценији, редом), значајни позитивни трендови броја дана са пљусковитим падавинама (R10mm 1.0 дан по деценији и R20mm 0.5 дана по деценији), те значајни позитивни тренд SDII (0.3 mm/дан по деценији). Наведено потврђује и анализа просјечних вриједности индекса у Сокоцу у периоду 1991–2020. у односу на референтни период 1961–1990. године, као и помјерања у дистрибуцији између двије климатске нормале доказана Колмогоров-Смирновим тестом (значајна на нивоу  $p < 0.05$  у случају PRCPTOT, SDII и R95p, те на нивоу  $p < 0.10$  у случају RX1day, R20mm и R99p) (Таб. 11).

Trends in the extreme precipitation indices in Sokolac during the investigated 1961–2022 periods show that there is an upward trend of intense precipitation (although not the changes in all of the indices were yet statistically significant) (Tab. 10 and Fig. 5). This is indicated by the significant positive trends in precipitation on very wet and extremely wet days (increase by 18.7 mm and 9.3 mm per decade, respectively), significant positive trends in the number of days with downpours (R10mm 1.0 day per decade and R20mm 0.5 days per decade), and a significant upward trend of SDII (0.3 mm/day per decade). This is confirmed by the analysis of the indices' averages in Sokolac in the 1991–2020 periods in comparison to the reference period (1961–1990), and by the analysis of shifts in the distribution between the two climate normals, which were determined by the Kolmogorov-Smirnov test (significant shifts at the  $p < 0.05$  level were found in the case of PRCPTOT, SDII and R95p, and at the  $p < 0.10$  level in the case of RX1day, R20mm and R99p) (Tab. 11).

Таб. 10. Декадни трендови индекса екстремних падавина у Сокоцу у периоду 1961–2022. године  
 Tab. 10. Decadal trends in extreme precipitation indices in Sokolac in the 1961–2022 periods

Индекс / Index	PRCPTOT	RX1day	RX5day	SDII	R10mm
Нагиб тренда / Slope	32.8	2.0	2.3	0.3	1.0
p-вриједност / p-value	0.004	0.073	0.123	0.000	0.040
Индекс / Index	R20mm	R95p	R99p	CWD	CDD
Нагиб тренда / Slope	0.5	18.7	9.3	0.0	0.5
p-вриједност / p-value	0.078	0.005	0.017	0.912	0.264



Сл. 5. Одступања одабраних индекса екстремних падавина у Сокоцу од њиховог просјека у стандардном климатолошком периоду 1961–1990. године у периоду 1961–2022. године (испрекидана линија приказује линеарни тренд)

Fig. 5. Deviations of selected extreme precipitation indices in Sokolac from their average values in the standard climatological 1961–1990 periods in the 1961–2022 periods (dashed line shows a linear trend)



Таб. 11. Разлика у просјечним вриједностима индекса екстремних падавина у Сокоцу у периоду 1991–2020. у поређењу са периодом 1961–1990. године  
 Tab. 11. The difference in the average values of extreme precipitation indices in Sokolac in the 1991–2020 periods in relation to the 1961–1990 periods

Индекс / Index	PRCPTOT	RX1day	RX5day	SDII	R10mm
Просјек / Average					
1961–1990	774.4	46.9	72.4	7.2	25.0
1991–2020	905.0	49.7	81.3	8.1	29.5
Разлика / Difference					
–	130.7	2.8	8.9	0.9	4.5
%	16.9	6.0	12.3	13.2	18.1
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test					
D	0.470	0.341	0.213	0.467	0.324
p-вриједност / p-value	0.004	0.077	0.548	0.004	0.105
Индекс / Index	R20mm	R95p	R99p	CWD	CDD
Просјек / Average					
1961–1990	6.9	172.3	55.0	6.6	23.5
1991–2020	9.2	244.0	86.0	6.7	21.8
Разлика / Difference					
–	2.3	71.7	31.1	0.1	-1.7
%	33.9	41.6	56.5	1.4	-7.2
Колмогоров-Смирнов тест / Kolmogorov-Smirnov test					
D	0.335	0.499	0.341	0.073	0.171
p-вриједност / p-value	0.087	0.002	0.077	1.000	0.807

Утврђени температурни и падавински трендови снажно су повезани са одређеним обрасцима циркулација великих размјера (телеконекцијама) присутним на сјеверној хемисфери. Источноатлантски образац показује снажну и значајну позитивну корелацију са температуром (средњом, максималном, минималном и топлим температурним индексима) и негативну са хладним температурним индексима на цијелој територији Републике Српске (Босне и Херцеговине) током цијеле године (Popov et al., 2018a; Trbić et al., 2017). Значајна негативна корелација између Сјеверноатлантске осцилације и температуре ( $T_a$ ,  $T_{max}$  и  $T_{min}$ ) присутна је у сезони љето. На обрасце промјена у сезони прољеће значајно утиче и Арктичка осцилација – индекс Арктичке осцилације показује позитивну коре-

Determined temperature and precipitation trends are strongly associated with certain large-scale circulation patterns (teleconnections) present over the Northern Hemisphere. The East Atlantic pattern showed a strong and significant positive correlation with temperature (mean, maximum, minimum and warm temperature indices) and a negative one with the cold temperature indices over the entire territory of the Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina) throughout the year (Popov et al., 2018a; Trbić et al., 2017). A significant negative correlation between the North Atlantic Oscillation and temperature (mean, maximum, minimum) is present during the summer season. The patterns of changes during the spring season are also significantly influenced by the Arctic Oscillation – the Arctic Oscillation index displays a positive

лацију са температуром и топлим индексима температура, те негативну са хладним индексима температура (Popov et al., 2018a; Trbić et al., 2017). Статистички значајна негативна корелација са Арктичком осцилацијом, Сјеверноатлантском осцилацијом и Источноатлантским/западноруским обрасцем постоји за већину индекса екстремних падавина у Босни и Херцеговини, а посебно је јака током сезоне зима (Popov et al., 2017b).

### ЗАКЉУЧАК

На подручју Сокоца присутни су значајни трендови загријавања. То је потврдила анализа како средњих и екстремних температура, тако и индекса екстремних температура који се данас користе широм свијета за детерминисање климатских промјена. Наведени тренд загријавања присутан је на подручју цијеле Републике Српске (Босне и Херцеговине). Ипак, постоје разлике у интензитету загријавања у појединим дијеловима територије. Док је у перипанонском региону и субмедитеранском региону Херцеговине највећи пораст максималних и минималних температура ваздуха забиљежен у сезони љето, у брдско-планинском подручју Сокоца температуре су највише порасле у сезони зима. Такође, постоје разлике у обрасцима промјена падавина. Најизраженија је свакако позитиван тренд падавина у Сокоцу у сезони љето, јер у већини подручја на сјеверу, а поготово у Херцеговини, количине падавина опадају у овој сезони. Осим пораста укупне количине падавина, на годишњем нивоу и у свим сезонама, на простору Сокоца присутни су и значајни позитивни трендови индекса екстремних падавина.

С обзиром на то да глобалне пројекције указују на још интензивније промјене климатских услова до краја вијека, потребно је будућа истраживања усмјерити на детаљније анализе пројекција промјена на овом подручју, као и на анализу утицаја промијењених климатских услова на природне (водне ресурсе, сњежни покривач, биодиверзитет, хазарде и др.) и социоекономске системе.

correlation with temperature and warm temperature indices, and a negative one with the cold temperature indices (Popov et al., 2018a; Trbić et al., 2017). A statistically significant negative correlation with the Arctic Oscillation, the North Atlantic Oscillation and the East Atlantic/West Russian pattern exists for most of the extreme precipitation indices in Bosnia and Herzegovina, especially strong during the winter season (Popov et al., 2017b).

### CONCLUSION

The significant warming trends are present in the Sokolac region. This tendency was confirmed by the analysis of both mean and extreme temperatures, but also of extreme temperature indices that are used worldwide today to determine changes in climate. The aforementioned warming trend is present over the entire territory of the Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina). However, there are differences in the intensity of warming in certain parts of the territory. While in the Peripannonian regions and sub-Mediterranean region of Herzegovina the highest increase in maximum and minimum air temperatures was present during the summer season, over the hilly and mountainous areas of Sokolac the temperatures increased the most during the winter season. Also, there are differences in the patterns of precipitation changes. The most prominent difference is certainly the positive trend of precipitation in Sokolac during the summer season, because in most areas in the north, and especially in Herzegovina, precipitation decreases during this season. In addition to the increase in the total amount of precipitation, on an annual level and in all seasons, there are also significant positive trends in the extreme precipitation indices in the Sokolac region.

Given that global projections indicate even more intense changes in climate conditions by the end of the century, it is required to focus future researches on more detailed analyzes of projections of changes in this area, as well as on the investigations of the impact of changed climate conditions on natural (water resources, snow cover, biodiversity, hazards, etc.) and socioe-

Даља истраживања климатских промјена у брдским и планинским подручјима Републике Српске и Босне и Херцеговине су неопходна, јер су досад била веома оскудна, с обзиром на веома мали број метеоролошких станица у овој зони.

Further research into climate change in the hilly and mountainous areas of the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina is necessary, because so far they have been very scarce, given the very small number of meteorological stations in this zone.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Alexander, L. V. (2016). Global Observed Long-Term Changes in Temperature and Precipitation Extremes: A Review of Progress and Limitations in IPCC Assessments and Beyond. *Weather and Climate Extremes*, 11, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.007>
- Amendola, S., Maimone, F., Pelino, V., & Pasini, A. (2019). New Records of Monthly Temperature Extremes as a Signal of Climate Change in Italy. *International Journal of Climatology*, 39(4), 2491–2503. <https://doi.org/10.1002/joc.5952>
- Bastos, A., Fu, Z., Ciais, P., Friedlingstein, P., Sitch, S., Pongratz, J., Weber, U., Reichstein, M., Anthoni, P., Arneeth, A., Haverd, V., Jain, A., Joetzer, E., Knauer, J., Lienert, S., Loughran, T., McGuire, P. C., Obermeier, W., Padrón, R. S., ... Zaehle, S. (2020). Impacts of Extreme Summers on European Ecosystems: A Comparative Analysis of 2003, 2010 and 2018. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1810), Article 20190507. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0507>
- Begert, M., & Frei, C. (2018). Long-Term Area-Mean Temperature Series for Switzerland – Combining Homogenized Station Data and High Resolution Grid Data. *International Journal of Climatology*, 38(6), 2792–2807. <https://doi.org/10.1002/joc.5460>
- Bieli, M., Pfahl, S., & Wernli, H. (2015). A Lagrangian Investigation of Hot and Cold Temperature Extremes in Europe. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 141(686), 98–108. <https://doi.org/10.1002/qj.2339>
- Bonacci, O., Bonacci, D., & Roje-Bonacci, T. (2021). Different Air Temperature Changes in Continental and Mediterranean Regions: A Case Study from Two Croatian Stations. *Theoretical and Applied Climatology*, 145(3), 1333–1346. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03702-0>
- Burić, D., & Doderović, M. (2021). Changes in Temperature and Precipitation in the Instrumental Period (1951–2018) and Projections up to 2100 in Podgorica (Montenegro). *International Journal of Climatology*, 41(S1), E133–E149. <https://doi.org/10.1002/joc.6671>
- Burić, D., Ducić, V., Mihajlović, J., Luković, J., & Dragojlović, J. (2015). Recent Extreme Air Temperature Changes in Montenegro. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 95(4), 53–66.
- Burić, D., Luković, J., Ducić, V., Dragojlović, J., & Doderović, M. (2014). Recent Trends in Daily Temperature Extremes over Southern Montenegro (1951–2010). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14(1), 67–72. <https://doi.org/10.5194/nhess-14-67-2014>
- Vincent, L. A., Zhang, X., Mekis, É., Wan, H., & Bush, E. J. (2018). Changes in Canada's Climate: Trends in Indices Based on Daily Temperature and Precipitation Data. *Atmosphere-Ocean*, 56(5), 332–349. <https://doi.org/10.1080/07055900.2018.1514579>
- Gallant, A. J. E., Karoly, D. J., & Gleason, K. L. (2014). Consistent Trends in a Modified Climate Extremes Index in the United States, Europe, and Australia. *Journal of Climate*, 27(4), 1379–1394. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00783.1>
- Gnjato, S., Popov, T., Ivanišević, M., & Trbić, G. (2021). Changes in Extreme Climate Indices

- in Sarajevo (Bosnia and Herzegovina). *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 101(2), 1–21. <https://doi.org/10.2298/GSG-D2102001G>
- Gu, G., & Adler, R. F. (2023). Observed Variability and Trends in Global Precipitation During 1979–2020. *Climate Dynamics*, 61(1), 131–150. <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06567-9>
- DeLuca, P., & Donat, M. G. (2023). Projected Changes in Hot, Dry, and Compound Hot-Dry Extremes over Global Land Regions. *Geophysical Research Letters*, 50, Article e2022GL102493. <https://doi.org/10.1029/2022GL102493>
- Doderović, M., Burić, D., Ducić, V., & Mijanović, I. (2020). Recent and Future Air Temperature and Precipitation changes in the Mountainous North of Montenegro. *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA*, 70(3), 189–201. <https://doi.org/10.2298/IJGI2003189D>
- Domínguez-Castro, F., Reig, F., Vicente-Serrano, S. M., Aguilar, E., Peña-Angulo, D., Noguera, I., Revuelto, J., van der Schrier, G., & El Kenawy, A. M. (2020). A Multidecadal Assessment of Climate Indices over Europe. *Scientific Data*, 7, Article 125. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0464-0>
- Du, H., Donat, M. G., Zong, S., Alexander, L. V., Manzanar, R., Kruger, A., Choi, G., Salinger, J., He, H. S., Li, M., Fujibe, F., Nandintsetseg, B., Rehman, S., Abbas, F., Rusticucci, M., Srivastava, A., Zhai, P., Lippmann, T., Yabi, I., ... Wu, Z. (2022). Extreme Precipitation on Consecutive Days Occurs More Often in a Warming Climate. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103(4), E1130–E1145. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-21-0140.1>
- Dunn, R. J. H., & Morice, C. P. (2022). On the Effect of Reference Periods on Trends in Percentile-Based Extreme Temperature Indices. *Environmental Research Letters*, 17, Article 034026. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac52c8>
- Dunn, R. J. H., Alexander, L. V., Donat, M. G., Zhang, X., Bador, M., Herold, N., Lippmann, T., Allan, R., Aguilar, E., Barry, A. A., Brunet, M., Caesar, J., Chagnaud, G., Cheng, V., Cincotto, T., Durre, I., de Guzman, R., Mar Htay, T., Ibadullah, W. M. W., ... Yussof, M. N. A. B. H. (2020). Development of an Updated Global Land in Situ-Based Data Set of Temperature and Precipitation Extremes: HadEX3. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125(16), Article e2019JD032263. <https://doi.org/10.1029/2019JD032263>
- Zeder, J., & Fischer, E. M. (2020). Observed Extreme Precipitation Trends and Scaling in Central Europe. *Weather and Climate Extremes*, 29, Article 100266. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2020.100266>
- Zittis, G., Almazroui, M., Alpert, P., Ciais, P., Cramer, W., Dahdal, Y., Fnais, M., Francis, D., Hadjinicolaou, P., Howari, F., Jrrar, A., Kaskaoutis, D. G., Kulmala, M., Lazoglou, G., Mihalopoulos, N., Lin, X., Rudich, Y., Sciare, J., Stenchikov, G., Xoplaki, E., & Lelieveld, J. (2022). Climate Change and Weather Extremes in the Eastern Mediterranean and Middle East. *Reviews of Geophysics*, 60(3), Article e2021RG000762. <https://doi.org/10.1029/2021RG000762>
- Zhang, X., & Yang, F. (2004). *RCLimDex (1.0) User Manual*. Climate Research Branch Environment Canada.
- Zheng, G., Lia, Y., Chen, Q., Zhou, X., Gaod, G., Li, M., & Duan, T. (2022). The Increasing Predominance of Extreme Precipitation in Southwest China Since the Late 1970s. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 15(5), Article 100227. <https://doi.org/10.1016/j.aosl.2022.100227>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Kelebek, M. B., Batibeniz, F., & Öno, B. (2021). Exposure Assessment of Climate Extremes over the Europe–Mediterranean Region. *Atmosphere*, 12, Article 633. <https://doi.org/10.3390/atmos12050633>
- Kömüscü, A. Ü., & Aksoy, M. (2023). Long-Term Spatio-Temporal Trends and Periodicities in Monthly and Seasonal Precipitation in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*,

- 151(3), 1623–1649. <https://doi.org/10.1007/s00704-022-04349-1>
- Kosanic, A., Kavcic, I., van Kleunen, M., & Harrison, S. (2019). Climate Change and Climate Change Velocity Analysis Across Germany. *Scientific Reports*, 9, Article 2196. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38720-6>
- Kpanou, M., Laux, P., Brou, T., Vissin, E., Camberlin, P., & Roucou, P. (2021). Spatial Patterns and Trends of Extreme Rainfall over the Southern Coastal Belt of West Africa. *Theoretical and Applied Climatology*, 143(1), 473–487. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03441-8>
- Kumar, N., Kumar Goyal, M., Kumar Gupta, A., Jha, S., Das, J., & Madramootoo, C. A. (2021). Joint Behaviour of Climate Extremes Across India: Past and Future. *Journal of Hydrology*, 597, Article 126185. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126185>
- Lakatos, M., Szentes, O., Cindrić Kalin, K., Nimac, I., Kozjek, K., Cheval, S., Dumitrescu, A., Iras, A., Stepanek, P., Farda, A., Kajaba, P., Mikulová, K., Mihic D., Petrovic, P., Chimani, B., & Pritchard, D. (2021). Analysis of Sub-Daily Precipitation for the PannEx Region. *Atmosphere*, 12, Article 838. <https://doi.org/10.3390/atmos12070838>
- Li, C., Zwiers, F., Zhang, X., Chen, G., Lu, J., Li, G., Norris, J., Tan, Y., Sun, Y., & Liu, M. (2019). Larger Increases in More Extreme Local Precipitation Events as Climate Warms. *Geophysical Research Letters*, 46(1228), 6885–6891. <https://doi.org/10.1029/2019GL082908>
- Lo, T. T., & Hsu, H. H. (2010). Change in the Dominant Decadal Patterns and the Late 1980s Abrupt Warming in the Extratropical Northern Hemisphere. *Atmospheric Science Letters*, 11(3), 210–215. <https://doi.org/10.1002/asl.275>
- Luppichini, M., Bini, M., Barsanti, M., Giannicchi, R., & Zanchetta, G. (2022). Seasonal Rainfall Trends of a Key Mediterranean Area in Relation to Large-Scale Atmospheric Circulation: How Does Current Global Change Affect the Rainfall Regime? *Journal of Hydrology*, 612, Article 128233. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128233>
- Lhotka, O., & Kyselý, J. (2015). Hot Central-European Summer of 2013 in a Long-Term Context. *International Journal of Climatology*, 35(14), 4399–4407. <https://doi.org/10.1002/joc.4277>
- Malinovic-Milicevic, S., Radovanovic, M. M., Stanojevic, G., & Milovanovic, B. (2016). Recent Changes in Serbian Climate Extreme Indices from 1961 to 2010. *Theoretical and Applied Climatology*, 124(3), 1089–1098. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1491-1>
- Mateus, C., & Potito, A. (2022). Long-Term Trends in Daily Extreme Air Temperature Indices in Ireland from 1885 to 2018. *Weather and Climate Extremes*, 36, Article 100464. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100464>
- Milošević, D., Stojsavljević, R., Szabó, S., Stanek, U., Savić, S., & Mitrović, L. (2021). Spatio-Temporal Variability of Precipitation over the Western Balkan Countries and Its Links with the Atmospheric Circulation Patterns. *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA*, 71(1), 29–42. <https://doi.org/10.2298/IJGI2101029M>
- Mullick, R. A., Nur, R. M., Alam, J., & Ashraf Islam, K. M. (2019). Observed Trends in Temperature and Rainfall in Bangladesh Using Pre-Whitening Approach. *Global and Planetary Change*, 172, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.10.001>
- Nimac, I., Herceg-Bulić, I., Cindrić Kalin, K., & Perčec Tadić, M. (2021). Changes in Extreme Air Temperatures in the Mid-Sized European City Situated on Southern Base of a Mountain (Zagreb, Croatia). *Theoretical and Applied Climatology*, 146(1), 429–441. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03689-8>
- NOAA National Centers for Environmental Information. (2023). *Monthly Global Climate Report for Annual 2022*. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202213>
- Overpeck, J. T., & Udall, B. (2020). Climate Change and the Aridification of North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(22), 11856–11858. <https://doi.org/10.1073/pnas.2006323117>

- Ogrin, M., Ogrin, D., Milošević, D., Pantelić, M., Dolinaj, D., Trobec, T., Glojek, K., & Savić, S. (2022). Changes in Daily Air Temperatures and Precipitation Across the Sava River Basin and Their Correlation with Large-Scale Atmospheric Circulations. *Theoretical and Applied Climatology*, 148(3), 1675–1687. <https://doi.org/10.1007/s00704-022-04024-5>
- Opština Sokolac & Regionalni centar za okoliš za BiH. (2011). *Lokalni ekološki akcioni plan Opštine Sokolac*. Opština Sokolac.
- Peña-Angulo, D., Reig-Gracia, F., Domínguez-Castro, F., Revuelto, J., Aguilar, E., van der Schrier, G., & Vicente-Serrano, S. M. (2020). ECTACI: European Climatology and Trend Atlas of Climate Indices (1979–2017). *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125(16), Article e2020JD032798. <https://doi.org/10.1029/2020JD032798>
- Perkins-Kirkpatrick, S. E., & Lewis, S. C. (2020). Increasing Trends in Regional Heatwaves. *Nature Communications*, 11, Article 3357. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16970-7>
- Попов, Т. (2020). Утицај савремених климатских промјена на фитогеографска обиљежја Републике Српске. Географско друштво Републике Српске.
- Popov, T., Gnjato, S., & Trbić, G. (2017a). Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina: A Case Study of Mostar. *Гласник/Herald*, 21, 107–132. <https://doi.org/10.7251/HER2218079P>
- Popov, T., Gnjato, S., Trbić, G., & Ivanišević, M. (2017b). Trends in Extreme Daily Precipitation Indices in Bosnia and Herzegovina. *Collection of Papers – Faculty of Geography at the University of Belgrade*, 65(1), 5–24. <https://doi.org/10.5937/zrgfub1765005P>
- Popov, T., Gnjato, S., Trbić, G., & Ivanišević, M. (2018a). Recent Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 13(1), 211–224. <https://doi.org/10.26471/cjees/2018/013/019>
- Popov, T., Gnjato, S., & Trbić, G. (2018b). Analysis of Extreme Precipitation over the Peripannonian Region of Bosnia and Herzegovina. *Időjárás*, 122(4), 433–452. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2018.4.5>
- Popov, T., Gnjato, S., & Trbić, G. (2019). Changes in Extreme Temperature Indices over the Peripannonian Region of Bosnia and Herzegovina. *Geografije*, 124(1), 19–40. <https://doi.org/10.37040/geografije2019124010019>
- Portela, M. M., Espinosa, L. A., & Zelenakova, M. (2020). Long-Term Rainfall Trends and Their Variability in Mainland Portugal in the Last 106 Years. *Climate*, 8, Article 146. <https://doi.org/10.3390/cli8120146>
- Ribes, A., Boé, J., Qasmi, S., Dubuisson, B., Douville, H., & Terray, L. (2022). An Updated Assessment of Past and Future Warming over France Based on a Regional Observational Constraint. *Earth System Dynamics*, 13(4), 1397–1415. <https://doi.org/10.5194/esd-13-1397-2022>
- Salameh, A. A. M., Gámiz-Fortis, S. R., Castro-Díez, Y., Abu Hammad, A., & Esteban-Parra, M. J. (2019). Spatio-Temporal Analysis for Extreme Temperature Indices over the Levant Region. *International Journal of Climatology*, 39(15), 5556–5582. <https://doi.org/10.1002/joc.6171>
- Salnikov, V., Talanov, Y., Polyakova, S., Assylbekova, A., Kauazov, A., Bultekov, N., Musralinova, G., Kissebayev, D., & Beldeubayev, Y. (2023). An Assessment of the Present Trends in Temperature and Precipitation Extremes in Kazakhstan. *Climate*, 11(2), Article 33. <https://doi.org/10.3390/cli11020033>
- Sarkar, S., & Maity, R. (2021). Global Climate Shift in 1970s Causes a Significant Worldwide Increase in Precipitation Extremes. *Scientific Reports*, 11, Article 11574. <https://doi.org/10.1038/s41598>
- Senent-Aparicio, J., López-Ballesteros, A., Jimeno-Sáez, P., & Pérez-Sánchez, J. (2023). Recent Precipitation Trends in Peninsular Spain and Implications for Water Infrastructure Design. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 45, Article 101308. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101308>
- Spensberger, C., Madonna, E., Boettcher, M., Grams, C. M., Papritz, L., Quating, J. F., Röthlisberger, M., Sprenger, M., & Zschen-derlein, P. (2020). Dynamics of Concurrent

- and Sequential Central European and Scandinavian Heatwaves. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(732), 2998–3013. <https://doi.org/10.1002/qj.3822>
- Stanley, K., Leps, N., Hänsel, S., Klippel, L., Imbery, F., & Walter, A. (2023). Recent Hot and Dry Summers in Germany in Comparison to Climate Projections. *Meteorologische Zeitschrift*, 32(2), 113–142. <https://doi.org/10.1127/metz/2022/1152>
- Sun, Q., Zhang, X., Zwiers, F., Westra, S., & Alexander, L. V. (2021). A Global, Continental, and Regional Analysis of Changes in Extreme Precipitation. *Journal of Climate*, 34(1), 243–258. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0892.1>
- Shen, B., Song, S., Zhang, L., Wang, Z., Ren, C., & Li, Y. (2022). Temperature Trends in Some Major Countries from the 1980s to 2019. *Journal of Geographical Sciences*, 32(1), 79–100. <https://doi.org/10.1007/s11442-022-1937-1>
- Todaro, V., D’Oria, M., Secci, D., Zanini, A., & Tanda, M. G. (2022). Climate Change over the Mediterranean Region: Local Temperature and Precipitation Variations at Five Pilot Sites. *Water*, 14, Article 2499. <https://doi.org/10.3390/w14162499>
- Tošić, I., Tošić, M., Lazić, I., Aleksandrov, N., Putniković, S., & Djurdjević, V. (2023). Spatio-Temporal Changes in the Mean and Extreme Temperature Indices for Serbia. *International Journal of Climatology*, 43(5), 2391–2410. <https://doi.org/10.1002/joc.7981>
- Tošić, I., Zorn, M., Ortar, J., Unkašević, M., Gavrilov, M. B., & Marković, S. B. (2016). Annual and Seasonal Variability of Precipitation and Temperatures in Slovenia from 1961 to 2011. *Atmospheric Research*, 168, 220–233. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.09.014>
- Trbić, G., Popov, T., & Gnjato, S. (2017). Analysis of Air Temperature Trends in Bosnia and Herzegovina. *Geographica Pannonica*, 21(2), 68–84. <https://doi.org/10.18421/GP21.02-01>
- Tripathy, K. P., Mukherjee, S., Mishra, A. K., & Williams, A. P. (2023). Climate Change Will Accelerate the High-End Risk of Compound Drought and Heatwave Events. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(28), Article e2219825120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2219825120>
- Twardosz, R., Walanus, A., & Guzik, I. (2021). Warming in Europe: Recent Trends in Annual and Seasonal Temperatures. *Pure and Applied Geophysics*, 178(10), 4021–4032. <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02860-6>
- Fan, Y., Li, J., Zhu, S., Li, H., & Zhou, B. (2022). Trends and Variabilities of Precipitation and Temperature Extremes over Southeast Asia During 1981–2017. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 134(4), Article 78. <https://doi.org/10.1007/s00703-022-00913-6>
- Fan, L. J., Yan, Z. W., Chen, D., & Li, Z. (2023). Assessment of Total and Extreme Precipitation over Central Asia Via Statistical Downscaling: Added Value and Multi-Model Ensemble Projection. *Advances in Climate Change Research*, 14(1), 62–76. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2023.01.004>
- Finkel, J. M., & Katz, J. I. (2017). Changing US Extreme Temperature Statistics. *International Journal of Climatology*, 37(13), 4749–4755. <https://doi.org/10.1002/joc.5115>
- Fischer, E. M., Sippel, S., & Knutti, R. (2021). Increasing Probability of Record-Shattering Climate Extremes. *Nature Climate Change*, 11(8), 689–695. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01092-9>
- Forster, P. M., Smith, C. J., Walsh, T., Lamb, W. F., Lamboll, R., Hauser, M., Ribes, A., Rosen, D., Gillett, N., Palmer, M. D., Rogelj, J., von Schuckmann, K., Seneviratne, S. I., Trewin, B., Zhang, X., Allen, M., Andrew, R., Birt, A., Borger, A., ... Zhai, P. (2023). Indicators of Global Climate Change 2022: Annual Update of Large-Scale Indicators of the State of the Climate System and Human Influence. *Earth System Science Data*, 15(6), 2295–2327. <https://doi.org/10.5194/essd-15-2295-2023>
- Hänsel, S., Hoy, A., Brendel, C., & Maugeri, M. (2022). Record Summers in Europe: Variations in Drought and Heavy Precipitation During 1901–2018. *International Journal*

- of Climatology*, 42(12), 6235–6257. <https://doi.org/10.1002/joc.7587>
- Harp, R. D., & Horton, D. E. (2022). Observed Changes in Daily Precipitation Intensity in the United States. *Geophysical Research Letters*, 49(19), Article e2022GL099955. <https://doi.org/10.1029/2022GL099955>
- Hu, Z., Zhang, C., Hu, Q., & Tian, H. (2014). Temperature Changes in Central Asia from 1979 to 2011 Based on Multiple Datasets. *Journal of Climate*, 27(3), 1143–1167. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-13-00064.1>
- Ciftci, N. D., & Sahin, A. D. (2023). Temperature and Precipitation Extremes' Variability in Turkey. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 135(4), 1436–5065. <https://doi.org/10.1007/s00703-023-00976-z>
- Collazo, S., Barrucand, M., & Rusticucci, M. (2022). Evaluation of CMIP6 Models in the Representation of Observed Extreme Temperature Indices Trends in South America. *Climatic Change*, 172, Article 21. <https://doi.org/10.1007/s10584-022-03376-1>
- Wang, J., Xu, C., Hu, M., Li, Q., Yan, Z., & Jones, P. (2018). Global Land Surface Air Temperature Dynamics Since 1880. *International Journal of Climatology*, 38(S1), e466–e474. <https://doi.org/10.1002/joc.5384>

Примљено / Received: 26. 05. 2023.

Исправљено / Revised: 30. 06. 2023.

Прихваћено / Accepted: 05. 07. 2023.





## УТИЦАЈ ДЕПОНИЈЕ КОМУНАЛНОГ ОТПАДА НА ЗАГАЂИВАЊЕ ВАЗДУХА – ПРИМЈЕР ДЕПОНИЈЕ „ЦРНИ ВРХ” КОД ЗВОРНИКА, БОСНА И ХЕРЦЕГОВИНА

Душица Пешевић<sup>1\*</sup> и Небојша Кнежевић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ

<sup>2</sup>Универзитет у Бањој Луци, Рударски факултет, Приједор, Република Српска, БиХ

**Сажетак:** Проучавана је површинска емисија депонијског гаса, као и имисионе концентрације аерополутаната током 8 мјесеци како би се процијенио утицај депоније „Црни врх“ код Зворника на квалитет ваздуха. Депонијски гасови су гасови који настају као посљедица природног процеса разградње органског отпада који се одлаже на депонијама. Ови гасови могу се ослобађати у атмосферу из депонија и имају озбиљан утицај на животну средину. Један од највећих проблема у вези са депонијским гасовима је њихов утицај на климатске промјене. Поред тога, депонијски гасови такође могу имати локални утицај на квалитет ваздуха и здравље људи, посебно у случају високих концентрација сумпор-водоника, који има јак и непријатан мирис и може изазвати респираторне и друге здравствене проблеме код људи. Резултати мјерења емисије депонијског гаса са високим процентом присутног кисеоника (од 16.38 % до 19.46 %) и ниским концентрацијама угљен-диоксида (мање од 1 %) и метана (од 3.5 % до 4.1 %) показују да је на мјесту мјерења присутан свјеже одложени отпад у којем је доминантан аеробни процес разградње. Упоредо са мјерењем емисије депонијског гаса мјерене су и имисионе концентрације 11 параметара за праћење квалитета ваздуха: угљен-моноксида (СО), сумпор-диоксида (SO<sub>2</sub>), озона (O<sub>3</sub>), азотних оксида (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), укупних лебдећих честица (УЛЧ), лебдећих честица (PM<sub>10</sub>), укупних угљоводоника (ТНС), метана (CH<sub>4</sub>) и неметанских угљоводоника (NMHC). Анализом добијених резултата мјерења наведених параметара може се закључити да измјерене концентрације полутаната у ваздуху на локалитету регионалне депоније „Црни врх“ не прелазе граничне вриједности према Уредби о граничним вриједностима квалитета ваздуха.

**Кључне ријечи:** депонија, утицај, квалитет ваздуха, депонијски гас, отпад, депонија „Црни врх”.

Original scientific paper

## IMPACT OF MUNICIPAL WASTE LANDFILL ON AIR POLLUTION – THE EXAMPLE OF “CRNI VRH” LANDFILL NEAR ZVORNIK, BOSNIA AND HERZEGOVINA

Dušica Pešević<sup>1\*</sup> and Nebojša Knežević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

<sup>2</sup>University of Banja Luka, Faculty of Mining, Prijedor, Republic of Srpska, B&H

**Abstract:** The surface emission of landfill gas was studied, as well as the imission concentrations of air pollutants during 8 months in order to assess the impact of the “Crni vrh” landfill near Zvornik on air quality. Landfill gases are gases that arise as a result of the natural process of decomposition of organic waste that is disposed of in landfills. These gases can be released into the atmosphere from landfills and have a serious environmental impact. One of the biggest problems with landfill gases is their impact on climate change. In addition, landfill gases can also have a local impact on air quality and human health, especially in the case of high concentrations of hydrogen sulphide that has a strong and unpleasant odour and can cause respiratory and other health problems in humans. The results of measuring the emission of landfill gas with a high percentage of oxygen present (ranging from 16.38 % to 19.46 %) and low concentrations of carbon dioxide (less than 1 %) and methane (ranging from 3.5 % to 4.1 %) show that freshly deposited waste in which the aerobic decomposition process is dominant is present at the measurement site. Along with the measurement of landfill gas emission, the emission concentrations of 11 air quality monitoring parameters were also measured as follows: carbon monoxide (CO), sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), ozone (O<sub>3</sub>), nitrogen oxides (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), total suspended particles (TSP), suspended particles (PM<sub>10</sub>), total hydrocarbons (THC), methane (CH<sub>4</sub>) and non-methane hydrocarbons (NMHC). The measurement result analysis of the mentioned parameter leads to a conclusion that the measured pollutant concentrations in the air at the location of the regional landfill “Crni vrh” do not exceed the limit values according to the Regulation on limit values of air quality.

**Keywords:** landfill, impact, air quality, landfill gas, waste, “Crni vrh” landfill.

\* Аутор за кореспонденцију: Душица Пешевић, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Младена Стојановића 2, 78000, Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина, Е-mail: dusica.pesevic@pmf.unibl.org  
Corresponding author: Dušica Pešević, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, E-mail: dusica.pesevic@pmf.unibl.org

УВОД

Пораст продукције чврстог отпада као резултат економског развоја и раста становништва постао је један од најзначајнијих еколошких проблема нашег времена. Око 1.3 милијарде тона отпада годишње генерише се широм свијета, а Свјетска банка је прогнозирила да ће горња цифра вјероватно порасти на 2.2 милијарде тона до 2025. године, односно до скоро 4 милијарде тона до 2100. године. Депоноване отпада сматра се најекономичнијом и најприхваћенијом методом одлагања отпада (Kumar & Sharma, 2014; Cudjoe & Acquah, 2021) посебно у земљама у развоју. Иако би депоноване отпада требало да буде посљедње у хијерархији управљања отпадом због највеће емисије гасова стаклене баште у поређењу са другим системима управљања отпадом, оно је и даље веома уобичајено широм свијета (Zuberi & Ali, 2015). Европска унија (ЕУ) и остатак „златне милијарде“ који уживају висок животни стандард стварају око 420 милиона тона комуналног отпада, од чега се најмање 210 милиона тона (50 %) одлаже на депоније (Themelis & Ulloa, 2007; Ciula et al., 2018). Посматрано на глобалном нивоу депоновани чврсти комунални отпад износи негдје близу 1.5 милијарди тона (Murphy & McKeogh, 2004; Themelis & Ulloa, 2007).

Према подацима ЕУ статистике у Босни и Херцеговини је 95 % комуналног отпада одложено на депоније будући да се употреба међутретмана као што су спаљивање, гасификација и рециклажа активно не практикују за ефикасно уклањање отпада у овој држави. Према подацима Агенције за статистику Босне и Херцеговине, процијењена количина произведеног комуналног отпада у 2018. години износи 1243973 t, односно 355 kg по становнику годишње или 0.97 kg по становнику на дан.

Ова студија представља наставак истраживања у области управљања отпадом у Босни и Херцеговини (Pešević, 2022; Pešević & Marković, 2018; Pešević & Crnogorac, 2008; Topić et al., 2013). Примарни проблем који се обично налази на депонијама је производња високих концентрација метана и угљен-диоксида, те испарљивих органских једињења која су узрок

INTRODUCTION

The increase in solid waste generation as a result of economic development and population growth has become one of the most significant environmental problems of our time. About 1.3 billion tons of waste are generated annually worldwide, and the World Bank has forecast that the above figure will probably increase to 2.2 billion tons by 2025, or to almost 4 billion tons by 2100. Landfilling is considered the most economical and accepted method of waste disposal (Kumar & Sharma, 2014; Cudjoe & Acquah, 2021) especially in developing countries. Although landfilling should be the last in the waste management hierarchy due to the highest greenhouse gas emissions compared to other waste management systems, it is still very common worldwide (Zuberi & Ali, 2015). The European Union (EU) and the rest of the “golden billion” who enjoy a high standard of living generate about 420 million tons of municipal waste, out of which at least 210 million tons (50 %) are landfilled (Themelis & Ulloa, 2007; Ciula et al., 2018). Observed at the global level, the deposited solid municipal waste amounts to somewhere close to 1.5 billion tons (Murphy & McKeogh, 2004; Themelis & Ulloa, 2007).

According to the data of EU statistics in Bosnia and Herzegovina, 95 % of municipal waste is deposited in landfills, since the use of intermediate treatments such as incineration, gasification and recycling are not actively practised for efficient waste removal in this country. According to the data of the Agency for Statistics of Bosnia and Herzegovina, the estimated amount of municipal waste generated in 2018 was 1243973 t, i.e. 355 kg per inhabitant per year or 0.97 kg per inhabitant per day.

This study is a continuation of research in the field of waste management in Bosnia and Herzegovina (Pešević, 2022; Pešević & Marković, 2018; Pešević & Crnogorac, 2008; Topić et al., 2013). The primary problem commonly found in landfills is the production of

многих непријатних мириса. У Босни и Херцеговини је у последње двије деценије отпочео процес изградње санитарних депонија са циљем ограничавања емисија загађујућих материја у спољашњу средину. Међутим, одлагање отпада и даље представља пријетњу људском здрављу и животној средини стварањем депонијског гаса и различитих полутаната (Tansel & Inanloo, 2019) и представља потенцијалне здравствене ризике (Zhang et al., 2021; Marti et al., 2014), јер садрже потенцијално токсична хемијска једињења, која настају различитим хемијским, физичким и биолошким процесима разградње отпада. Депонијски гас такође може да садржи једињења у траговима као што су: алифатични и ароматични угљоводоници, халогенована једињења и једињења која садрже силицијум до укупне концентрације од  $2000 \text{ mg/m}^3$  (Schweigkofler & Niessner, 2001), као и друга хемијска једињења као што су: алкани, циклоалкани, терпени, алкохоли и кетони, једињења сумпора и друга једињења (Allen et al., 1997). Ароматична једињења, главна група неметанских угљоводоника у депонијском гасу, сматрају се једним од најопаснијих типова загађивача ваздуха са неуротоксичним, канцерогеним и тератогеним својствима. Бензен, толуен, етилбензол, ксилен и стирен били су доминантна ароматична једињења у депонијском гасу, који су документовани и у аеробним и анаеробним условима (Duan et al., 2021).

Управљање депонијским гасовима је значајан изазов за све земље које се суочавају са проблемом одлагања отпада на депоније. Депонијски гасови су мјешавина гасова који настају у процесу разградње органског отпада на депонијама. Квалитативно, депонијски гас у великој мјери зависи од фазе распадања отпада унутар депоније. Ови гасови углавном се састоје од метана, угљен-диоксида, азота и кисеоника, али такође могу садржати и друге гасове, укључујући и штетне супстанце попут сумпор-водоника и амонијака. У стабилизovanом метаногеном стању, што је фаза од интереса из перспективе енергетског искориштавања, главне компоненте депонијског гаса су метан (од 40 % до 60 %), угљен-диоксид (од 35 % до 50 %), азот (од 0 % до 20 %), кисеоник (од

high concentrations of methane and carbon dioxide, and volatile organic compounds that are the cause of many unpleasant odours. In Bosnia and Herzegovina, in the last two decades, the process of building sanitary landfills has started with the aim of limiting the pollutant emissions into the external environment. However, waste disposal still poses a threat to human health and the environment through the generation of landfill gas and various pollutants (Tansel & Inanloo, 2019) and poses potential health risks (Zhang et al., 2021; Marti et al., 2014), as they contain potentially toxic chemical compounds, which are generated by different chemical, physical and biological processes of waste decomposition. Landfill gas may also contain trace compounds such as: aliphatic and aromatic hydrocarbons, halogenated compounds and silicon-containing compounds up to a total concentration of  $2000 \text{ mg/m}^3$  (Schweigkofler & Niessner, 2001), as well as other chemical compounds such as: alkanes, cycloalkanes, terpenes, alcohols and ketones, sulphur compounds and other compounds (Allen et al., 1997). Aromatic compounds, the main group of non-methane hydrocarbons in landfill gas, are considered one of the most dangerous types of air pollutants with neurotoxic, carcinogenic and teratogenic properties. Benzene, toluene, ethylbenzene, xylene, and styrene were the dominant aromatic compounds in landfill gas, which were documented under both aerobic and anaerobic conditions (Duan et al., 2021).

Landfill gas management is a significant challenge for all countries facing the problem of landfill waste. Landfill gases are a mixture of gases produced in the process of decomposition of organic waste in landfills. Qualitatively, landfill gas largely depends on the stage of waste decomposition inside the landfill. These gases mainly consist of methane, carbon dioxide, nitrogen and oxygen, but can also contain other gases, including harmful substances such as hydrogen sulphide and ammonia. In the stabilised methanogenic state, which is the phase of interest from

0 % до 1 %) и сумпор-водоник (од 50 ppm до 200 ppm) (Bove & Lunghi, 2006). Депонијски гасови имају веома штетан утицај на животну средину, како на локалном, тако и на глобалном нивоу. На локалном нивоу, депонијски гасови могу изазвати непријатан мирис и довести до загађења ваздуха, што може негативно утицати на здравље људи и животиња у околини депоније. Депонијски гасови могу бити штетни за здравље људи, посебно у случају високих концентрација сумпор-водоника које могу изазвати различите респираторне и друге здравствене проблеме. Депонијски гасови могу изазвати и локално загађење воде и земљишта, јер се њиховим емитовањем у земљиште могу проузроковати проблеми са загађењем подземних вода.

На глобалном нивоу, депонијски гасови доприносе ефекту стаклене баште, чиме се повећава глобално загријавање и климатске промјене. Метан, који чини велики дио депонијских гасова, гас је са ефектом стаклене баште и има око 25 пута већи утицај на загријавање атмосфере од угљен-диоксида. Депонијски гас је рангиран као трећи највећи извор глобалних антропогених емисија метана, одговоран за отприлике 9–12 % тих емисија у 2005. години (IPCC, 2007). У Сједињеним Америчким Државама (САД) депоније чврстог комуналног отпада представљају такође трећи највећи антропогени извор емисија метана, чинећи приближно 14.5 % ових емисија у 2020. години (US EPA, 2022). Према овом извору, емисије метана са депонија комуналног отпада на простору САД у 2020. години биле су приближно једнаке емисији из око 20.3 милиона путничких возила која се возе годину дана или емисији CO<sub>2</sub> из скоро 11.9 милиона домаћинстава која користе енергију током једне године.

Како би се смањио утицај депонијских гасова на животну средину, постоји неколико мјера које се могу примијенити. Да би се одстранили негативни утицаји и неконтролисано ширење депонијског гаса на савременим санитарним депонијама изводи се планско сакупљање и спаљивање у контролисаним условима у циљу смањења њихове емисије у атмосферу. С друге стране, депонијски гас сматра

the perspective of energy utilisation, the main components of landfill gas are methane (from 40 % to 60 %), carbon dioxide (from 35 % to 50 %), nitrogen (from 0 % to 20 %), oxygen (from 0 % to 1 %) and hydrogen sulphide (from 50 ppm to 200 ppm) (Bove & Lunghi, 2006). Landfill gases have a very harmful environmental impact, both locally and globally. At the local level, landfill gases can cause unpleasant odours and lead to air pollution, which can negatively affect the health of people and animals around the landfill. Landfill gases can be harmful to human health, especially in the case of high concentrations of hydrogen sulphide that can cause various respiratory and other health problems. Landfill gases can also cause local water and soil pollution, because their emission into the soil can cause problems with groundwater pollution.

Globally, landfill gases contribute to the greenhouse effect, increasing global warming and climate change. Methane, which makes up a large part of landfill gases, is a greenhouse gas and has about 25 times more influence on atmospheric warming than carbon dioxide. Landfill gas is ranked as the third largest source of global anthropogenic methane emissions, responsible for approximately 9–12 % of these emissions in 2005 (IPCC, 2007). In the United States of America (USA), municipal solid waste landfills are also the third largest anthropogenic source of methane emissions, accounting for approximately 14.5 % of these emissions in 2020 (US EPA, 2022). According to this source, methane emissions from municipal waste landfills in the USA in 2020 were approximately equal to the emissions from about 20.3 million passenger vehicles driven for a year or the CO<sub>2</sub> emissions from nearly 11.9 million households using energy for a year.

In order to reduce the environmental impact of landfill gases, there are several measures that can be applied. In order to eliminate the negative impact and the uncontrolled landfill gas dispersion at modern sanitary landfills, planned collection and incineration are carried out under controlled conditions in order to reduce their emissions into the at-

се обновљивом енергијом која може замијени-ти фосилна горива. Могу се развити и при-мијенити технологије за пречишћавање депонијских гасова, што омогућава коришћење њихове енергетске вриједности (гријање, топла вода, струја, гориво у возилима) (Bicheldey & Latushkina, 2010; Sisani et al., 2016).

Европска комисија усвојила је директиву 31/1999/СЕ по којој је сакупљање и спаљивање на бакљи обавезно, препоручујући коришћење енергије овог гаса. Ако има топлотну вриједност од око 18 MJ/Nm<sup>3</sup>, овај гас може се искористити за добијање топлоте и/или електричне енергије.

У Босни и Херцеговини, управљање депонијским гасовима представља изазов, с обзиром на то да су многе депоније неуређене и неадекватно опремљене за сакупљање и пречишћавање гасова. У том смислу, потребно је уложити напоре у развој система за управљање депонијским гасовима и обезбиједити одговарајућу инфраструктуру за ову врсту технологије како би се смањио негативни утицај депонијских гасова на животну средину. Такође, важно је да се смањи количина органског отпада која се одлаже на депонију, како би се смањила емисија метана. У ту сврху, потребно је подстаћи примјену других метода за управљање органским отпадом, попут компостирања или производње биогаза.

Циљ овог рада је да утврди састав депонијских гасова током посматраног периода, као и имисионе концентрације аерополутаната како би се процијенио утицај депоније „Црни врх“ код Зворника на квалитет ваздуха.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

### Истраживано подручје

Локација депоније се налази непосредно испод истоименог превоја Црни врх, у долини лијеве притоке Црног потока. Удаљена је од центра Зворника око 20 km и налази се у близини магистралног пута Зворник – Тузла (Сл. 1). У ближој околини нема насеља. Локацију депоније одредили су представници локалне власти Зворник. Надморска висина

mosphere. On the other hand, landfill gas is considered a renewable energy that can replace fossil fuels. Technologies for the purification of landfill gases can be developed and applied, enabling the use of their energy value (heating, hot water, electricity, vehicle fuel) (Bicheldey & Latushkina, 2010; Sisani et al., 2016).

The European Commission adopted directive 31/1999/CE, according to which the collection and flaring is mandatory, recommending the use of energy from this gas. If it has a calorific value of about 18 MJ/Nm<sup>3</sup>, this gas can be used to obtain heat and/or electricity.

In Bosnia and Herzegovina, landfill gas management is a challenge, given that many landfills are unorganised and inadequately equipped for gas collection and purification. In this sense, it is necessary to invest efforts in the development of landfill gas management systems and to provide appropriate infrastructure for this type of technology in order to reduce the negative environmental impact of landfill gases. Also, it is important to reduce the amount of organic waste that is disposed of in the landfill, in order to reduce the emission of methane. For this purpose, it is necessary to encourage the application of other methods for organic waste management, such as composting or biogas generation.

The aim of this paper is to determine the composition of landfill gases during the observed period, as well as the emission concentrations of air pollutants in order to assess the air quality impact of the “Crni vrh” landfill near Zvornik.

## MATERIALS AND METHODS

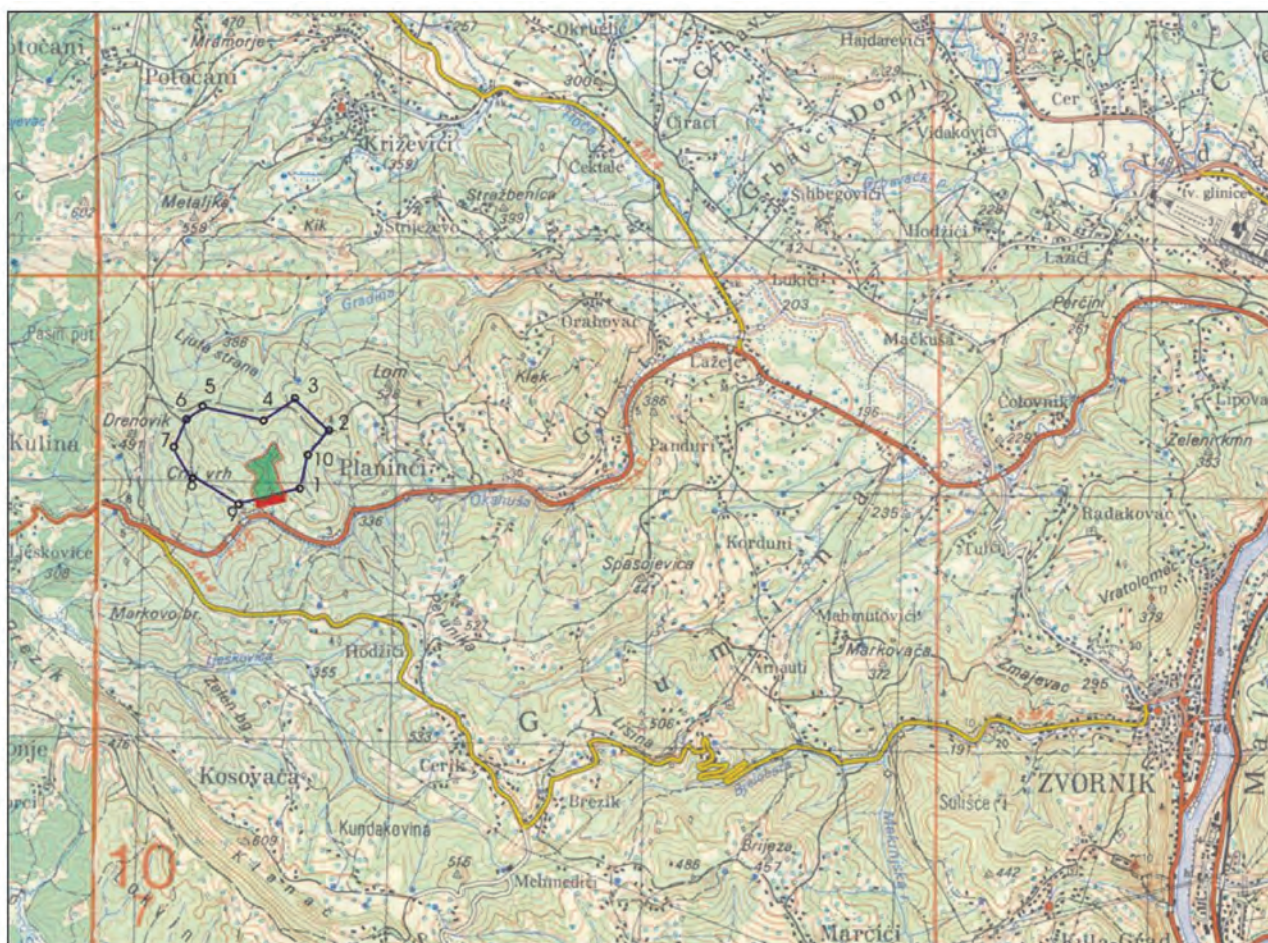
### Research Area

The landfill is located directly below the eponymous Crni vrh pass, in the valley of the left tributary of Crni potok. It is about 20 km away from the centre of Zvornik and is located near the main road Zvornik – Tuzla (Fig. 1). There are no settlements in the immediate vicinity. The landfill location was determined by representatives of the Zvornik local government. The altitude of the

ДУШИЦА ПЕШЕВИЋ И НЕБОЈША КНЕЖЕВИЋ  
DUŠICA PEŠEVIĆ AND NEBOJŠA KNEŽEVIĆ

регионалне депоније „Црни врх“ је од 365.00 m н. в. (кота ножице насипа) до 395.00 m н. в. (кота круне насипа – II фаза изградње). Истражно подручје припада брежуљкасто-брдовитим теренима источног дијела Републике Српске. Површина му је избраздана бројним поточима и јаругама између којих се налазе брда или издужене брдске косине. Истраживани терен се налази у границама 300 m до 500 m н. в. (Црни врх 500 m; Дреновик 490.4 m).

“Crni vrh” regional landfill ranges from 365.00 m a. s. l. (elevation of the embankment toe) to 395.00 m a. s. l. (elevation of the embankment crown – II phase of construction). This research area belongs to the hilly terrain of eastern Republic of Srpska. Its surface is furrowed by numerous streams and ravines between which there are hills or elongated mountain slopes. The research terrain is located between 300 m and 500 m a. s. l. (Crni vrh 500 m; Drenovik 490.4 m).



Сл. 1. Просторни положај санитарне депоније „Црни Врх“  
Fig. 1. Spatial location of the “Crni Vrh” sanitary landfill

Санитарна регионална депонија „Црни врх“ код Зворника почела је са радом 2017. године. Изградњом ове депоније ријешено је питање одлагања отпада из 7 општина у Републици Српској (Зворник, Братунац, Власеница, Милићи, Осмаци, Сребреница и Шековићи), као и двије општине у Федерацији Босне и

“Crni vrh” sanitary regional landfill near Zvornik started operating in 2017. The construction of this landfill solved the issue of waste disposal from 7 municipalities in the Republic of Srpska (Zvornik, Bratunac, Vlasenica, Milići, Osmaci, Srebrenica and Šekovići), as well as two municipalities in Fed-

Херцеговине (Калесија и Сапна). Општина Живинице у Федерацији Босне и Херцеговине такође привремено користи ову депонију за одлагање отпада.

Депонија располаже укупном површином од 69 ха (од тога 4.8 ха отпада на тијело депоније, а остатак на заштитни појас), капацитета 40000 t годишње за период од 20 година. Ова депонија налази се у близини старе депоније „Црни врх“ која је била велики еколошки проблем у овој регији, због лошег управљања отпадом. Нова санитарна депонија изграђена је у складу са европским стандардима, тако да задовољава све потребне критеријуме за одлагање отпада. Према подацима ЈП „Регионална депонија“ Зворник, на ову санитарну депонију је у току 2020. године депоновано 18349.67 t комуналног чврстог отпада што представља просјек од 58.81 t по дану и смањење у односу на 2019. годину од непуних 8 %.

Ова санитарна депонија представља значајан корак у рјешавању проблема неодогавајућег управљања отпадом у регији, а њеним коришћењем смањује се емисија штетних гасова у ваздух, као и загађивање воде и земљишта. На депонији је изграђена санитарна ћелија за одлагање отпада (постављена је непропусна HDPE фолија на површини од 42000 m<sup>2</sup>), а запремина активних ћелија је 687000 m<sup>3</sup> (Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске, 2020). Систем за дегасификацију је пасивног типа са бунарима за дегасификацију, а процједна вода се рециркулише на депонију, као што је предвиђено еколошком дозволом. Депонија посједује лагуну за процједне воде у којој се врши биолошко прочишћавање процједних вода. Такође, ова депонија има и слојевити систем одлагања отпада, који је осмишљен тако да спријечи загађење земљишта и подземних вода. Све ове активности допринијеле су смањењу емисије штетних гасова и унапређењу управљања отпадом у региону, што је позитивно утицало на животну средину и здравље људи у овом подручју. Ипак, процес дегасификације депоније је врло осјетљив и захтијева стално праћење квалитете ваздуха и гасова који настају разградњом отпада.

eration of Bosnia and Herzegovina (Kalesija and Sapna). Živinice municipality in Federation of Bosnia and Herzegovina also temporarily uses this landfill for waste disposal.

It has a total area of 69 ha (out of which 4.8 ha are occupied by the landfill body, and the rest by the protective belt), with a capacity of 40000 t per year for a period of 20 years. This landfill is located near the old “Crni vrh” landfill, which was a major environmental problem in this region, due to poor waste management. The new sanitary landfill was built in accordance with European standards, so it meets all the necessary waste disposal criteria. According to the data of JP “Regional Landfill” Zvornik, 18349.67 tons of municipal solid waste were deposited at this sanitary landfill in 2020, which represents an average of 58.81 t per day and a decrease compared to 2019 of less than 8 %.

This sanitary landfill represents a significant step in solving the problem of inadequate waste management in the region, and its use reduces the emission of harmful gases into the air, as well as water and soil pollution. A sanitary cell for waste disposal was built at the landfill (impervious HDPE film was installed on an area of 42000 m<sup>2</sup>), and the volume of active cells is 687000 m<sup>3</sup> (Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске, 2020). The degassing system is of the passive type with degassing wells, and the leachate is recirculated to the landfill, as required by the environmental permit. It has a leachate lagoon where biological purification of leachate is carried out. Also, this landfill has a layered waste disposal system, which is designed to prevent soil and groundwater pollution. All these activities have contributed to the reduction of harmful gas emissions and the improvement of waste management in the region, which has had a positive effect on the environment and human health in this area. However, the landfill degassing process is very sensitive and requires constant monitoring of the quality of air and gases generated by waste decomposition.



### Мјеста за узорковање

У циљу праћења емисије депонијских гасова са предметне депоније извршено је тзв. „секвентно узорковање”, тј. узорковање испусног гаса, при чему се анализа истог изводи на излазу гасног бунара (перфорирана PVC цијев) који одводи депонијски гас из тијела депонијске санитарне касете. У средишту депоније настаје надпритисак, па депонијски гас преко вертикалних одвода прелази у околину (ваздух). Системи за екстракцију депонијског гаса из тијела депоније састоје се од вертикалних и хоризонталних гасних бунара (зденаца). Вертикални бунари су перфориране PVC цијеве промјера 110 mm, постављене у самој фази израде депонијских касета. Ови бунари тренутно служе за дегасификацију одложеног отпада, а након одређеног периода (по завршетку метаногене анаеробне фазе деградације) повезују се хоризонталним цијевима.

Мјерења имисијских концентрација релевантних показатеља квалитета ваздуха извршена су на самој депонији (на платоу поред надстрешнице за смјештање механизације) (Сл. 2).

### Sampling Locations

In order to monitor landfill gas emissions from the landfill in question, the so-called “sequential sampling”, i.e. exhaust gas sampling was conducted, where the analysis is performed at the exit of the gas well (perforated PVC pipe) that drains landfill gas from the body of the landfill sanitary cassette. The over-pressure occurs in the center of the landfill, so the landfill gas passes into the environment (air) via vertical drains. Systems for extracting landfill gas from the landfill body consist of vertical and horizontal gas wells. Vertical wells are perforated PVC pipes with a diameter of 110 mm, installed in the very stage of landfill cassette construction. These wells are currently used for the degassing of disposed waste, and after a certain period of time (after the completion of the methanogenic anaerobic degradation phase) they are connected with horizontal pipes.

Measurements of immission concentrations of relevant air quality indicators were performed at the landfill itself (on the plateau next to the canopy for the placement of machinery) (Fig. 2).



Сл. 2. Сателитски снимак локације (Google Earth снимак)  
Fig. 2. Satellite image of the location (Google Earth image)

## Методe мјерења

У циљу мјерења емисије депонијских гасова на депонији „Црни врх“, у периоду од августа 2022. године до марта 2023. године, извршена су мјерења једном мјесечно и то сљедећих параметара: кисеоник, метан, угљен-диоксид и сумпор-водоник. За мјерење температуре и протока гасова коришћен је вишефункционални анализатор гасова Testo 325 који ради на бази електрохемијских сензора (Сл. 3). Додатно, коришћен је Dräger X-am 2000, преносиви уређај опремљен сензорима за мјерење специфичних ( $H_2S$ ,  $CO$ ,  $O_2$ ) и запаљивих/експлозивних гасова ( $CH_4$ ) који се продукују у опасној средини.

## Measurement Methods

In order to measure landfill gas emissions at the “Crni vrh” landfill, in the period from August 2022 to March 2023, measurements were made once a month of the following parameters: oxygen, methane, carbon dioxide and hydrogen sulphide. To measure temperature and gas flow, Testo 325, a multifunctional gas analyser, was used, which works on the basis of electrochemical sensors (Fig. 3). Additionally, the Dräger X-am 2000, a portable device equipped with sensors for measuring specific ( $H_2S$ ,  $CO$ ,  $O_2$ ) and flammable/explosive gases ( $CH_4$ ) generated in a hazardous environment, was used.



Сл. 3. Анализатор гасова Testo 325

Fig. 3. Testo 325 gas analyser

У циљу одређивања квалитета амбијенталног ваздуха на истраживаном простору, у периоду од 15. августа 2022. до 31. марта 2023. године, извршена су континуирана свакодневна мјерења следећих параметара: угљен-моноксида (CO), сумпор-диоксида (SO<sub>2</sub>), озона (O<sub>3</sub>), азотних оксида (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), укупних лебдећих честица (УЛЧ), лебдећих честица (PM<sub>10</sub>), укупних угљоводоника (THC), метана (CH<sub>4</sub>) и неметанских угљоводоника (NMHC).

Мониторинг квалитета ваздуха извршен је покретном еколошком лабораторијом опремљеном одговарајућим анализаторима и узоркивачем (Сл. 4). За одређивање нивоа SO<sub>2</sub> у околном ваздуху коришћена је метода ултравиолетне флуоресценције (BAS EN 14212:2013), мјерење азотних оксида извршено је хемилуминисценцијом (BAS EN 14211:2013), угљен-моноксида недисперзивном инфрацрвеном спектроскопијом (BAS EN 14626:2013), а озона ултравиолетном фотометријом (BAS EN 14625:2013). Анализатор за мјерење укупних угљиководоника и метана користи пламено ионизацијску методу, а гравиметријски узоркивач укупних чврстих честица и PM<sub>10</sub> стандардну гравиметријску методу (BAS EN 12341:2015) (Сл. 5).

In order to determine the ambient air quality in the investigated area, in the period from August 15, 2022 to until March 31, 2023, continuous daily measurements of the following parameters were carried out: carbon monoxide (CO), sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), ozone (O<sub>3</sub>), nitrogen oxides (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), total suspended particles (TSP), suspended particles (PM<sub>10</sub>), total hydrocarbons (THC), methane (CH<sub>4</sub>) and non-methane hydrocarbons (NMHC).

Air quality monitoring was carried out by a mobile environmental laboratory equipped with appropriate analysers and a sampler (Fig. 4). The ultraviolet fluorescence method was used to determine the level of SO<sub>2</sub> in the surrounding air (BAS EN 14212:2013), nitrogen oxides were measured by chemiluminescence (BAS EN 14211:2013), carbon monoxide (CO) was measured by non-dispersive infrared spectroscopy (BAS EN 14626:2013), and ground-level ozone by ultraviolet photometry (BAS EN 14625:2013). The analyser for measuring total hydrocarbons and methane uses the flame ionization method, and the gravimetric sampler for total solid particles and PM<sub>10</sub> uses the standard gravimetric method (BAS EN 12341:2015) (Fig. 5).



Сл. 4. Анализатор HORIBA JAPAN  
Fig. 4. HORIBA JAPAN analyser



Сл. 5. Гравиметријски узоркивач  
укупних чврстих честица и PM<sub>10</sub>  
Fig. 5. Gravimetric sampler of total  
solid substances and PM<sub>10</sub>

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Квалитет и квантитет депонијског гаса првенствено зависе од састава и старости отпада, а затим осталих фактора као што су: присуство и количина кисеоника у депонији, садржаја влаге, киселости, метеоролошких параметара (температура, падавине, атмосферски притисак и влажност ваздуха) и праксе управљања депонијом (степен сабијања и дебљине прекривеног слоја). Највећи дио депонијског гаса формира се бактеријском разградњом органског отпада, тако да количина генерисаног гаса зависи од количине органског отпада у депонији. Производња депонијског гаса почиње у року од неколико мјесеци након одлагања отпада и углавном траје око десет година или више, у зависности од састава отпада и доступности влаге. Годишња производња углавном достиже свој максимум три до осам година након депоновања. У свјеже одложеном отпаду почиње аеробна деградација отпада под утицајем аеробних микроорганизама и траје све док има доступног кисеоника. Вријеме трајања аеробног процеса зависи од количине заробљеног кисеоника у пораматијела депоније као и у самом отпаду, од степена збијености отпада, те од брзине прекривања отпада дневним прекривним слојем. Када се сав кисеоник потроши почиње продукција метана. Количина одложеног биоразградивог отпада директно утиче на настанак депонијских гасова и бројних полутаната који утичу на квалитет ваздуха у околини депоније (Mor et al., 2006). Директива Савјета ЕУ 1999/31/ЕС поставила је стратегије за смањење одлагања биоразградивог отпада на депоније, са циљем спречавања или смањења било каквих штетних утицаја на животну средину (СЕС, 1999).

Депонијски гас који садржи око 45–55 % метана може се убацити у мрежу цијеви за прикупљање гаса и користити као извор енергије. С друге стране, неконтролисаним испуштањем депонијског гаса повећава се емисија гасова са ефектом стаклене баште који негативно утичу на животну средину.

Депоније се могу посматрати као постројења за претварање биогаса у електричну енергију, и не само да покривају унутрашњу

## RESULTS AND DISCUSSION

The quality and quantity of landfill gas primarily depends on the composition and age of the waste, and then on other factors such as the presence and amount of oxygen in the landfill, moisture content, acidity, meteorological parameters (temperature, precipitation, atmospheric pressure and air humidity), and landfill management practices (degree of compaction and thickness of the covered layer). The greatest part of landfill gas is generated by bacterial decomposition of organic waste, so the amount of generated gas depends on the amount of organic waste in the landfill. Landfill gas generation begins within a few months of waste disposal and generally lasts about ten years or more, depending on the composition of the waste and the availability of moisture. Annual generation generally peaks three to eight years after deposition. In freshly deposited waste, aerobic degradation of waste begins under the influence of aerobic microorganisms and continues as long as there is available oxygen. The duration of the aerobic process depends on the amount of trapped oxygen in the landfill body pores as well as in the waste itself, on the degree of waste compaction, and on the speed of covering the waste with a daily covering layer. When all the oxygen is used up, methane generation begins. The amount of disposed biodegradable waste directly affects the generation of landfill gases and numerous pollutants that affect the air quality in the vicinity of the landfill (Mor et al., 2006). EU Council Directive 1999/31/EC set out strategies to reduce the disposal of biodegradable waste in landfills, with the aim of preventing or reducing any adverse environmental impact (СЕС, 1999).

Landfill gas containing about 45–55 % methane can be fed into a network of gas collection pipes and used as an energy source. On the other hand, the uncontrolled release of landfill gas increases the emission of greenhouse gases that have negative environmental impacts.

Landfills can be seen as plants for converting biogas into electricity, and they not

потрошњу објекта, већ и доприносе енергетској мрежи (Karapidakis et al., 2010; Yechiel & Shevah, 2016). Према Themelis и Ulloa (2007) од 2001. године било је око 955 депонија које су сакупљале биогас или депонијски гас, а највећи број је у САД, затим у Њемачкој и Уједињеном Краљевству. Коришћење депонијског гаса као горива за производњу електричне и топлотне енергије може бити важан начин за смањење утицаја депоније на животну средину и представља једноставан начин коришћења обновљивог извора енергије (Desideri et al., 2003; Kumar et al., 2004).

Резултати мјерења емисије депонијског гаса са високим процентом присутног кисеоника, који се креће у распону од 16.38 % до 19.46 %, показују да је на мјесту мјерења присутан свјеже одложени отпад у којем је доминантан аеробни процес разградње. То потврђују ниске концентрације угљен-диоксида који је присутан у концентрацији мањој од 1 %, као и метана у распону од 3.5 % до 4.1 % (Таб. 1). Ниске вриједности метана указују да се још нису стекли услови за њихово енергетско искоришћавање.

Сумпор-водоник (водоник-сулфид), који је познат по свом неугодном и интензивном мирису, креће се у распону од 8.0 % до 9.2 %. Сумпор-водоник је запаљив, експлозиван безбојан гас, који у малим концентрацијама има мирис покварених јаја.

only cover the internal consumption of the facility, but also contribute to the energy network (Karapidakis et al., 2010; Yechiel & Shevah, 2016). According to Themelis and Ulloa (2007), as of 2001, there were about 955 landfills that collected biogas or landfill gas, the largest number being in the USA, followed by Germany and the United Kingdom. The use of landfill gas as fuel for the generation of electricity and heat can be an important way to reduce the environmental impact of landfill and is a simple way of using a renewable energy source (Desideri et al., 2003; Kumar et al., 2004).

Measurement results of the emission of landfill gas with a high percentage of oxygen present, ranging from 16.38 % to 19.46 %, show that there is freshly deposited waste at the measurement site, in which the aerobic decomposition process is dominant. This is confirmed by low concentrations of carbon dioxide, which is present in a concentration of less than 1 %, as well as methane in the range of 3.5 % to 4.1 % (Tab. 1). Low values of methane indicate that the conditions for their energy utilisation have not yet been achieved.

Hydrogen sulphide, which is known for its unpleasant and intense odour, ranges from 8.0 % to 9.2 %. Hydrogen sulphide is a flammable, explosive, colourless gas, which in small concentrations has the smell of rotten eggs.

Таб. 1. Резултати мјерења емисије депонијског гаса на локацији депоније „Црни врх“ у периоду од августа 2022. до марта 2023. године

Tab. 1. Results of landfill gas emission measurements at the “Crni vrh” landfill site in the period from August 2022 to March 2023

Период мјерења / Measurement period	O <sub>2</sub> (%)	CH <sub>4</sub> (%) vol.	CO <sub>2</sub> (%) vol.	H <sub>2</sub> S (ppm)
Август / August	19.46	4.11	0.88	9.22
Септембар / September	18.12	3.98	0.87	9.14
Октобар / October	18.04	3.94	0.79	9.06
Новембар / November	18.01	3.91	0.80	9.08
Децембар / December	17.71	3.54	0.78	8.79
Јануар / January	16.38	3.88	0.71	8.55
Фебруар / February	17.21	3.74	0.69	8.02
Март / March	17.16	3.65	0.62	8.00

Познато је да депоније емитују и друге аерополутанте. Депоније су идентификоване као опасан извор загађивача ваздуха према Стратегији о токсичности ваздуха у урбаним срединама Америчке агенције за заштиту животне средине. У циљу утврђивања садржаја загађујућих материја у ваздуху на локацији регионалне санитарне депоније „Црни врх“, вршено је континуирано мјерење квалитета ваздуха у периоду од 15. августа 2022. до 31. марта 2023. године. Извршено је мјерење имисионих концентрација честица прашине мање од 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ), мјерење имисијских концентрација  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{THC}$ ,  $\text{NMHC}$  и  $\text{CH}_4$  (Таб. 2).

PM се стварају на депонијама као резултат људских дејстава механичким процесима који укључују сортирање, бацање и сабијање отпада булдожерима, нагомилавање земље и кретање возила преко претходно депонованог отпада (Salami & Popoola, 2023; Choi & Fernando, 2008). Димензије честица присутних у атмосфери обухватају широк обим, од 0.002  $\mu\text{m}$  до 100  $\mu\text{m}$ , а честице аеродинамичног пречника 10–100  $\mu\text{m}$  називају се укупне лебдеће честице (Chow & Watson, 2002). PM се могу подијелити у три групе на основу величине: груба фракција са аеродинамичким пречником мањим од 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) која се формира када се веће чврсте честице разбију механички; фина фракција са аеродинамичким пречником између 2.5  $\mu\text{m}$  и 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ) који се претежно формирају од гасова; и ултрафине фракције са аеродинамичким пречницима у опсегу мањим од 2.5  $\mu\text{m}$  и мањим од 0.1  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{0.1}$ ) који настају као резултат нуклеације (Salami & Popoola, 2023). У Републици Српској су Уредбом о условима за мониторинг квалитета ваздуха (Службени гласник Републике Српске, број 124/12) укупне таложне материје дефинисане као честице пречника већег од 10  $\mu\text{m}$ , које се услед сопствене тежине преносе из ваздуха на разне површине (земљиште, вегетација, вода, грађевине и др.). Таложне честице сматрају се најмање ризичним, јер не могу допријети дубоко у плућа ни далеко од извора емисије, али до негативног утицаја по здравље изложеног становништва ипак може доћи услед могуће директне ин-

Landfills are known to emit other air pollutants as well. They are identified as a hazardous source of air pollutants by the United States Environmental Protection Agency Urban Air Toxics Strategy. In order to determine the content of air pollutants at the "Crni vrh" regional sanitary landfill location, continuous air quality measurements were carried out in the period from August 15, 2022 to March 31, 2023. The immission concentrations of dust particles smaller than 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) were measured, the immission concentrations of  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{THC}$ ,  $\text{NMHC}$  and  $\text{CH}_4$  were measured (Tab. 2).

PM is generated in landfills as a result of human actions by mechanical processes that include sorting, dumping and compaction of waste by bulldozing, soil compaction and vehicle movement over previously deposited waste (Salami & Popoola, 2023; Choi & Fernando, 2008). The dimensions of particles present in the atmosphere cover a wide range, from 0.002  $\mu\text{m}$  to 100  $\mu\text{m}$ , and particles with an aerodynamic diameter of 10–100  $\mu\text{m}$  are called total suspended particles (Chow & Watson, 2002). PM can be divided into three groups based on size: the coarse fraction with an aerodynamic diameter of less than 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) which is formed when larger solid particles are broken up mechanically; the fine fraction with an aerodynamic diameter between 2.5  $\mu\text{m}$  and 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ) which is mainly formed from gases; and ultrafine fractions with aerodynamic diameters in the range of less than 2.5  $\mu\text{m}$  and less than 0.1  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{0.1}$ ) resulting from nucleation (Salami & Popoola, 2023). In the Republic of Srpska, according to the Regulation on conditions for air quality monitoring (Republic of Srpska Official Gazette, number 124/12), total sediments are defined as particles with a diameter greater than 10  $\mu\text{m}$ , which due to their own weight are transferred from the air to various surfaces (soil, vegetation, water, buildings, etc.). Sediments are considered the least risky, because they cannot reach deep into the lungs or far from the emission source, but the negative impact on health of the exposed popula-

ДУШИЦА ПЕШЕВИЋ И НЕБОЈША КНЕЖЕВИЋ  
DUŠICA PEŠEVIĆ AND NEBOJŠA KNEŽEVIĆ

Таб. 2. Средња мјесечна вриједност анализираних параметара у ваздуху на локацији депоније „Црни врх“ у периоду од 15. августа 2022. до 31. марта 2023. године  
Tab. 2. Average monthly value of the analysed parameters in the air at the “Crni vrh” landfill location in the period from August 15, 2022 to March 31, 2023

Анализирани полутанти / Analysed pollutants	CO (mg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	УЛЧ/ TSP	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	ТНС	CH <sub>4</sub>	NMHC
Август / August	0.34	14.51	64.89	15.27	24.87	22.02	34.92	34.29	1630.52	1145.57	233.82
Септембар / September	0.28	18.93	55.84	15.37	32.72	48.1	37.8	29.07	1589.99	1164.57	194.96
Октобар / October	0.32	26.31	37.72	9.91	12.31	22.49	38.99	29.99	1624.67	1136.86	208.49
Новембар / November	0.46	31.97	34.78	32.07	39.91	72.77	43.92	33.78	1692.92	1133.06	227.15
Децембар / December	0.84	13.56	30.69	27.19	32.25	59.66	47.53	36.56	1693.8	1139.34	232.81
Јануар / January	1.12	18.56	22.75	19.43	22.02	41.59	44.41	34.16	1731.18	1167.22	223.27
Фебруар / February	0.58	10.79	9.04	16.24	18.51	34.75	26.79	20.61	1472.6	1111.8	155.88
Март / March	0.87	29.84	23.2	22.84	27.05	49.87	33.41	26.46	1688.76	1166.73	200.07

халације након емисије, али и секундарним путем након таложења кроз ланац исхране (Hall et al., 1994).

Највећа средња мјесечна вриједност лебдећих честица  $PM_{10}$  измјерена је током децембра и износила је  $36.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . На основу узорковања концентрације лебдећих честица  $PM_{10}$  током анализираног периода (август 2022. – март 2023.) може се констатовати да је просјечна концентрација лебдећих честица  $PM_{10}$  износила  $30.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Највећа средња дневна вриједност концентрације износила је  $48.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$  и забиљежена је у мјесецу јануару 2023. године, а најнижа просјечна дневна вриједност износила је  $11.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , забиљежена истог мјесеца. Измјерене просјечне дневне концентрације биле су испод граничне вриједности од  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  дефинисане Уредбом о вриједностима квалитета ваздуха (Службени гласник Републике Српске, број 124/12), али неке од забиљежених вриједности биле су врло близу граничне вриједности, што треба имати у виду при будућем раду ове депоније.

Највећа средња мјесечна вриједност укупних лебдећих честица (УЛЧ) измјерена је током децембра и износила је  $47.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Просјечна концентрација УЛЧ за све вријеме мјерења износила је  $38.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Највећа просјечна дневна вриједност концентрације износила је  $63.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (измјерена у мјесецу јануару 2023. године), а најнижа просјечна вриједност износила је  $30.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (измјерена истог мјесеца).

Угљен-моноксид (CO) је безбојан, без мириса и укуса, али веома токсичан гас за жива бића, јер спада у групу хемијских загушљиваца и највећих загађивача ваздуха. Настаје у току непотпуне оксидације органских материја. Истискујући кисеоник из рецептора црвених крвних зрнаца ствара карбоксихемоглобин, који ограничава транспорт и коришћење кисеоника у ткивима. Нивои CO на подручју истраживања кретали су се између  $0.19 \text{mg}/\text{m}^3$  (измјерено у октобру 2022. године) и  $2.17 \text{mg}/\text{m}^3$ , колико је износила максимална средња дневна вриједност у јануару 2023. године. Просјечна концентрација CO за цијели период мјерења износила је  $0.60 \text{mg}/\text{m}^3$ . Највећа средња мјесечна вријед-

tion can still occur due to possible direct inhalation after emission, but also by secondary means after sedimentation through the food chain (Hall et al., 1994).

The highest mean monthly value of suspended particles  $PM_{10}$  was measured during December and amounted to  $36.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The sampled concentration of  $PM_{10}$  suspended particles during the analysed period (August 2022 – March 2023) leads to a conclusion that the average concentration of  $PM_{10}$  suspended particles amounted to  $30.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The highest average daily concentration value amounted to  $48.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and was recorded in the month of January 2023, and the lowest average daily value amounted to  $11.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , recorded in the same month. The measured average daily concentrations were below the limit value of  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  defined by the Regulation on air quality values (Republic of Srpska Official Gazette, number 124/12), but some of the recorded values were very close to the limit value, which should be taken into account in the future operation of this landfill.

The highest mean monthly value of total suspended particles (TSP) was measured during December and amounted to  $47.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Average concentration of TSP for the entire measurement period was  $38.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The highest average daily concentration value was  $63.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  measured in January 2023, and the lowest average value was  $30.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$  measured in the same month.

Carbon monoxide (CO) is colourless, odourless and tasteless, but a very toxic gas for living beings, because it belongs to the group of chemical asphyxiants and the biggest air pollutants. It is generated during the incomplete oxidation of organic substances. Displacing oxygen from red blood cell receptors creates carboxyhaemoglobin, which limits the transport and use of oxygen in tissues. CO levels in the research area ranged between  $0.19 \text{mg}/\text{m}^3$  (measured in October 2022) and  $2.17 \text{mg}/\text{m}^3$ , which was the maximum average daily value (measured in January 2023). Average CO concentration for the entire measurement period was  $0.60 \text{mg}/\text{m}^3$ . The highest



ност концентрације CO измјерена је током јануара и износила је  $1.12 \text{ mg/m}^3$ . Утврђене просјечне вриједности за све вријеме мјерења су релативно ниске и доста испод граничне вриједности од  $5 \text{ mg/m}^3$  по важећој Уредби.

Сумпор-диоксид ( $\text{SO}_2$ ) је без боје, не гори нити ствара експлозивне смјеше. Оштрог је мириса (већина људи га може осјетити већ код његових концентрација у ваздуху од  $1 \text{ ppm}$ ). Са становишта аерозагађености, важне су оне реакције сумпор-диоксида у атмосфери при којима настају  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  или соли сулфатне киселине. Ове реакције могу бити фотохемијске или каталитичке. Сумпор-диоксид на собној температури може да реагује и као оксидирајуће средство. Сумпор-диоксид у контакту са вегетацијом може да изазове два типа оштећења листа: акутно и хронично оштећење. Акутно оштећење, изазвано релативно кратким утицајем већих концентрација сумпор-диоксида, манифестује се у оштећењу ћелија које се суше. Епидемиолошка истраживања су показала да утицај сумпор-диоксида на респираторни систем човјека зависи од његове концентрације у ваздуху. Поједина истраживања показују да су краткорочне промјене у концентрацијама  $\text{SO}_2$  повезане са повећаним бројем хитних болничких пријема због респираторних болести и смрти узрокованих респираторним и кардиоваскуларним болестима (Brown et al., 2003).

Највећа средња мјесечна вриједност концентрација  $\text{SO}_2$  у области истраживања измјерена је током новембра и износила је  $31.97 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . На основу узорковања концентрације сумпор-диоксида током анализираниог периода може се констатовати да је просјечна концентрација  $\text{SO}_2$  за цијели период мјерења износила  $20.55 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Током периода мјерења просјечне дневне концентрације кретале су се између максималне средње дневне вриједности од  $78.41 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  у мјесецу марту 2023. године и минималне вриједности од  $7.19 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  забиљежене у децембру 2022. године, што је знатно ниже од граничне вриједности дате Уредбом која износи  $125 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ .

Озон ( $\text{O}_3$ ) се формира у атмосфери фотохемијским реакцијама у присуству Сунчеве свјетлости и прекурсора загађујућих

mean monthly value of CO concentration was measured during January and was  $1.12 \text{ mg/m}^3$ . The determined average values for the entire measurement period are relatively low and well below the limit value of  $5 \text{ mg/m}^3$  according to the current Regulation.

Sulphur dioxide ( $\text{SO}_2$ ) is colourless, does not burn or create explosive mixtures. It has a pungent smell (most people can already smell it at concentrations in the air of  $1 \text{ ppm}$ ). From the aspect of air pollution, those reactions of sulphur dioxide in the atmosphere that produce  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  or sulfuric acid salts are important. These reactions can be photochemical or catalytic. Sulphur dioxide at room temperature can also act as an oxidising agent. Sulphur dioxide in contact with vegetation can cause two types of leaf damage: acute and chronic damage. Acute damage, caused by a relatively short exposure to higher concentrations of sulphur dioxide, manifests itself in damage to cells that dry out. Epidemiological research has shown that the effect of sulphur dioxide on the human respiratory system depends on its concentration in the air. Some studies show that short-term changes in  $\text{SO}_2$  concentrations are associated with increased number of emergency hospital admissions due to respiratory diseases and deaths caused by respiratory and cardiovascular diseases (Brown et al., 2003).

The highest average monthly value of  $\text{SO}_2$  concentration in the research area was measured during November and amounted to  $31.97 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Based on the sampled sulphur dioxide concentration during the analysed period, it can be stated that the average concentration of  $\text{SO}_2$  for the entire measurement period amounted to  $20.55 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . During the measurement period, the average daily concentrations ranged between the maximum mean daily value of  $78.41 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (recorded in the month of March 2023) and the minimum value of  $7.19 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (recorded in December 2022), which is significantly lower than the limit value given by the Regulation which amounts to  $125 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ .

Ozone ( $\text{O}_3$ ) is generated in the atmosphere by photochemical reactions in the presence of sunlight and pollutant precursors, such as ni-

материја, као што су оксиди азота ( $\text{NO}_x$ ) и испарљива органска једињења (VOC). Уништава се реакцијама са  $\text{NO}_2$  и депонује се на земљу. Код благе изложености нижим концентрацијама озона јавља се надражај слузнице очију и горњих дисајних путева у виду сузења, печења у очима, гребања у грлу, стезања иза грудне кости и бол у виду раздирања у грудима и доводи до непродуктивног кашља. При 8-часовним концентрацијама које прелазе  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  долази до пораста броја смртних случајева за 5–9 %, у односу на изложеност на процијењеном позадинском нивоу (WHO, 2006).

Просјечна концентрација озона током анализираних периода износила је  $34.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Највећа средња мјесечна вриједност озона измјерена је током августа и износила је  $64.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Максимална средња дневна вриједност концентрације озона износила је  $89.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$  и забиљежена је у мјесецу августу, док је минимална износила  $7.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  у мјесецу марту. Све измјерене просјечне дневне вриједности у проучаваном осмомјесечном периоду биле су испод  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  што је концентрација која се сматра циљаном вриједности у циљу заштите здравља људи према Уредби о граничним вриједностима квалитета ваздуха.

Под азотним оксидима сматра се смјеша азотних оксида међу којима највећу биолошку активност испољавају азот-моноксид (NO), азот-диоксид ( $\text{NO}_2$ ) и азот-тетраоксид ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ). Азот-моноксид се врло брзо у ваздуху оксидише у азот-диоксид, споро у реакцијама са кисеоником, а много брже у реакцијама са озоном као оксидансом. Азот-диоксид, у присуству угљоводоника и ултраљубичастог свјетла, главни је извор тропосферског озона. Експерименталне студије на животињама и људима показују да је  $\text{NO}_2$ , у краткорочним концентрацијама већим од  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , токсичан гас са значајним здравственим ефектима (WHO, 2006). Азотни оксиди продиру у организам путем респираторног система гдје на влажној слузници граде азотну и азотасту киселину. Због њихове слабе растворљивости у води, овај процес се одиграва више у доњим него у горњим респираторним путевима. Као јак ок-

sid (NO<sub>x</sub>) and volatile organic compounds (VOC). It is destroyed by reactions with  $\text{NO}_2$  and is deposited on the ground. Mild exposure to lower concentrations of ozone causes irritation of the mucous membranes of the eyes and upper respiratory tract in the form of tearing, burning in the eyes, scratching in the throat, tightness behind the sternum and pain in the form of tearing in the chest and leads to an unproductive cough. At 8-hour concentrations exceeding  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , there is an increase in the number of deaths by 5–9 %, compared to exposure at the estimated background level (WHO, 2006).

Average ozone concentration during the analysed period amounted to  $34.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The highest average monthly value of ozone was measured during August and amounted to  $64.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The maximum mean daily value of ozone concentration amounted to  $89.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and was recorded in the month of August, while the minimum amounted to  $7.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and was recorded in the month of March. All measured average daily values in the studied eight-month period were below  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , which is considered the target value for the purpose of protecting human health according to the Regulation on limit values of air quality.

Nitric oxides are a mixture of nitrogen oxides, among which nitrogen monoxide (NO), nitrogen dioxide ( $\text{NO}_2$ ) and nitrogen tetroxide ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) exhibit the greatest biological activity. Nitrogen monoxide oxidizes very quickly in the air to nitrogen dioxide, slowly in reactions with oxygen, and much faster in reactions with ozone as an oxidant. Nitrogen dioxide, in the presence of hydrocarbons and ultraviolet light, is the main source of tropospheric ozone. Experimental studies on animals and humans show that  $\text{NO}_2$ , in short-term concentrations higher than  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , is a toxic gas with significant health effects (WHO, 2006). Nitrogen oxides penetrate into the body through the respiratory system, where they form nitric and nitrous acid on the moist mucosa. Due to their low solubility in water, this process takes place more in the lower than in the upper respiratory tract. As a strong oxidant, nitrogen dioxide

сиданс азот-диоксид може да оштети епителни слој који покрива респираторни тракт, дјелује на промјену функције ћелијске мембране и отвара пут за лакши улаз молекула алергена у плућно ткиво (Hesterberg et al., 2009). И мале количине удахнутих азотних оксида, усљед лучења хистамина, могу повећати отпор у дисајним путевима и смањити дифузиони капацитет плућа. Тренутна референтна вриједност Свјетске здравствене организације од  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (годишња средња вриједност) постављена је да заштити јавност од здравствених ефеката гасовитог  $\text{NO}_2$ , а иста гранична вриједност прописана је и Уредбом о вриједностима квалитета ваздуха у Републици Српској.

Просјечна дневна концентрација  $\text{NO}$  током осмомјесечног периода мјерења износила је  $24.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Највећа средња мјесечна вриједност концентрација  $\text{NO}$  измјерена је током новембра и износила је  $32.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Максимална дневна просјечна вриједност износила је  $55.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (измјерена у новембру 2022. године), док је најнижа дневна просјечна вриједност износила  $1.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (измјерена током октобра 2022. године). Уредба о вриједностима квалитета ваздуха не наводи граничне вриједности за  $\text{NO}$ .

Просјечна концентрација  $\text{NO}_2$  у току цијелог периода мјерења износила је  $26.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Највећа средња мјесечна вриједност  $\text{NO}_2$  измјерена је током новембра и износила је  $39.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Регистроване просјечне дневне концентрације су се кретале од максималне вриједности  $70.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  до минималне  $1.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  што представља нижу концентрацију од граничне вриједности за  $\text{NO}_2$  која износи  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  према важећој Уредби.

Вриједности параметра  $\text{NO}_x$  представљају укупне суме појединачних параметара  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ . Највећа средња мјесечна вриједност концентрација  $\text{NO}_x$  измјерена је током новембра и износила је  $72.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Просјечна концентрација  $\text{NO}_x$  у току цијелог периода мјерења износила је  $43.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Максимална дневна просјечна концентрација износила је  $125.76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (у новембру 2022.), док је најнижа вриједност била свега  $2.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (у октобру

can damage the epithelial layer that covers the respiratory tract, change the function of the cell membrane and pave the way for easier entry of allergen molecules into the lung tissue (Hesterberg et al., 2009). Even small amounts of inhaled nitrogen oxides, due to the secretion of histamine, can increase the resistance in the airways and reduce the diffusion capacity of the lungs. Current reference value of the World Health Organization of  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (annual mean value) is set to protect the public from the health effects of gaseous  $\text{NO}_2$ , and the same limit value is prescribed by the Regulation on air quality values in the Republic of Srpska.

Average daily concentration of  $\text{NO}$  during the eight-month measurement period amounted to  $24.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The highest mean monthly value of  $\text{NO}$  concentration was measured during November and amounted to  $32.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The maximum daily average value amounted to  $55.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (it was measured in November 2022), while the lowest daily average value amounted to  $1.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (it was measured during October 2022). The Regulation on air quality values does not specify limit values for  $\text{NO}$ .

Average  $\text{NO}_2$  concentration during the entire measurement period amounted to  $26.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The highest average monthly value of  $\text{NO}_2$  was measured during November and amounted to  $39.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Registered average daily concentrations ranged from a maximum value of  $70.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  to a minimum of  $1.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , which represents a lower concentration than the limit value for  $\text{NO}_2$ , which amounts to  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  according to the current Regulation.

Values of the  $\text{NO}_x$  parameter represent the total sums of the individual  $\text{NO}$  and  $\text{NO}_2$  parameters. The highest average monthly value of  $\text{NO}_x$  concentration was measured during November and amounted to  $72.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Average concentration of  $\text{NO}_x$  during the entire measurement period amounted to  $43.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The maximum daily average concentration amounted to  $125.76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in November 2022, while the lowest value was only  $2.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in October of the same year.

исте године). Уредба о вриједностима квалитета ваздуха не наводи граничне вриједности за  $\text{NO}_x$ .

Угљоводоници представљају смјешу врло различитих органских једињења реда парафина, олефина и цикличних деривата са већим и мањим низом С-атома чије структуре није лако одредити. Токсичне особине угљоводоника су различите и вишеструке, а нарочито удружено дјеловање више угљоводоника различитих структура. Тровање угљоводоником, попут бензена, обично се јавља случајно удисањем или гутањем ових цитотоксичних хемијских једињења. Дјелују на дисајни систем, централни нервни систем, кожу и паренхимне и крвотворне органе. Неки од њих су канцерогени.

Нивои укупних угљоводоника (ТНС) на подручју истраживања кретали су се између  $1325.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , забиљежено у септембру 2022. године, и  $1949.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  колико је износила највећа просјечна дневна концентрација измјерена током новембра 2022. године. Просјечна имисијска концентрација укупних угљоводоника (ТНС) износила је  $1640.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  за цијели период мјерења.

Метан ( $\text{CH}_4$ ) је врло инертан и није отрован, али повећање концентрације у ваздуху утиче на смањење садржаја кисеоника. Метан настаје биолошким разградњом органских компоненти у отпаду, а прије свих целулозе. Метан гори блиједоплавим пламеном, експлозиван је у смјеши са ваздухом од 5 % до 15 %. Просјечна имисијска концентрација метана на проучаваном простору износила је  $1145.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  за цијели период мјерења. Највећа просјечна дневна концентрација износила је  $1210.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (измјерена током марта 2023. године), а најнижа просјечна дневна измјерена вриједност била је  $1009.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (измјерена током октобра и новембра 2022. године). Највећа средња мјесечна вриједност концентрације метана измјерена је током јануара и износила је  $1167.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Просјечна имисијска концентрација неметанских угљоводоника (НМНС) је износила  $209.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$  за цијели период мјерења. Највећа просјечна дневна концентрација износила је  $288.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , а најнижа просјечна дневна измјерена вриједност  $130.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , а обе вриједности забиљежене су током мјесеца септембра

The Regulation on air quality values (Republic of Srpska Official Gazette, number 124/12) does not specify limit values for  $\text{NO}_x$ .

Hydrocarbons represent a mixture of very different organic compounds of the order of paraffins, olefins and cyclic derivatives with a higher and lower number of C-atoms whose structures are not easy to determine. Toxic properties of hydrocarbons are different and multiple, especially the combined effect of several hydrocarbons of different structures. Hydrocarbon poisoning, such as benzene, usually occurs through accidental inhalation or ingestion of these cytotoxic chemical compounds. They act on the respiratory system, central nervous system, skin and parenchymal and hematopoietic organs. Some of them are carcinogenic.

The levels of total hydrocarbons (THC) in the research area ranged between  $1325.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , recorded in September 2022, and  $1949.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , which was the highest average daily concentration (measured during November 2022). Average emission concentration of total hydrocarbons (THC) was  $1640.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for the entire measurement period.

Methane ( $\text{CH}_4$ ) is very inert and not poisonous, but increasing its concentration in the air affects the reduction of oxygen content. Methane is generated by the biological decomposition of organic components in waste, primarily cellulose. Methane burns with a pale blue flame; it is explosive in a mixture with air of 5 % to 15 %. Average emission concentration of methane in the studied area was  $1145.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for the entire measurement period. The highest average daily concentration was  $1210.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (measured during March 2023), and the lowest average daily measured value was  $1009.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (measured during October and November 2022). The highest mean monthly value of methane concentration was measured during January and amounted to  $1167.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Average immission concentration of non-methane hydrocarbons (NMHC) amounted to  $209.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for the entire measurement period. The highest average daily concentration amounted to  $288.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , and the lowest average daily measured value amounted to  $130.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , and both values were recorded during the month of September 2022. The

2022. године. Највећа средња мјесечна вриједност концентрација NMHC измјерена је током августа и износила је  $233.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Уредба о вриједностима квалитета ваздуха не наводи граничне вриједности за метан и NMHC.

Анализом добијених резултата мјерења наведених параметара током периода од 15. августа 2022. до 31. марта 2023. године може се закључити да измјерене концентрације полутаната у ваздуху на локалитету депоније „Црни врх“ не прелазе граничне вриједности према важећој Уредби о граничним вриједностима квалитета ваздуха у Републици Српској.

### ЗАКЉУЧАК

На санитарној регионалној депонији „Црни врх“ код Зворника примјењује се савремена технологија одлагања отпада, што омогућава значајно смањење емисије штетних гасова и других загађујућих материја. Да би се смањио негативан утицај депонијских гасова на животну средину, постоји неколико могућих рјешења. Једно од њих је сакупљање депонијских гасова и њихово коришћење као извора енергије. Састав депонијских гасова на предметној депонији у проучаваном периоду показује ниске вриједности метана што указује да се још нису стекли услови за њихово енергетско искоришћавање.

Комбиновањем резултата из двије области истраживања, тј. емисије депонијских гасова и мониторинг амбијенталног ваздуха, може се добити ефикасна и потпуна студија утицаја депоније на квалитет ваздуха и живи свијет. Мониторинг амбијенталног ваздуха спроведен на депонији показује да није дошло до прекорачења граничних вриједности емисионих концентрација 11 параметара за праћење квалитета ваздуха. Међутим, неке од забиљежених вриједности лебдећих честица  $\text{PM}_{10}$  биле су врло близу граничне вриједности према важећој Уредби, што треба имати у виду при будућем раду ове депоније. И друге загађујуће материје у ваздуху које настају као резултат рада депонија могу да представљају пријетњу, не само по животну средину, већ и по здравље људи. Како би се спријечили нежељени утицаји депоније, неопходно је примијенити адекватне мјере за управљање депонијама и депонијским гасовима у циљу смањења њиховог утицаја на животну

highest mean monthly value of NMHC concentrations was measured during August and amounted to  $233.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The Regulation on air quality values does not specify limit values for methane and NMHC.

The analysis of the measurement results of the mentioned parameters during the period from 15 August 2022 to 31 March 2023 leads to a conclusion that the measured air pollutant concentrations at the "Crni vrh" landfill site do not exceed the limit values according to the current Regulation on limit values of air quality in the Republic of Srpska.

### CONCLUSION

"Crni vrh" sanitary regional landfill near Zvornik applies modern waste disposal technology, which enables a significant reduction in the emission of harmful gases and other pollutants. In order to reduce the negative environmental impact of landfill gases, there are several possible solutions. One of them is the collection of landfill gases and their use as a source of energy. The composition of landfill gases at the landfill in question in the studied period shows low values of methane, which indicates that the conditions for their energy utilisation have not yet been achieved.

By combining results from two research fields, i.e., landfill gas emissions and ambient air monitoring, an efficient and complete study of the landfill's impact on air quality and living things can be obtained. Ambient air monitoring carried out at the landfill shows that the limit values of emission concentrations of 11 parameters for air quality monitoring were not exceeded. However, some of the recorded values of  $\text{PM}_{10}$  suspended particles were very close to the limit value according to the current Regulation, which should be taken into account in the future operation of this landfill. Other air pollutants that are generated as a result of landfill operations can pose a threat, not only to the environment and human health. In order to prevent the adverse landfill's impacts, it is necessary to implement adequate measures for the management of landfills and landfill gases in order to reduce their impact on the environ-

средину и климатске промјене. Такође, битно је и да се континуирано ради на унапређењу система управљања отпадом и да се подстиче свијест о важности правилне селекције отпада, јер количина и врста одложеног отпада утичу на квалитет ваздуха и друге елементе животне средине.

ment and climate change. It is also important to continuously work on improving the waste management system and to encourage awareness of the importance of proper waste selection, because the amount and type of disposed waste affects air quality and other elements of the environment.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Allen, M. R., Braithwaite, A., & Hills, C. C. (1997). Trace Organic Compounds in Landfill Gas at Seven UK Waste Disposal Sites. *Environmental Science & Technology*, 31(4), 1054–1061. <https://doi.org/10.1021/es9605634>
- Bicheldey, T. K., & Latushkina, E. N. (2010). Biogas Emission Prognosis at the Landfills. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 7, 623–628. <https://doi.org/10.1007/BF03326172>
- Bove, R., & Lunghi, P. (2006). Electric Power Generation from Landfill Gas Using Traditional and Innovative Technologies. *Energy Conversion and Management*, 47(11–12), 1391–1401. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2005.08.017>
- Brown, T. P., Rushton, L., Mugglestone, M. A., & Meechan, D. F. (2003). Health Effects of a Sulphur Dioxide Air Pollution Episode. *Journal of Public Health*, 25(4), 369–371. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdg083>
- Desideri, U., Di Maria, F., Leonardi, D., & Proietti, S. (2003). Sanitary Landfill Energetic Potential Analysis: A Real Case Study. *Energy Conversion and Management*, 44(12), 1969–1981. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(02\)00224-8](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(02)00224-8)
- Duan, Z., Kjeldsen, P., & Scheutz, C. (2021). Trace Gas Composition in Landfill Gas at Danish Landfills Receiving Low-Organic Waste. *Waste Management*, 122, 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.001>
- Zuberi, M. J. S., & Ali, S. F. (2015). Greenhouse Effect Reduction by Recovering Energy from Waste Landfills in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 117–131. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.028>
- Zhang, Y., Ning, X., Li, Y., Wang, J., Cui, H., Meng, J., Teng, C., Wang, G., & Shang, X. (2021). Impact Assessment of Odor Nuisance, Health Risk and Variation Originating from the Landfill Surface. *Waste Management*, 126, 771–780. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.055>
- IPCC. (2007). *Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Karapidakis, E. S., Tsave, A. A., Soupios, P. M., & Katsigiannis, Y. A. (2010). Energy Efficiency and Environmental Impact of Biogas Utilization in Landfills. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 7, 599–608. <https://doi.org/10.1007/BF03326169>
- Kumar, A., & Sharma, M. P. (2014). Estimation of GHG Emission and Energy Recovery Potential from MSW Landfill Sites. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 5, 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2013.11.004>
- Kumar, S., Mondal, A. N., Gaikwad, S. A., Devotta, S., & Singh, R. N. (2004). Qualitative Assessment of Methane Emission Inventory from Municipal Solid Waste Disposal Sites: A Case Study. *Atmospheric Environment*, 38(29), 4921–4929. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.05.052>
- Marti, V., Jubany, I., Pérez, C., Rubio, X., De Pablo, J., & Giménez, J. (2014). Human Health Risk Assessment of a Landfill Based on Volatile Organic Compounds Emission, Immission and Soil Gas Concentration Measurements. *Applied Geochemistry*, 49,

- 218–224. <https://doi.org/10.1016/j.apgeoc-hem.2014.06.018>
- Mor, S., Ravindra, K., De Visscher, A., Dahiya, R. P., & Chandra, A. (2006). Municipal Solid Waste Characterization and Its Assessment for Potential Methane Generation: A Case Study. *Science of the Total Environment*, 371(1–3), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.04.014>
- Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске. (2020). *Републички план управљања отпадом у Републици Српској за период 2019–2029*.
- Murphy, J. D., & McKeogh, E. (2004). Technical, Economic and Environmental Analysis of Energy Production from Municipal Solid Waste. *Renewable Energy*, 29(7), 1043–1057. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2003.12.002>
- Pešević, D. (2022). *Upravljanje otpadom*. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Banjoj Luci.
- Pešević, D., & Marković, M. (2018). Uloga lokalne samouprave u uspostavljanju integralnog sistema upravljanja otpadom u Republici Srpskoj. U D. Filipović, D. Šantić, & M. Marić (Ur.), *Sedmi naučno-stručni skup sa međunarodnom učešćem „Lokalna samouprava u planiranju i uređenju prostora i naselja: Geneze i perspektive prostornog razvoja“*, *Zbornik radova* (str. 529–535). Asocijacija prostornih planera Srbije, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet.
- Pešević, D., & Crnogorac, Č. (2008). Izbor lokacije deponije čvrstog otpada i uticaj na životnu sredinu na primjeru deponije „Ramići“ kod Banjaluke. *Гласник/Herald*, 12, 89–107.
- Salami, L., & Popoola, L. T. (2023). A Comprehensive Review of Atmospheric Air Pollutants Assessment Around Landfill Sites. *Air, Soil and Water Research*, 16. <https://doi.org/10.1177/11786221221145379>
- Sisani, F., Contini, S., & Di Maria, F. (2016). Energetic Efficiency of Landfill: An Italian Case Study. *Energy Procedia*, 101, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.009>
- Schweigkofler, M., & Niessner, R. (2001). Removal of Siloxanes in Biogases. *Journal of Hazardous Materials*, 83(3), 183–196. [https://doi.org/10.1016/S0304-3894\(00\)00318-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3894(00)00318-6)
- Tansel, B., & Inanloo, B. (2019). Odor Impact Zones Around Landfills: Delineation Based on Atmospheric Conditions and Land Use Characteristics. *Waste Management*, 88, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.028>
- Topić, M., Preradović, L., Stanković, M., Zimmermann, F., Fischer, W., Preradović, G., Pešević, D., & Topić, D. (2013). *Upravljanje otpadom u Republici Srpskoj: Analiza postojećeg stanja sa posebnim osvrtom na komunalna preduzeća*. Međunarodno udruženje naučnih radnika – AIS, Institut za geografiju i regionalno istraživanje Karl Frances.
- Themelis, N. J., & Ulloa, P. A. (2007). Methane Generation in Landfills. *Renewable Energy*, 32(7), 1243–1257. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2006.04.020>
- US EPA. (2022). *Methane Emissions from Landfills*. <https://www.epa.gov/lmop/basic-information-about-landfill-gas#methane>
- Hall, D. J., Upton, S. L., & Marsland, G. W. (1994). Designs for a Deposition Gauge and a Flux Gauge for Monitoring Ambient Dust. *Atmospheric Environment*, 28, 2963–2979. [https://doi.org/10.1016/1352-2310\(94\)90343-3](https://doi.org/10.1016/1352-2310(94)90343-3)
- Hesterberg, T. W., Bunn, W. B., McClellan, R. O., Hamade, A. K., Long, C. M., & Valberg, P. A. (2009). Critical Review of the Human Data on Short-Term Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>) Exposures: Evidence for NO<sub>2</sub> No-Effect Levels. *Critical Reviews in Toxicology*, 39(9), 743–781. <https://doi.org/10.3109/10408440903294945>
- CEC. (1999). Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the Landfill of Waste. *Official Journal of the European Communities*, 182, 1–19.
- Ciuła, J., Gaska, K., Generowicz, A., & Hajduga, G. (2018). Energy from Landfill Gas as an Example of Circular Economy. *EPJ Web of Conferences*, 30, Article 03002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183003002>

- Cudjoe, D., & Acquah, P. M. (2021). Environmental Impact Analysis of Municipal Solid Waste Incineration in African Countries. *Chemosphere*, 265, 129–186. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129186>
- Choi, Y. J., & Fernando, H. J. S. (2008). Implementation of a Windblown Dust Parameterization into MODELS-3/CMAQ: Application to Episodic PM Events in the US/Mexico Border. *Atmospheric Environment*, 42, 6039–6046. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.03.038>
- Chow, J. C., & Watson, J. G. (2002). Review of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> Apportionment for Fossil Fuel Combustion and Other Sources by the Chemical Mass Balance Receptor Model. *Energy & Fuels*, 16, 222–260. <https://doi.org/10.1021/ef0101715>
- WHO. (2006). *Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide*. [https://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aq/en/](https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aq/en/)
- Yechiel, A., & Shevah, Y. (2016). Optimization of Energy Generation Using Landfill Biogas. *Journal of Energy Storage*, 7, 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.est.2016.05.002>

Примљено / Received: 28. 06. 2023.

Исправљено / Revised: 19. 07. 2023.

Прихваћено / Accepted: 26. 07. 2023.





**ПРОМЈЕНЕ ВРИЈЕДНОСТИ КЛИМАТСКИХ ЕЛЕМЕНАТА И ЊИХОВ УТИЦАЈ  
НА ВОДНИ РЕЖИМ ГОРЊЕГ ТОКА ТАРЕ****Голуб Љ. Ћулафић<sup>1\*</sup>, Ана Милановић Пешић<sup>2</sup> и Јелена Голијанин<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Завод за хидрометеорологију и сеизмологију Црне Горе, Подгорица, Црна Гора<sup>2</sup>Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Београд, Србија<sup>3</sup>Универзитет у Источном Сарајеву, Филозофски факултет, Пале, Република Српска, БиХ

**Сажетак:** Ријека Тара са својих 146 km тока најдужа је ријека у Црној Гори. Има пространи слив, површине 2040 km<sup>2</sup> (до профила Шћепан Поље), са доста развијеном хидрографском мрежом (посебно у горњем дијелу), на коју је битно утицао геолошки састав терена. Анализа је рађена за слив ријеке Таре до профила хидролошке станице Требаљево. Клима на истраживаном простору је умјереноконтинентална, са хладним зимама и благим љетима. Средња годишња температура ваздуха за анализирани период у Колашину износи 7.4°C, док је годишња количина падавина 2126 mm. Слив припада нивално-плувијалном водном режиму, динарско-македонском подтипу. Вишегодишњи просјечни протицај на хидролошкој станици Требаљево износи 24.6 m<sup>3</sup>/s. Анализа резултата показује статистички значајне негативне трендове само у сезони љето (на нивоу 99.9 %) и на годишњем нивоу (на нивоу 95 %), док остала вишегодишња (1966–2014) сезонска колебања средњих протицаја немају статистички значај. Проучавано подручје карактеришу значајни позитивни трендови годишњих (0.04°C годишње) и сезонских температура ваздуха (најизраженији у сезони љето – 0.07°C годишње). С друге стране, трендови падавина били су негативни, посебно у љетњој сезони (смањење за 0.55 mm годишње), када су и саме вриједности температуре највише порасле.

**Кључне ријечи:** ријека Тара, протицај, температура, падавине, снијег, тренд.

Original scientific paper

**CHANGES IN THE VALUES OF CLIMATE ELEMENTS AND THEIR IMPACT ON THE  
WATER REGIME OF THE UPPER STREAM OF TARA RIVER****Golub Lj. Ćulafić<sup>1\*</sup>, Ana Milanović Pešić<sup>2</sup> and Jelena Golijanin<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Institute of Hydrometeorology and Seismology of Montenegro, Podgorica, Montenegro<sup>2</sup>Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA, Belgrade, Serbia<sup>3</sup>University of East Sarajevo, Faculty of Philosophy, Pale, Republic of Srpska, B&H

**Abstract:** The Tara River with its 146 km course is the longest river in Montenegro. It has a large watershed, with an catchment area of 2040 km<sup>2</sup> (up to the Šćepan Polje), with a well-developed hydrographic network (especially in the upper part), which was significantly influenced by the geological composition of the terrain. The analysis was done for the Tara River basin at the hydrological station Trebaljevo profile. The climate in the researched area is moderate-continental, with cold winters and mild summers. The average annual air temperature for the analyzed period in Kolašin is 7.4°C, while the annual amount of precipitation is 2126 mm. The basin belongs to the nival-pluvial water regime, Dinaric-Macedonian subtype. The perennial average flow at hydrological station Trebaljevo is 24.6 m<sup>3</sup>/s. The analysis of the results shows statistically significant negative trends only in the summer season (at the level of 99.9 %) and at the annual level (at the level of 95 %), while the other perennial (1966–2014) seasonal mean flow fluctuations have no statistical significance. The studied area is characterized by significant positive trends in annual (0.04°C per year) and seasonal air temperatures (most pronounced in the summer season – 0.07°C per year). On the other hand, precipitation trends were negative, especially in the summer season (decrease by 0.55 mm per year), when the temperature values themselves increased the most.

**Keywords:** Tara River, flow, temperature, precipitation, snow, trend.

\* Аутор за кореспонденцију: Голуб Љ. Ћулафић, Завод за хидрометеорологију и сеизмологију Црне Горе, 4 Пролетерске 19, 81000 Подгорица, Црна Гора, Е-mail: golub.culafic@meteo.co.me  
Corresponding author: Golub Lj. Ćulafić, Institute of Hydrometeorology and Seismology of Montenegro, 4 Proleterske 19, 81000 Podgorica, Montenegro, E-mail: golub.culafic@meteo.co.me

## УВОД

У новије вријеме, јављају се све озбиљнији проблеми са водама, који постају још сложенији због све већег смањивања протицаја на водотоцима, посебно током љетњих мјесеци, док се у осталим годишњим добима јављају бујице, поплаве итд. (Berghuijs et al., 2017; Blöschl et al., 2019; ЕЕА, 2017). Питање водних ресурса, њихове доступности, квантитета и квалитета, као и њихове варијабилности у контексту савремених климатских промјена, једна је од најзаступљених научних и стручних тема на глобалном нивоу, која заокупља пажњу научника посљедњих деценија (Szolgayova et al., 2014; Hu & Luo, 2015; Castino et al., 2017).

Знакови недавних климатских трендова виде се у неколико регионалних и глобалних трендова, укључујући: повећану температуру копна и океана (посебно у регионима ближим екватору); повећану учесталост екстремних временских појава (обилне падавине, поплаве, суше – хидролошке и метеоролошке итд.); промјене сезонских циклуса – на примјер, ранија појава прољећа (евидентно кроз раније цвјетање биљака и појаву раних прољећних токова) и повећано трајање вегетативног периода биљака (ЕЕА, 2017).

Глобални климатски процеси и промјене све се више изражавају кроз режим падавина и отицаја. Дугорочно и континуирано мјерење и праћење протицаја на ријекама има изузетно велики значај за изучавање варијабилности климе, имајући у виду да сезонски и годишњи протицаји ријека могу да се користе као индикатори климатских промјена, јер представљају реакцију ријечног слива на промјену метеоролошких фактора (првенствено температуре ваздуха и падавина). Анализирајући поменуте елементе, закључује се да протицаји имају предност, јер представљају реакцију и рефлексiju свих физичко-географских фактора (температуре ваздуха, евапотранспирације, литолошке подлоге, морфологије рељефа и вегетационог покривача), а не само падавина (Pasquini & Depetris, 2007). Дугорочна анализа проти-

## INTRODUCTION

In recent times, more and more serious problems with water are occurring, which are becoming even more complex due to the rising decrease in flow on watercourses, especially during the summer months, while torrents, floods, etc. occur in other seasons (Berghuijs et al., 2017; Blöschl et al., 2019; EEA, 2017). The question of water resources, their availability, quantity and quality, as well as their variability in the context of contemporary climate change, is one of the most represented scientific and professional topics at the global level, which has occupied the attention of scientists during the last decades (Szolgayova et al., 2014; Hu & Luo, 2015; Castino et al., 2017).

Signs of recent climate trends are seen in several regional and global variables, including: increased land and ocean temperatures (particularly in regions closer to the equator); increased frequency of extreme weather events (heavy rainfall, floods, droughts – hydrological and meteorological, etc.); changes in seasonal cycles – for example, the early appearance of spring (evident through the early flowering of plants and the appearance of early spring flows) and the increased duration of the plants growing season (EEA, 2017).

Global climate processes and changes are increasingly expressed through the rainfall and runoff regime. Long-term and continuous measurement and monitoring of river flows is extremely important for the study of climate variability, having in mind that seasonal and annual river flows can be used as indicators of climate change, as they represent the reaction of the river basin to the changes in meteorological factors (primarily air temperature and precipitation). Analyzing the mentioned elements, it is concluded that flows have an advantage, because they represent the reaction and reflection of all physical-geographical factors (air temperature, evapotranspiration, lithological substrate, relief morphology and vegetation cover) and not only precipitation (Pasquini & Depetris, 2007). Long-term flow analysis at the level of river basins is

цаја на нивоу ријечних сливова неопходна је за ефикасно планирање и управљање водним ресурсима (Croitoru & Minea, 2014).

Због ученог пораста температуре ваздуха, те промјена режима падавина, долази до израженијег колебања протицаја на ријекама током године, од поплава и плављења па до драстичних смањивања протицаја. Анализе са глобалног (Do et al., 2017; Kleinen & Petschel-Held, 2007; Milly et al., 2005), регионалног (Blöschl et al., 2019; Bouwer et al., 2008; Dankers & Feyen, 2008; Kundzewicz et al., 2013; Lehner et al., 2006) до националног и локалног нивоа (Gnjato et al., 2019; Kovačević-Majkić & Urošev, 2014; Oblak et al., 2021; Pandžić et al., 2009) показују да су се у неким регионима и областима десиле значајне флукуације ријечног режима (било у правцу повећане учесталости поплава или смањења протицаја), а тиме и на ширем подручју истраживаног простора. Анализе промјена протицаја вршене су на бројним ријекама у региону – Дунав (Dolinaj et al., 2019; Rimbu et al., 2002; Čanjevac, 2012), Сава (Gnjato et al., 2021; Leščešen et al., 2021; Oblak et al., 2021; Orešić et al., 2017; Pandžić & Trninić, 1998; Pandžić et al., 2009; Stojković et al., 2014), Мура (Oblak et al., 2021; Frantar & Hrvatin, 2005; Čanjevac & Orešić, 2015), Драва (Bonacci & Oskoruš, 2010; Oblak et al., 2021), Соча (Ulaga et al., 2008), Врбас (Gnjato et al., 2019), Сана (Gnjato, 2018), Требишњица (Gnjato et al., 2023), Западна Морава (Langović et al., 2017), Топлица (Martić Bursać et al., 2016, 2022), Тимок и Јужна Морава (Kovačević-Majkić & Urošev, 2014), Нишава (Đokić et al., 2022), као и у Црној Гори – Морача (Burić et al., 2016), Лим (Ćulafić et al., 2017) итд.

У региону југоисточне Европе (којем припада и Црна Гора) већ је уочен изражен тренд пораста температуре ваздуха у свим годишњим добима, као и промјене у расподјели падавина током године. Такође, уочена је интензивнија и чешћа појава поплава и суша (Trbić et al., 2018). Сличне карактеристике пораста температуре евидентирани су у свим дијеловима југоисточне Европе – на примјер, у Србији (Radivojević et al., 2015; Tošić et al.,

necessary for efficient planning and management of water resources (Croitoru & Minea, 2014).

Due to the observed increase in air temperature and changes in the precipitation regime, there is a more pronounced fluctuation in river flows during the year, from floods and inundation to drastic reductions in flow. Analyzes from the global (Do et al., 2017; Kleinen & Petschel-Held, 2007; Milly et al., 2005), regional (Blöschl et al., 2019; Bouwer et al., 2008; Dankers & Feyen, 2008; Kundzewicz et al., 2013; Lehner et al., 2006) to national and local levels (Gnjato et al., 2019; Kovačević-Majkić & Urošev, 2014; Oblak et al., 2021; Pandžić et al., 2009) show that in certain regions and areas there have been significant fluctuations in the river regime; and therefore in the wider area of the researched area. Analyzes of flow changes were carried out on numerous rivers in the region – Danube (Dolinaj et al., 2019; Rimbu et al., 2002; Čanjevac, 2012), Sava (Gnjato et al., 2021; Leščešen et al., 2021; Oblak et al., 2021; Orešić et al., 2017; Pandžić & Trninić, 1998; Pandžić et al., 2009; Stojković et al., 2014), Mura (Oblak et al., 2021; Frantar & Hrvatin, 2005; Čanjevac & Orešić, 2015), Drava (Bonacci & Oskoruš, 2010; Oblak et al., 2021), Soča (Ulaga et al., 2008), Vrbas (Gnjato et al., 2019), Sana (Gnjato, 2018), Trebišnjica (Gnjato et al., 2023), Zapadna Morava (Langović et al., 2017), Toplica (Martić Bursać et al., 2016, 2022), Timok and Južna Morava (Kovačević-Majkić & Urošev, 2014), Nišava (Đokić et al., 2022), as well as in Montenegro – Morača (Burić et al., 2016), Lim (Ćulafić et al., 2017), etc.

In the region of Southeast Europe (to which Montenegro also belongs), a prominent trend of increasing air temperature has already been observed in all seasons, as well as changes in the distribution of precipitation during the year. Also, a more intense and frequent occurrence of floods and droughts was observed (Trbić et al., 2018). Similar characteristics of the temperature rise have been recorded in all parts of Southeast Europe – for example in Serbia (Radivojević et al., 2015; Tošić et al., 2023), Croatia (Bonacci et al., 2021; Vrsalović et al., 2023; Ogrin, 2015), Slovenia (Ogrin, 2015; Tošić et al., 2016), Romania

2023), Хрватској (Bonacci et al., 2021; Vrsalović et al., 2023; Ogrin, 2015), Словенији (Ogrin, 2015; Тошић et al., 2016), Румунији (Bărbulescu, 2023; Birsan et al., 2014), Бугарској (Alexandrov et al., 2004), Босни и Херцеговини (Popov et al., 2018; Trbić et al., 2017), те Црној Гори (Burić et al., 2014; Burić & Doderović, 2021; Doderović et al., 2020). Просторна и временска (годишња и сезонска) хетерогеност у расподјели падавина забиљежена је у југоисточној Европи, укључујући Босну и Херцеговину (Popov et al., 2017), Србију (Luković et al., 2014; Milovanović et al., 2017; Milošević et al., 2021), Хрватску (Gajić-Čapka et al., 2015; Ogrin et al., 2022), Словенију (de Luis et al., 2014; Milošević et al., 2016), Румунију (Dumitrescu et al., 2015; Croitoru et al., 2016), Бугарску (Bocheva et al., 2009; Nikolova, 2007), па и Црну Гору (Burić et al., 2015).

Посљедњих година у Црној Гори почело се са детаљнијим проучавањем осцилација водних режима и могућих утицаја климатских промјена на њих. Студије падавина у Црној Гори углавном су се фокусирале на недавне трендове екстремних падавина широм земље (Burić et al., 2015) или на одређеном дијелу територије, на примјер, у Подгорици (Burić & Doderović, 2019, 2021), сјеверу државе (Doderović et al., 2020) и Кривошијама (медитеранска регија) (Ducić et al., 2012). Ćulafić et al. (2020) анализирали су просторне и временске обрасце падавина у Црној Гори. Burić et al. (2019) истраживали су однос између промјене температуре ваздуха на подручју Црне Горе и варијабилности циркулације атмосфере и открили су значајну корелацију између утицаја неколико образаца телеконекција. Burić et al. (2016) истраживали су велике поплаве у Црној Гори крајем 2010. године и колебање протицаја ријеке Мораче, а Ćulafić et al. (2017) утицај климатских промјена на водни режим Лима.

Савремена хидролошка и климатолошка истраживања заснивају се на анализи и компарацији бројних показатеља хидролошких и климатских елемената. Циљ овог истраживања је да се анализом основних климатских (температура, падавине, сњежни покривач) и хидролошких параметара (протицај) утврде промјене климатских елемената у периоду

(Bărbulescu, 2023; Birsan et al., 2014), Bulgaria (Alexandrov et al., 2004), Bosnia and Herzegovina (Popov et al., 2018; Trbić et al., 2017) and also in Montenegro (Burić et al., 2014; Burić & Doderović, 2021; Doderović et al., 2020). Spatial and temporal (annual and seasonal) heterogeneity in the distribution of precipitation was observed in Southeast Europe, including Bosnia and Herzegovina (Popov et al., 2017), Serbia (Luković et al., 2014; Milovanović et al., 2017; Milošević et al., 2021), Croatia (Gajić-Čapka et al., 2015; Ogrin et al., 2022), Slovenia (de Luis et al., 2014; Milošević et al., 2016), Romania (Dumitrescu et al., 2015; Croitoru et al., 2016), Bulgaria (Bocheva et al., 2009; Nikolova, 2007) and Montenegro as well (Burić et al., 2015).

In recent years, a more detailed studies of the oscillations of water regimes and the possible impact of climate change on them have been started in Montenegro. Precipitation studies in Montenegro mostly focused on recent trends in extreme precipitation across the country (Burić et al., 2015) or in a certain part of the territory, for instance, in Podgorica (Burić & Doderović, 2019, 2021), the northern part of the country (Doderović et al., 2020) and Krivošije (Mediterranean region) (Ducić et al., 2012). Ćulafić et al. (2020) analyzed the spatial and temporal patterns of precipitation in Montenegro. Burić et al. (2019) investigated the relationship between the changes in air temperature in the area of Montenegro and the variability of atmospheric circulation and found a significant correlation with the influence of several patterns of teleconnections. Burić et al. (2016) investigated large floods in Montenegro at the end of 2010 and fluctuations in the flow of the Morača River, whereas Ćulafić et al. (2017) analyzed the impact of climate change on the water regime of the Lim River.

Contemporary hydrological and climatological research is based on the analysis and comparison of numerous indicators of hydrological and climatic elements. The goal of this research is, based on analysis of the basic climatic (temperature, precipitation, snow cover) and hydrological parameters (flow) to determine changes in climatic elements in the 1966–2014 periods

1966–2014. године и њихов утицај на водни режим горњег тока ријеке Таре.

### ПРОСТОР ИСТРАЖИВАЊА

На малој површини коју заузима Црна Гора (13812 km<sup>2</sup>) могу се срести изузетно разноврсни и специфични облици рељефа, као и појаве и процеси на њему, што је последица дуге геолошке еволуције терена и изражених ендегених и егзогених сила.

Воде у Црној Гори отичу у два слива – слив Јадранског и слив Црног мора. Сливу Црног мора (тј. сливу ријеке Дунав) припада 7545 km<sup>2</sup> или 54.6 %, док сливу Јадранског мора припада 6267 km<sup>2</sup> или 45.4 % територије Црне Горе (Sekulić & Radulović, 2019). Слив Црног мора у регионалном погледу заузима простор средишњих високих заравни (1200–1800 m) и област сјевероисточне Црне Горе (600–1500 m). Овај простор карактеришу високе планине (Комови, Проклетије, Дурмитор, Бјеласица, Сињајевина итд.) које су рашчлањене и испресијецане сливовима ријека Лима, Таре, Пиве, Комарнице, Техотине и Ибра, као и њихових притока. Знатни дјелови терена изграђени су од кластичних и флишколиких глиновито-пјесковито-лапоровитих седимената у којима се јављају појаве убрзаног спирања, јаружања, кидања и клизања.

Изворишни дјелови ријеке Таре налазе се на катуну Бушат, испод врхова Маглића (2142 m н. в.), док главни ток настаје спајањем Опасанице и Веруше у мјесту Хан Гаранчића (1080 m н. в.). Од изворишта до ушћа Дрцке, десна страна слива Таре много је развијенија од лијеве. Највеће притоке су: Дрцка, Скрбуша, Пчиња, Свињача, Плашница, Језерштица, Штитарица, Бјелојевићка ријека, Бистрица, Равњак, Селачка ријека, Љутица, Драга и Сушица, а много извора и врела јављају се ободом кањона. Слив припада нивално-плувијалном водном режиму, динарско-македонском подтипу (Dukić & Gavrilović, 2008). Клима на овом простору је умјереноконтинентална, са хладним зимама и благим љетима.

and their influence on the water regime of the upper stream of the Tara River.

### STUDY AREA

On the small area which Montenegro occupies (13812 km<sup>2</sup>), one can encounter extremely diverse and specific forms of relief, as well as phenomena and processes on it, which is a consequence of the long geological evolution of the terrain and pronounced endogenous and exogenous forces.

The waters in Montenegro flow into two basins – basin of the Adriatic Sea and basin of the Black Sea. The Black Sea basin (i.e. the Danube River basin) covers 7545 km<sup>2</sup> or 54.6 %, while the Adriatic Sea basin covers 6267 km<sup>2</sup> or 45.4 % of the territory of Montenegro (Sekulić & Radulović, 2019). In regional terms, the Black Sea basin occupies the area of the central high plains (1200–1800 m) and the region of northeastern Montenegro (600–1500 m). This area is characterized by high mountains (Komovi, Prokletije, Durmitor, Bjelasica, Sinjajevina, etc.) which are dissected and intersected by the basins of the rivers Lim, Tara, Piva, Komarnica, Ćehotina and Ibar as well as their tributaries. Considerable parts of the terrain are made of clastic and flysch-like clayey-sandy-marly sediments in which phenomena of accelerated washing, dredging, tearing and sliding occur.

The headwaters of the Tara River are located on the Bušat ridge, below the peaks of Maglič Mountain (2142 m a. s. l.), while the main stream is created by the confluence of Opasanica and Veruša in the village of Han Garančića (1080 m a. s. l.). From the source to the mouth of the Drcka, the right side of the Tara River basin is much more developed than the left. The largest tributaries are: Drcka, Skrbuša, Pčinja, Svinjača, Plašnica, Jezerštica, Štitarica, Bjelojevićka rijeka, Bistrica, Ravnjak, Selačka rijeka, Ljutica, Draga and Sušica, and many springs and hot springs appear along the edge of the canyon. The basin belongs to the nival-pluvial water regime, Dinaric-Macedonian subtype (Dukić & Gavrilović, 2008). The climate in this area is moderate-continental, with cold winters and mild summers.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

## MATERIALS AND METHODS

Када се говори о могућим промјенама климатских и хидролошких елемената као и њиховим узроцима, прво је требало да се испита да ли промјене количине воде у ријекама, заједно са порастом температуре ваздуха и смањењем количине падавина уопште постоје, и ако постоје у којем су обиму и нивоу значајности. У раду су анализирани савремени трендови сезонских и годишњих протицаја у горњем току ријеке Таре.

Трендови протицаја анализирани су на профилу Требаљево на ријеци Тари. Хидролошка станица (ХС) Требаљево (кота „0“ = 894.1 m н. в.) налази се у истоименом селу и удаљена је од ушћа око 106 km. Низводније станице (ХС Мојковац, ХС Ђурђевића Тара, ХС Брштановица) имају превелике прескоке у раду, да би се на основу њих могли анализирати и добити адекватни подаци за цијели ток. Битно је напоменути да наведена хидролошка станица није мијењала свој положај, што омогућава адекватну и поуздану анализу хидролошких елемената.

Анализа трендова извршена је употребом статистичког програма XLSTAT (Free version 2019.4.2.), а поступак је заснован на непараметарском Mann-Kendall тесту, који се користи за утврђивање трендова у временским серијама и њиховог статистичког значаја, коришћењем тзв. мулти-временског приступа који подразумева прорачун тренда у покретним прозорима различите дужине (Kundzewicz, 2004; Kundzewicz & Robson, 2004). Mann-Kendall тест (и Sen метод) коришћен је за процјене промјена протицаја, падавина и температуре у посматраном периоду 1966–2014. године. Статистички значај посматраних трендова дефинисан је на нивоу значајности од 99.9 % ( $p \leq 0.001$ ), 99 % ( $0.001 < p \leq 0.01$ ) и 95 % ( $0.01 < p \leq 0.05$ ). Утврђивање постојања „преломне“ године, кад долази до изражене промјене просјечне вриједности протицаја, температуре и падавина, установљено је употребом Pettit теста.

У циљу утврђивања утицаја климатских промјена на колебање протицаја ријеке Таре,

When talking about possible changes in climatic and hydrological elements as well as their causes, it was necessary to first examine whether changes in the amount of water in rivers, together with an increase in air temperature and a decrease in the amount of precipitation, exist at all, and if they do exist, to what extent and to what level of significance. The paper analyzes the contemporary trends in seasonal and annual flows in the upper stream of the Tara River.

Flow trends were analyzed on the Trebaljevo profile on the Tara River. Hydrological station (HS) Trebaljevo (elevation “0” = 894.1 m a. s. l.) is located in the village of the same name and is about 106 km from the mouth. Downstream stations (HS Mojkovac, HS Đurđevića Tara, HS Brštanovica) have too large jumps in operation, so that it would not be possible to analyze them and obtain adequate data for the entire river course. It is important to note that the mentioned hydrological station did not change its position, which enables us to perform an adequate and reliable analysis of the hydrological elements.

The trend analysis was performed using the statistical program XLSTAT (Free version 2019.4.2), and the procedure is based on the non-parametric Mann-Kendall test, which is used to determine trends in time series and their statistical significance, using the so-called the multi-temporal approach, which implies the calculation of the trend in moving windows of different lengths (Kundzewicz, 2004; Kundzewicz & Robson, 2004). The Mann-Kendall test (and Sen’s method) was used to estimate changes in flow, precipitation and air temperature during the observed 1966–2014 periods. The statistical significance of the observed trends is defined at the significance level of 99.9 % ( $p \leq 0.001$ ), 99 % ( $0.001 < p \leq 0.01$ ) and 95 % ( $0.01 < p \leq 0.05$ ). Determining the existence of the “change point” year, when there is a pronounced change in the average value of flow, air temperature and precipitation, was performed using the Pettit test.

In order to determine the impact of climate change on the flow fluctuations on the Tara Riv-

израчунати су трендови средњих годишњих и сезонских температура ваздуха и количина падавина, а подаци су узети са метеоролошке станице Колашин (42°50' с. г. ш., 19°31' и. г. д. и 944 m н. в.) за исти референтни период као и код анализе хидролошких података.

Како би се на адекватан начин утврдило одступање годишње вриједности протицаја од просјечне, очекиване, вриједности, тј. да се утврди да ли се чешће јављају мање водне или више водне године, извршено је рангирање година по водности, што може бити и показатељ реакција цијелог слива на колебање режима ријека услед промјене климе. Ова методологија се користи и примјењује у хидролошким и географским проучавањима ради указивања кретања тренда у вишегодишњем режиму водности једног тока (Gnjato, 2018; Langović et al., 2017; Мустафић, 2012). Приликом оваквих истраживања увијек се поставља питање који је најбољи начин за овакву анализу и рангирање, јер се може примијенити више одређених расподјела (Pearson type III, Gumbel...) у зависности од обрађивача. У овом раду примијењена је Log-Pearson III расподјела за рангирање година према водности, коју је искористио и Оцокољић (1994), гдје је године у зависности од повратног периода величине протицаја, подијелио на катастрофално сушне, веома сушне, сушне, средње водне, водне, веома водне и катастрофално водне године (Ђокић, 2015). Водност одређене године је, у ствари, приказ вишка или мањка воде у водотоку, у односу на одређену нормалу.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

### Анализа протицаја

Годишњи протицај је индикатор за количину воде у датом ријечном сливу. Ако годишњи протицај расте, ризик од поплава такође расте. Низак годишњи протицај могао би довести до серије узрочно-последичних догађаја који се негативно одражавају на људске активности и водни екосистем.

Вишегодишњи просјечни протицај на ХС Требаљево износи 24.6 m<sup>3</sup>/s (Таб. 1). Вријед-

er, the trends in mean annual and seasonal air temperatures and precipitation were calculated, and the data were taken from the meteorological station Kolašin (42°50' N latitude, 19°31' E longitude and 944 m a. s. l.) for the same reference period as in the analysis of hydrological data.

In order to adequately determine the deviation of the annual flow value from the average, expected value, i.e. in order to determine whether the years with less water or more water occur more often, the years were ranked by wateriness, which can also be an indicator of the reactions of the entire basin to fluctuating river regimes due to climate change. This methodology is used and applied in hydrological and geographical studies in order to indicate the trend in the multi-year water regime of a stream (Gnjato, 2018; Langović et al., 2017; Мустафић, 2012). During such research, the question always arises as to what is the best way for this kind of analysis and ranking, because several specific distributions (Pearson type III, Gumbel, ...) can be applied depending on the processor. In this research, the Log-Pearson III distribution was applied to rank years according to wateriness, which was also used by Оцокољић (1994), where he divided the years into catastrophically dry, very dry, dry, medium watery, watery, very watery and catastrophically watery years depending on the return period of the flow (Ђокић, 2015). The wateriness of a given year is actually a representation of excess or deficiency of water in the watercourse, in relation to a certain normal.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Analysis of Flow

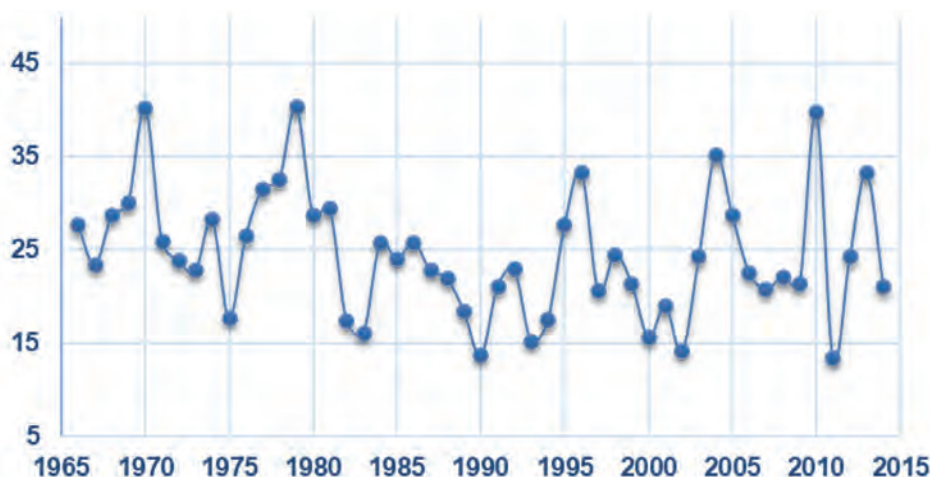
The annual flow is an indicator for the amount of water in a given river basin. If the annual flow increases, the risk of flooding also increases. Low annual flow could lead to a series of causal events that adversely affect human activities and the aquatic ecosystem.

The perennial average flow at HS Trebaljevo is 24.6 m<sup>3</sup>/s (Tab. 1). The values of



ности средњих мјесечних протицаја приказани су на Сл. 1. Највиши средњи мјесечни протицаји јављају се у прољеће (април–мај), а најнижи у сезонама лето и јесен. Овакав режим протицаја јавља се као последица сувог љетњег периода, којег карактеришу највише температуре ваздуха и минимална количина падавина. Највећи протицаји јављају се у сезони прољеће, што је условљено топљењем сњежног покривача и падавина. Осмотрени сезонски и годишњи трендови у периоду 1966–2014. године на анализираном хидролошком профилу показују одређене негативне трендове (Таб. 1). Може се претпоставити да се негативни трендови протицаја јављају као последица раста температура ваздуха и неравнојерне расподеле количине падавина од краја 20. вијека.

mean monthly flows are shown in Fig. 1. The highest mean monthly flows occur in spring (April–May) and the lowest in the summer and autumn seasons. This flow regime occurs as a consequence of the dry summer period, which is characterized by the highest air temperatures and the minimum amount of precipitation. The highest flows occur in the spring season, which is conditioned by the melting of the snow cover and precipitation. The observed seasonal and annual trends in the 1966–2014 periods on the analyzed hydrological profile show certain negative trends (Tab. 1). It can be assumed that negative flow trends occur as a result of rising air temperatures and uneven distribution of precipitation since the end of the 20th century.



Сл. 1. Вриједности средњегодишњих протицаја на ХС Требаљево у периоду 1966–2014. године  
 Fig. 1. Average annual discharge values at HS Trebaljevo in the 1966–2014 periods

Таб. 1. Годишње и сезонске просјечне вриједности протицаја на ХС Требаљево (m³/s), нагиб тренда (m³/s годишње) и његова статистичка значајност и преломне године (за период 1966–2014. године)  
 Tab. 1. Annual and seasonal average discharge values (m³/s) at HS Trebaljevo, trend values (m³/s per year) and their statistical significance and change point years (for the 1966–2014 periods)

Сезона / Season	Просјечни протицај / Average discharge	Тренд / Trend		Преломна година / Change point year
		Нагиб / Slope	р-вриједност / p-value	
Година / Year	24.6	-0.120	0.027	1981
Прољеће / Spring	41.0	-0.323	0.129	1987
Љето / Summer	8.7	-0.124	<0.001	1989
Јесен / Autumn	20.0	-0.093	0.555	1980
Зима / Winter	28.4	-0.018	0.086	1988

Резултати анализе за ХС Требаљево показују статистички значајне, на нивоу 99.9 %, негативне трендове протицаја само у сезони љето, док остали средњи сезонски протицаји не показују битнију статистичку значајност. У сезони љето, на профилу Требаљево, средњи протицаји опадали су просјечно за 0.124 m<sup>3</sup>/s годишње (Таб. 1).

Дакле, анализом осматраних трендова протицаја, може се закључити да углавном преовлађују негативни трендови, који нису статистички значајни (осим годишњих и протицаја у сезони љето). Да би се утврдио евентуални узрок и посљедица оваквих трендова кретања протицаја, потребно је било утврдити постојање „преломне“ године, када долази до изражене позитивне или негативне промјене у вриједностима протицаја. У анализираном сливном подручју, тачка тј. година послје које је дошло до одређених промјена јесте 1989. година (за љетње протицаје, на нивоу значајности од 99.9 %), док је 1981. година преломна у погледу годишњег тренда (Таб. 1).

Рангирање година по водности за истраживано подручје дато је у Таб. 2, на основу чега се може закључити да у анализираном периоду није било екстремно сушних нити екстремно водних година. Јако сушне године забиљежене су 3 пута (1990, 2002. и 2011. година). Највећи процентуални удио имају благо сушне (41 %) као и благо водне године (27 %). Најдужи континуитет појављивања имају благо сушне године и то 1987/’88/’89/’90/’91/’92, 1997/’98/’99. и 2006/’07/’08/’09. године, док су остала појављивања неправилно распоређена. Јако водне године биле су 1970, 1979. и 2010. година – када је дошло до великих поплава у сливу Таре и у цијелој Црној Гори.

The results of the analysis for HS Trebaljevo show statistically significant, at the level of 99.9 %, negative flow trends only in the summer season, while the other seasonal mean flows do not show statistical significant trends. In the summer season, on the Trebaljevo profile, mean flows decreased by an average of 0.124 m<sup>3</sup>/s per year (Tab. 1).

Therefore, by analyzing the observed flow trends, it can be concluded that mostly negative trends prevail, which are not statistically significant (except for annual and summer flows). In order to determine the possible cause and effect of such flow trends, it was necessary to determine the existence of a “change point” year, when there is a pronounced positive or negative change in flow values. In the analyzed basin area, the point, i.e. the year after which certain changes occurred was 1989 (for summer flows, at a significance level of 99.9 %), while 1981 was a turning point in terms of the annual trend (Tab. 1).

The ranking of years by wateriness for the researched area is given in the Tab. 2, based on which it can be concluded that there were no extremely dry or extremely wet years in the analyzed period. There have been three very dry years here (1990, 2002 and 2011). Mildly dry (41 %) and mildly watery years (27 %) have the highest percentage share. The longest continuity of occurrence have slightly dry years, namely 1987/’88/’89/’90/’91/’92, 1997/’98/’99 and 2006/’07/’08/’09, while the other occurrences were irregularly distributed. Strongly watery years were 1970, 1979 and 2010 – when there were large floods in the Tara River basin, and also in the entire Montenegro.

Таб. 2. Класификација година по водности (за период 1966–2014. године)  
Tab. 2. Classification of years by wateriness (for the 1966–2014 periods)

Тип / Type	Екстремно водне / Extremely watery	Јако водне / Strongly watery	Умјерено водне / Moderately watery	Благо водне / Mildly watery	Благо сушне / Mildly dry	Умјерено сушне / Moderately dry	Јако сушне / Very dry	Екстремно сушне / Extremely dry
Број година / Number of years	0	4	3	13	20	6	3	0
%	0	8	6	27	41	12	6	0

Промјене климатских елемената –  
 температура ваздуха и падавине

Changes in Climate Elements –  
 Air Temperature and Precipitation

Средња годишња вриједност температуре ваздуха за анализирани период 1966–2014. године у Колашину износи 7.4°C (Таб. 3). Најмање средње мјесечне вриједности забиљежене су у јануару (-1.6°C), а највеће у јулу (16.5°C). Апсолутно максимална температура забиљежена је у августу 2012. године (37.1°C), док је апсолутно минимална забиљежена у јануару 1985. године (-29.8°C). Просјечна количина падавина у истраживаном простору износи 2126 mm. Максимуми падавина јављају се у новембру (просјечно 128 mm), а минимуми у мјесецу августу (просјечно 49 mm).

Просјечне вриједности годишњих и сезонских температура и падавина, као и њихови трендови, дати су у Таб. 3. Наведене вриједности показују да се јављају статистички значајни позитивни трендови годишњих и сезонских температура ваздуха. Најизраженији раст температуре забиљежен је у сезонама лето и јесен. За лjetњи период вриједност тренда износи 0.07°C годишње, а у јесен 0.04°C годишње. С друге стране, забиљежени су трендови смањења годишњих и сезонских висина падавина (значајни у сезони лето).

The average annual value of the air temperature for the analyzed 1966–2014 periods in Kolašin is 7.4°C (Tab. 3). The lowest mean monthly values were recorded in January (-1.6°C) and the highest in July (16.5°C). The absolute maximum air temperature was recorded in August 2012 (37.1°C), while the absolute minimum was recorded in January 1985 (-29.8°C). The annual amount of precipitation in the researched area is 2126 mm. Maximum precipitation occurs in November (128 mm on average) and minimum in August (49 mm on average).

The average values of annual and seasonal air temperatures and precipitation, as well as their trends, are given in the Tab. 3. These values show that there are statistically significant positive trends in annual and seasonal air temperatures. The most pronounced increase in temperature was recorded in the summer and autumn seasons. For the summer season, trend slope is 0.07°C per year, and for autumn season it is 0.04°C per year. On the other hand, negative trends (i.e. reduction) in annual and seasonal precipitation were recorded (significant in the summer season).

Таб. 3. Годишње и сезонске просјечне вриједности температуре ваздуха и падавина у Колашину у периоду 1966–2014. године и њихови трендови

Tab. 3. Annual and seasonal average values of air temperature and precipitation in Kolašin in the 1966–2014 periods and their trends

Сезона / Season	Температура / Temperature (°C)		Падавине / Precipitation (mm)	
	Просјек / Average	Тренд / Trend	Просјек / Average	Тренд / Trend
Година / Year	7.4	0.04a	2126	-1.50
Прољеће / Spring	6.7	0.03	169	-0.14
Љето / Summer	15.7	0.07 <sup>a</sup>	85.7	-0.55 <sup>c</sup>
Јесен / Autumn	8.0	0.04 <sup>b</sup>	224.4	0.82
Зима / Winter	-0.8	0.02	230.3	-0.46

Напомена: Статистичка значајност на нивоу 99.9 % <sup>(a)</sup>, 99 % <sup>(b)</sup> и 95 % <sup>(c)</sup>.  
 Note: Statistical significance at the level of 99.9 % <sup>(a)</sup>, 99 % <sup>(b)</sup> and 95 % <sup>(c)</sup>.

На основу годишњих екстремних вриједности падавина може се одредити коефицијент колебања по Хелману, који пружа могућност сазнања о степену постојаности

Based on the annual extreme values of precipitation, the coefficient of fluctuation according to Hellman can be determined, which provides the opportunity to learn about the degree

годишњих сума падавина у дугогодишњем периоду. Коефицијент колебања представља екстремно годишње колебање годишњих сума падавина, а добија се као однос године са највећом и године са најмањом сумом падавина за посматрани период. Коефицијент колебања за Колашин износи 2.6, што указује на доста изражену промјенљивост у вишегодишњој варијацији, односно да је екстремно годишње колебање годишњих сума падавина велико у односу на вриједности у појединим мјестима у Црној Гори.

Имајући у виду да на режим протицаја снажно утичу падавине и температура ваздуха, утврђена је статистичка корелација (Pearsonov коефицијент) између њих, па тако евидентни тренд промјена у њиховом режиму не може бити занемарен. На годишњем нивоу, корелација између протицаја и падавина износи 0.74 ( $p=0.01$ ), док је између протицаја и температуре ваздуха та вриједност  $-0.18$ .

#### Промјене климатских елемената – сњежни покривач

Снијег је веома важан елемент, који даје и одређује карактеристике и карактер одређеног географског простора, првенствено планинских средина (какав је анализирани географски простор), због свог великог значаја за хидрологију, вегетацију и социјално-економски сектор. Нарочито је битна његова величина (висина сњежног покривача), број дана са појавом снијега и број дана са сњежним покривачем, као и постотак воде у снијегу (еквивалент сњежне воде). За поузданије анализе сњежног покривача непостојање података за веће висине представља проблем. Наиме, у Црној Гори највиша локација на којој се мјери снијег је метеоролошка станица Жабљак (1450 m н. в.), тако да све изнад ове висине представља податке добијене стохастичким методама.

Приликом анализе прво су утврђене основне карактеристике снијега тј. идентификоване су максималне и минималне висине снијега (мјесечне и годишње), као и број дана са снијегом од 0–10 cm, 10–30 cm, 30–50 cm, 50–100 cm, 100–150 cm и > 150 cm. Да би се истражиле и анализирале екстремне вриједности, утврђен је апсолутни дневни максимум за сваки мјесец трајања сњежне сезоне и такође је израчунато и стандардно одступање – девијација ( $\sigma$ ) и индекс

of stability of annual precipitation sums over a long period of time. The coefficient of fluctuation represents the extreme annual fluctuation of the annual amount of precipitation, and it is obtained as the ratio of the year with the highest amount of precipitation and the year with the lowest amount of precipitation for the observed period. The fluctuation coefficient for Kolašin is 2.6, which indicates a rather pronounced variability in the multi-year variation, that is, that the extreme annual fluctuation of annual precipitation amounts is large compared to these values in some places in Montenegro.

Having in mind that the flow regime is strongly influenced by precipitation and air temperature, a statistical correlation (Pearson's coefficient) was established between them, so the evident trend of changes in their regime cannot be ignored. At the annual level, the correlation between flow and precipitation is 0.74 ( $p=0.01$ ), while between flow and air temperature, this value is  $-0.18$ .

#### Changes in Climate Elements – Snow Cover

Snow is a very important element, which gives and determines the characteristics and character of a certain geographical area, primarily mountainous areas (such as the analyzed geographical area), due to its high importance for hydrology, vegetation and the socio-economic sector. Its size (the height of the snow cover), the number of days with the appearance of snow and the number of days with snow cover, as well as the percentage of water in the snow (snow water equivalent) are particularly important. For more reliable analyzes of the snow cover, the lack of data for higher altitudes is a problem. Namely, in Montenegro, the highest location where snow is measured is the meteorological station Žabljak (1450 m a. s. l.), so everything above this height represents data obtained by stochastic methods.

During the analysis, the basic characteristics of the snow were first determined, i.e. the maximum and minimum snow heights (monthly and annually) as well as the number of days with snow of 0–10 cm, 10–30 cm, 30–50 cm, 50–100 cm, 100–150 cm and > 150 cm were identified. In order to investigate and analyze extreme values, the absolute daily maximum was determined for each month of the snow season and also the

варијабилности (%). Почетак сезоне сњежних падавина је дефинисан као датум до којег се акумулира 10 % годишње суме, за дотичну годину, а њен крај као датум до којег се акумулира 90 % вриједности годишњих падавина. Предност ове методе је што игнорише спорадичне сњежне догађаје, на почетку, унутар и на крају сезоне. У Колашину, средња мјесечна дубина сњежног покривача (у просјеку за читав проучавани период) повећава се од новембра (18 cm) до априла, а затим се брзо смањује (Таб. 4). Први и последњи мјесеци зиме одликују се великом разноликошћу у средњој висини снијега, тј. почетак и крај периода са трајним сњежним покривачем варира од године до године, а разлика се може јавити и у неколико десетина дана. Индекс варијабилности је највећи у октобру, новембру и априлу. Дневни и мјесечни средњи максимум сњежног покривача јавља се у фебруару мјесецу. Апслутни максимум забиљежен је 13. 02. 2012. године и износио је 192 cm. Међутим, и овдје видимо често велике осцилације унутар мјесеци и самих година. Вриједности стандардне девијације доста су високе, а то значи да је уобичајена појава зима знатно сњежнијих од просјека, као и оних знатно мање сњежних.

standard deviation – deviation ( $\sigma$ ) and variability index (%) were calculated. The beginning of the snowfall season is defined as the date by which 10 % of the annual sum is accumulated, for the year in question, and its end as the date by which 90 % of the annual precipitation value is accumulated. The advantage of this method is that it ignores sporadic snow events, at the beginning, within and at the end of the season. In Kolašin, the mean monthly snow cover depth (averaged over the entire studied period) increases from November (18 cm) to April, and then rapidly decreases (Tab. 4). The first and last months of winter are characterized by great diversity in the average snow cover height, i.e. the beginning and end of the period with permanent snow cover varies from year to year, and the difference can occur in several tens of days. The variability index is highest in October, November and April. The daily and monthly mean maximum of snow cover occurs in the month of February. The absolute maximum occurred on February 13, 2012 and was 192 cm. However, here too we often see large oscillations within months and years. The values of the standard deviations are quite high, and this means that it is a common phenomenon that we have significantly snowier than average winters, as well as significantly less snowy ones.

Таб. 4. Главне карактеристике сњежног покривача у Колашину  
 Tab. 4. Main characteristics of snow cover in Kolašin

Мјесец / Month	Карактеристичне вриједности / Characteristic values			Максимална измјерена вриједност / Maximum measured value	
	Просјек / Average (cm)	$\sigma$	Индекс варијабилности / Variability index (%)	Max (cm)	Датум / Date
Октобар / October	6	7	117	27	31. 10. 1974.
Новембар / November	18	15	83	62	09. 11. 2004.
Децембар / December	26	19	73	77	28. 12. 1980.
Јануар / January	42	32	76	135	11. 01. 1985.
Фебруар / February	44	36	82	192	13. 02. 2012.
Март / March	42	34	81	156	07. 03. 2005.
Април / April	18	20	111	100	01. 04. 1995.
Мај / May	3	1	33	4	07. 05. 1989.
Година / Year	65	35	54	192	13. 02. 2012.

Треба још и споменути да је последњих година (од 2000-те) присутна блага тенденција повећања максималне висине сњежног покривача у току зимских мјесеци, али је исто присутно смањење броја дана са снијегом током новембра и марта. Да би се направио увид у евентуалне промјене у висини сњежног покривача, након анализе броја дана са снијегом за одређене висине снијега, урађено је упоређивање два периода (1966–1990. и 1991–2015.), у односу на цијели период 1966–2015. Резултати су приказани у Таб. 5. На основу наведене табеле видимо да су најзаступљенији сњегови са висином до 10 cm (67 %), затим слиједе они са висином 10–30 cm (18 %), 30–50 cm (9 %), 50–100 cm (7 %), док они са вриједностима од 100–150 cm и >150 cm имају учешће од 3 %. У периоду 1991–2015. присутно је смањење броја дана са снијегом у Колашину, у односу на претходни период (1966–2015).

It should also be mentioned that in recent years (since 2000) there is a slight tendency to increase the maximum height of the snow cover during the winter months, but there is also a decrease in the number of days with snow during November and March. In order to gain insight into possible changes in the height of the snow cover, after analyzing the number of days with snow for certain snow heights, a comparison of two periods (1966–1990 and 1991–2015) in relation to the entire 1966–2015 periods was made. The results are shown in Tab. 5. Based on the result shown in table, we can see that the most common snow is snow up to 10 cm of height (67 %), followed by ones with height of 10–30 cm (18 %), 30–50 cm (9 %), 50–100 cm (7 %), while those with height values of 100–150 cm and > 150 cm have a share of 3 %.

Таб. 5. Број карактеристичних дана са снијегом у Колашину у периоду 1966–2015. (I), 1966–1990. (II) и 1991–2015. (III) године

Tab. 5. Number of characteristic days with snow in Kolašin in the 1966–2015 (I), 1966–1990 (II) and 1991–2015 (III) periods

Период / Period	0–10 cm	%	10–30 cm	%	30–50 cm	%	50–100 cm	%	100–150 cm	%	> 150 cm	%	Година / Year
I	119	67	31	18	16	9	13	7	5	3	6	3	178
II	123	68	31	17	16	9	13	7	2	1	0	0	180
III	116	66	32	18	16	9	13	7	12	7	6	3	176

## ЗАКЉУЧАК

Анализирајући трендове протицаја, температуре и падавина, може се закључити да њихове промјене утичу на водни режим Таре. Годишњи протицаји имају негативан тренд (-0.120 m<sup>3</sup>/s годишње). Исти тренд примијећен је кроз сезоне, а најзначајнији је био у сезони лјето (-0.124 m<sup>3</sup>/s годишње). Падавине, као најважнији фактор који утиче на водни режим ријека у проучаваном подручју, показују извјесна колебања. Дакле, евидентан је негативан

## CONCLUSION

Analyzing the trends of flow, temperature and precipitation, it can be concluded that their changes affect the water regime of Tara River. Annual flows have a negative trend (-0.120 m<sup>3</sup>/s per year). The same trend was observed throughout the seasons, and the most significant was in the summer season (-0.124 m<sup>3</sup>/s per year). Precipitation, as the most important factor affecting the water regime of the rivers in the studied area, shows certain fluctuations. Therefore, a negative trend of -1.50

тренд од -1.50 mm годишње (значајно на нивоу 95 %). У анализираном периоду ово подручје карактеришу значајни позитивни трендови годишњих и сезонских температура ваздуха (нарочито у љетњој сезони). Промјене до којих је дошло у истраживаном подручју, а односе се на период са краја 20. вијека, подударaju се са извјештајима и прогнозама Међународног панела за климатске промјене (IPCC, 2014).

Овакви трендови имају негативне утицаје на екосистеме, пољопривреду и само одрживо и рационално управљање водама и у будућности мора се посветити већа пажња системском управљању свим водним ресурсима, а не само сливом Таре.

mm per year is evident (significant at the 95 % level). In the analyzed period, this area is characterized by significant positive trends in annual and seasonal air temperatures (especially in the summer season). The changes that occurred in the study area, and refer to the period from the end of the 20th century, are in agreement with the reports and forecasts of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014).

These trends have negative effects on ecosystems, agriculture and sustainable and rational water management itself, and in the future, greater attention must be paid to the systemic management of all water resources, not just the Tara River basin.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Alexandrov, V., Schneider, M., Koleva, E., & Moisselin, J. M. (2004). Climate Variability and Change in Bulgaria During the 20th Century. *Theoretical and Applied Climatology*, 79(3), 133–149. <https://doi.org/10.1007/s00704-004-0073-4>
- Bărbulescu, A. (2023). On the Regional Temperature Series Evolution in the South-Eastern Part of Romania. *Applied Sciences*, 13(6), Article 3904. <https://doi.org/10.3390/app13063904>
- Berghuijs, W. R., Aalbers, E. E., Larsen, J. R., Trancoso, R., & Woods, R. A. (2017). Recent Changes in Extreme Floods Across Multiple Continents. *Environmental Research Letters*, 12(11), Article 114035. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8847>
- Birsan, M. V., Dumitrescu, A., Micu, D. M., & Cheval, S. (2014). Changes in Annual Temperature Extremes in the Carpathians Since AD 1961. *Natural Hazards*, 74(3), 1899–1910. <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1290-5>
- Blöschl, G., Hall, J., Viglione, A., Perdigão, R. A. P., Parajka, J., Merz, B., Lun, D., Arheimer, B., Aronica, G. T., Bilibashi, A., Boháč, M., Bonacci, O., Borga, M., Čanjevac, I., Castellarin, A., Chirico, G. B., Claps, P., Frolova, N., Ganora, D., ... Živković, N. (2019). Changing Climate Both Increases and Decreases European River Floods. *Nature*, 573, 108–111. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>
- Bonacci, O., & Oskoruš, D. (2010). The Changes of the Lower Drava River Water Level, Discharge and Suspended Sediment Regime. *Environmental Earth Sciences*, 59(8), 1661–1670. <https://doi.org/10.1007/s12665-009-0148-8>
- Bonacci, O., Bonacci, D., & Roje-Bonacci, T. (2021). Different Air Temperature Changes in Continental and Mediterranean Regions: A Case Study from Two Croatian Stations. *Theoretical and Applied Climatology*, 145(3), 1333–1346. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03702-0>
- Bouwer, L. M., Vermaat, J. E., & Aerts, J. C. J. H. (2008). Regional Sensitivities of Mean and Peak River Discharge to Climate Variability in Europe. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113, Article D19103. <https://doi.org/10.1029/2008JD010301>
- Bocheva, L., Marinova, T., Simeonov, P., & Gospodinov, I. (2009). Variability and Trends of Extreme Precipitation Events over Bulgaria (1961–2005). *Atmospheric Research*, 93(1–3), 490–497. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2008.10.025>
- Burić, D., Luković, J., Ducić, V., Dragojlović, J., & Doderović, M. (2014). Recent Trends in Daily Temperature Extremes over Southern Montenegro (1951–2010). *Natural Hazards*

- and Earth System Sciences*, 14(1), 67–72. <https://doi.org/10.5194/nhess-14-67-2014>
- Burić, D., Luković, J., Bajat, B., Kilibarda, M., & Živković, N. (2015). Recent Trends in Daily Rainfall Extremes over Montenegro (1951–2010). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15(9), 2069–2077. <https://doi.org/10.5194/nhess-15-2069-2015>
- Burić, D., Ducić, V., & Doderović, M. (2016). Poplave u Crnoj Gori krajem 2010. godine sa osvrtom na kolebanje proticaja Morače. *Glasnik Odjeljenja prirodnih nauka SANU*, 21, 47–64.
- Burić, D., Dragojlović, J., Penjišević-Sočanac, I., Luković, J., & Doderović, M. (2019). Relationship Between Atmospheric Circulation and Temperature Extremes in Montenegro in the Period 1951–2010. In W. Leal Filho, G. Trbic, & D. Filipovic (Eds.), *Climate Change Adaptation in Eastern Europe* (pp. 29–43). Springer.
- Burić, D., & Doderović, M. (2019). Precipitation, Humidity and Cloudiness in Podgorica (Montenegro) During the Period 1951–2018. *Geographica Pannonica*, 23(3), 233–244. <https://doi.org/10.5937/gp23-23582>
- Burić, D., & Doderović, M. (2021). Changes in Temperature and Precipitation in the Instrumental Period (1951–2018) and Projections up to 2100 in Podgorica (Montenegro). *International Journal of Climatology*, 41(S1), E133–E149. <https://doi.org/10.1002/joc.6671>
- Vrsalović, A., Andrić, I., Bonacci, O., & Kovčić, O. (2023). Climate Variability and Trends in Imotski, Croatia: An Analysis of Temperature and Precipitation. *Atmosphere*, 14, Article 861. <https://doi.org/10.3390/atmos14050861>
- Gajić-Čapka, M., Cindrić, K., & Pasarić, Z. (2015). Trends in Precipitation Indices in Croatia, 1961–2010. *Theoretical and Applied Climatology*, 121(1–2), 167–177. <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1217-9>
- Gnjato, S. (2018). Analysis of the Water Discharge at the Sana River. *Гласник/HERALD*, 22, 103–116. <https://doi.org/10.7251/HER2218103G>
- Gnjato, S., Popov, T., Trbić, G., & Ivanišević, M. (2019). Climate Change Impact on River Discharges in Bosnia and Herzegovina: A Case Study of the Lower Vrbas River Basin. In W. Leal Filho, G. Trbic, & D. Filipovic (Eds.), *Climate Change Adaptation in Eastern Europe* (pp. 79–92). Springer.
- Gnjato, S., Popov, T., Adžić, D., Ivanišević, M., Trbić, G., & Bajić, D. (2021). Influence of Climate Change on River Discharges over the Sava River Watershed in Bosnia and Herzegovina. *Időjárás*, 125(3), 449–462. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2021.3.5>
- Gnjato, S., Popov, T., Ivanišević, M., & Trbić, G. (2023). Long-Term Streamflow Trends in Bosnia and Herzegovina (BH). *Environmental Earth Sciences*, 82(14), Article 356. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11040-9>
- Dankers, R., & Feyen, L. (2008). Climate Change Impact on Flood Hazard in Europe: An Assessment Based on High Resolution Climate Simulations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113, Article D19105. <https://doi.org/10.1029/2007JD009719>
- de Luis, D. M., Cufar, K., Saz, M. A., Longares, L. A., Ceglar, A., & Bogataj, L. K. (2014). Trends in Seasonal Precipitation and Temperature in Slovenia During 1951–2007. *Regional Environmental Change*, 14(5), 1801–1810. <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0365-7>
- Do, H. X., Westra, S., & Leonard, M. (2017). A Global-Scale Investigation of Trends in Annual Maximum Streamflow. *Journal of Hydrology*, 552, 28–43. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.06.015>
- Doderović, M., Burić, D., Ducić, V., & Mijano-  
vić, I. (2020). Recent and Future Air Temperature and Precipitation Changes in the Mountainous North of Montenegro. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 70(3), 189–201. <https://doi.org/10.2298/IJGI2003189D>
- Dolinaj, D., Leščešen, I., Pantelić, M., Urošev, M., & Milijašević Joksimović, D. (2019). Danube River Discharge at Bezdán Gauging Station (Serbia) and Its Correlation with Atmospheric Circulation Patterns. *Geographica Pannonica*, 23(1), 14–22. <https://doi.org/10.5937/gp23-18514>



- Ducić, V., Luković, J., Burić, D., Stanojević, G., & Mustafić, S. (2012). Precipitation Extremes in the Wettest Mediterranean Region (Krivošije) and Associated Atmospheric Circulation Types. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(3), 687–697. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-687-2012>
- Dukić, D., & Gavrilović, LJ. (2008). *Hidrologija*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd.
- Dumitrescu, A., Bojariu, R., Birsan, M. V., Marin, L., & Manea, A. (2015). Recent Climatic Changes in Romania from Observational Data (1961–2013). *Theoretical and Applied Climatology*, 122(1–2), 111–119. <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1290-0>
- Ђокић, М. (2015). *Нишава – потамолошка студија* [Необјављена докторска дисертација]. Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет.
- Ђокић, М., Stričević, LJ., Gocić, M., Golubović, N., & Miletić, M. (2022). Analysis of Discharge Fluctuation Using Modified Streamflow Drought Index (SDI) and Standardized Precipitation Index (SPI) in the Upper Nišava River Basin. *Serbian Journal of Geosciences*, 8, 15–26. <https://doi.org/10.18485/srbjgeosci.2022.8.1.3>
- EEA. (2017). *Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2016: An Indicator-Based Report*. European Environment Agency.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kleinen, T., & Petschel-Held, G. (2007). Integrated Assessment of Changes in Flooding Probabilities Due to Climate Change. *Climatic Change*, 81(3), 283–312. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9159-6>
- Kovačević-Majkić, J., & Urošev, M. (2014). Trends of Mean Annual and Seasonal Discharges of Rivers in Serbia. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 64(2), 143–160. <https://doi.org/10.2298/IJ-GI1402143K>
- Kundzewicz, Z. W. (2004). Searching for a Change in Hydrological Data. *Hydrological Sciences Journal*, 49(1), 3–6.
- Kundzewicz, Z. W., & Robson, A. J. (2004). Change Detection in Hydrological Records – A Review of the Methodology. *Hydrological Sciences Journal*, 49(1), 7–19. <https://doi.org/10.1623/hysj.49.1.7.53993>
- Kundzewicz, Z. W., Pińskwar, I., & Brakenridge, G. R. (2013). Large Floods in Europe, 1985–2009. *Hydrological Sciences Journal*, 58(1), 1–7. <https://doi.org/10.1080/02626667.2012.745082>
- Langović, M., Manojlović, S., & Čvorović, Z. (2017). Trends of Mean Annual River Discharges in the Zapadna Morava River Basin. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 97(2), 19–45. <https://doi.org/10.2298/GSGD1702019L>
- Lehner, B., Döll, P., Alcamo, J., Henrichs, T., & Kaspar, F. (2006). Estimating the Impact of Global Change on Flood and Drought Risks in Europe: A Continental, Integrated Analysis. *Climatic Change*, 75(3), 273–299. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-6338-4>
- Leščešen, I., Šraj, M., Pantelić, M., & Dolinaj, D. (2021). Assessing the Impact of Climate on Annual and Seasonal Discharges at the Sremska Mitrovica Station on the Sava River, Serbia. *Water Supply*, 22, 195–207. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.277>
- Luković, J., Bajat, B., Blagojević, D., & Kilibarda, M. (2014). Spatial Pattern of Rainfall Trends in Serbia. *Regional Environmental Change*, 14(5), 1789–1799. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0459-x>
- Martić Bursać, N., Stričević, LJ., Nikolić, M., & Ivanović, R. (2016). Statistic Analysis of Average, High and Low Waters of the Toplica River. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 96(1), 26–45. <https://doi.org/10.2298/GSGD1601026M>
- Martić Bursać, N. M., Radovanović, M. M., Radivojević, A. R., Ivanović, R. D., Stričević, LJ. S., Gocić, M. J., Golubović, N. M., & Bursać, B. L. (2022). Observed Climate Changes in the Toplica River Valley – Trend Analysis of Temperature, Precipitation and

- River Discharge. *Időjárás*, 126(3), 403–423. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2022.3.8>
- Milly, P. C., Dunne, K. A., & Vecchia, A. V. (2005). Global Pattern of Trends in Streamflow and Water Availability in a Changing Climate. *Nature*, 438, 347–350. <https://doi.org/10.1038/nature04312>
- Milošević, D. D., Savić, S. M., Pantelić, M., Stankov, U., Žiberna, I., Dolinaj, D., & Leščešen, I. (2016). Variability of Seasonal and Annual Precipitation in Slovenia and Its Correlation with Large-Scale Atmospheric Circulation. *Open Geosciences*, 8(1), 593–605. <https://doi.org/10.1515/geo-2016-0041>
- Milošević, D., Stojavljević, R., Szabó, S., Stankov, U., Savić, S., & Mitrović, L. (2021). Spatio-Temporal Variability of Precipitation over the Western Balkan Countries and Its Links with the Atmospheric Circulation Patterns. *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA*, 71(1), 29–42. <https://doi.org/10.2298/IJGI2101029M>
- Milovanović, B., Schuster, P., Radovanović, M., Ristić Vakanjac, V., & Schneider, C. (2017). Spatial and Temporal Variability of Precipitation in Serbia for the Period 1961–2010. *Theoretical and Applied Climatology*, 130(1), 687–700. <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2118-5>
- Мустафић, С. (2012). *Географски фактори као детерминанте ерозије на примеру слива Нишаве* [Необјављена докторска дисертација]. Универзитет у Београду, Географски факултет.
- Nikolova, N. (2007). Regional Climate Change: Precipitation Variability in Mountainous Part of Bulgaria. *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA*, 57, 79–86. <https://doi.org/10.2298/IJGI0757079N>
- Oblak, J., Kobold, M., & Šraj, M. (2021). The Influence of Climate Change on Discharge Fluctuations in Slovenian Rivers. *Acta Geographica Slovenica*, 61(2), 155–169. <https://doi.org/10.3986/AGS.9942>
- Ogrin, D. (2015). Long-Term Air Temperature Changes in Ljubljana (Slovenia) in Comparison to Trieste (Italy) and Zagreb (Croatia). *Moravian Geographical Reports*, 23(3), 17–26. <https://doi.org/10.1515/mgr-2015-0014>
- Ogrin, M., Ogrin, D., Milošević, D., Pantelić, M., Dolinaj, D., Trobec, T., Glojek, K., & Savić, S. (2022). Changes in Daily Air Temperatures and Precipitation Across the Sava River Basin and Their Correlation with Large-Scale Atmospheric Circulations. *Theoretical and Applied Climatology*, 148(3), 1675–1687. <https://doi.org/10.1007/s00704-022-04024-5>
- Orešić, D., Čanjevac, I., & Maradin, M. (2017). Changes in Discharge Regimes in the Middle Course of the Sava River in the 1931–2010 Period. *Prace Geograficzne*, 151, 93–119. <https://doi.org/10.4467/20833113PG.17.024.8036>
- Оцокољић, М. (1994). *Цикличност сушних и водних периода у Србији* (Посебна издања, Књига 41). Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ.
- Pandžić, K., & Trninić, D. (1998). The Relationship Between the Sava River Basin Annual Precipitation, Its Discharge and Large-Scale Atmospheric Circulation. *Theoretical and Applied Climatology*, 61(1), 69–76. <https://doi.org/10.1007/s007040050052>
- Pandžić, K., Trninić, D., Likso, T., & Bošnja, T. (2009). Long-Term Variations in Water Balance Components for Croatia. *Theoretical and Applied Climatology*, 95(1), 39–51. <https://doi.org/10.1007/s00704-007-0366-5>
- Pasquini, A. I., & Depetris, P. J. (2007). Discharge Trends and Flow Dynamics of South American Rivers Draining the Southern Atlantic Seaboard: An Overview. *Journal of Hydrology*, 333(2–4), 385–399. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.09.005>
- Popov, T., Gnjato, S., Trbić, G., & Ivanišević, M. (2017). Trends in Extreme Daily Precipitation Indices in Bosnia and Herzegovina. *Collection of Papers – Faculty of Geography at the University of Belgrade*, 65(1), 5–24. <https://doi.org/10.5937/zrgfub1765005P>
- Popov, T., Gnjato, S., Trbić, G., & Ivanišević, M. (2018). Recent Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina. *Carpathian Journal of Earth and Environ-*

- mental Sciences*, 13(1), 211–224. <https://doi.org/10.26471/cjees/2018/013/019>
- Radivojević, A., Martić-Bursać, N., Gocić, M., Filipović, I., Pavlović, M., Radovanović, M., Stričević, LJ., & Punišić, M. (2015). Statistical Analysis of Temperature Regime Change on the Example of Sokobanja Basin in Eastern Serbia. *Thermal Science*, 19(2), 323–330. <https://doi.org/TSCI150119019R>
- Rimbu, N., Boroneant, C., Buta, C., & Dima, M. (2002). Decadal Variability of the Danube River Flow in the Lower Basin and Its Relation with the North Atlantic Oscillation. *International Journal of Climatology*, 22(10), 1169–1179. <https://doi.org/10.1002/joc.788>
- Sekulić, G., & Radulović, M. M. (2019). The Hydrology and Hydrogeology of Montenegro. In V. Pešić, M. Paunović, & A. G. Kostianoy (Eds.), *The Rivers of Montenegro* (pp. 13–42). Springer.
- Szolgayova, E., Parajka, J., Blöschl, G., & Bucher, C. (2014). Long Term Variability of the Danube River Flow and Its Relation to Precipitation and Air Temperature. *Journal of Hydrology*, 519(Part A), 871–880. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.07.047>
- Stojković, M., Plavšić, J., & Proharska, S. (2014). Dugoročne promene godišnjih i sezonskih proticaja: primer reke Save. *Vodoprivreda*, 46, 29–48.
- Tošić, I., Zorn, M., Ortari, J., Unkašević, M., Gavrilov, M. B., & Marković, S. B. (2016). Annual and Seasonal Variability of Precipitation and Temperatures in Slovenia from 1961 to 2011. *Atmospheric Research*, 168, 220–233. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.09.014>
- Tošić, I., Tošić, M., Lazić, I., Aleksandrov, N., Putniković, S., & Djurdjević, V. (2023). Spatio-Temporal Changes in the Mean and Extreme Temperature Indices for Serbia. *International Journal of Climatology*, 43(5), 2391–2410. <https://doi.org/10.1002/joc.7981>
- Trbić, G., Popov, T., & Gnjato, S. (2017). Analysis of Air Temperature Trends in Bosnia and Herzegovina. *Geographica Pannonica*, 21(2), 68–84. <https://doi.org/10.18421/GP21.02-01>
- Trbić, G., Bajić, D., Djurdjević, V., Ducić, V., Čupac, R., Markež, DJ., Vukmir, G., Dekić, R., & Popov, T. (2018). Limits to Adaptation on Climate Change in Bosnia and Herzegovina: Insights and Experiences. In W. Leal Filho & J. Nalau (Eds.), *Limits to Climate Change Adaptation* (pp. 245–259). Springer.
- Ćulafić, G., Mitrović, L., Ivanov, M., & Golijanin, J. (2017). Uticaj klimatskih promjena na vodni režim u slivu Lima. U D. Jojić (Ur.), *Zbornik radova povodom obilježavanja 20 godina rada Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci* (str. 141–147). Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet.
- Ćulafić, G., Popov, T., Gnjato, S., Bajić, D., Trbić, G., & Mitrović, L. (2020). Spatial and Temporal Patterns of Precipitation in Montenegro. *Időjárás*, 124(4), 499–519. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2020.4.5>
- Uлага, F., Kobold, M., & Frantar, P. (2008). Trends of River Discharges in Slovenia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 4(1), Article 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1307/4/1/012030>
- Frantar, P., & Hrvatin, M. (2005). Pretočni režimi v Sloveniji med letoma 1971 in 2000. *Geografski vestnik*, 77(2), 115–127.
- Hu, H., & Luo, Y. (2015). Climate Change and Its Impacts on River Discharge in Two Climate Regions in China. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(11), 4609–4618. <https://doi.org/10.5194/hess-19-4609-2015>
- Castino, F., Bookhagen, B., & Strecker, M. R. (2017). Oscillations and Trends of River Discharge in the Southern Central Andes and Linkages with Climate Variability. *Journal of Hydrology*, 555, 108–124. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.10.001>
- Croitoru, A. E., & Minea, I. (2014). The Impact of Climate Changes on Rivers Discharge in Eastern Romania. *Theoretical and Applied Climatology*, 120(3–4), 563–573. <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1194-z>
- Croitoru, A. E., Piticar, A., & Burada, D. C. (2016). Changes in Precipitation Extremes in Romania. *Quaternary International*, 415, 325–335. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.07.02>

Čanjevac, I. (2012). Changes in Discharge Regimes of Rivers in the Croatian Part of the Danube River Basin. *Hrvatski geografski glasnik*, 74(1), 61–74. <https://doi.org/10.21861/HGG.2012.74.01.04>

Čanjevac, I., & Orešić, D. (2015). Contemporary Changes of Mean Annual and Seasonal River Discharges in Croatia. *Croatian Geographical Bulletin*, 77(1), 7–27. <https://doi.org/10.21861/HGG.2015.77.01.01>

Примљено / Received: 31. 07. 2023.

Исправљено / Revised: 14. 08. 2023.

Прихваћено / Accepted: 21. 08. 2023.



## АНАЛИЗА ПРОТИЦАЈА И ВЕРОВАТНОЋЕ ПОЈАВЕ МАЛИХ И ВЕЛИКИХ ВОДА НА ЗЛОТСКОЈ РЕЦИ

Драгана Милијашевић Јоксимовић<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Београд, Србија

**Сажетак:** Злотска река је лева и највећа притока Црног Тимока. Извире на источним падинама Великог Крша на Кучају. У раду је статистичком анализом одређен средњи годишњи протицај, средње мале воде и средње велике воде на хидролошком профилу Злот на Злотској реци у периоду 1981–2015. године. На основу наведених података процењена је вероватноћа појаве минималних и максималних протицаја од 0.01 % до 99.9 %. За прорачун вероватноће појаве минималних и максималних годишњих протицаја коришћена је Pearson III расподела. Коефицијенти варијације максималних и минималних годишњих протицаја за Злотску реку указују на значајно колебање протицаја на хидролошком профилу Злот. Добијени резултати представљају основу за будућа хидролошка истраживања и водопривредно планирање у сливу.

**Кључне речи:** Злотска река, протицај, хидролошке прогнозе, велике воде, мале воде.

Original scientific paper

## ANALYSIS OF THE FLOW AND PROBABILITY OF THE OCCURRENCE OF LOW AND HIGH WATER LEVELS ON THE ZLOTSKA RIVER

Dragana Milijašević Joksimović<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA, Belgrade, Serbia

**Abstract:** Zlotska River is the left and largest tributary of Crni Timok River. It springs on the eastern slopes of the Veliki Krš Mountain in Kučaj. In the paper, statistical analysis was used to determine the mean annual flow of medium-low water levels and medium-high water levels on the Zlot hydrological profile on the Zlotska River in the period from 1981 to 2015. Based on these data, the probability of occurrence of minimum and maximum flows was estimated from 0.01 % to 99.9 %. The Pearson III distribution was used to calculate the probability of occurrence of minimum and maximum annual flows. The coefficients of variation of the maximum and minimum annual flows for the Zlot River indicate a significant flow fluctuation on the Zlot hydrological profile. The obtained results represent the basis for future hydrological research and water management planning in the basin.

**Keywords:** Zlotska River, river flow, hydrological forecasts, low water levels, high water levels.

\* Аутор за кореспонденцију: Драгана Милијашевић Јоксимовић, Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Ђуре Јакшића 9, 11000 Београд, Србија, Е-mail: d.milijasevic@gi.sanu.ac.rs  
Corresponding author: Dragana Milijašević Joksimović, Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA, Ђуре Јакшића 9, 11000 Belgrade, Serbia, Е-mail: d.milijasevic@gi.sanu.ac.rs

УВОД

Злотска река је лева и највећа притока Црног Тимока (слив Дунава). Извире на источним падинама Великог Крша на Кучају. У доњем току тече источним подножјем Кучаја. Злотска река се улива у Црни Тимок око 5 km источно од Сумраковца, на 183 m н. в. Дужина тока је 30.5 km, а површина слива 279 km<sup>2</sup>. Десна страна слива има развијенију речну мрежу што указује на асиметричан слив (Милијашевић, 2014). Хидролошка станица Злот ради од 1973. године, а њена удаљеност од ушћа реке је 13.5 km са ко- том „0“ осматрања на 252.5 m н. в.

У раду је одређен средњи годишњи протицај, средње мале воде и средње велике воде и на основу тих података процењена је вероватноћа појаве минималних и максималних протицаја.

У хидролошким проучавањима један од најважнијих задатака је процена величине протицаја и водостаја који се у будућности могу очекивати на неком хидролошком профилу, а на основу протицаја који су се већ догодили. Статистичка анализа вероватноће појаве карактеристичних протицаја на рекама била је предмет многих хидролошких проучавања (Basso et al., 2015; Vladojević et al., 2014; Bolgov & Korobkina, 2013; Гавриловић, 1988; Zhang et al., 2017; Katz et al., 2002; Лешчешен, 2019; Мартић Бурцаћ et al., 2016; Милијашевић, 2014; Saidi et al., 2020; Урошев et al., 2017).

Анализа учесталости минималних и максималних протицаја и поплава је од помоћи при доношењу одлука о извођењу хидротехничких радова као што су: насипи, канали, изградња брана, осигурање обала и др.

Велике воде су последица поводња, односно наглиг издизања водостаја и повећање протицаја. Основни узроци настанка великих вода на рекама су интензивне и дуготрајне падавине које брзо формирају отицај са сливног подручја, као и нагло топљење снега (Лешчешен, 2019). Могу да представљају велики проблем за насеља, пољопривреду, индустрију и саобраћајнице. Значај проучавања великих вода лежи у чињеници да поплаве широм света изазивају велику материјалну штету, неретко са људским жртвама. Заштита квалитета вода и њихово рационално коришћење су под великим утицајем режима малих вода речних токова. Анализа малих вода важна је и за правилно димензионирање разних хидротехничких објеката.

INTRODUCTION

Zlotska River is the left and largest tributary of Crni Timok River (Danube basin). It springs on the eastern slopes of the Veliki Krš Mountain in Kučaj. In its lower course, it flows along the eastern foothills of Kučaj. The Zlotska River flows into the Crni Timok about 5 km east of Sumrakovac, at 183 m above sea level. The length of the stream is 30.5 km, and the basin area is 279 km<sup>2</sup>. The right side of the basin has a more developed river network, which indicates an asymmetric basin (Милијашевић, 2014). The Zlot hydrological station has been operating since 1973, and its distance from the mouth of the river is 13.5 km with the observation elevation "0" at 252.5 m above sea level.

The paper determined the mean annual flow, low water levels and high water levels, and based on these data, the probability of minimum and maximum flow was estimated.

In hydrological studies, one of the most important tasks is to estimate the amount of flow and water level that can be expected in the future on a hydrological profile, based on the flows that have already occurred. Statistical analysis of the probability of occurrence of characteristic flows on rivers has been the subject of many hydrological studies (Basso et al., 2015; Vladojević et al., 2014; Bolgov & Korobkina, 2013; Гавриловић, 1988; Zhang et al., 2017; Katz et al., 2002; Лешчешен, 2019; Мартић Бурцаћ et al., 2016; Милијашевић, 2014; Saidi et al., 2020; Урошев et al., 2017).

The analysis of the frequency of minimum and maximum flows and floods is helpful when making decisions on the execution of hydrotechnical works such as: embankments, canals, construction of dams, bank protection, etc.

High water levels are the result of floods, i.e. a sudden rise in the water level and an increase in flow. The main causes of the occurrence of high water levels on rivers are intense and long-term precipitation that quickly forms runoff from the catchment area, as well as sudden melting of snow (Лешчешен, 2019). They can be a big problem for settlements, agriculture, industry and roads. The importance of studying high water levels lies in the fact that floods around the world cause great material damage, often with human casualties. The protection of water quality and their rational use are greatly influenced by the low water levels regime of river courses. The analysis of low water levels is also important for the correct dimensioning of various hydrotechnical facilities.

Циљ рада је да се уз помоћ постојећих података о максималним и минималним годишњим протицајима у периоду 1981–2015. године одреде вероватноће појаве истих од 0.01 % до 99.9 %. Резултати ће омогућити бољу процену изузетних догађаја у циљу бољег управљања њима и борбе против њихових утицаја. Проучавање карактеристика речног режима, малих и великих вода, поред теоријске, има и практичну вредност за хидролошка истраживања и водопривредно планирање у сливу.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Подаци о протицају на хидролошком профилу Злот на Злотској реци у периоду 1981–2015. године (доступни у публикацији Републичког хидрометеоролошког завода Србије *Хидролошки годишњак – површинске воде*) анализирани су у виду просечних месечних и годишњих вредности, а велике и мале воде обрађене су и у виду вероватноћа, применом статистичких метода и одговарајућих расподела. Карактеристике режима приказане су и коментарисане у виду табеларних и графичких прилога. На основу података о екстремним протицајима урађена је прогноза обезбеђења воде у рекама. За прогнозу обезбеђења реке водом коришћен је метод серија, погодан за одређивање вероватноће појављивања одређеног хидролошког елемента (водостаја, протицаја и сл.). За израду криве честине великих и малих вода коришћена је Pearson функција III типа. Постоји већи број функција расподела које се користе за израчунавање вероватноће појаве малих, великих и средњих вода, али је често у употреби Pearson III расподела (Гавриловић, 1988; Gao et al., 2019; Ђокић, 2015; Ђокић et al., 2015; Милијашевић, 2010, 2014; Sun et al., 2018; Chen et al., 2019). Ова функција је погодна за примену јер је одређена само са два параметра (ако се изузме модулни коефицијент) – коефицијентом варијације и коефицијентом асиметрије (Гавриловић, 1988). Усвојен референтни протицај, односно просечни месечни и годишњи протицај, просечна велика вода и просечна мала вода, одређени су на основу обраде низа од 35 година осматрања, што је више од постављеног критеријума ( $N \geq 25$ ) за примену Pearson III расподеле (Institution of Water and Environmental Management, 1987; Ристић et al., 2009).

The goal of the work, with the help of existing data on maximum and minimum annual flows in the 1981–2015 periods, is to determine the probability of their occurrence from 0.01 % to 99.9 %. The results will enable a better assessment of exceptional events in order to better manage them and mitigate their impacts. The study of the characteristics of the river regime, low and high water levels, in addition to theoretical, has practical value for hydrological research and water management planning in the basin.

## DATA AND METHODS

Flow data on the Zlot hydrological profile on the Zlotska River in the period from 1981 to 2015 (available in the publication of the Republic Hydrometeorological Institute of Serbia *Hydrological Yearbook – Surface Waters*) were analyzed in the form of average monthly and annual values, and high and low water levels were also processed in the form of probabilities, using statistical methods and appropriate distributions. The characteristics are shown and commented in the tabular and graphical form. Based on data on extreme flows, a forecast of water supply in rivers was made. The series method, suitable for determining the probability of the occurrence of a certain hydrological element (water level, flow, etc.), was used for forecasting the supply of water to the river. The Pearson function of type III was used to create the curves of the high and low water level fractions. There are a number of distribution functions that are used to calculate the probability of the occurrence of low, high and medium water levels, but the Pearson III distribution is mostly used (Гавриловић, 1988; Gao et al., 2019; Ђокић, 2015; Ђокић et al., 2015; Милијашевић, 2010, 2014; Sun et al., 2018; Chen et al., 2019). This function is suitable for application because it is determined by only two parameters (if the modulus coefficient is excluded) – coefficient of variation and coefficient of asymmetry (Гавриловић, 1988). The adopted reference flow, i.e. the average monthly and annual flow, average high water and average low water, were determined based on the processing of a series of 35 years of observation, which is greater than the set criterion ( $N \geq 25$ ) for the application of the Pearson III distribution (Institution of Water and Environmental Management, 1987; Ристић et al., 2009).



РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

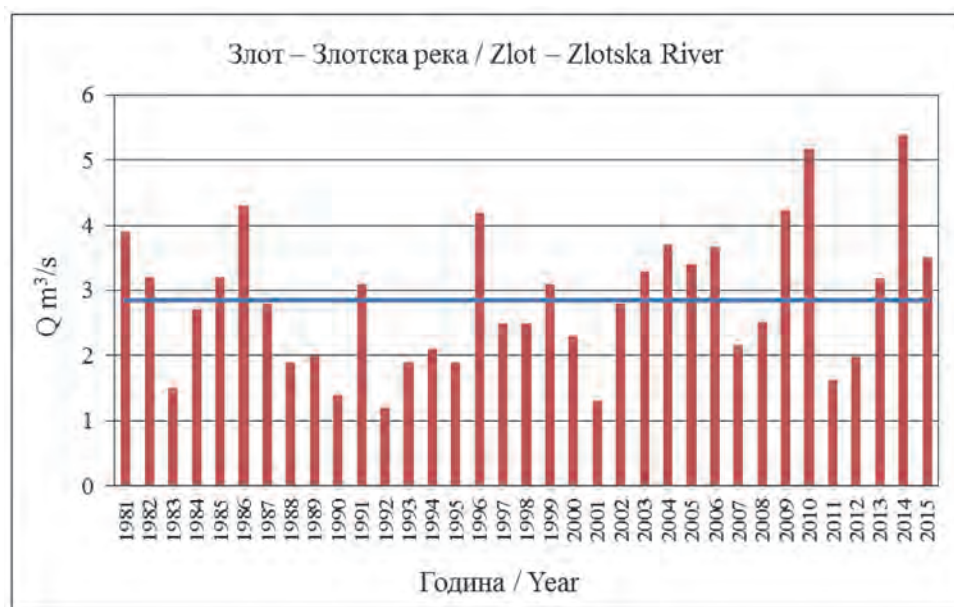
RESULTS AND DISCUSSION

Статистичка анализа средњих вода

Statistical Analysis of Medium Water Levels

На основу података о протицају Злотске реке у периоду 1981–2015. године, израчунати су средњи месечни и годишњи протицаји на хидролошком профилу Злот. Средњегодишњи протицај у анализираном периоду је  $2.85 \text{ m}^3/\text{s}$ . Хидрограм средњегодишњих протицаја на Злотској реци приказан је на Сл. 1. На основу њега можемо закључити да је минимални средњегодишњи протицај забележен 1992. године ( $1.20 \text{ m}^3/\text{s}$ ), а максимални 2014. године ( $5.39 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Based on data on the flow of the Zlotska River in the 1981–2015 periods, mean monthly and annual flows on the Zlot hydrological profile were calculated. The average annual flow in the analyzed period is  $2.85 \text{ m}^3/\text{s}$ . The hydrogram of the mean annual flows on the Zlotska River is shown in Fig. 1. Based on it, we can conclude that the minimum mean annual flow recorded in 1992 ( $1.20 \text{ m}^3/\text{s}$ ), and the maximum in 2014 ( $5.39 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Сл. 1. Средње годишње вредности протицаја Злотске реке на хидролошком профилу Злот у периоду 1981–2015. године (црвени стубови) и средњи годишњи протицај за испитивани период (плава линија)

Fig. 1. Mean annual flow values of the Zlotska River on the hydrological profile of Zlot for the 1981–2015 periods (red columns) and the mean annual flow for the examined period (blue line)

Време јављања највиших и најнижих средњемесечних протицаја на Злотској реци истоветно је кретању протицаја на Црном Тимоку (Милијашевић, 2014). Најмањи средњемесечни протицај је у августу ( $0.49 \text{ m}^3/\text{s}$ ), а највећи у априлу ( $8.37 \text{ m}^3/\text{s}$ ). У току летњих и јесењих месеци најмања количина падавина у сливу Црног Тимока и Злотске реке је у периоду од августа до октобра (Милијашевић, 2014), што условљава да се најмањи протицаји јављају у августу. На највиши протицај у марту и априлу утиче спорије и касније ота-

The time of occurrence of the highest and lowest mean monthly flows on the Zlotska River is identical to the flows on the Crni Timok (Милијашевић, 2014). The lowest average monthly flow is in August ( $0.49 \text{ m}^3/\text{s}$ ), and the highest in April ( $8.37 \text{ m}^3/\text{s}$ ). During the summer and autumn months, the lowest amount of precipitation in the Crni Timok and Zlotska River basin is in the period from August to October (Милијашевић, 2014), which means that the lowest flows occur in August. The highest flow in March and April is affected by the slower and

пање снежног покривача у највишим деловима Кућајских планина. Амплитуде протицаја показују да је максимални средњемесечни протицај већи од минималног 14.5 пута.

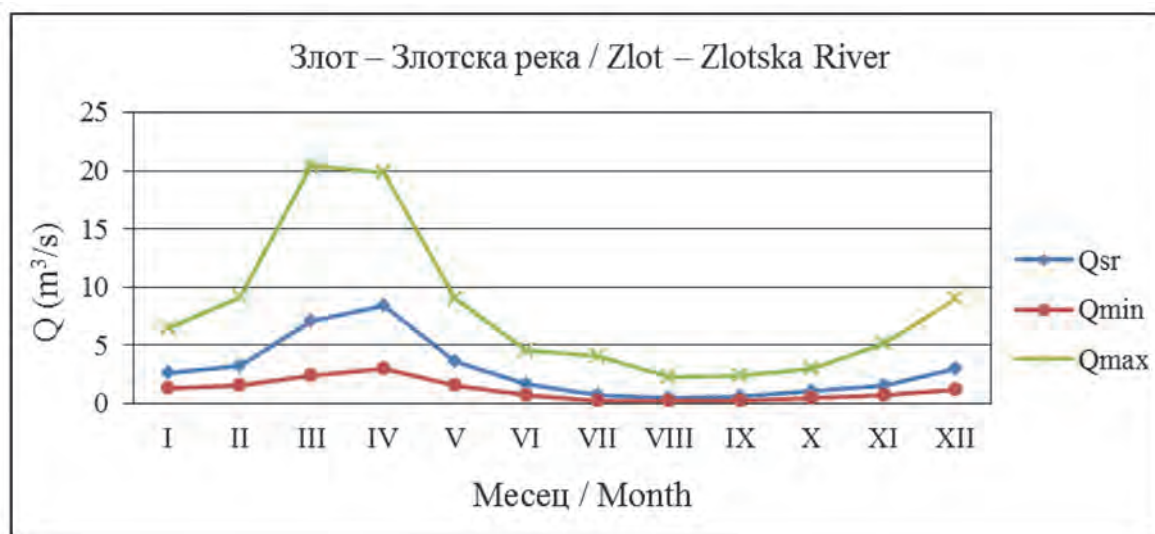
#### Статистичка анализа малих вода

Режим малих вода карактеришу најниже средњемесечне вредности у августу ( $0.23 \text{ m}^3/\text{s}$ ), а највише у априлу ( $3.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ) (Сл. 2). Апсолутно минимални протицај код Злота регистрован је 06. августа 2013. године и износио је  $0 \text{ m}^3/\text{s}$  (суво речно корито).

later melting of the snow cover in the highest parts of the Kučaj Mountains. Flow amplitudes show that the maximum mean monthly flow is 14.5 times higher than the minimum.

#### Statistical Analysis of Low Water Levels

The low water level regime is characterized by the lowest mean monthly values in August ( $0.23 \text{ m}^3/\text{s}$ ), and the highest in April ( $3.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ) (Fig. 2). The absolute minimum flow at Zlot was registered on August 6, 2013, and it was  $0 \text{ m}^3/\text{s}$  (dry river bed).



Сл. 2. Велике ( $Q_{\max}$ ), средње ( $Q_{sr}$ ) и мале ( $Q_{\min}$ ) воде Злотске реке на хидролошком профилу Злот у периоду 1981–2015. године

Fig. 2. High ( $Q_{\max}$ ), medium ( $Q_{sr}$ ) and low ( $Q_{\min}$ ) water levels of the Zlotska River on the hydrological profile Zlot for the 1981–2015 periods

Да би се конструисала крива вероватноће појаве малих вода Злотске реке код Злота било је потребно одредити следеће величине: просечни минимални протицај ( $Q_{sr.\min}$ ), модулни коефицијент ( $k_s$ ), коефицијент варијације ( $C_v$ ) и коефицијент асиметрије ( $C_s$ ). Користећи податке за период од 35 година (1981–2015) добијене су следеће вредности наведених параметара:  $Q_{sr.\min}=0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $C_v=0.795$ ;  $C_s=1.64$ . Вредности модулног коефицијента су приказане у Таб. 1.

На основу ових параметара приступило се израчунавању података за израду саме криве. Израчунате су вероватне мале воде са различитим периодом појављивања, односно са различитом вероватноћом (Таб. 1) и приказане су графички кривом вероватноће појављивања минималних протицаја (Сл. 3). Подаци из Таб.

In order to construct the probability curve of the occurrence of low water levels of the Zlotska River near Zlot, it was necessary to determine the following quantities: average minimum flow ( $Q_{sr.\min}$ ), module coefficient ( $k_s$ ), variation coefficient ( $C_v$ ) and asymmetry coefficient ( $C_s$ ). Using data for a period of 35 years (1981–2015), the following values of the mentioned parameters were obtained:  $Q_{sr.\min}=0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $C_v=0.795$ ;  $C_s=1.64$ . The values of the modulus coefficient are shown in Tab. 1.

Based on these parameters, the calculation of the data for the creation of the curve itself was started. Probable low water levels with different periods of occurrence, i.e. with different probability, were calculated (Tab. 1) and shown graphically by the probability curve of occurrence of minimum flows (Fig. 3). The data from Tab. 1 show that on

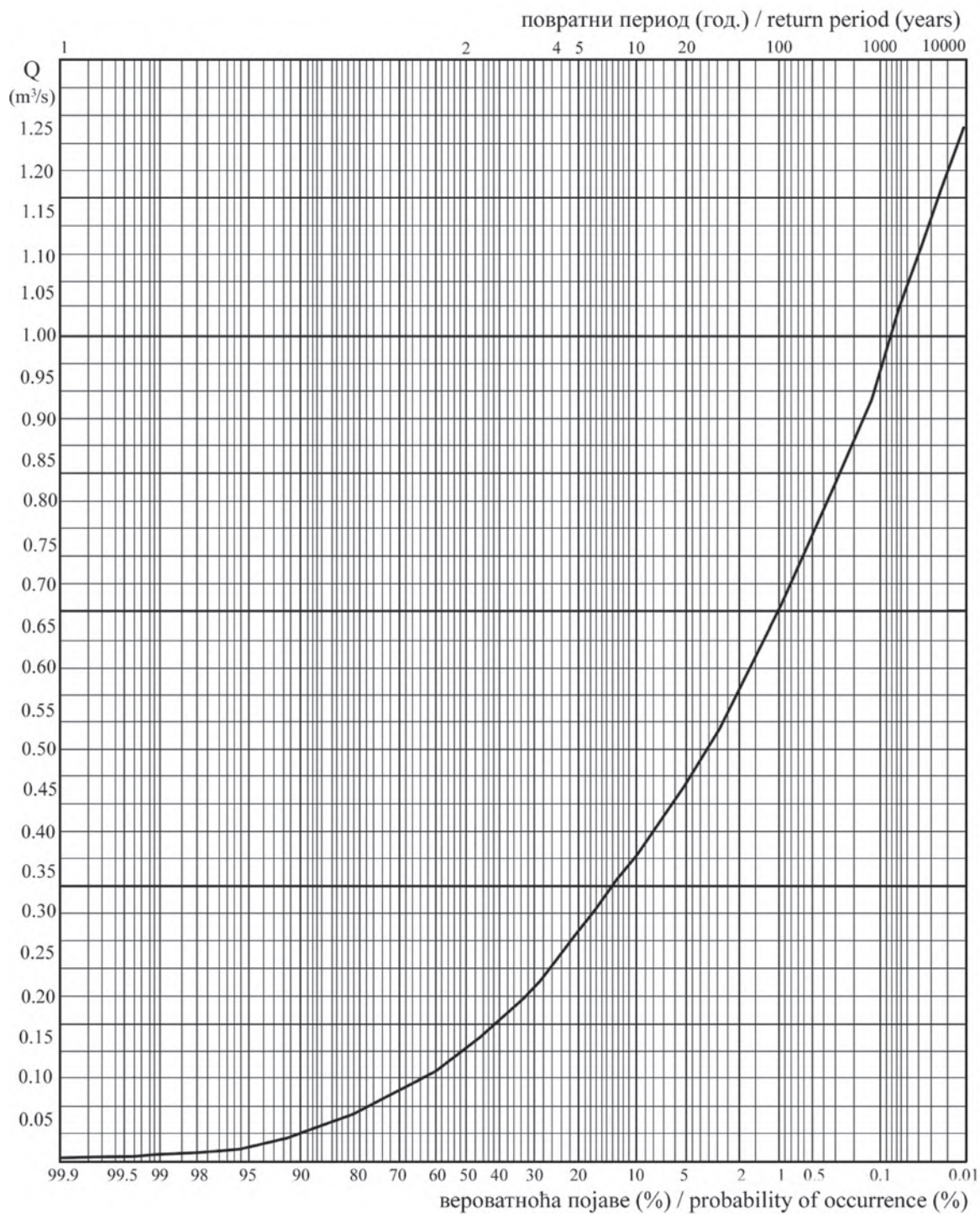
ДРАГАНА МИЛИЈАШЕВИЋ ЈОКСИМОВИЋ  
DRAGANA MILIJAŠEVIĆ JOKSIMOVIĆ

Таб. 1. Параметри за израчунавање криве обезбеђења минималних годишњих протицаја и израчунати вероватни минимални протицај Злотске реке код Злота  
Tab. 1. Parameters for calculating the minimum annual flow assurance curve and the calculated probable minimum flow of the Zlotska River near Zlot

Вероватноћа у % / Probability in %	Вероватноћа у годинама / Probability in years	$\emptyset$	$\emptyset \cdot C_v$	$k_s = \emptyset \cdot C_v + 1$	Q min
0.01	10000	7.42	5.92	6.92	1.25
0.1	1000	5.44	4.34	5.34	0.96
1	100	3.42	2.73	3.73	0.67
3	33.3	2.43	1.94	2.94	0.53
5	20	1.96	1.57	2.57	0.46
10	10	1.32	1.05	2.05	0.37
20	5	0.67	0.53	1.53	0.28
25	4	0.45	0.36	1.36	0.24
30	3.5	0.27	0.22	1.22	0.22
50	2	-0.26	-0.21	0.79	0.14
60	1.6	-0.46	-0.37	0.63	0.11
70	1.42	-0.64	-0.51	0.49	0.09
75	1.33	-0.72	-0.57	0.43	0.08
80	1.25	-0.81	-0.65	0.35	0.06
90	1.11	-0.98	-0.78	0.22	0.04
95	1.05	-1.08	-0.86	0.14	0.02
99	1.01	-1.17	-0.93	0.07	0.01
99.9	1	-1.20	-0.96	0.04	0.01

Напомена:  $\emptyset$  – Одступање ординате биноминалне асиметричне криве обезбеђености (учесталости) од средине (од 1.0) при  $C_v=1.0$ ;  $C_v$  – коефицијент варијације;  $k_s$  – модулни коефицијент ординате;  $Q_{min}$  – вероватни минимални протицај.

Note:  $\emptyset$  – Deviation of the ordinate of the binomial asymmetric assurance (frequency) curve from the mean (from 1.0) at  $C_v=1.0$ ;  $C_v$  – coefficient of variation;  $k_s$  – module coefficient of the ordinate;  $Q_{min}$  – probable minimum flow.



Сл. 3. Крива вероватноће појављивања минималних протицаја Злотске реке на хидролошком профилу Злот  
 Fig. 3. Probability curve of occurrence of minimum flows of the Zlotska River on the Zlot hydrological profile

1 показују да се на Злотској реци код Злота могу очекивати увек мале воде изнад  $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$  (вредност која одговара вероватноћи појављивања од 99.9 %). Једном у 100 година може се очекивати минимални годишњи протицај од  $0.67 \text{ m}^3/\text{s}$ . Појава малих вода чија је вредност мања од  $1 \text{ m}^3$  је честа, са вероватноћом непревазилажења од 0.1–99.9 %. Овакав режим малих вода може да доведе до знатних проблема у водопривреди, нарочито током летњих месеци.

#### Статистичка анализа великих вода

Највеће средњемесечне вредности великих вода јављају се у марту ( $20.38 \text{ m}^3/\text{s}$ ), а најмање у августу ( $2.28 \text{ m}^3/\text{s}$ ) (Сл. 2). Пролећне велике воде настају услед отапања снега који се у току зиме нагомилао у знатним количинама, нарочито у планинском делу слива. Апсолутно највиши протицај на овој хидролошкој станици у анализираном периоду регистрован је 31. јула 2014. године и износио је  $78.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Однос најмање и највеће средњемесечне велике воде је 1:16.2, што указује да је у просеку варирање великих вода веће од варирања малих вода. По расположивим подацима, максимални годишњи протицаји на Злотској реци најчешће се јављају у марту (40 % случајева) и у априлу (22.9 % случајева), а потом у фебруару, децембру и новембру. У августу и октобру максимални годишњи протицаји нису ниједном забележени.

Према претходним подацима амплитуда екстремних вредности у Злоту је  $78.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Однос између максималних и минималних протицаја показују да Злотска река има бујичне одлике.

Вредности вероватних великих вода Злотске реке анализирани су истом методом као и вредности вероватних малих вода. Одређени су следећи параметри: просечни максимални протицај  $Q_{sr,max}=29.28 \text{ m}^3/\text{s}$ , коефицијент варијације  $C_v=0.538$  и коефицијент асиметрије  $C_s=0.976$ . На основу израчунатих параметара приступило се израчунавању података за израду саме криве (Таб. 2).

На основу криве вероватноће појављивања максималних протицаја на Злотској реци код

the Zlotska River near Zlot, you can always expect low water levels above  $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$  (a value that corresponds to a probability of occurrence of 99.9 %). Once in 100 years, a minimum annual flow of  $0.67 \text{ m}^3/\text{s}$  can be expected. The occurrence of low water levels whose value is less than  $1 \text{ m}^3$  is frequent, with a probability of not exceeding 0.1–99.9 %. This regime of low water level can lead to significant problems in water management, especially during the summer months.

#### Statistical Analysis of High Water Levels

The highest average monthly values of high water levels occur in March ( $20.38 \text{ m}^3/\text{s}$ ), and the lowest in August ( $2.28 \text{ m}^3/\text{s}$ ) (Fig. 2). High spring waters are caused by the melting of snow that accumulated in considerable quantities during the winter, especially in the mountainous part of the basin. The absolute highest flow at this hydrological station in the analyzed period was registered on July 31, 2014 and it was  $78.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . The ratio of the smallest and largest mean monthly high water level is 1:16.2, which indicates that, on average, the variation of high water level is greater than the variation of low water level. According to the available data, the maximum annual flows on the Zlotska River most often occur in March (40 % of cases) and April (22.9 % of cases), and then in February, December and November. In August and October, the maximum annual flows were never recorded.

According to the previous data, the amplitude of extreme values in Zlot is  $78.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . The relationship between the maximum and minimum flows shows that the Zlotska River has torrential characteristics.

The values of probable high waters of the Zlotska Reka were analyzed using the same method as the values of probable low water levels. The following parameters were determined: average maximum flow  $Q_{sr,max}=29.28 \text{ m}^3/\text{s}$ , coefficient of variation  $C_v=0.538$  and coefficient of asymmetry  $C_s=0.976$ . Based on the calculated parameters, the calculation of the data for the creation of the curve itself was started (Tab. 2).

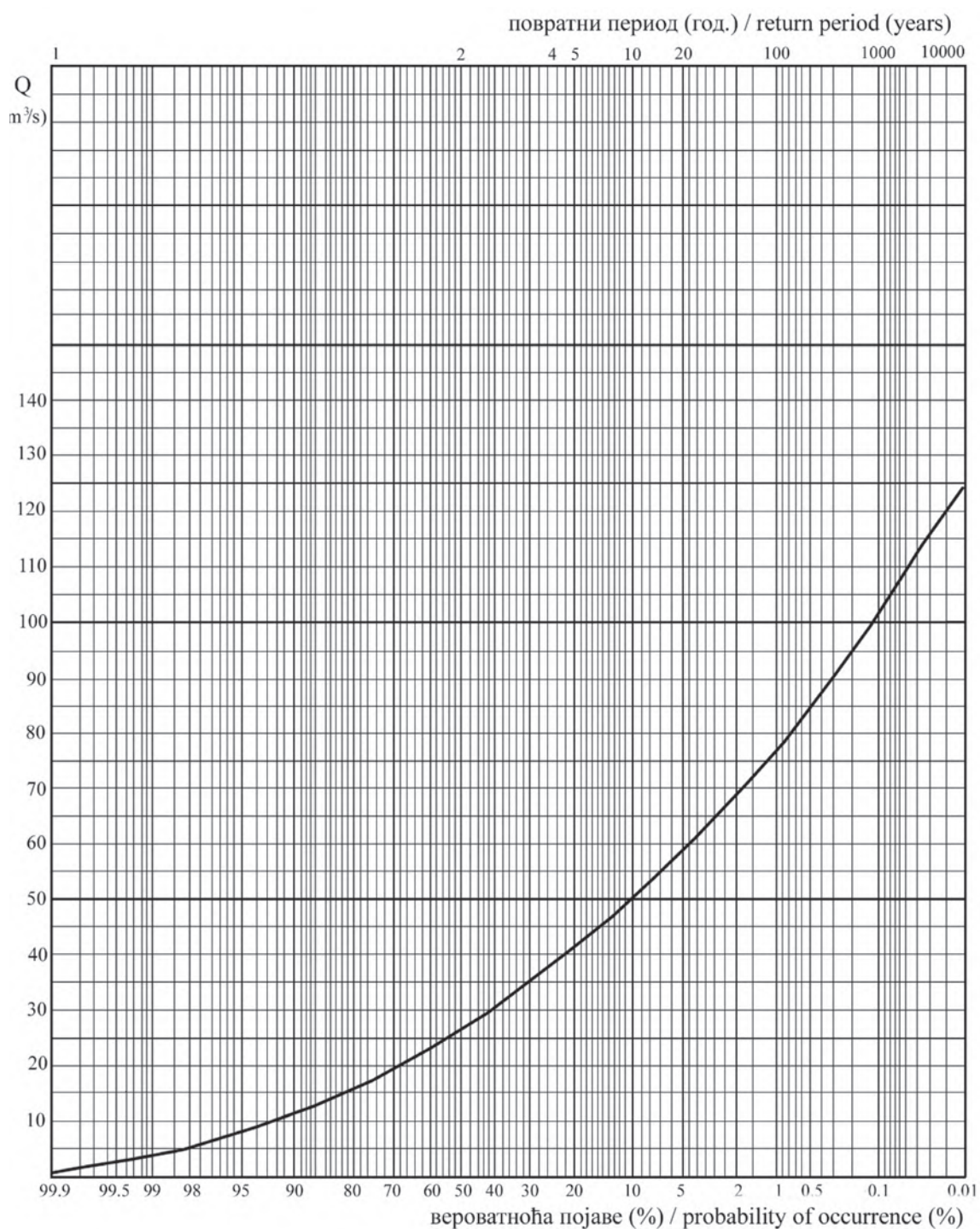
Based on the maximum flow probability curve on the Zlotska River near Zlot (Fig. 4), it

Таб. 2. Параметри за израчунавање криве обезбеђења максималних годишњих протицаја и израчунати вероватни максимални протицај Злотске реке код Злота  
 Tab. 2. Parameters for calculating the maximum annual flow assurance curve and the calculated probable maximum flow of the Zlotska River near Zlot

Вероватноћа у % / Probability in %	Вероватноћа у годинама / Probability in years	$\emptyset$	$\emptyset \cdot C_v$	$k_s = \emptyset \cdot C_v + 1$	Q max
0.01	10000	5.96	3.21	4.21	123.17
0.1	1000	4.53	2.44	3.44	100.64
1	100	3.02	1.62	2.62	76.85
3	33.3	2.25	1.21	2.21	64.72
5	20	1.88	1.01	2.01	58.89
10	10	1.34	0.72	1.72	50.39
20	5	0.76	0.41	1.41	41.25
25	4	0.55	0.30	1.30	37.94
30	3.5	0.38	0.20	1.20	35.27
50	2	-0.16	-0.09	0.91	26.76
60	1.6	-0.39	-0.21	0.79	23.14
70	1.42	-0.62	-0.33	0.67	19.51
75	1.33	-0.73	-0.39	0.61	17.78
80	1.25	-0.85	-0.46	0.54	15.89
90	1.11	-1.13	-0.61	0.39	11.48
95	1.05	-1.32	-0.71	0.29	8.49
99	1.01	-1.59	-0.86	0.14	4.23
99.9	1	-1.79	-0.96	0.04	1.08

Напомена:  $\emptyset$  – Одступање ординате биноминалне асиметричне криве обезбеђености (учесталости) од средине (од 1.0) при  $C_v=1.0$ ;  $C_v$  – коефицијент варијације;  $k_s$  – модулни коефицијент ординате;  $Q_{min}$  – вероватни максимални протицај.

Note:  $\emptyset$  – Deviation of the ordinate of the binomial asymmetric assurance (frequency) curve from the mean (from 1.0) at  $C_v=1.0$ ;  $C_v$  – coefficient of variation;  $k_s$  – module coefficient of the ordinate;  $Q_{min}$  – probable maximum flow.



Сл. 4. Крива вероватноће појављивања максималних протицаја Злотске реке на хидролошком профилу Злот

Fig. 4. Probability curve of occurrence of maximum flows of the Zlotska River on the Zlot hydrological profile

Злота (Сл. 4) закључује се да се сваке године може очекивати максимални протицај са вероватноћом 99.9 % од  $1.08 \text{ m}^3/\text{s}$ , а једном у 100 година од  $76.85 \text{ m}^3/\text{s}$ . Апсолутно максимални протицај који је у Злоту регистрован 31. јула 2014. године од  $78.6 \text{ m}^3/\text{s}$  по овој вероватноћи јавља се једном у нешто више од 100 година.

### ЗАКЉУЧАК

На основу података о протицају Злотске реке на профилу Злот у периоду 1981–2015. године одређен је средњемесечни и средњегодишњи протицај. Величина протицаја на Злотској реци у зависности је од расподеле падавина, времена отапања снега и испаравања. Просечна вредност средњегодишњег протицаја је  $2.85 \text{ m}^3/\text{s}$ . Најмањи средњемесечни протицај је у августу ( $0.49 \text{ m}^3/\text{s}$ ), а највећи у априлу ( $8.37 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Амплитуда протицаја показује да је максимални средњемесечни протицај већи од минималног 14.5 пута, што указује на неуједначен режим протицаја. Режим малих вода једнак је режиму средњих вода и карактеришу га најниже средњемесечне вредности у августу ( $0.23 \text{ m}^3/\text{s}$ ), а највише у априлу ( $3.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Највеће средњемесечне вредности великих вода јављају се у марту ( $20.38 \text{ m}^3/\text{s}$ ), а најмање у августу ( $2.28 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Максимални годишњи протицаји на Злотској реци најчешће се јављају у марту (40 % случајева) и у априлу (22.9 % случајева), а у августу и октобру нису ниједном забележени. Амплитуда екстремних вредности у Злоту је  $78.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Однос између максималних и минималних протицаја показују да Злотска река има бујичне одлике.

Урађена је прогноза обезбеђења воде у реци и добијени су максимални и минимални протицаји за вероватноће појаве од 0.01 % до 99.9 %. На основу добијених резултата конструисана је крива вероватноће појављивања малих и великих вода за хидролошки профил Злот на Злотској реци. Закључено је да се на анализираном профилу може очекивати максимални протицај са вероватноћом 50 % од  $26.76 \text{ m}^3/\text{s}$ . Мале воде се могу очекивати сваке године на Злотској реци изнад  $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$  (вред-

is concluded that every year the maximum flow can be expected with a probability of 99.9 % of  $1.08 \text{ m}^3/\text{s}$ , and once in 100 years of  $76.85 \text{ m}^3/\text{s}$ . The absolute maximum flow registered in Zlot on July 31, 2014 of  $78.6 \text{ m}^3/\text{s}$  according to this probability occurs once in a little more than 100 years.

### CONCLUSION

Based on data on the flow of the Zlotska river on the Zlot profile in the 1981–2015 periods the mean monthly and mean annual flows were determined. The amount of flow on the Zlotska River depends on the distribution of precipitation, time of snow melting and evaporation. The average value of the mean annual flow is  $2.85 \text{ m}^3/\text{s}$ . The lowest average monthly flow is in August ( $0.49 \text{ m}^3/\text{s}$ ), and the highest in April ( $8.37 \text{ m}^3/\text{s}$ ). The flow amplitude shows that the maximum mean monthly flow is 14.5 times higher than the minimum, which indicates a non-uniform flow regime. The regime of low water levels is equal to the regime of medium waters and is characterized by the lowest average monthly values in August ( $0.23 \text{ m}^3/\text{s}$ ), and the highest in April ( $3.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ). The highest average monthly values of high water level occur in March ( $20.38 \text{ m}^3/\text{s}$ ), and the lowest in August ( $2.28 \text{ m}^3/\text{s}$ ). The maximum annual flows on the Zlotska River most often occur in March (40 % of cases) and April (22.9 % of cases), and in August and October they were not recorded even once. The amplitude of the extreme values in Zlot is  $78.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . The ratio between the maximum and minimum flows shows that the Zlotska River has torrential characteristics.

A forecast of water supply in rivers was made and maximum and minimum flows were obtained for probabilities of occurrence from 0.01 % to 99.9 %. Based on the obtained results, a probability curve of the occurrence of low and high water level was constructed for the Zlot hydrological profile on the Zlotska River. It was concluded that the maximum flow with a probability of 50 % of  $26.76 \text{ m}^3/\text{s}$  can be expected on the analyzed profile. Low waters can be expect-



ност која одговара вероватноћи појављивања од 99.9 %). Коефицијент варијације максималних годишњих протицаја износи 0.538, а коефицијент варијације минималних годишњих протицаја је 0.795, што указује на знатну променљивост годишњих максималних и минималних протицаја. Овакав режим малих и великих вода може да доведе до знатних проблема у водопривреди.

ed every year on the Zlotska River above 0.01 m<sup>3</sup>/s (a value corresponding to a probability of occurrence of 99.9 %). The coefficient of variation of maximum annual flows is 0.538, and the coefficient of variation of minimum annual flows is 0.795, which indicates considerable variability of annual maximum and minimum flows. This regime of low and high water levels can lead to significant problems in water management.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Basso, S., Schirmer, M., & Botter, B. (2015). On the Emergence of Heavy-Tailed Streamflow Distributions. *Advances in Water Resources*, 82, 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2015.04.013>
- Bolgov, M., & Korobkina, E. (2013, June 3–7). *Applying the Log Pearson Type III Distribution for Modeling Annual Inflow to the Closed Lake*. Water & Environmental Dynamics, 6th International Conference on Water Resources and Environment Research, Koblenz, Germany.
- Blagojević, B., Mihailović, V., & Plavšić, J. (2014). Statistička analiza velikih voda na profilima hidroloških stanica: potreba za promenom pristupa. *Vodoprivreda*, 46, 199–209.
- Гавриловић, Љ. (1988). *Хидрологија у просторном планирању*. Природно математички факултет, Одсек за географију и просторно планирање.
- Gao, S., Liu, P., Pan, Z., Ming, B., Guo, S., Cheng, L., & Wang, J. (2019). Incorporating Reservoir Impacts into Flood Frequency Distribution Functions. *Journal of Hydrology*, 568, 234–246. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.10.061>
- Ђокић, М. (2015). *Нишава – потамолошка студија* [Необјављена докторска дисертација]. Универзитет у Нишу. Природно-математички факултет.
- Ђокић, М., Џивковић, Н., Голубовић, Н., Николић, М., & Драговић, Р. (2015). Hydrological Forecasts of Average, Low and High Waters in the Gaberska River Basin. *Serbian Journal of Geosciences*, 1(1), 11–19.
- Zhang, W., Cao, Y., Zhu, Y., Wu, Y., Ji, X., He, Y., Xu, Y., & Wang, W. (2017). Flood Frequency Analysis for Alterations of Extreme Maximum Water Levels in the Pearl River Delta. *Ocean Engineering*, 129, 117–132. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2016.11.013>
- Institution of Water and Environmental Management. (1987). *River Engineering – Part I, Design Principles*. Lavenham Press.
- Katz, R., Parlange, M., & Naveau, P. (2002). Statistics of Extremes in Hydrology. *Advances in Water Resources*, 25(8–12), 1287–1304. [https://doi.org/10.1016/S0309-1708\(02\)00056-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1708(02)00056-8)
- Лешчешен, И. (2019). *Протицајни режим великих вода Дунава, Саве, Тисе и Драве у Панонском басену* [Необјављена докторска дисертација]. Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департаман за географију, туризам и хотелијерство.
- Мартић Бурсаћ, Н., Стричевић, Љ., Николић, М., & Ивановић, Р. (2016). Статистичка анализа средњих, великих и малих вода реке Топлице. *Гласник Српског географског друштва*, 96(1), 26–45. <https://doi.org/10.2298/GSGD1601026M>
- Милијашевић, Д. (2010). Вероватноћа појаве великих вода на реци Ђетињи. *Гласник Српског географског друштва*, 90(2), 15–28.
- Милијашевић, П. Д. (2014). *Физичкогеографски фактори водног биланса и могућности одрживог коришћења водних ресурса у сливу Тимока*. [Необјављена

- докторска дисертација]. Универзитет у Београду, Географски факултет.
- Ристић, Р., Радић, Б., & Васиљевић, Н. (2009). Карактеристике великих вода на бујичним сливовима у Србији. *Гласник Српског географског друштва*, 89(4), 161–189.
- Saidi, M., Saouabe, T., Fels, A., Khalki, M., & Hadri, A. (2020). Hydro-Meteorological Characteristics and Occurrence Probability of Extreme Flood Events in Moroccan High Atlas. *Journal of Water and Climate Change*, 11(S1), 310–321. <https://doi.org/10.2166/wcc.2020.069>
- Sun, P., Wen, Q., Zhang, Q., Singh, V., Sun, Y., & Li, J. (2018). Nonstationarity-Based Evaluation of Flood Frequency and Flood Risk in the Huai River Basin, China. *Journal of Hydrology*, 567, 393–404. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.10.031>
- Урошев, М., Ковачевић–Мајкић, Ј., Штрбац, Д., Милановић Пешић, А., Милијашевић, Д., Јаковљевић, Д., & Петровић, А. (2017). Воде Србије. У М. Радовановић (Ур.), *Географија Србије* (стр. 160–235). Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ.
- Chen, B., Liu, G., Wang, L., Zhang, K., & Zhang, S. (2019). Determination of Water Level Design for an Estuarine City. *Journal of Oceanology and Limnology*, 37, 1186–1196. <https://doi.org/10.1007/s00343-019-8107-z>

Примљено / Received: 30. 03. 2023.

Исправљено / Revised: 08. 07. 2023.

Прихваћено / Accepted: 12. 07. 2023.



## ПРОСТОРНА И ВРЕМЕНСКА ДИСТРИБУЦИЈА ПОЖАРА ОТВОРЕНОГ ПРОСТОРА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА БАЊА ЛУКА

Марко Иванишевић<sup>1\*</sup>, Татјана Попов<sup>1</sup>, Горан Трбић<sup>1</sup>, Слободан Гњато<sup>1</sup> и Саша Љубојевић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ

<sup>2</sup>Јавно предузеће шумарства „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац, Соколац, Република Српска, БиХ

**Сажетак:** Пожари на отвореном простору настају као резултат комплексне интеракције између абиотичких и биотичких фактора, док се антропогени фактор може посматрати као њихов главни узрочник. Овај рад има за циљ да идентификује и анализира просторне и временске обрасце појављивања пожара отвореног простора на територији Града Бања Лука у периоду 2017–2021. године. Да би се добила јаснија слика о наведеним обрасцима, подаци о пожарима отвореног простора прикупљени су из два различита извора. Први сет података односи се на службене евиденције Професионалне територијалне ватрогасно-спасилачке јединице, док је други сет података добијен интерпретацијом сателитских снимака високе временске и просторне резолуције. Са временског аспекта, утврђено је да пожарна сезона траје од марта до октобра и да су пожари најчешћи у првом пожарном периоду који се односи на март и април, те другом пожарном периоду који се односи на јул и август. У посматраном периоду, на основу продуката даљинске детекције, идентификовано је укупно 1036 опожарених површина, које су у просјеку биле око 1.5 хектара у марту и априлу односно 0.3 хектара у осталим мјесецима. Насељена мјеста са највећим бројем пожара су Кола, Вилуси, Рекавице и Добрња у југозападном дијелу, односно насељена мјеста Поткозарје и Пискавица у сјеверозападном дијелу посматраног подручја. Резултати истраживања могу бити од користи приликом израде планова који третирају проблематику заштите од пожара и заштите животне средине, а могу бити и полазна основа за даља детаљнија истраживања пожара отвореног простора.

**Кључне ријечи:** пожари отвореног простора, даљинска детекција, Град Бања Лука.

Original scientific paper

## SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF FIRES IN OPEN SPACE WITHIN THE CITY OF BANJA LUKA TERRITORY

Marko Ivanišević<sup>1\*</sup>, Tatjana Popov<sup>1</sup>, Goran Trbić<sup>1</sup>, Slobodan Gnjato<sup>1</sup> and Saša Ljubojević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

<sup>2</sup>Public Forest Enterprise “Forests of the Republic of Srpska” a.d. Sokolac, Sokolac, Republic of Srpska, B&H

**Abstract:** Fires in open space occur as a result of complex interactions between abiotic and biotic factors, while anthropogenic factors can be seen as their main cause. The aim of this paper is to identify and analyze spatial and temporal patterns of fires in open space occurrences within the territory of the City of Banja Luka during the period 2017–2021. To gain a clearer understanding of these patterns, data on fires were collected from two different sources. The first dataset pertains to official records of the Professional Territorial Fire and Rescue Unit, while the second dataset was obtained through the interpretation of satellite imagery with high temporal and spatial resolution. From a temporal perspective, it was determined that the fire season lasts from March to October, with fires being most frequent in the first fire period encompassing March and April, as well as the second fire period covering July and August. During the observed period, a total of 1036 burned areas were identified based on remote sensing products, averaging around 1.5 hectares in March and April, and 0.3 hectares in other months. Settlements with the highest number of fires include Kola, Vilusi, Rekavice, and Dobrnja in the southwest, and settlements Potkozarje and Piskavica in the northwest of the study area. The research findings can be useful in the development of plans addressing the fire protection and environmental preservation, and also can serve as a foundation for further in-depth research into fires in open space.

**Keywords:** fires in open space, remote sensing, City of Banja Luka.

\* Аутор за кореспонденцију: Марко Иванишевић, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, Босна И Херцеговина, Е-маил: marko.ivanisevic@pmf.unibl.org  
Corresponding author: Marko Ivanišević, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, E-mail: marko.ivanisevic@pmf.unibl.org

## УВОД

Пожари могу бити често опасни по живот, здравље и имовину људи, али и по безбједност локалне заједнице, као и државе. Поред тога, пожари на отвореном простору су кључан деградирajuћи фактор екосистема (Barčić et al., 2020). Такође, пожари су један од главних извора емисија угљеника из копненог дијела биосфере у атмосферу (Ward et al., 2018). С обзиром на то да пожари у савременом свијету представљају једну од значајнијих опасности, намеће се потреба за комплексним, свеобухватним и мултидисциплинарним приступом истраживања наведене појаве.

Под термином пожари на отвореном простору, у овом раду, подразумевају се сви пожари који захватају шуме, макије, жбуње, ниско растиње, траву, тресетишта и депоније чврстог отпада. Ahn et al. (2014) наводе да пожари на отвореном простору настају као резултат комплексних интеракција између биотичких фактора (тип вегетације, старост и састав састојине) и абиотичких фактора (вјетар и дефицит засићености ваздуха влагом) на неком простору. Са друге стране, Flannigan et al. (2005) истичу важност антропогеног фактора као узрочника шумских пожара. Према наводима више аутора, пожари на отвореном простору најчешће су иницирани антропогеним фактором (Алексић & Јанчић, 2011; Драгићевић & Филиповић, 2009; Keller & DeVecchio, 2019; Flannigan et al., 2005). Постоји велики број антропогених узрока пожара, а неки од њих су: шумски пожари изазвани услед квара на електричним водовима, пожари изазвани искрама са кочница возова или падом електричних водова, пожари изазвани испуштањем ужарених честица односно искри са возила у друмском саобраћају, пожари изазвани искрама са мотора и машина у шумарству и пољопривреди, пожари изазвани употребом оружја и пиротехничких средстава, пожари изазвани спаљивањем корова и растиња на пољопривредним површинама, пожари узроковани паљењем отпада на службеним или дивљим депонијама, ненамјерно изазвани пожари ужареним предметима као што су на примјер цигарете или врући пепео из домаћинства.

## INTRODUCTION

Fires can often pose a significant threat to human life, health, property, as well as the safety of local communities and even entire nations. Moreover, fires in open space are crucial factor in ecosystem degradation (Barčić et al., 2020). Additionally, fires constitute one of the main sources of carbon emissions from the terrestrial biosphere into the atmosphere (Ward et al., 2018). Given that fires in the contemporary world pose significant hazards, there is a pressing requirement for a comprehensive and multidisciplinary approach to studying this phenomenon.

Under the term fires in open space, in this paper, we encompass all fires that involve forests, shrublands, grasslands, peatlands, and solid waste disposal sites. Ahn et al. (2014) state that fires in open space arise as a result of complex interactions between biotic factors (vegetation type, age and composition of the stands) and abiotic factors (wind and air moisture deficit) within a certain area. On the other hand, Flannigan et al. (2005) emphasizes the significance of anthropogenic factors as the cause of forest fires. According to several authors, fires in open space are most frequently initiated by anthropogenic factors (Алексић & Јанчић, 2011; Драгићевић & Филиповић, 2009; Keller & DeVecchio, 2019; Flannigan et al., 2005). A multitude of anthropogenic causes for fires exist, and some of them include: forest fires caused by faults in electrical power lines, fires caused by sparks from train brakes or the fall of electrical wires, fires caused by the emission of hot particles or sparks from vehicles in road traffic, fires caused by sparks from engines and machinery in forestry and agriculture, fires caused by the use of firearms and pyrotechnic devices, fires caused by burning weeds and vegetation on agricultural land, fires caused by the burning of waste at official or unauthorized waste disposal sites, unintentionally ignited fires by hot objects such as cigarettes or hot ashes from households.

Без обзира на узрок пожара на отвореном простору, може се рећи да се они дешавају на скоро свим географским просторима у одређеним периодима године. Последњих деценија осим што је евидентан пораст броја пожара на отвореном простору, уочава се и повећање деструктивности тих пожара (Abatzoglou et al., 2019; Jolly et al., 2015; Cvetković & Dragičević, 2014). Према бројним истраживањима, тренд повећања броја и јачине пожара наставиће да се повећава до краја вијека (Amatulli et al., 2013; Bedia et al., 2014; Dupuy et al., 2020; Flannigan et al., 2009, 2013).

У периоду наглашене климатске варијабилности, разумијевање прошлих и предвиђање будућих пожара је изазов за науку која треба да развије и имплементира рјешења која ће бити одржива када је у питању управљање пожарима и креирање релевантних политика које ће утицати на њихово смањење (Lukić et al., 2017). Међутим, како наводе Girardin et al. (2013), биће веома тешко предвидјети будуће пожаре због комплексности фактора који на њих утичу, али и због непостојаности просторно-временских образаца који су последица непредвидљивих климатских колебања.

Нека спроведена истраживања и аутори указују на подударност највећег броја пожара на отвореном простору са периодима које одликују високе температуре ваздуха и смањени садржај влаге у земљишту, ваздуху и горивом материјалу (Дуцић et al., 2007; Живановић, 2015; Живановић et al., 2015; Živanović, 2017; Радовановић & Гомес, 2008; Тошић et al., 2019; Ćurić & Živanović, 2013).

Постоји више чинилаца који повећавају осјетљивост одређеног простора на пожаре. Како је наведено у извјештају Заједничког истраживачког центра Европске комисије (JRC, 2008) неки од чинилаца су стално присутни, док се други јављају повремено или периодично, када стварају услове за велику осјетљивост на појаву пожара, чија је последица најчешће пожар већих размјера. У зависности од врсте стијена које преовлађују на одређеном подручју, може се ограничити и степен угрожености пожаром. Тако је геолошка подлога фактор који условљава водни режим, термичке особине и

Regardless of the cause of fires in open space, it can be said that they occur in almost all geographical areas during certain periods of the year. In the past few decades, in addition to the evident increase in the number of fires in open space, there has been an observed rise in the destructiveness of these fires (Abatzoglou et al., 2019; Jolly et al., 2015; Cvetković & Dragičević, 2014). According to numerous studies, the trend of increasing number and intensity of fires is expected to continue until the end of the century (Amatulli et al., 2013; Bedia et al., 2014; Dupuy et al., 2020; Flannigan et al., 2009, 2013).

In a period of pronounced climate variability, understanding past and predicting future fires poses a challenge for science, which needs to develop and implement solutions that will be sustainable when it comes to fire management and the creation of relevant policies to mitigate their impact (Lukić et al., 2017). However, as noted by Girardin et al. (2013) predicting future fires will be very difficult due to the complexity of influencing factors and the uncertainty of spatial-temporal patterns, which are a consequence of unpredictable climate fluctuations.

Certain studies and authors point to the coincidence of the highest number of fires in open space with periods characterized by high air temperatures and reduced moisture content in the soil, air, and fuel material (Дуцић et al., 2007; Живановић, 2015; Живановић et al., 2015; Živanović, 2017; Радовановић & Гомес, 2008; Тошић et al., 2019; Ćurić & Živanović, 2013).

There are multiple factors that increase the susceptibility of specific areas to fires. As stated in the report by the Joint Research Centre of the European Commission (JRC, 2008), some of these factors are constantly present, while others occur periodically, creating conditions for a high sensitivity to fire occurrence, often resulting in larger-scale fires. Depending on the predominant rock type in a specific area, the degree of fire vulnerability can be limited. The geological substrate is a factor that determines the water regime, thermal characteristics, and vegetation

тип вегетације одређеног простора (Španjol et al., 2008). На примјер, велика опасност од настанка пожара јавља се на кречњачким теренима, због брзог понирања воде и немогућности задржавања влаге у површинским дијеловима земљишта (Aleksić et al., 2009). Педолошки услови у највећој мјери утичу посредно на настанак и ширење пожара, и то преко вегетације. Плитка земљишта богата шумском стељом, сува станишта, као и пјесковита земљишта брже се и више загријавају, па се травна вегетација за вријеме и најмањих суша брзо осуши и постаје јако запаљива. Влажност земљишта директно утиче на влажност горивог материјала. Површински слој земљишта се током љетних мјесеци, када је већа количина воде која испарава од примљене количине падавина, лако загријава. Угроженост терена пожаром зависи и од особина рељефа: хипсометрије, вертикалне и хоризонталне рашчлањености, нагиба терена и експозиције. Са повећањем надморске висине мијења се састав подлоге и смањује се просјечна температура ваздуха. На промјену врсте вегетације утиче и једно и друго, као и врсте заступљености горивог материјала. Идући ка вишим вегетацијским појасевима примјећује се све сиромашнији биљни свијет, нижег раста и мање продуктивности. Шумске појасеве лишћара и четинара постепено замјењује сувља планинска вегетација, чије се растиње брже пали. Нагиб топографске површине такође утиче на ширење пожара (Aleksić et al., 2009; Zhong et al., 2000; Keller & DeVecchio, 2019; Pichler, 2008). Гориви материјал на отвореном простору чини травната, жбунаста и дрвенаста вегетација. Шуму, као категорију земљишног покривача са највишим потенцијалом горења, сачињавају различите врсте шумског дрвећа које се могу сврстати у двије главне групе: лишћарске и четинарске шуме. Између ове двије групе постоји велика разлика у погледу осјетљивости на паљење и горење, али разлика постоји и између различитих врста у истој групи дрвећа. Генерално посматрано, четинарско дрвеће је знатно осјетљивије на паљење и горење од листопадног, пошто у себи садржи више лакозапаљивих и брзосагоривих материја, као што су смоле и етерична уља (Aleksić et al., 2009; Pichler, 2008).

type of a given area (Španjol et al., 2008). For instance, a significant fire hazard occurs on limestone terrains due to rapid water infiltration and the inability to retain moisture in the surface layers of the soil (Aleksić et al., 2009). Pedological conditions significantly influence the occurrence and spread of fires, primarily through vegetation. Shallow soils rich in forest litter, dry habitats, and sandy soils heat up more quickly and intensely, causing grass vegetation to dry out rapidly and become highly flammable even during minor droughts. Soil moisture directly affects the moisture content of fuel material. The surface layer of soil easily heats up during summer months when more water evaporates from the received precipitation. The fire susceptibility of an area also depends on the characteristics of the terrain: hypsometry, vertical and horizontal fragmentation, terrain slope, and exposure. With increasing elevation, the composition of the substrate changes, and the average air temperature decreases. Both of these factors lead to changes in vegetation types and fuel material. As one moves towards higher vegetation zones, the plant world becomes increasingly impoverished, with shorter growth and lower productivity. Forest zones dominated by deciduous and coniferous trees gradually give way to dry mountain vegetation, which ignites more readily. The slope of the topographic surface also influences the spread of fires (Aleksić et al., 2009; Zhong et al., 2000; Keller & DeVecchio, 2019; Pichler, 2008). Fuel material in open spaces consists of grassy, shrubby, and woody vegetation. Forest, as a land cover category with the highest burning potential, comprises various types of trees that can be grouped into two main categories: deciduous and coniferous forests. There is a substantial difference in terms of ignitability and combustibility between these two groups, as well as between different species within the same group of trees. Generally, coniferous trees are considerably more susceptible to ignition and burning than deciduous trees, as they contain more easily ignitable and fast-burning materials such as resins and essential oils (Aleksić et al., 2009; Pichler, 2008).

Појава пожара на отвореном простору зависи прије свега од временских прилика и стања влажности горивог материјала (биљног свијета). Према Vasić (1983), пожари се могу јавити током цијеле године, али се издвајају три критична периода. Први период почиње почетком прољећа (период март–средина априла, мада се може десити да у години са мало падавина овај период почне и раније). Тада је присутна велика количина сувог биљног материјала, а врши се и сезонско чишћење пољопривредних парцела у близини шуме паљењем корова, при чему ватра ношена вјетром може лако да пређе у шуму. Други период односи се на љето (од средине јула па до краја августа, али тај период може почети знатно раније, још почетком јуна). У том периоду повећана је опасност од присуства људи који посјећују шуме (туристи, излетници и сл.) и отворене просторе. Трећи период почиње у јесен (у септембру, до средине октобра). Тада је велика количина материјала подложна лакој паљењу услед претходно сушног периода. Треба нагласити да много више пожара избија дању него ноћу, и то у периоду од 10 до 18 часова, што се везује за дневну активност човјека (Aleksić et al., 2009; Драгићевић & Филиповић, 2009).

Иако су пожари на отвореном простору честа појава на територији Града Бања Лука, која узрокује одређене материјалне и друге штете, може се рећи да су недовољно изучени и документовани. Главни циљ овог рада је идентификација и анализа просторних и временских образаца пожара отвореног простора на територији Града Бања Лука у периоду од 2017–2021. године. Подаци о пожарима из званичних евиденција који не обухватају све пожаре на посматраном подручју, допуњени су са подацима који су добијени визуелном интерпретацијом сателитских снимака високе резолуције. Да би анализа била комплетнија, подаци о пожарима укрупњени су са подлогама о земљишном покривачу, а све у сврху добијања детаљније слике о локацијама на којима се пожари чешће догађају. Такође, идентификована су насељена мјеста у којима се пожари отвореног простора најчешће догађају. Резултати истраживања могу да буду полазна тачка будућим истраживањима ове

The occurrence of fires in open space primarily depends on weather conditions and the moisture state of fuel material (vegetation). According to Vasić (1983), fires can occur throughout the year, but three critical periods are distinguished. The first period starts in early spring (from March to mid-April, although in years with low precipitation, this period can start earlier). During this time, a significant amount of dry plant material is present, and seasonal cleaning of agricultural plots near forests often involves burning weeds. Wind-carried fire can easily spread into the forest during this period. The second period corresponds to summer (from mid-July to the end of August, but it can start much earlier, even in early June). During this period, there's an increased risk due to the presence of people visiting forests (tourists, hikers, etc.) and open spaces. The third period begins in autumn (September to mid-October). In this period, a significant amount of easily ignitable material accumulates after a preceding dry period. It's important to note that far more fires occur during the daytime than at night, particularly between 10 AM and 6 PM, which is linked to human daily activity (Aleksić et al., 2009; Драгићевић & Филиповић, 2009).

Although fires in open space are a common hazard within the territory of Banja Luka, leading to specific material and other damages, it can be said that they are insufficiently studied and documented. The main goal of this study is the identification and analysis of spatial and temporal patterns of fires in open space within the territory of Banja Luka during the period 2017–2021. Data on fires from official records, which do not encompass all fires in the observed area, have been supplemented with data obtained through visual interpretation of high-resolution satellite images. To make the analysis more comprehensive, fire data have been cross-referenced with land cover datasets, all in the effort to obtain a more detailed picture of the locations where fires more frequently occur. Additionally, settlements where fires in open space are most commonly occur have been identified. The research results



проблематике, али и да послуже приликом процеса израде плана заштите од пожара и других сличних докумената.

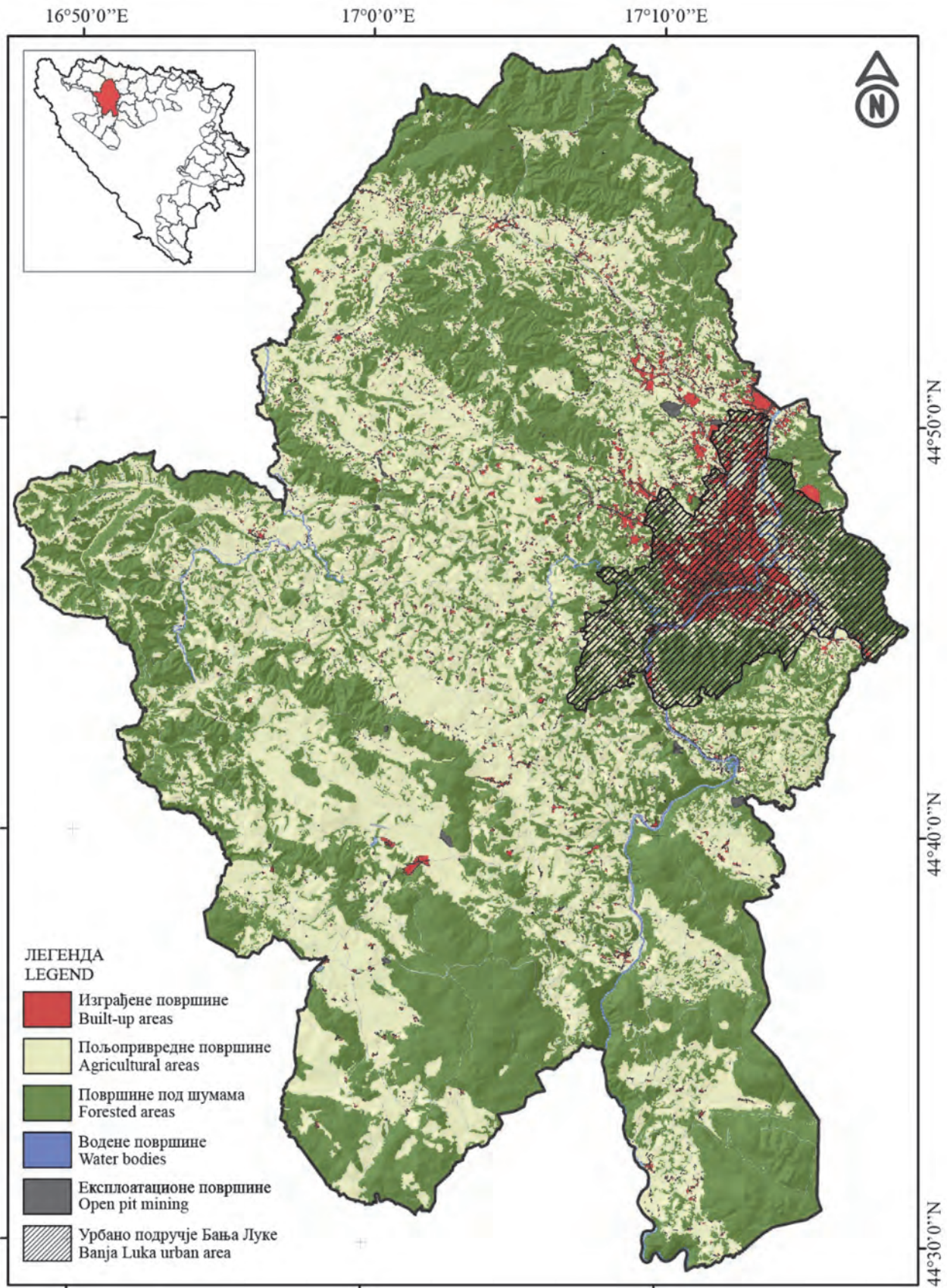
## ПОДРУЧЈЕ ИСТРАЖИВАЊА

Град Бања Лука налази се у сјеверозападном дијелу Републике Српске (Босне и Херцеговине). Са просторног аспекта, град Бања Лука простире се на 1239 km<sup>2</sup> (Републички завод за статистику Републике Српске, 2021) и територијално је највећа јединица локалне самоуправе у Републици Српској, односно Босни и Херцеговини (Сл. 1). Јединицу локалне самоуправе сачињавају 54 насељена мјеста. Планиметријски облик посматраног простора представља правоугаоник издужен у правцу сјевер-југ, при чему је максимална удаљеност граничних тачака у правцу сјевер-југ 55 километара, а на правцу исток-запад 40 километара. У геоморфолошком смислу, посматрани простор налази се на прелазу од динарске планинске области ка панонско-равничарској области, односно терен се степенасто спушта ка сјеверу. На крајњем југу налази се зона планина која према сјеверу прелази у зону побрђа да би на крајњем сјевероисточном дијелу прешла у равничарску зону. Надморска висина посматраног подручја варира од 170 до 1314 метара надморске висине. Хидролошка мрежа је развијенија у сјеверном дијелу посматраног подручја, а најважнији стални водоток на посматраном подручју је ријека Врбас. Већи дио посматраног подручја има умјереноконтиненталну климу са преовлађујућим утицајима панонског простора. У структури земљишног покривача доминирају шуме и шумско земљиште које заузима 47 % територије, док на пољопривредно земљиште отпада 38 % површине (Пројект а.д. & Институт за грађевинарство „ИГ“, 2014). Урбано подручје града заузима периферну позицију у сјевероисточном дијелу јединице локалне самоуправе и представљено је границама насељеног мјеста Бања Лука. Због специфичности феномена пожара на отвореном простору, из анализе је искључен простор урбаног подручја града, који обухвата површину од 102.7 km<sup>2</sup>.

can serve as a starting point for future researches and contribute to the process of creating fire protection plans and similar documents.

## STUDY AREA

The City of Banja Luka is located in the northwestern part of the Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina). From a spatial perspective, the City of Banja Luka covers an area of 1239 km<sup>2</sup> (Републички завод за статистику Републике Српске, 2021) and is territorially the largest unit of local self-government in the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina (Fig. 1). This unit of local self-government comprises 54 settlements. The planimetric shape of the observed area is rectangular, elongated in the north-south direction, with a maximum distance between the boundary points of 55 kilometers in the north-south direction and 40 kilometers in the east-west direction. Geomorphologically, the observed area is situated at the transition from the Dinaric mountain region to the Pannonian flatland region, with the terrain sloping gradually towards the north. In the far south, there is a mountainous zone that transitions to the foothill zone towards the north and further to the northeastern part, it transforms into a flatland zone. The elevation of the observed area varies from 170 to 1314 meters above sea level. The hydrological network is more developed in the northern part of the observed area, and the most significant permanent watercourse in the observed area is the Vrbas River. The majority of the observed area has a moderate continental climate with predominant influences from the Pannonian region. In terms of land cover structure, forests and forest land dominate, covering 47 % of the territory, while agricultural land accounts for 38 % of the area (Пројект а.д. & Институт за грађевинарство „ИГ“, 2014). The urban area of the city occupies a peripheral position in the northeastern part of the unit of local self-government and is delineated by the boundaries of the settlement of Banja Luka. Due to the specific nature of open-space fire phenomena, the analysis excluded the urban area of the city, which encompasses an area of 102.7 km<sup>2</sup>.



Сл. 1. Територија Града Бања Лука  
Fig. 1. Territory of the City of Banja Luka

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

### Подаци о земљишном покривачу и дигиталном моделу терена

Због недостатка подлога са адекватном размјером, за потребе овог рада приступило се изради карте земљишног покривача за територију Града Бања Лука. Као базни слојеви коришћени су дигитални ортофото снимци у размјери 1:5000. Идентификација и делимитација класа земљишног покривача вршена је методом визуелне интерпретације. Укупно је дигитализовано 12170 полигона који су разврстани у следеће класе: изграђене површине, пољопривредне површине, површине под шумама, водене површине и површине на којима се врши површинска експлоатација сировина. Дигитализација полигона вршена је у софтверском пакету QGIS (верзија 3.16.3). Дигитални модел терена урађен је на основу топографских карата размјере 1:25000. На 18 листова топографских карата дигитализоване су изохипсе на основу којих се касније урадио 20 метарски дигитални модел терена у растерском формату. Израда дигиталног модела терена такође је вршена у софтверском пакету QGIS.

### Подаци о пожарима из званичних евиденција

Подаци о пожарима отвореног простора прикупљени су из званичних евиденција које води Професионална територијална ватрогасно-спасилачка јединица Бања Лука (ПТВЈ). Званични подаци тренутно нису у дигиталном формату па се за потребе овог рада приступило њиховој дигитализацији и учитавању у ГИС окружење. У посебно креирану ГИС базу података, учитане су укупно 792 локације на којима се десио пожар. Подаци су обрађени за све мјесеце у периоду 2017–2021. године. Приликом изласка на интервенцију ватрогасци не прикупљају координате локације тако да то представља отежавајућу околност приликом тачног лоцирања пожара на карти. Тај недостатак дјелимично је рије-

## DATA AND METHODS

### Data on Land Cover and Digital Terrain Model

Due to the lack of suitable basemaps, the production of a land cover map for the territory of the City of Banja Luka was undertaken for the purposes of this study. Digital orthophoto images at a scale of 1:5000 were utilized as the base layers. The identification and delineation of land cover classes were performed using visual interpretation. In total, 12170 polygons were digitized and categorized into the following classes: built-up areas, agricultural areas, forested areas, water bodies, surface mining sites, and areas of special purpose. Polygon digitization was carried out using the QGIS software package (version 3.16.3). The digital terrain model was created based on topographic maps at a scale of 1:25000. Isohyps were digitized from 18 sheets of topographic maps, which were later used to generate a 20-meter digital terrain model in raster format. The development of the digital terrain model was also performed using the QGIS software package.

### Data on Fires from Official Records

Data on fires in open space were collected from official records maintained by the Professional Territorial Fire and Rescue Unit (PTF-RU) of Banja Luka. Currently, the official data is not in digital format, so for the purposes of this study, they were digitized and loaded into a GIS environment. A total of 792 fire locations were loaded into a specially created GIS database. The data was processed for all months in the period 2017–2021. Firefighters do not collect location coordinates when responding to interventions, which poses a challenge for accurately locating fires on the map. This issue was partially addressed by cross-referencing additional location descriptions found in inter-

шен провјером додатних описа локација у књигама интервенција за сваки појединачни пожар. Осим података о локацијама пожара, прикупљени су подаци о датуму изласка на интервенцију, времену проведеном на интервенцији, укупној опожареној површини те броју возила и ватрогасаца који су били на интервенцији. Анализом структуре података утврђено је да у 43 % случајева не постоји податак о опожареним површинама тако да ће се овај параметар разматрати на основу података који буду добијени обрадом продуката даљинске детекције. Такође, увидом у временски распоред пожара на отвореном простору, одлучено је да се из анализе изостави зимска сезона због изузетно малог броја пожара на отвореном простору.

#### Издавање опожарених површина на основу сателитских снимака високе просторне и временске резолуције

Као допуна званичним подацима о пожарима на отвореном простору у овом раду коришћени су сателитски снимци платформе PlanetScope. Констелација сателита PlanetScope има могућност прикупљања снимака високе просторне резолуције (3–5 метара) са временом обиласка истог подручја на дневном нивоу. За потребе овог рада коришћени су аналитички продукти (PlanetScope Analytic Ortho Scene Products) који се односе на оптичке сателитске снимке, који су снимљени у условима без облака, односно у условима када је покривеност облака на сцени мања од 25 %. Аналитички продукти PlanetScope платформе су орторектификовани и састоје се од слике са 4 банда (плави, зелени, црвени и блиско-инфрацрвени) на којима су извршене радиометријске и атмосферске корекције (Frazier & Hemingway, 2021). Опожарене површине су идентификоване методом визуелне интерпретације поређењем сателитских слика које се односе на различите датуме. Укупно је обрађено 729 сателитских слика за 57 датума у периоду 2017–2021. године (Таб. 1). Након извршене визуелне интерпретације, идентификовано и издвојено је укупно 1032 опожарене површине. Приликом идентификације пожара, због квалитета просторне резолуције сателитских снимака, успјешно су издвојене мање опожарене површине.

vention logs for each individual fire. In addition to fire location data, information was gathered about the date of intervention, time spent on intervention, total burnt area, as well as the number of vehicles and firefighters involved in each intervention. Upon analyzing the data structure, it was found that in 43 % of cases, information about burnt areas was missing. Therefore, this parameter will be considered based on data obtained from remote sensing analysis. Furthermore, after reviewing the temporal distribution of fires in open space, it was decided to exclude the winter season due to the extremely low number of fires during that period.

#### Delimitation of Burned Areas Using High Spatial and Temporal Resolution Satellite Imagery

As a supplement to official fire data, this study utilized satellite imagery from the PlanetScope platform. The PlanetScope satellite constellation has the capability to collect high spatial resolution (3–5 meters) imagery with daily revisit frequency. Analytic Ortho Scene Products from PlanetScope, specifically optical satellite images captured under cloud-free conditions or with cloud coverage less than 25 %, were employed for this study. These analytic products are orthorectified and consist of imagery in four bands (blue, green, red, and near-infrared) with radiometric and atmospheric corrections applied (Frazier & Hemingway, 2021). Burnt areas were identified using visual interpretation by comparing satellite images from different dates. A total of 729 satellite images were processed for 57 dates in the period 2017–2021 (Tab. 1). Following the visual interpretation process, a total of 1032 burnt areas were identified and delineated. Due to the spatial resolution quality of the satellite imagery, smaller burnt areas were successfully identified during the fire detection process.

Таб. 1. Сумарни преглед обрађених сателитских снимака по годинама  
 Tab. 1. Summary overview of processed satellite images by years

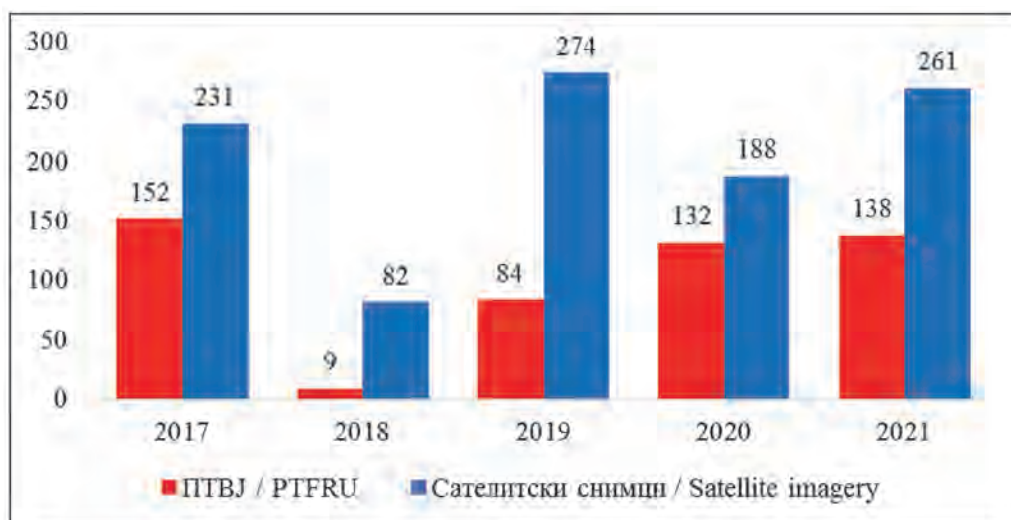
Година / Year	2017	2018	2019	2020	2021
Број обрађених датума / Processed dates (number)	14	7	9	18	9
Број снимака / The number of images	116	86	121	262	144

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Уочена је извјесна разлика између броја евидентираних пожара из званичних извора и броја идентификованих пожара са сателитских снимака. Наведена разлика може се објаснити чињеницом да су у званичним подацима Професионалне територијалне ватрогасно-спасилачке јединице евидентирани само они пожари на којима су интервенисали ватрогасци. Ватрогасци на пожаре отвореног простора који су се јављали у периферним и неприступачним дијеловима територије у одређеном броју случајева нису интервенисали. Такође, за пожаре отвореног простора који су условно речено били под контролом приликом чишћења пољопривредних површина, ватрогасци нису излазили на терен тако да ни ови пожари нису уведени у званичне евиденције. Број пожара који су се догодили у периоду 2017–2021. година варира (Сл. 2).

## RESULTS AND DISCUSSION

There is a certain discrepancy between the number of fires documented in official sources and the number of fires identified from satellite imagery. This difference can be attributed to the fact that official data from the Professional Territorial Fire and Rescue Unit only includes fires where firefighting interventions were carried out. Firefighters might not have intervened in fires in peripheral and inaccessible areas of the territory in some cases. Additionally, fires in open spaces that were essentially under control, occurring during the clearing of agricultural areas, may not have been attended by firefighters and therefore not included in official records. The number of fires that occurred during the period 2017–2021 varies (Fig. 2).

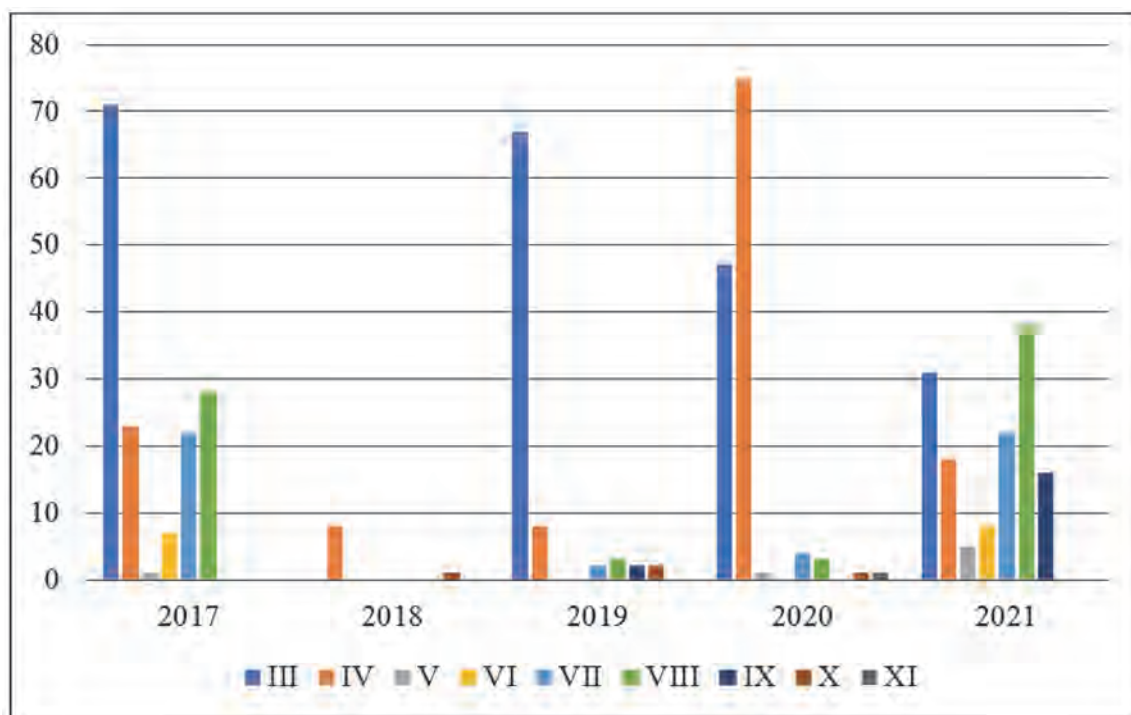


Сл. 2. Број пожара у периоду 2017–2021. године на основу података ПТВЈ и података добијених на основу интерпретације сателитских снимака

Fig. 2. Number of fires during the period 2017–2021 based on data from PTFRU and data obtained from satellite image interpretation

Највећи број пожара отвореног простора забиљежен је у мјесецима марту и априлу, на самом почетку пожарне сезоне. Мјесеци мај и јун у просјеку имају мањи број пожара, што је резултат учесталијих и интензивнијих падавина у том дијелу године. Други период у ком се јавља већи број пожара су мјесеци јул и август (Сл. 3). Слични временски обрасци појаве пожара отвореног простора током пожарне сезоне забиљежени су и у Србији (Aleksić et al., 2009; Дуцић et al., 2007; Живановић, 2015) и Хрватској (Bakšić et al., 2015). У зависности од метеоролошких услова, пожарна сезона може се продужити и до краја септембра, док се у октобру и новембру пожари отвореног простора дешавају веома ријетко.

The highest number of fires in open space is observed in the months of March and April, at the beginning of the fire season. The months of May and June typically have a lower number of fires, which can be attributed to more frequent and intense rainfall during that time of the year. Another period with a higher occurrence of fires is July and August (Fig. 3). Similar temporal patterns of fires in open space occurrence during the fire season have been observed in Serbia (Aleksić et al., 2009; Дуцић et al., 2007; Живановић, 2015) and Croatia (Bakšić et al., 2015). Depending on meteorological conditions, the fire season can extend until the end of September, while fires in open space are very rare in October and November.



Сл. 3. Број пожара по мјесецима у периоду 2017–2021. године на основу евиденција ПТВЈ  
Fig. 3. Number of fires by months during the period 2017–2021 based on PTFRU records

Према типу пожара, најзаступљенији су пожари траве и ниског растиња (Таб. 2). Наведени пожари најчешће се јављају као посљедица паљења корова на пољопривредним површинама широм посматраног подручја на почетку пожарне сезоне. Анализама је утврђено да су обрасци понављања овог типа пожара на истим локацијама евидентирани у југозападном дијелу посматраног

In terms of fire types, grass and low vegetation fires are the most frequent (Tab. 2). These fires are commonly the result of weed burning on agricultural fields throughout the study area, especially at the beginning of the fire season. Analyses have revealed that patterns of recurring fires of this type at the same locations are identified in the southwestern part of the

подручја, тачније на платоу планине Мањаче. Пожари траве и ниског растиња на овом подручју узрокују сточари који на тај начин чисте пашњаке од суве траве и растиња. Међутим, нису ријетки случајеви да се наведени пожари стихијски прошире на веће површине и да захвате шумску вегетацију. Шумски пожари присутни су на посматраном подручју, али због састојинске структуре, нису заступљени као претходни тип пожара. Према карактеру, шумски пожари су у већини случајева приземни, а рјеђе прелазе у фазу високог пожара, односно пожара који захватају крошње дрвећа. Период веће учесталости шумских пожара је у другом пожарном периоду у години и најчешће се односи на мјесеце јул и август. За пожаре депонија није уочена временска правилност, али са просторног аспекта може се закључити да се у већини случајева дешавају у приградским насељеним мјестима у којима је густина насељености већа.

observed area, specifically on the plateau of Manjača Mountain. Grass and low vegetation fires in this area are caused by livestock owners who use fire to clear dry grass and vegetation from pastures. However, cases where these fires spontaneously spread to larger areas and encompass forest vegetation are not uncommon. Forest fires are present in the observed area but are less prevalent compared to the previous type of fire, largely due to the forest structure. Forest fires are predominantly surface fires and less frequently transition to crown fires, which involve tree canopy ignition. The period with a higher frequency of forest fires occurs in the second fire period of the year, mainly in the months of July and August. For landfill fires, no consistent temporal pattern is observed, but from a spatial perspective, they tend to occur in suburban settlements with higher population density.

Таб. 2. Кретање броја пожара отвореног простора према типу у периоду 2017–2021. године (евиденција ПТВЈ)

Tab. 2. Number of fires in open space by type in the period 2017–2021 (PTFRU records)

Тип / Type	2017	2018	2019	2020	2021
Трава и ниско растиње / Grass and low vegetation	103	4	50	93	90
Шума и ниско растиње / Forest and low vegetation	33	1	22	17	18
Шумски пожар / Forest fires	10	3	12	18	20
Пожар депоније / Landfill fires	6	1	0	4	10
Укупно / Total	152	9	84	132	138

Према подацима који су добијени интерпретацијом сателитских снимака, у периоду 2017–2021. године опожарено је укупно 2031.27 хектара (Таб. 3.). У просјеку, највеће опожарене површине забиљежене су у мјесецима април (2.06 хектара) и март (1.13 хектара). Мјесеци мај, јун, јул и август имају знатно мање просјечне опожарене површине које се крећу у распону од 0.24 до 0.33 хектара.

According to data obtained from the interpretation of satellite images, a total of 2031.27 hectares were burned during the period 2017–2021 (Tab. 3). On average, the largest burned areas were recorded in the months of April (2.06 hectares) and March (1.13 hectares). The months of May, June, July, and August have significantly smaller average burned areas ranging from 0.24 to 0.33 hectares.

Таб. 3. Укупне и просјечне опожарене површине у периоду од 2017–2021. године (у хектарима)  
 Tab. 3. Total and average burned areas during the period 2017–2021 (in hectares)

	2017	2018	2019	2020	2021
Укупно опожарено / Total burned areas	592.17	36.48	254.09	691.24	457.29
Просјечне опожарене површине / Average burned areas	0.73	0.15	0.4	0.45	1.13

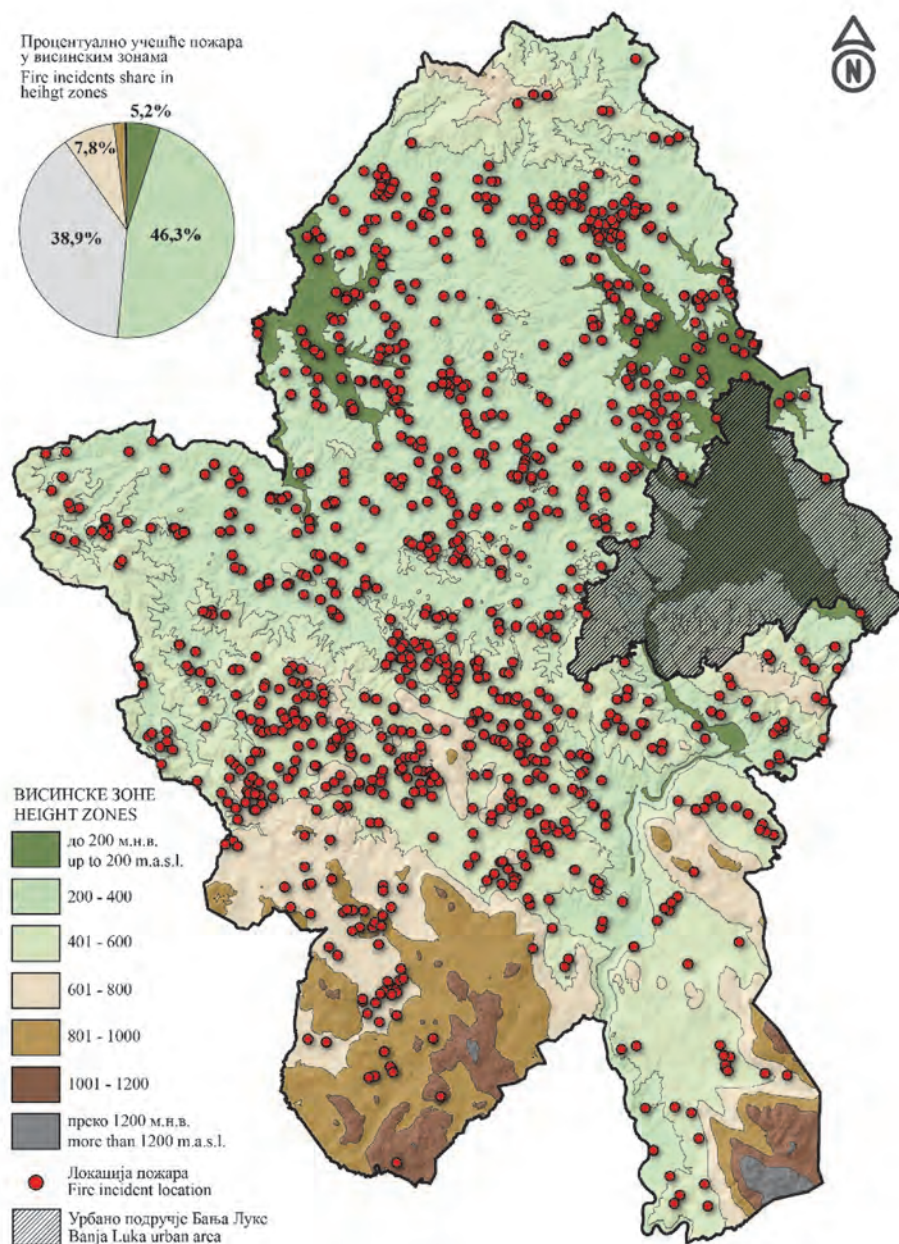
На основу анализираних података може се закључити да на територији Града Бања Лука доминирају мањи пожари, нарочито у првом дијелу пожарне сезоне. Иако опожарене површине у просјеку имају ниже вриједности, у периоду 2017–2021. године догодило се неколико пожара отвореног простора са великим опожареним површинама. Највећи пожар посматрајући опожарену површину забиљежен је у априлу 2020. године, на територији насељеног мјеста Рекавице (локалитет Трешњево брдо) и обухватио је површину од 69.42 хектара травнате и жбунасте вегетације. Други по величини пожар отвореног простора био је на површини од 50.79 хектара, а забиљежен је у априлу мјесецу 2017. године на територији насељеног мјеста Вилуси (близу засеока Станићи). Трећи по величини пожар отвореног простора догодио се у марту 2017. године на територији насељеног мјеста Рекавице (близу засеока Аћимовићи и Дамјановићи), а површина коју је обухватио била је 43.55 хектара.

Са аспекта висинске дистрибуције пожара на отвореном простору, највећи број пожара (480 пожара односно 46.3 % од укупног броја) евидентиран је у висинској зони између 200 и 400 метара надморске висине (Сл. 4.). Наведена зона површински је највећа на посматраном подручју и обухвата 46.3 % од укупне површине посматраног подручја. Друга по реду зона по заступљености пожара отвореног простора је зона која се налази између 400 и 600 метара надморске висине. У наведеној зони евидентирано је укупно 403 пожара или 38.9 % од укупног броја пожара отвореног простора. Пожари у осталим висинским зонама знатно су рјеђи.

Based on the analyzed data, it can be concluded that smaller fires dominate the territory of the City of Banja Luka, especially in the early part of the fire season. Although the average burned areas have lower values, there were several instances of fires in open space with large burned areas during the period 2017–2021. The largest fire, considering the burned area, was recorded in April 2020, in the territory of the settlement of Rekavice (locality Trešnjevo Brdo), covering an area of 69.42 hectares of grass and shrub vegetation. The second-largest fire in open space occurred in April 2017, covering an area of 50.79 hectares, in the territory of the settlement of Vilusi (near the hamlet of Stanići). The third-largest fire in open space happened in March 2017, in the territory of the settlement of Rekavice (near the hamlets of Aćimovići and Damjanovići), covering an area of 43.55 hectares.

In terms of the altitude distribution of fires in open space, the highest number of fires (480 fires, or 46.3 % of the total) was recorded in the altitude zone between 200 and 400 meters above sea level (Fig. 4). This zone is the largest in terms of area on the observed territory, covering 46.3 % of the total observed area. The second most frequent zone for fires in open space is the one located between 400 and 600 meters above sea level. In this zone, a total of 403 fires were recorded, accounting for 38.9 % of the total number of fires in open space. Fires in other altitude zones are considerably rarer.





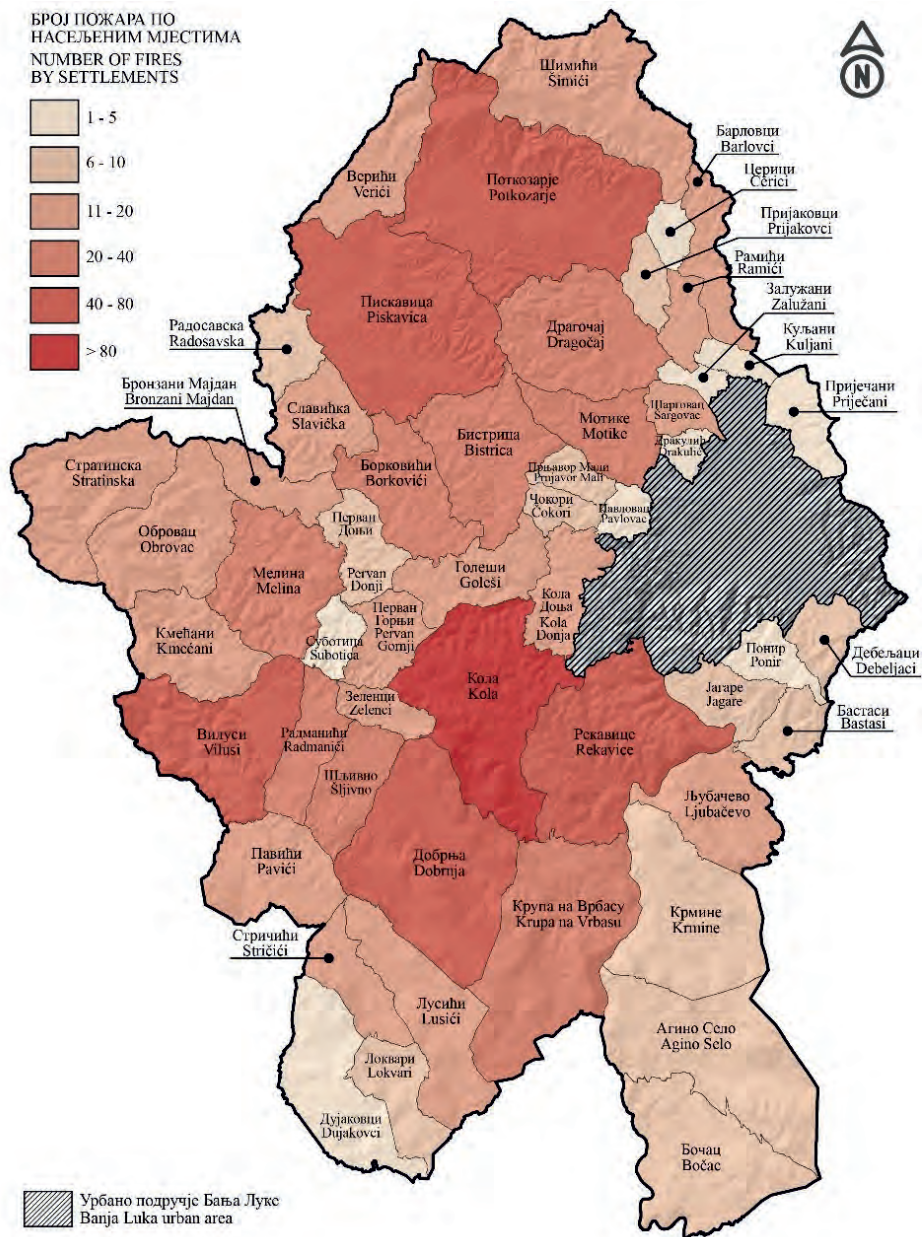
Сл. 4. Пожари отвореног простора према висинским зонама (период 2017–2021.)  
Fig. 4. Fires in open space according to altitude zones (period 2017–2021)

Посматрајући сумарне податке о пожарима на отвореном простору уочава се да су пожари присутни у свим насељеним мјестима на посматраном подручју (Сл. 5). На територији насељеног мјеста Кола, које се налази на планини Мањачи, евидентирано је укупно 96 пожара отвореног простора у периоду 2017–2021. године, што сврстава ово насељено мјесто као мјесто са највише пожара. У сјеверозападном дијелу посматраног подручја, на-

When examining the summarized data on fires in open space, it can be observed that fires are present in all inhabited places in the observed area (Fig. 5). In the territory of the settlement of Kola, located on Manjača Mountain, a total of 96 fires in open space were recorded during the period 2017–2021, making this settlement the one with the highest number of fires. In the northwestern part of the study area, the settlements with the most fires in open space are Pot-

сељена мјеста са највише пожара отвореног простора су Поткозарје (укупно 79) и Пискавица (укупно 77). Наведена насељена мјеста карактерише већа густина насељености и интензивније пољопривредне активности уколико се пореде са осталим насељеним мјестима посматраног подручја. Од насељених мјеста са већим бројем пожара издвајају се још насељена мјеста Вилуси (67), Рекавице (59) и Добрња (45) која се налазе на побрђу и платоу планине Мањаче.

kozarje (total of 79) and Piskavica (total of 77). These mentioned settlements are characterized by higher population density and more intensive agricultural activities when compared to other inhabited places in the study area. Among the settlements with a higher number of fires, Vilusi (67), Rekavice (59), and Dobrnja (45) also stand out. These settlements are located on the slopes and plateau of Manjača Mountain.



Сл. 5. Број пожара по насељеним мјестима у периоду 2017–2021. године  
Fig. 5. Number of fires by settlements during the period 2017–2021

Са друге стране, насељена мјеста са најмањим бројем пожара отвореног простора углавном се налазе у приградској зони (Пријељани, Куљани, Залужани, Дракулић, Павловац, Шарговац). Наведена насељена мјеста имају већи степен урбанизације, а пољопривредне активности су слабијег интензитета што је утицало на мању вјероватноћу појаве пожара отвореног простора. У посматраном периоду нису забиљежени озбиљнији пожари у већим комплексима шума у југоисточном дијелу посматраног подручја које обухвата планине Чемерницу, Тисовац и Осмачу. Такође, на обронцима планине Козаре који се налазе на посматраном подручју, а који су прекривени шумским покривачем, нису забиљежени пожари већих размјера, изузев великог шумског пожара који се десио у августу 2021. године у Мишином Хану.

#### ЗАКЉУЧАК

У периоду од пет година (2017–2021), на посматраном подручју укупно је опожарено 2031.27 хектара на којима се у већини случајева налазила трава и ниско растиње. Пожари на посматраном подручју обично обухватају мање површине тако да у мјесецима март и април њихова просјечна опожарена површина износи око 1.5 хектара, док се у осталим мјесецима она креће између 0.1 до 0.33 хектара. Пожарна сезона почиње у марту мјесецу и траје до октобра, а условно се може подијелити у два периода. Први период односи се на мјесеце март и април када је забиљежен највећи број пожара, а који се веже за почетак пољопривредних активности. Други период односи се на мјесеце јул и август, у којима се појаве пожара осим са пољопривредним активностима повезују и са повољним метеоролошким условима за настанак и ширење пожара отвореног простора. У свим насељеним мјестима на посматраном подручју забиљежене су појаве пожара. Насељена мјеста са највећим бројем пожара отвореног простора налазе се на побрђу и платоу планине Мањаче и у њих спадају Кола, Рекавице, Вилуси и Добрња, док се у сјеверозападном дијелу посматраног подручја издвајају Поткозарје и Пискавица као насељена мјеста са великим бројем евидентираних пожара.

Недостатак адекватних превентивних мјера заштите од пожара, непостојање система за рано узбуњивање од пожара, недовољан број и

On the other hand, the settlements with the lowest number of fires in open space are mostly located in the suburban zone (Priječani, Kuljani, Zalužani, Drakulić, Pavlovac, Šargovac). These mentioned settlements have a higher degree of urbanization and less intensive agricultural activities, which has led to a lower likelihood of fires in open space. During the observed period, there were no significant fires in the larger forest complexes in the southeastern part of the observed area, which includes the mountains of Čemernica, Tisovac, and Osmača. Additionally, on the slopes of Kozara Mountain within the study area, which are covered by forest, no larger fires were recorded except for a significant forest fire that occurred in August 2021 in Mišin Han.

#### CONCLUSION

Over a five-year period (2017–2021), a total of 2031.27 hectares were burned in the study area, predominantly with grass and low vegetation. The fires in the study area usually cover smaller areas, with average burned areas of about 1.5 hectares in March and April, and ranging from 0.1 to 0.33 hectares in other months. The fire season starts in March and lasts until October, and it can be conditionally divided into two periods. The first period relates to the months of March and April when the highest number of fires is recorded, linked to the beginning of agricultural activities. The second period pertains to the months of July and August, where fire occurrences are associated not only with agricultural activities but also with favorable meteorological conditions for the ignition and spread of fires in open space. Fire occurrences have been noted in all settlements in the study area. The settlements with the highest number of fires in open spaces are situated on the slopes and plateau of Manjača Mountain, including Kola, Rekavice, Vilusi, and Dobrnja. In the northwestern part of the observed area, Potkozarje and Piskavica stand out as settlements with a significant number of recorded fires.

The lack of adequate preventive fire protection measures, the absence of an early fire

неадекватна размјештеност ватрогасних јединица, те обрасци понашања становништва према паљевини условили су овако велики број пожара који су нанијели не само материјалну штету него и еколошку штету која се не може квантификовати. Једна од полазних тачака у дефинисању превентивних мјера заштите од пожара отвореног простора свакако је постојање адекватне базе података која се односи на локације и карактеристике пожара. У овом раду приказане су могућности прикупљања података о пожарима из продуката даљинске детекције који се ефикасно могу користити за утврђивање локалитета на којима су се десили пожари. Наравно, неопходно је наставити са даљим истраживањима у циљу дефинисања оптималне методологије за идентификацију опожарених површина на продуктима даљинске детекције чији би подаци били суплемент званичним евиденцијама. Наведени подаци били би од користи не само за сектор који се бави заштитом од пожара него и за друге секторе као што је заштита животне средине, шумарство и просторно планирање.

alert system, insufficient and inadequately positioned firefighting units, and patterns of behavior towards burning have led to this large number of fires, causing not only material but also ecological damage that cannot be quantified. One of the starting points in defining preventive measures for fires in open space protection is undoubtedly the existence of an adequate database related to fire locations and characteristics. This paper has demonstrated the possibilities of collecting fire data from remote sensing products that can effectively be used to determine the locations where fires have occurred. Of course, it is necessary to continue with further research in order to define an optimal methodology for identifying burned areas on remote sensing products, whose data would supplement official records. These data would be useful not only for the fire protection sector but also for other sectors such as environmental protection, forestry, and spatial planning.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Abatzoglou, J. T., Williams, A. P., & Barbero, R. (2019). Global Emergence of Anthropogenic Climate Change in Fire Weather Indices. *Geophysical Research Letters*, 46(1), 326–336. <https://doi.org/10.1029/2018GL080959>
- Aleksić, P., Krstić, M., & Jančić, G. (2009). Forest Fires – Ecological and Economic Problem in Serbia. *Botanica Serbica*, 33(2), 169–176.
- Алексић, П., & Јанчић, Г. (2011). Заштита шума од шумских пожара у Јавном предузећу „Србијашуме“. *Шумарство*, 1–2, 95–110.
- Amatulli, G., Camia, A., & San-Miguel-Ayanz, J. (2013). Estimating Future Burned Areas Under Changing Climate in the EU-Mediterranean Countries. *Science of the Total Environment*, 450, 209–222. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.02.014>
- Ahn, Y. S., Ryu, S., Lim, J., Lee, C. H., Shin, J. H., Choi, W., Lee, B., Jeong, J., An, K., & Seo, J. (2014). Effects of Forest Fires on Forest Ecosystems in Eastern Coastal Areas of Korea and an Overview of Restoration Projects. *Landscape and Ecological Engineering*, 10(1), 229–237. <https://doi.org/10.1007/s11355-013-0212-0>
- Bakšić, N., Vučetić, M., & Španjol, Ž. (2015). Potencijalna opasnost od požara otvorenog prostora u Republici Hrvatskoj. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, 5(2), 30–40.
- Barčić, D., Došlić, A., Rosavec, R., & Ančić, M. (2020). Klasifikacija i ponašanje šumskih požara u protupožarnoj zaštiti. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, 10(1–2), 25–46.
- Bedia, J., Herrera, S., Camia, A., Moreno, J. M., & Gutiérrez, J. M. (2014). Forest Fire Danger Projections in the Mediterranean Using ENSEMBLES Regional Climate Change Scenarios. *Climate Change*, 122(1–2), 185–199. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-1005-z>
- Vasić, M. (1983). *Zaštita šuma od požara*. NO-LIT.
- Girardin, M., Ali, A., Carcaillet, C., Gauthier, S., Hely, C., Le Goff, H., Terrier, A., & Bergeron, Y. (2013). Fire in Managed Forests of Eastern Canada: Risks and Options. *Forest*

- Ecology and Management*, 294, 238–249. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.005>
- Драгићевић, С., & Филиповић, Д. (2009). Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора. Географски факултет.
- Dupuy, J., Fargeon, H., Martin-StPaul, N., Pimont, F., Ruffault, J., Guijarro, M., Hernandez, C., Madrigal, J., & Fernandes, P. (2020). Climate Change Impact on Future Wildfire Danger and Activity in Southern Europe: A Review. *Annals of Forest Science*, 77(2), Article 35. <https://doi.org/10.1007/s13595-020-00933-5>
- Дуцић, В., Миленковић, М., & Радовановић, М. (2007). Географски фактори настанка пожара у Делиблатској пешчари. *Глобус*, 38, 275–290.
- Живановић, С. (2015). Методологија идентификације периода ризика шума од пожара. *Шумарство*, 1–2, 175–184.
- Живановић, С., Гоцић, М., Ивановић, Р., & Мартић-Бурсаћ, Н. (2015). Утицај температуре ваздуха на ризик шумских пожара у општини Неготин. *Гласник Српског географског друштва*, 95(4), 67–76. <https://doi.org/10.2298/GSGD1504067Z>
- Živanović, S. (2017). Impact of Drought in Serbia on Fire Vulnerability of Forest. *International Journal of Bioautomation*, 21(2), 217–226.
- Zhong, M., Fan, W., & Wang, Q. (2000). Experimental Study in Catastrophe Characteristics of Forest Fire Spread. *Progress in Natural Science*, 10(6), 465–469.
- Jolly, W. M., Cochrane, M. A., Freeborn, P. H., Holden, Z. A., Brown, T. J., Williamson, G. J., & Bowman, D. M. (2015). Climate-Induced Variations in Global Wildfire Danger from 1979 to 2013. *Nature Communications*, 6, Article 7537. <https://doi.org/10.1038/ncomms8537>
- JRC. (2008). *Assessment of Forest Fire Risk in European Mediterranean Region: Comparison of Satellite-Derived and Meteorological Indices*. Joint Research Centre European Commission.
- Keller, E., & DeVecchio, D. (2019). *Natural Hazards: Earth's Processes as Hazards, Disasters and Catastrophes*. Routledge.
- Lukić, T., Marić, P., Hrnjak, I., Gavrilov, M., Mladjan, D., Zorn, M., Komac, B., Milošević, Z., Marković, S., Sakulski, S., Jordaan, A., Đorđević, J., Pavić, D., & Stojsavljević, R. (2017). Forest Fire Analysis and Classification Based on Serbian Case Study. *Acta Geographica Slovenica*, 57(1), 51–63. <https://doi.org/10.3986/AGS.918>
- Pichler, T. (2008). Zaštita okoliša i požar. *Sigurnost*, 50(4), 399–414.
- Пројект а.д., & Институт за грађевинарство „ИГ“. (2014). *Просторни план Града Бањалука*.
- Радовановић, М., & Гомес, Ј. (2008). *Сунчева активност и шумски пожари*. Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ.
- Републички завод за статистику Републике Српске. (2021). *Градови и општине Републике Српске*.
- Španjol, Ž., Biljaković, K., Rosavec, R., Dominiko, D., Barčić, N., & Starešinić, D. (2008). Šumski požari i fizikalni modeli. *Šumarski list*, 5–6, 259–267.
- Tošić, I., Mlađan, D., Gavrilov, B., Živanović, S., Radaković, M., Putniković, S., Petrović, P., Krstić Mistrizdelović, I., & Marković, S. (2019). Potential Influence of Meteorological Variables on Forest Fire Risk in Serbia During the Period 2000–2007. *Open Geosciences*, 11(1), 414–425. <https://doi.org/10.1515/geo-2019-0033>
- Flannigan, D., Amiro, D., Logan, A., Stocks, J., & Wotton, M. (2005). Forest Fires and Climate Change in the 21st Century. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11, 847–859. <https://doi.org/10.1007/s11027-005-9020-7>
- Flannigan, M. D., Krawchuk, M. A., de Groot, W. J., Wotton, B. M., & Gowman, L. M. (2009). Implications of Changing Climate for Global Wildland Fire. *International Journal of Wildland Fire*, 18(5), 483–507. <https://doi.org/10.1071/WF08187>
- Flannigan, M., Cantin, A. S., de Groot, W. J., Wotton, M., Newbery, A., & Gowman, L.

- M. (2013). Global Wildland Fire Season Severity in the 21st Century. *Forest Ecology and Management*, 294, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.022>
- Frazier, A., & Hemingway, B. (2021). A Technical Review of Planet Smallsat Data: Practical Considerations for Processing and Using PlanetScope Imagery. *Remote Sensing*, 13, 3930–3942. <https://doi.org/10.3390/rs13193930>
- Cvetković, V., & Dragičević, S. (2014). Spatial and Temporal Distribution of Natural Disasters. *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić”, SASA*, 64(3), 293–309. <https://doi.org/10.2298/IJGI1403293C>
- Ćurić, M., & Živanović, S. (2013). Dependence Between Deficit and Surplus of Precipitation and Forest Fires. *Disaster Advances*, 6(6), 64–69.
- Ward, D. S., Shevliakova, E., Malyshev, S., & Rabin, S. (2018). Trends and Variability of Global Fire Emissions Due to Historical Anthropogenic Activities. *Global Biogeochemical Cycles*, 32(1), 122–142. <https://doi.org/10.1002/2017gb005787>

Примљено / Received: 14. 05. 2023.

Исправљено / Revised: 23. 08. 2023.

Прихваћено / Accepted: 26. 08. 2023.



## НЕПРИЗНАТА ПРИДЊЕСТРОВСКА МОЛДАВСКА РЕПУБЛИКА У ЗАГРЉАЈУ ГЛОБАЛНЕ ГЕОПОЛИТИКЕ

Михаил Порфирович Бурла<sup>1</sup> и Анатолиј Иванович Чистобајев<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Придњестровски државни универзитет Тараса Шевченка, Тираспољ

<sup>2</sup>Санктпетербуршки државни универзитет, Санкт Петербург, Руска Федерација

**Сажетак:** У раду се процјењује утицај савремених глобалних геополитичких процеса на националну безбједност и одрживи развој самопроглашеног региона са неизвјесним међународно-политичким и правним статусом – Придњестровске Молдавске Републике (ПМР, Придњестровље). Прати се негативан тренд у динамици геополитичког положаја републике у постсовјетској ери, који произлази из распуштања Савјета за међусобну економску помоћ и Варшавског пакта, ширења НАТО-а на исток, стратешког одређења и политичких догађаја у сусједним земљама – Молдавији и Украјини. Приказује се да је ситуација у Придњестровљу нагло ескалирала због сукоба Русије и Украјине, испровоцираног из иностранства.

**Кључне ријечи:** геополитички положај, политичко-правни статус, референдум, самопроглашени регион, одрживи развој, међународна сарадња, Придњестровска Молдавска Република (Придњестровље).

Original scientific paper

## UNRECOGNIZED PRIDNESTROVIAN MOLDOVAN REPUBLIC CAUGHT IN THE GRIP OF GLOBAL GEOPOLITICS

Mihail Porfirovich Burla<sup>1</sup> and Anatoly Ivanovich Chistobaev<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Taras Shevchenko Transnistria State University, Tiraspol

<sup>2</sup>St Petersburg University, St Petersburg, Russia

**Abstract:** The article assesses the influence of contemporary global geopolitical processes on the national security and sustainable development of the self-proclaimed region with an uncertain international political and legal status – the Pridnestrovian Moldavian Republic (PMR, Transnistria). A negative trend in the dynamics of the republic's geopolitical position in the post-Soviet era is traced, stemming from the dissolution of the Council for Mutual Economic Assistance and the Warsaw Pact Organization, the expansion of NATO to the east, strategic orientation, and political events in neighboring first-order countries – Moldova and Ukraine. It is demonstrated that the situation in Transnistria has sharply escalated due to the conflict between Russia and Ukraine, which was provoked from abroad.

**Keywords:** geopolitical position, political and legal status, referendum, self-proclaimed region, sustainable development, international cooperation, Pridnestrovian Moldavian Republic (Transnistria).

\* Аутор за кореспонденцију: Анатолиј Иванович Чистобајев, Санктпетербуршки државни универзитет, Универзитетски насип 7–9, 199034 Санкт Петербург, Руска Федерација, E-mail: chistobaev40@mail.ru  
Corresponding author: Anatoly Ivanovich Chistobaev, St Petersburg University, Universitetskaya Embankment 7–9, 199034 St Petersburg, Russia, E-mail: chistobaev40@mail.ru



## УВОД

На савременој карти свијета налазе се и региони који су се одвојили од држава, без сувереног статуса, а настали су као резултат самоопредјељења или распада појединих држава. Овај процес је прије свега утицао на постсовјетски простор: након распада Савеза Совјетских Социјалистичких Република (СССР) појавило се неколико земаља непризнатих од међународне заједнице, а једна од њих је Придњестровска Молдавска Република (ПМР, Придњестровље). Ова територија има сложену историју, јер је у различитим периодима била дио различитих држава, што је резултирало разноликом етничком структуром становништва. Као резултат интеграционих процеса, Руси, Украјинци, Молдавци, Бугари, Гагаузи и друге етничке групе које живе на том простору формирале су карактеристичну етничку заједницу, што се огледа у обрасцима њиховог рада (за разлику од претежно аграрног остатка Молдавије, у Придњестровљу преовладава индустрија), систему писања (ћирилица), јединственој култури и начину живота који чува традиције из совјетског доба.

## ПРОЦЕС САМООПРЕДЈЕЉЕЊА

Придњестровље је први пут проглашено као јединствена економска територијална цјелина у оквиру СССР-а, позната као „Придњестровска слободна економска зона“ 2. јуна 1990. године, а затим се прогласила као независни политички и територијални ентитет 2. септембра 1990. године усред ескалација међуетничких тензија у Совјетској Социјалистичкој Републици Молдавији (Бабиљунга et al., 2007; Бурла, 2019, 2020).

Феномен Придњестровља је јединствен на постсовјетском простору. За разлику од Нагорно-Карабаха, Абхазије и Јужне Осетије, Придњестровље није имало аутономни статус и створено је као државни ентитет практично „од нуле“. Примарни напори државних структура у настајању били су усмјерени ка заштити политичких, економских, језичких, етничких и других основних права становништва.

## INTRODUCTION

The modern world map features regions that have separated from states, lacking sovereign status, which emerged as a result of self-determination or the disintegration of individual states. This process primarily affected the post-Soviet space: after the collapse of the Union of Soviet Socialist Republics (USSR), several countries unrecognized by the international community emerged, and one of them is the Pridnestrovian Moldavian Republic (PMR, Transnistria). This territory has a complex history, having been part of various states at different stages, resulting in a diverse ethnic structure of the population. As a result of integration processes, the Russians, Ukrainians, Moldovans, Bulgarians, Gagauz, and other ethnic groups living here have formed a distinctive ethnic community, which is reflected in their work patterns (unlike the predominantly agrarian rest of Moldova, industry prevails in Transnistria), writing system (Cyrillic), unique culture, and way of life, preserving traditions from the Soviet era.

## THE PROCESS OF SELF-DETERMINATION

Transnistria was first proclaimed as a unified economic territorial entity within the framework of the USSR, known as the “Transnistrian Free Economic Zone” on June 2, 1990. It then declared itself as an independent political and territorial entity on September 2, 1990, amid escalating interethnic tensions in the Soviet Socialist Republic of Moldova (Бабиљунга et al., 2007; Бурла, 2019, 2020).

The phenomenon of Transnistria is unique in the post-Soviet space. Unlike Nagorno-Karabakh, Abkhazia, and South Ossetia, Transnistria did not have autonomous status and was created as a state entity practically “from scratch”. The primary efforts of the emerging state structures were directed towards safeguarding the political, economic, linguistic, ethnic, and other basic rights of the population. Protection of political

Заштита политичких права заснивала се на широкој примјени веома демократских инструмената током државотворних и законодавних процеса, као што су национални референдуми и непосредни избори председника и представника на свим нивоима.

На територији Придњестровља одржано је укупно 7 свенародних референдума: један 1990, по два 1991. и 1995. и по један 2003. и 2006. Референдум о независности (1. децембра 1991.) и доношење новог устава и придруживање Заједници независних држава (ЗНД) (24. децембра 1995.) имали су фундаментални значај (Волкова, 2005). Референдумом 17. септембра 2006. године утврђен је савремени стратешки избор Придњестровља „Суверенитет и даља интеграција са Русијом“. Документ је одобрило 97 % учесника на референдуму (Волкова, 2005; Галоганов, 2018; Затулин, 2018). Огромна већина становништва републике учествовала је на свим референдумима.

На основу резултата референдума, руководство Придњестровља усвојило је „источни вектор интеграције“, који подразумева стратешку оријентацију према Русији. Ово је формализовано Указом председника Придњестровља бр. 766 *О одобравању концепта спољне политике Придњестровља* од 20. новембра 2012. године. Пододјелак е) тачке 3. Указа наводи националну идеју „...учешће Придњестровља у интеграционим процесима у оквиру простора ЗНД, укључујући укључење у ЕАЕУ“ (Евроазијска економска унија, ЕАЕУ) (Красноселски, 2018).

Протоколи потписани у Москви између потпредседника Владе Руске Федерације А. Жукова и председника Придњестровља И. Смирнова 23. маја 2006. године, те између замјеника председника Владе Руске Федерације и специјалног представника председника Руске Федерације за Придњестровље Д. Рогозина и председника Придњестровља И. Шевчука 25. октобра 2013. године имали су и имају знатан утицај на сарадњу Придњестровља и Русије. Ови протоколи су послужили као правни основ за обострано корисну би-

rights was based on the extensive use of highly democratic instruments during the state-building and legislative processes, such as nationwide referendums and direct elections of the president and representatives at all levels.

A total of 7 nationwide referendums were held in the territory of Transnistria: one in 1990, two in 1991 and 1995, and one each in 2003 and 2006. The referendums on independence (December 1, 1991) and the adoption of a new constitution and joining the Commonwealth of Independent States (CIS) (December 24, 1995) held fundamental significance (Волкова, 2005). The referendum on September 17, 2006, determined the modern strategic choice of Transnistria: “On Sovereignty and Further Integration with Russia”. The document was approved by 97 % of referendum participants (Волкова, 2005; Галоганов, 2018; Затулин, 2018). The overwhelming majority of the population of the republic participated in all referendums.

Based on the results of the referendums, the leadership of Transnistria adopted an “eastern vector of integration”, implying a strategic orientation towards Russia. This was formalized in the Decree of the President of Transnistria No. 766 of November 20, 2012, *On the Approval of the Concept of Foreign Policy of Transnistria*. Subsection e) of point 3 of the Decree states the national idea as “...the participation of Transnistria in integration processes within the CIS space, including involvement in the EAEU” (Eurasian Economic Union, EAEU) (Красноселский, 2018).

The protocols signed in Moscow between the Deputy Prime Minister of the Russian Federation, A. Zhukov, and the President of Transnistria, I. Smirnov, on May 23, 2006, and between the Deputy Chairman of the Russian Federation Government, Special Representative of the President of the Russian Federation on Transnistria, D. Rogozin, and the President of Transnistria, Y. Shevchuk, on October 25, 2013, have had and continue to have a significant influence on the cooperation between Transnistria and Russia. These protocols have served as a legal basis for

латералну сарадњу у економској, социјалној, хуманитарној, културној, информационој, научној, образовној, инвестиционој, валутној и монетарној области.

У кратком историјском периоду, Придњестровље је успоставило све атрибуте карактеристичне за суверену државу, укључујући устав, институцију председника, законодавна, извршна и судска тијела, оружане снаге, систем државне безбједности, банкарски и финансијски систем, сопствену валуту, химну, заставу, грб и законски оквир који уређује предузетништво и дјелатност у нетржишном сектору привреде.

Московски меморандум *О односима између Републике Молдавије и Придњестровља*, који су 8. маја 1997. потписали њихови председници, те тадашњи председници Русије и Украјине, као и председавајући Организације за европску безбједност и сарадњу (ОЕБС), имао је знатан утицај за интеракцију Придњестровља са спољним свијетом. Тачком 3 меморандума признато је право Придњестровља да самостално води спољне економске и културне односе, као и односе у области науке и образовања.

Упркос чињеници да је већина становника Придњестровља изразила подршку његовој независности, међународне организације и руководства појединих земаља не признају републику као суверену државу. Међународни политичко-правни статус републике остаје неријешен и предмет је преговора у формату „5+2“ у којима учествују преговарачке стране – Молдавија и Придњестровље, земље гаранте – Русија и Украјина и земље/савези посматрачи – Сједињене Америчке Државе (САД), Европска унија и ОЕБС.

#### ПРИСИЛНА АУТАРКИЈА

Одсуство међународног политичког и правног статуса довело је до низа негативних посљедица, укључујући наметање разних спољних ограничења и немогућност пуне интеракције са другим земљама и међународним економским организацијама. Упркос малој

mutually beneficial bilateral cooperation in the economic, social, humanitarian, cultural, informational, scientific, educational, investment, currency, and monetary fields.

Within a short historical period, Transnistria has established all the attributes characteristic of a sovereign state, including a constitution, presidential institution, legislative, executive, and judicial bodies, armed forces, state security system, banking and financial systems, its own currency, anthem, flag, coat of arms, and a regulatory framework governing entrepreneurship and non-market sector activities.

The Moscow Memorandum *On Relations between the Republic of Moldova and Transnistria*, signed on May 8, 1997 by the presidents of the parties, the then-presidents of Russia and Ukraine, as well as the Chairman of the Organization for Security and Co-operation in Europe (OSCE), has had a significant impact on Transnistria's interaction with the outside world. Point 3 of the Memorandum recognized Transnistria's right to independently conduct external economic and cultural relations, as well as relations in the fields of science and education.

Despite the fact that the majority of Transnistria's population expressed their support for its independence, international organizations and the leadership of individual countries do not recognize the republic as a sovereign state. The international political and legal status of the republic remains unresolved and is the subject of negotiations in the "5+2" format, involving the negotiating parties – Moldova and Transnistria, the guarantor countries – Russia and Ukraine, and observer countries/unions – the United States of America (USA), the European Union, and the OSCE.

#### FORCED AUTARKY

The absence of an international political and legal status has led to a number of negative consequences, including the imposition of various external restrictions and the exclusion of the possibility of full interaction with other countries and international economic organizations.

површини (4163 km<sup>2</sup>) и капацитету домаћег тржишта, руководство републике има за циљ да обезбиди висок степен економске отворености, што захтијева активно учешће у различитим међународним економским односима.

За разлику од великих држава које могу да неутралишу негативан утицај спољашњег окружења кроз унутрашње ресурсе, Придњестровље нема способност да ефикасно развија своју економију засновану на унутрашњем потенцијалу у оквиру аутаркичног модела. Одрживи развој региона могућ је само кроз интензивну и ефикасну интеракцију са спољним свијетом. Међутим, у садашњој реалности то није случај, па је као резултат тога република у великој мјери зависна од геополитичких процеса који се одвијају и на глобалном и на регионалном нивоу, посебно у сусједним земљама.

Будући да је у суштини у стању аутаркије, придњестровска привреда је веома осјетљива на све промјене у сферама спољне политике и спољноекономских активности, укључујући кретање радне снаге, робе и новца, као и динамику потражње и цијена за извезену робу. Дакле, геополитички, војнополитички и геоекономски процеси представљају фундаментални фактор макроекономске и друштвене динамике, који утичу како на позитивне тако и на негативне трендове економског и друштвеног развоја.

#### ГЕОПОЛИТИЧКА ЈЕДИНСТВЕНОСТ: ОД ПРОШЛОСТИ ДО САДАШЊОСТИ

Током вијекова Придњестровље је било погранично подручје, транзитно чвориште и зона комуникације између различитих народа, конфесија и државних формација, дјелујући као тампон зона између славенске и германско-романске цивилизације. Ријека Дњестар је у различитим епохама играла улогу не само природне, већ и геополитичке границе. Промјене геополитичке, војно-политичке и економско-географске ситуације овдје су увијек одређивале трендове и ефикасност регионалног развоја. Ово је посебно било еви-

Despite its small territory size (4163 km<sup>2</sup>) and the capacity of its domestic market, the leadership of the republic aims to ensure a high degree of economic openness, which necessitates active participation in various international economic relations.

Unlike large states that can offset the negative influence of the external environment through internal resources, Transnistria does not have the ability to effectively develop its economy based on internal potential within an autarkic model. Sustainable development of the region is only possible through intensive and efficient interaction with the outside world. However, in the current realities, this is not the case, and as a result, the republic is highly dependent on geopolitical processes occurring at both the global and regional levels, especially in neighboring countries.

Being essentially in a state of autarky, Transnistria's economy is highly sensitive to any changes in the spheres of foreign policy and external economic activities, including the movement of labor, goods, and finances, as well as the dynamics of demand and prices for exported goods. Therefore, geopolitical, military-political, and geo-economic processes are a fundamental factor in macroeconomic and social dynamics, influencing both positive and negative trends in economic and social development.

#### GEOPOLITICAL UNIQUENESS: FROM THE PAST TO THE PRESENT

Throughout centuries, Transnistria has served as a borderland, a transit hub, and a communication zone between different peoples, confessions, and state formations, acting as a buffer zone between the Slavic and Germano-Romance civilizations. The Dniester River has played not only a natural but also a geopolitical boundary role in different epochs. The changes in the geopolitical, military-political, and economic-geographical situation here have always determined the trends and effectiveness of regional development. This was particularly evident during the

дентно у периоду од 1945. до 1990. године када је дио Придњестровља на лијевој обали био дио Молдавске ССР, саставни дио СССР-а, који је представљао јединствен национални економски комплекс. У овом огромном уједињеном економском простору, Придњестровски регион је имао широке могућности за сарадњу, слободно је (без конверзије валута, граничне контроле или царине) испоручивао робу у све регионе СССР-а и набављао неопходне производе, користећи предности јединственог транспортног система земље. Произведена роба имала је загарантована тржишта, стабилне изворе сировина, енергије, финансија и квалификоване радне снаге. Транзитне функције су биле веома важне, јер је кроз регион пролазило десетине међународних и совјетских жељезничких и друмских праваца. Непостојање граница и царинских ограничења између совјетских република, слобода кретања грађана по цијелом совјетском простору, неограничен приступ лукама и туристичким ресурсима Црног мора, близина земаља Варшавског пакта и Савјета за међусобну економску помоћ (СЕВ) доприносило је знатном развоју односа сарадње и међусобне трговине, подизању стандарда и квалитета живота становништва.

#### САВРЕМЕНИ ГЕОПОЛИТИЧКИ ТРЕНД

Од раних 1990-их, постојао је стални тренд погоршања геополитичке ситуације републике, проистекао из распада СССР-а, престанка активности Варшавског пакта и СЕВ-а и приступања Бугарске, Мађарске, Пољске, Румуније, Словачке и Чешке Европској унији и НАТО (Сл. 1). Све то је знатно ограничило интеракцију Придњестровља са спољним свијетом. Ситуација је додатно погоршана због пандемије COVID-19 (2020–2021) и због војно-политичких дешавања у Украјини почев од 2014. године, а посебно од 2022. године, када је попримила карактер предратне ситуације.

period from 1945 to 1990 when the left-bank part of Transnistria was part of the Moldavian SSR, a constituent part of the USSR, representing a unified national economic complex. In this vast unified economic space, the Transnistrian region had extensive cooperation links, freely (without currency conversion, border control, or customs) supplied goods to all regions of the USSR, and procured necessary products, benefiting from the advantages of the country's unified transport system. The produced goods had guaranteed markets, stable sources of raw materials, energy, finances, and a qualified workforce. Transit functions were highly significant as dozens of international and intra-union railway and road routes passed through the region. The absence of borders between the Soviet republics and customs restrictions, the freedom of movement for citizens across the entire Soviet space, unrestricted access to the ports and tourist resources of the Black Sea, and the proximity to the countries of the Warsaw Pact and the Council for Mutual Economic Assistance (Comecon) all contributed to the extensive development of cooperative relations and mutual trade, raising the standard and quality of living for the population.

#### THE MODERN GEOPOLITICAL TREND

Since the early 1990s, there has been a consistent trend of worsening geopolitical situation for the republic, stemming from the dissolution of the USSR, the termination of the activities of the Warsaw Pact and Comecon, and the accession of Bulgaria, Hungary, Poland, Romania, Slovakia, and the Czech Republic to the European Union and NATO (Fig. 1). All of this significantly limited Transnistria's interaction with the outside world. The situation has been further exacerbated due to the COVID-19 pandemic (2020–2021) and due to military-political events unfolded in Ukraine starting from 2014 and especially after 2022 when it has taken the character of a pre-war situation.



Сл. 1. Савремени геополитички положај Придњестровља  
 Fig. 1. The modern geopolitical situation of Transnistria

Украјина је прије поменутих догађаја била један од главних спољно-економских партнера Придњестровља. Она је била држава гарант у преговарачком процесу за нормализацију односа са Молдавијом, а украјински војни посматрачи учествовали су у мировним мисијама на обалама ријеке Дњестар. Поред тога, успостављене су везе

Meanwhile, prior to the mentioned events, Ukraine was one of the main foreign economic partners of Transnistria. It acted as a guarantor country in the negotiation process for normalizing relations with Moldova, and Ukrainian military observers participated in peacekeeping operations on the banks of the Dniester River. Additionally, connections were established in

у областима културе, образовања, царинских активности, транзита и продаје придњестровске робе преко украјинских лука. Међутим, тренутна проевропска оријентација Украјине, коју снажно подржавају САД, знатно је закомпликовала сарадњу са овом сусједном земљом, укључујући транзит робе и људи. Као резултат тога, егзистенција становништва Придњестровља сада се углавном одвија у затвореном простору омеђеном границама републике.

Нормализација геополитичке ситуације могла би да допринесе оживљавању и даљем развоју кооперативних веза између Придњестровља, Молдавије и Украјине у различитим областима економских и културних активности. Једна од ових области је међународни туризам, чијем развоју погодују природни и еколошки услови, доступност саобраћајне инфраструктуре и ресурси за развој туристичких активности. На примјер, здравствени и велнес туризам, укључујући и медицински туризам, могу се развијати у сјеверном дијелу Придњестровља, гдје у граду Каменка већ дуго функционише санаторијумско-одмаралиште. Овај комплекс могу посјећивати туристи из свих региона Придњестровља, као и Молдавије, Украјине, Русије и других земаља (Палиј, 2016). Што се тиче индустријског сектора, Придњестровље би потенцијално могло да оживи, па чак и прошири, индустрије као што су: енергетика, лака индустрија, прехранбена индустрија, машинска индустрија и металургија. Треба напоменути да су ове гране индустрије у Придњестровљу раније биле основа за развој пољопривредног западног дијела Молдавске ССР, али су изгубиле свој значај због сукоба који је захватио обје стране.

Реализацију обострано корисних пројеката и омогућавање безбједног живота у Придњестровљу првенствено омета политичка нестабилност у данашњој Републици Молдавији, коју карактерише стратешка оријентација владајућих елита земље ка западу. Садашње руководство Молдавије, као и оно у Украјини, усклађује своју политику са глобалним

the fields of culture, education, customs activities, transit, and the sale of Transnistrian goods through Ukrainian ports. However, Ukraine's current pro-European orientation, strongly supported by the USA, has significantly complicated cooperation with this neighboring country, including the transit of goods and people. As a result, the livelihood of the population of Transnistria now largely takes place within a closed space bounded by state borders.

The normalization of the geopolitical situation could contribute to the revival and further development of cooperative ties between Transnistria, Moldova, and Ukraine in various areas of economic and cultural activities. One of these areas is international tourism, which can benefit from the natural and ecological conditions, transportation infrastructure, and recreational resources. For example, health and wellness tourism, including medical tourism, can be developed in the northern part of Transnistria, where a sanatorium and resort complex has been operating in the city of Kamenka for a long time. Tourists from all regions of Transnistria, as well as Moldova, Ukraine, Russia, and other countries, can visit this complex (Палиј, 2016). In terms of industrial sectors, Transnistria could potentially revive, and even expand, industries such as: energy, light industry, food industry, machine industry and metallurgy. It is worth noting that these branches of industry in Transnistria were previously the basis for the development of the agricultural western part of the Moldavian SSR but have lost their significance due to the conflict affecting both sides.

The implementation of mutually beneficial projects and ensuring the safety of life in Transnistria is primarily hindered by the political instability in the modern Republic of Moldova, characterized by the strategic orientation towards the West by the ruling elites of the country. The current leadership of Moldova, like that of Ukraine, aligns with the global interests of Western European structures and their overseas supervisors, particularly the USA ruling circles.

интересима западноевропских структура и њихових прекоморских супервизора, посебно владајућих кругова САД. Са тих страна се константно покушава ограничити присуство Русије у региону и елиминисати придњестровска државност. Утицај Русије на стабилизацију геополитичке ситуације и рјешавање социоекономских проблема отежава недостатак директних граница са Придњестровљем, што га суштински разликује од Абхазије и Јужне Осетије. Штавише, република нема излаз на море, као што је случај са другим самопроглашеним територијама као што су Абхазија, Турска Република Сјеверни Кипар и Тајван. На геополитичку ситуацију Придњестровља донекле је утицао повратак Русији њених првобитних територија, Крима, Донбаса и Азова. С једне стране, то је Придњестровље просторно приближило Русији, али је с друге стране, република изгубила улогу главног руског стратешког упоришта на југозападном правцу. Без обзира на то, Придњестровље остаје важно подручје од стратешког геополитичког интереса за Русију, која је постала једини гарант независности републике од Молдавије. Садашње руководство Молдавије је на курсу уједињења са Румунијом, укључујући и територију Придњестровља.

#### УТИЦАЈ ГЕОПОЛИТИЧКИХ ПРЕПРЕКА НА САВРЕМЕНУ ПРИВРЕДУ

Горе наведени геополитички фактори ограничили су независност републике у њеној спољној политици и међународним економским односима, чинећи је зависном од одлука руководства Молдавије и Украјине, као и од ставова међународних организација. Придњестровски привредни субјекти су приморани да пролазе кроз двоструке процедуре царинења у Придњестровљу и Молдавији. Геополитички фактор често ремети економски оправдану извозно-увозну логистику жељезницом и главним аутопутевима, што резултира дужом километражом од стотинак километара. Привредни

Attempts to limit Russia's presence in the region and eliminate Transnistrian statehood are constantly made from these sides. The influence of Russia on stabilizing the geopolitical situation and addressing socio-economic problems is hindered by the lack of direct borders with Transnistria, which fundamentally distinguishes it from Abkhazia and South Ossetia. Furthermore, the republic does not have access to the sea, as is the case with other self-proclaimed territories such as Abkhazia, the Turkish Republic of Northern Cyprus, and Taiwan. The geopolitical situation of Transnistria has been somewhat influenced by the return of its original territories to Russia, namely Crimea, Donbass, and Azov. On one hand, this has brought Transnistria spatially closer to Russia, but on the other hand, the republic has lost its role as the main Russian strategic foothold in the southwest direction. Nonetheless, Transnistria remains an important area of strategic geopolitical interest for Russia, which has become the sole guarantor of the republic's independence from Moldova. The current leadership of Moldova is pursuing a course towards unification with Romania, including the territory of Transnistria.

#### THE INFLUENCE OF GEOPOLITICAL OBSTACLES ON THE MODERN ECONOMY

The geopolitical factors listed above have limited the independence of the republic in its foreign policy and international economic relations, making it dependent on the decisions of the leadership of Moldova and Ukraine, as well as the positions of international organizations. Transnistrian economic agents are forced to go through dual customs clearance procedures in Transnistria and Moldova. The geopolitical factor often disrupts economically justified export-import logistics by rail and major highways, resulting in excessive mileage of hundreds of kilometers. Economic entities cannot exercise the right to transport goods in compli-

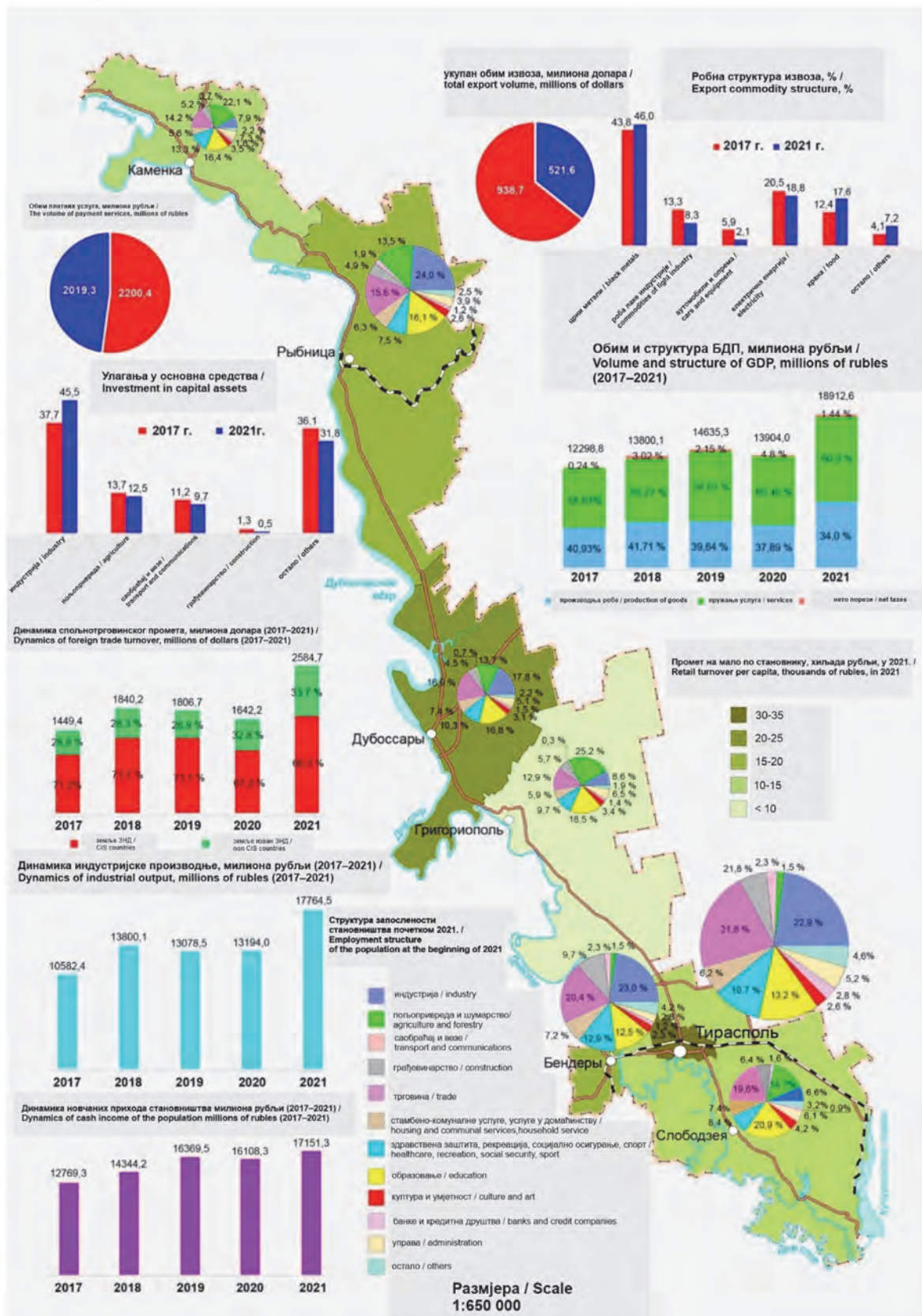


субјекти не могу остварити право на превоз робе у складу са процедуром међународног друмског превоза (*Transports Internationaux Routiers*, TIR) утврђеном Царинском конвенцијом о међународном превозу робе на основу карнета TIR. Придњестровским возилима није дозвољено да учествују у међународном превозу. Према споразуму између Молдавије, Украјине и Европске уније, дуж придњестровско-украјинске границе успостављена је специјална посматрачка мисија – Мисија граничне помоћи Европске уније у Молдавији и Украјини (EUBAM), која надгледа све спољне везе Придњестровља. Ови услови и ограничења повећавају економске ризике и трансакционе трошкове за економске субјекте, што има за резултат знатне финансијске губитке који достижу десетине милиона долара годишње, смањење конкурентности придњестровске робе и доводи до погоршања финансијских и економских перформанси. Спољна ограничења доприносе структурним диспаратима у привреди и смањују ниво националне безбједности. Погоршање геополитичке ситуације, у комбинацији са одсуством међународног политичко-правног статуса, повећава различите ризике, отежава спровођење националних, регионалних, општинских, корпоративних и индивидуалних програма, смањује привлачност региона за имиграцију, подстиче емиграцију радно способног становништва и посљедично доводи до старења становништва и депопулације региона. Сложеност геополитичке ситуације, спољна ограничења, пандемија COVID-19 и неизвјесност међународног политичко-правног статуса условили су нелинеарну динамику у главним макроекономским и социјалним показатељима у претходном средњорочном периоду (Сл. 2).

Посебну пажњу треба посветити негативним трендовима у економским и социјалним показатељима у 2022. години. Према прелиминарним процјенама, вриједност обима индустријске производње износила је 81.2 % у односу на 2021. годину, индекс физичког обима индустријске производње 85.2 %, вриједност извоза 78.7 %, а трговински промет на мало 96.1 %. Број пензионисаних радника у

ance with the procedure of international road transport (*Transports Internationaux Routiers*, TIR) established by the Customs Convention on the International Transport of Goods under Cover of TIR Carnets. Transnistrian vehicles are not allowed to participate in international transportation. According to the agreement between Moldova, Ukraine, and the European Union, a special monitoring mission – the European Union Border Assistance Mission to Moldova and Ukraine (EUBAM) has been established along the Transnistrian–Ukrainian border, which monitors all external connections of Transnistria. These conditions and limitations increase the economic risks and transaction costs for economic agents, result in significant financial losses reaching tens of millions of dollars per year, reduce the competitiveness of Transnistrian goods, and lead to deteriorating financial and economic performance. External restrictions contribute to structural disparities in the economy and lower the level of national security. The worsening geopolitical situation, combined with the absence of an international political-legal status, increases various risks, hinders the implementation of national, regional, municipal, corporate, and individual programs, reduces the region's attractiveness for immigration, promotes the emigration of the working population and consequently leads to the aging of the population and depopulation of the region. The complexity of the geopolitical situation, external restrictions, the COVID-19 pandemic, and the uncertainty of the international political-legal status have caused nonlinear dynamics in the main macroeconomic and social indicators in the medium-term retrospective period (Fig. 2).

Particular attention should be given to the negative trends in economic and social indicators that emerged in 2022. According to preliminary estimates, the value of industrial production volume amounted to 81.2 % of the 2021 value, the index of physical volume of industrial production was 85.2 %, the value of exports was 78.7 %, and retail trade turnover was 96.1 %. The number of retired workers in 2022 exceeded the number of employed workers by 13.4 %. The



Сл. 2. Динамика одабраних економских и социјалних показатеља Придњестровља у периоду 2017–2021.

Fig. 2. Dynamics of some economic and social indicators of Transnistria in 2017–2021

2022. години премашио је број запослених радника за 13.4 %. Ниво номиналних зарада у 2022. години повећан је за 4.5 % у односу на ниво из 2021. године, док је стопа инфлације износила 13.1 %, а трошкови живота повећани су за 11.9 %. Као резултат тога, реални приходи и животни стандард становништва знатно су опали.

Почев од 2017. године, органи власти и управљања донијели су низ важних одлука и докумената који имају за циљ превазилажење негативних трендова у спољном окружењу, унапређење ефикасности макроекономског управљања, стварање оптималних услова за функционисање предузетничких структура, очување националне безбједности и животни стандард на прихватљивом нивоу.

Међу најважнијим документима развијеним и усвојеним за управљање макроекономијом је Стратегија развоја Придњестровске Молдавске Републике 2019–2026, одобрена 12. децембра 2018. Указом предсједника ПМР бр. 460. стратегија је постала водећи документ за доношење секторских, међусекторских и регионалних програма, као и за средњорочне стратешке и управљачке одлуке. У оквиру спровођења стратегије развијени су програми социоекономског развоја Тираспоља, Бендера и административних округа, које је одобрио предсједник ПМР.

У 2018. години усвојен је Закон ПМР о државној подршци инвестиционој дјелатности, а урађене су и измјене и допуне Закона о порезу на добит правних лица, Закона о накнади за земљиште и Закона о спољноекономској дјелатности, који пружају знатне погодности за потенцијалне домаће и стране инвеститоре. У циљу пружања подршке будућим предузетницима у оквиру републичког буџета формиран је Фонд за развој предузетништва, који има за циљ да обезбиједи повољно финансирање новооснованих пословних јединица. Трговинско-индустријска комора ПМР је 2017. године покренула пројекат *Купујмо придњестровско*, чији је циљ популаризација производа придњестровске производње, стимулисање супституције увоза, отварање нових радних мјеста, повећање пореских прихода у буџете на свим нивоима, као и јачање безбједности снабдијавања храном. Усвојено

nominal wage level in 2022 increased by 4.5 % compared to the 2021 level, while the inflation rate stood at 13.1 %, and the cost of living increased by 11.9 %. As a result, real incomes and the standard of living of the population significantly declined.

Starting from 2017, the authorities and governing bodies have adopted a series of important decisions and documents aimed at overcoming negative trends in the external environment, improving the efficiency of macroeconomic management, creating optimal conditions for the functioning of entrepreneurial structures, and maintaining national security and the standard of living at an acceptable level.

Among the most important documents developed and adopted for macroeconomic management is the Development Strategy of the Pridnestrovian Moldavian Republic for 2019–2026, approved on December 12, 2018, by the Decree of the President of the PMR No. 460. The strategy became a guiding document for the adoption of sectoral, intersectoral, and regional programs, as well as medium-term strategical and management decisions. In the framework of implementing the strategy, programs for socio-economic development of Tiraspol, Bender, and administrative districts were developed and approved by the President of the PMR.

In 2018, the PMR law of on state support for investment activities was adopted, and amendments were made to the law on corporate income tax, law on land fee, and law on foreign economic activity, which provide significant benefits for potential domestic and foreign investors. With the aim of providing support to aspiring entrepreneurs, the Entrepreneurship Development Fund was established within the republican budget, intended to provide favorable financing for newly established business units. In 2017, the Trade and Industrial Chamber of the PMR initiated the project *Buy Pridnestrovian*, aimed at popularizing products of Transnistrian production, stimulating import substitution, creating new jobs, and increasing tax revenues to budgets at all levels, as well as strengthening food security in the republic. A number of state target programs have been adopted. On April 12, 2019, the Law of the

је више државних програма. Закон ПМР о одобравању државног програма развоја агроиндустријског комплекса ПМР у периоду 2019–2026. усвојен је 12. априла 2019. године. У 2019. години Врховни савјет усвојио је државни програм подршке и развоја туризма у ПМР за период 2019–2026, а 2020. године основана је државна институција Туристичка агенција Придњестровља која треба да спроводи свеобухватно управљање туристичким сектором. Велики туристички објекти су направљени или реконструисани у Тираспољу, Бендеру и административним окрузима.

Активно се радило на консолидацији и повећању поузданости и стабилности пословних банака и осигуравајућих друштава. Године 1995. на територији Придњестровља пословало је 15 комерцијалних банака, а почетком 2023. године постојале су 3 акционарске комерцијалне банке. Консолидација банака знатно је повећала њихову поузданост и проширила алате и врсте пословања које спроводе. Међу главним позитивним резултатима функционисања банкарског система су: дигитализација и повећање броја даљинских операција које се обављају у онлајн режиму, укључујући коришћење картица, широку примјену електронског потписа и извјештавања, као и повећање брзине трансакција. Знатно је повећан број безготовинских трансакција у систему „банка–клијент“.

У условима пандемије COVID-19, институционална тијела су развила, усвојила и спровела широк спектар мјера које имају за циљ рјешавање неколико кључних задатака: а) ограничавање ширења вирусне инфекције; б) обезбјеђивање ефикасног лијечења за заражене вирусом COVID-19; в) пружање социјалне подршке становништву; г) пружање финансијске и материјално-техничке подршке самосталним предузетницима.

Држава пружа подршку низу важних иновативних пројеката, међу којима треба издвојити пројекат ОАО Акватир, Комплекс цијелог циклуса за производњу и продају јесетре и кавијара. У периоду 2017–2022. године развијено је и спроведено неколико програма становања, укључујући програме за младе, који су знатно побољшали услове становања за велики број грађана.

PMR on the Approval of the State Program for the Development of the Agro-Industrial Complex of the PMR for 2019–2026 was adopted. In 2019, the State Target Program Support and Development of Tourism in the PMR for 2019–2026 was adopted by the Supreme Council, and in 2020, the State Institution Tourism Agency of Transnistria was established to carry out comprehensive management of the tourism sector. Large recreational facilities have been created or reconstructed in Tiraspol, Bender, and administrative districts.

Active work has been carried out to consolidate and increase the reliability and stability of commercial banks and insurance companies. If there were 15 commercial banks operating in the territory of Transnistria in 1995, by the beginning of 2023, there were 3 joint-stock commercial banks. The consolidation of banks has significantly increased their reliability, expanded the tools and types of operations they conduct. Among the main positive results of the functioning of the banking system, digitalization and the increase in the number of remote operations carried out in “online” mode, including the use of credit cards, wide implementation of electronic signatures and reporting, and increased transaction speed should be noted. The number of non-cash transactions in the “Bank–Client” system has significantly increased.

In the conditions of the COVID-19 pandemic, institutional bodies have developed, adopted, and implemented a wide range of measures aimed at addressing several key tasks: a) limiting the spread of viral infection; b) ensuring effective treatment for individuals infected with the COVID-19 virus; c) providing social support to the population; d) providing financial and material-technical support to individual entrepreneurs.

The state provides support for a number of important innovative projects, among which the project of ОАО Akvatir, Full-cycle Complex for the Production and Sale of Sturgeon Fish and Caviar should be highlighted. Several housing programs have been developed and implemented in 2017–2022, including programs for young people, which have significantly improved housing conditions for a large number of citizens.

Наведене мјере позитивно су утицале на стање у предузетништву и социјалној сфери у републици. Међутим, незнатан обим привредног потенцијала и домаћег тржишта републике, значајна зависност привредног система од спољних фактора не доприносе увијек постизању очекиваних резултата спровођења унутрашњих управљачких одлука. Спољни фактори и даље играју пресудну улогу у развоју републике.

#### ЗАКЉУЧАК

Придњестровље је јасан примјер како геополитички и војно-политички процеси ометају пуно коришћење потенцијала његовог повољног економско-географског положаја, интензивну и ефикасну прекограничну интеракцију са Молдавијом и Украјином, спољну трговину и транзитне функције. Није благостање људи и друштва оно што одређује суштину савремене геополитике, већ интереси транснационалних компанија и „моћника“ (Чистобаев, 2022). Ови карактеристични фактори савременог глобализованог окружења захтијевају сталне активне адаптивне акције органа управљања, које су повезане са додатним трансакционим трошковима. Само солидарност народа свијета може да обезбиједи хуманизацију глобалне геополитике, која би била усмјерена не ка интересима „златне милијарде“ већ ка рјешавању горућих проблема човјечанства и била би у интересу свих народа свијета. За спровођење таквог курса свјетске геополитике неопходно је створити ефикасан механизам на међународном нивоу који би омогућио превазилажење негативних аспеката геополитичких процеса који се одвијају у свијету.

**Захвалница:** Истраживање је спроведено у оквиру гранта Руске научне фондације бр. 23-28-00279.

The listed measures have had a positive impact on the state of entrepreneurship and the social sphere in the republic. However, the limited scale of economic potential and the domestic market of the republic, as well as the significant dependence of the economic system on external factors, do not always contribute to achieving the expected results from the implementation of internal management decisions. External factors still play a crucial role in the development of the republic.

#### CONCLUSION

Transnistria is a vivid example of how geopolitical and military-political processes hinder the full utilization of the potential of its advantageous economic-geographical location, intensive and efficient cross-border interaction with Moldova and Ukraine, external trade, and transit functions. It is not the well-being of people and society that determines the essence of modern geopolitics but rather the interests of transnational companies and the “powers that be” (Чистобаев, 2022). These characteristic factors of the contemporary globalized environment require constant active adaptive actions from governing bodies, which are associated with additional transaction costs. Only the solidarity of the peoples of the world can ensure the humanization of global geopolitics, which would be directed not towards the interests of the “golden billion” but towards solving pressing problems of humanity and would be in the interests of the peoples of the world. To implement such a course of world geopolitics, it is necessary to create an effective mechanism at the international level that would make it possible to overcome the negative aspects of the geopolitical processes taking place in the world.

**Acknowledgements:** The research was conducted within the framework of the Russian Science Foundation grant No. 23-28-00279.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Бабилунга, Н. В., Бомешко, Б. Г., & Шорников, П. М. (2007). *Государственность Приднестровья: История и современность*. Полиграфист.

Бурла, М. П. (2019). Создание собственной государственности как инструмент защиты прав населения (на примере Приднестровья). У *Материалы Международ-*

- ной научно-практической конференции к 25-летию Конституции Российской Федерации и 100-летию Конституции Российской Советской Федеративной Социалистической Республики „Конституционно-правовые механизмы защиты социальных прав человека и гражданина в России и мире“ (6 декабря 2018 г., Москва, Российский новый университет) (стр. 488–501). Российский новый университет.
- Бурла, М. П. (2020). Становление государственности и социально-экономическое развитие Приднестровской Молдавской Республики. *Экономика Приднестровья*, 7–8, 36–65.
- Волкова, А. З. (2005). *Референдумы в Приднестровской Молдавской Республике (1989–2003 гг.)*. ГУИПП Типар.
- Галоганов, А. П. (2018). Об итогах международного круглого стола „Политико-правовые основы международного признания независимости Приднестровья“, У В. В. Игнатъев (Ред.), *Политико-правовые основы международного признания независимости Приднестровской Молдавской Республики* (стр. 100–103). МИД ПМР.
- Затулин, К. Ф. (2018). Право на самоопределение Приднестровья носит естественный характер. У В. В. Игнатъев (Ред.), *Политико-правовые основы международного признания независимости Приднестровской Молдавской Республики* (стр. 47–50). МИД ПМР.
- Красносельский, В. Н. (2018). Приднестровье – составная часть русского мира: текущая ситуация и перспективы развития. У В. В. Игнатъев (Ред.), *Политико-правовые основы международного признания независимости Приднестровской Молдавской Республики* (стр. 9–16). МИД ПМР.
- Палий, В. Л. (2016). Туристско-рекреационный потенциал Приднестровья и перспективы его использования. *Вестники Санкт-Петербургского университета: Геология, География*, 2, 98–106.
- Чистобаев, А. И. (2022). Трансформация классических геополитических концепций в меняющемся мире. У Н. М. Михеевой, Н. В. Каледина, & К. Э. Аксёнова (Ред.), *Материалы международной научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения В. П. Семенова-Тянь-Шанского* (стр. 32–47). Санкт-Петербургский государственный университет.

Примљено / Received: 15. 05. 2023.

Исправљено / Revised: 15. 06. 2023.

Прихваћено / Accepted: 22. 06. 2023.



## ЗЕМЉА У ПОКРЕТУ: ДРУШТВЕНО-КУЛТУРОЛОШКИ ПРЕГЛЕД ИСТОРИЈЕ МИГРАЦИЈА БОСНЕ И ХЕРЦЕГОВИНЕ

Никола Леро<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Шефилду, Факултет друштвених наука, Шефилд, Уједињено Краљевство

**Сажетак:** Миграције играју интегралну улогу у социо-културном ткиву Босне и Херцеговине, аспект који се често истражује, али је у литератури фрагментиран, укаљан историјским ревизионизмом и недостаје му дубинска, квалитативна анализа. Овај рад настоји да исправи ове недостатке, користећи објектив транснационализма да сецира замршену историју кретања становништва у овом региону. Методологија комбинује полуструктурирани преглед литературе и тематску анализу извора из различитих база података и библиотека. Резултат је систематски хронолошки преглед миграција на територији Босне и Херцеговине, подијељен у три јасна друштвено-историјска периода. Испитује се низ миграционих трендова који су обиљежили историју региона: од насељавања Илира и Словена до миграција у средњем вијеку, отоманске и хабзбуршке владавине, до модерних расељавања као што су миграције гастарбајтера и насилна расељавања становника усљед ратова. Синтетизујући перспективе западних, локалних и регионалних научника, рад наглашава да је историја миграција у Босни и Херцеговини сложен, међусобно повезан спектакл у којем је људска мобилност досљедно обликовала социокултурни контекст. Ова сложеност је наглашена главним увидом чланка – миграције на овим просторима су ризоматски феномен, фокални друштвено-културолошки маркер који дефинише не само прошлост већ и будућност Босне и Херцеговине. У том циљу, овај рад наглашава потребу за будућим квалитативним социо-антрополошким истраживањима миграција у Босни и Херцеговини како би се даље разоткрили њени дубоки утицаји и импликације на земљу и регион у целини.

**Кључне ријечи:** Босна и Херцеговина, Балкан, расељавање, миграције, историја, избјегличке студије, социо-културна анализа.

Original scientific paper

## COUNTRY ON THE MOVE: A SOCIO-CULTURAL OVERVIEW OF BOSNIA AND HERZEGOVINA'S MIGRATION HISTORY

Nikola Lero<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>University of Sheffield, Faculty of Social Sciences, Sheffield, United Kingdom

**Abstract:** Migrations play an integral role in the socio-cultural fabric of Bosnia and Herzegovina, an aspect often explored yet fractured in literature, tainted by historical revisionism, and lacking in in-depth, qualitative analysis. This paper endeavors to rectify these shortcomings, employing a transnationalism lens to dissect the intricate history of population movements within this region. The methodology combines a semi-structured literature review and thematic analysis of sources from diverse databases and libraries. The result is a systematic chronological overview of migration in Bosnia and Herzegovina, parsed into three clear socio-historical periods. An array of migration trends that marked the region's history is examined, from the settlement of the Illyrians and Slavs to migrations during medieval times, Ottoman and Habsburg rule, and modern-day displacements such as guest worker migrations and violent resident displacements due to wars. Synthesizing perspectives from Western, local, and regional scholars, it emphasizes that the migration history in Bosnia and Herzegovina is a complex, interconnected spectacle where human mobility has consistently shaped the socio-cultural context. This complexity is underscored by the main insight of the paper – migration in this region represents a rhizomatic phenomenon, a focal socio-cultural marker that defines not only the past but also the future of Bosnia and Herzegovina. To that end, the paper underscores the need for future qualitative socio-anthropological examinations of migration to further unravel its profound impacts and implications on the country and the region at large.

**Keywords:** Bosnia and Herzegovina, Balkans, displacement, migration, history, refugee studies, socio-cultural analysis.

\* Аутор за кореспонденцију: Никола Леро, Универзитет у Шефилду, Факултет друштвених наука, Вејв, 2 Витам Улица, С10 2АХ, Шефилд, Уједињено Краљевство, Е-mail: lero.nikola1991@gmail.com

Corresponding author: Nikola Lero, University of Sheffield, Faculty of Social Sciences, The Wave, 2 Whitham Road, Sheffield S10 2AH, United Kingdom, E-mail: lero.nikola1991@gmail.com



УВОД

У *Атласу људских миграција* географ Рсел Кинг (King, 2010) јасно је рекао оно што се често превиђа: да је историја човјечанства заправо историја сеоба. Исто би се могло рећи и за Босну и Херцеговину (БиХ), малу државу која се налази на Балканском полуострву са скупом мозаичних миграторних образаца. Њена историја је историја људске мобилности. Спектакл није само у разноликости и величини ових динамика, већ прије у дубоким импликацијама које оне носе. Како истичу Samardžić и Đorđević (1989), овај регион свијета (Западни Балкан) представља мјесто изузетног значаја, прије свега због јединственог социокултурног и демографског меланжа који је произашао из дате историје миграција. Његово разумијевање пружа образац, матрицу учења, која је вриједна за креирање будућих миграционих политика, обликујући их као одговор на флуидну динамику расељавања које надилази границе и културе не само БиХ као земље, већ и цијелог региона. Иако су претходне студије истраживале миграције у БиХ, неопходно је напоменути три ограничења тренутног знања о овој теми.

Прије свега морамо расвијетлити евидентне празнине у литератури о миграцијама у БиХ кроз многе историјске периоде. Како сада ствари стоје, постојећи корпус радова личи на некомплетан мозаик којем недостају богати детаљи и комплексности које су централне за БиХ миграцијске наративе. Литература о теми углавном спада у оквире демографије, која, како примјећује Breznik (1980), пружа одличну полазну тачку за разумијевање положаја одређене групе у њеном географском окружењу, али јој недостаје дубински културолошки поглед. Затим, морамо се позабавити фрагментираним природом историјских наратива који окружују БиХ миграције. Историјски ревизионизам дубоко је подијелио ову тему. Како је историја БиХ била и бива анализирана кроз објектив различитих етничких група, то замагљује кохерентност теме. Овај феномен резонује са оним што Bešlin и Samardžić (2018) називају „постфактуалном историјом“. Препознавање

INTRODUCTION

In the *Atlas of Human Migration*, geographer Russell King (King, 2010) clearly stated what is often overlooked: that the history of humankind is actually the history of migration. The same could be said for Bosnia and Herzegovina (B&H), a small country located in the Balkan peninsula with an assemblage of mosaic migratory patterns. Its history is the history of human mobility. The spectacle is not merely in the diversity and magnitude of these dynamics but rather in the profound implications they carry. As Samardžić and Đorđević (1989) point out, this region of the world, the Western Balkans, is a locus of remarkable significance, primarily because of the unique socio-cultural and demographic melange that arose from that history of migration. Understanding it provides a template, a learning matrix, that is valuable for architecting future migration policies, sculpting them in response to the fluid dynamics of migration that transcend borders and cultures not just of B&H as a country but even of the entire region. Although previous scholarship tackled B&H migration, it is critical to note three limitations of the current knowledge on the topic.

First and foremost, we must shed light on the evident gaps in the literature concerning B&H migration across many historical periods. As it stands, the existing body of work resembles an incomplete mosaic, missing the rich details and intricacies that are so central to B&H migration narratives. Predominantly, the literature on the topic falls within the scope of demography, which, as Breznik (1980) notes, does provide a great starting point for understanding the position of a specific group in its geographical surroundings but lacks an in-depth cultural viewpoint. Next, we must address the fragmented nature of historical narratives surrounding B&H migration. Historical revisionism has deeply splintered this subject. As B&H history is and has been analyzed through the lens of different ethnic groups, it obscures the coherence of the topic. This phenomenon resonates with what Bešlin and Samardžić (2018) call “postfactual history”. Recognizing and critically examining

и критичко испитивање овог феномена један је од кључних циљева ове студије. На крају, вриједи напоменути да проучавање Југославије и БиХ после 1992. године, посебно међу научницима са Запада, пати од недостатка критичке и аналитичке дубине (Hayden, 2012). Штавише, често колективно окривљује и демонизује Србе кроз пежоративне балканистичке погледе на сукоб у Југославији 1991–1995 (Jackson, 2004). Овај недостатак представља значајну препреку у жељи да се у потпуности анализира ова тема. Како би се позабавили овим проблемима, овај рад тежи да пружи добро заокружен поглед на миграције у БиХ, почевши од њених најранијих познатих периода, па све до комплексног 21. вијека. Ово укључује премошћивање фрагментираног корпуса литературе и нуђење опсежног, хронолошког прегледа из социо-културолошке перспективе, што је главни циљ овог рада. Дакле, фокус истраживања јесте расвијетљавање различитих контекста у којима су се ове миграције дешавале те пружање детаљног разумијевања историје миграција у БиХ из интердисциплинарне перспективе.

Пак, *sine qua non* је нагласити ограничења овог рада. Почетно и најважније ограничење је обим коришћене литературе, посебно у погледу неких историјских периода. С једне стране, неки периоди су детаљно анализирани, попут југословенских и постјугословенских миграција (на примјер, Valenta & Ramet, 2011; Dahinden, 2009). Наравно, не могу се сви научни радови интегрисати у један преглед литературе. С друге стране, неки историјски периоди, попут средњег вијека или вијекова прије тога, покривени су, али оскудно (Curta, 2013). Најзад, битно је напоменути да је историја миграција, као и свака историја, била и биће писана и поново писана под идеолошком машинеријом својих епоха, што често резултира академским радовима који величају, преобликују, пренаглашавају или потенцирају одређени догађај или групу, стварајући историографски наратив погодан за оне на позицијама моћи. У случају БиХ и Балкана, то је чешће правило него изузетак. То би увијек требало да буде на уму читаоца док истражује ово дјело.

this phenomenon is one of the pivotal goals of this study. Finally, it is worth noting that the study of Yugoslavia and post-1992 B&H, especially among Western scholars, suffers from a lack of critical and analytical depth (Hayden, 2012). Moreover, it often collectively blames and demonizes the Serbs through pejorative Balkanist views on the 1991–1995 Yugoslavia conflict (Jackson, 2004). This shortfall poses a significant roadblock in quest to dissect the topic fully. To address these concerns, this paper aims to provide a well-rounded view of B&H migration, starting from its earliest known instances and continuing up to the complexities of the 21st century. This involves bridging the fragmented body of literature and offering an extensive, chronological review from a socio-cultural perspective, which are the objectives of this paper. Ergo, this research aims to shed light on the various contexts within which these migrations have taken place and provide a nuanced understanding of the history of migration in B&H from an interdisciplinary perspective.

Still, it is a *sine qua non* to share the limitations of this piece. The initial and most important limitation is the scope of the literature used, especially regarding some historical periods. On the one hand, some periods are heavily analyzed, like the Yugoslav and post-Yugoslav migrations (for instance, Valenta & Ramet, 2011; Dahinden, 2009). Of course, not all scholarly work can be incorporated into one literature review. On the other hand, some historical periods, like the Middle Ages or centuries before that, are covered, but scarcely (Curta, 2013). Finally, it is essential to note that the history of migration, as all history, is, has been, and will be written and rewritten under the ideological machinery of their own eras, often resulting in scholarly work that glorified, reshaped, overemphasized, or underemphasized a specific event or a group, creating a historiographical narrative suitable for those in power. In the case of B&H and the Balkans, this is more often a rule than an exception. That should always be on the reader's mind while exploring this piece.

ИСТРАЖИВАЧКИ ПРИСТУП, МЕТОДЕ  
И МАТЕРИЈАЛИ

У претходним студијама о миграцијама и мигрантима из бивше Југославије методолошки национализам био је изразито присутан (Bielicki, 2016). Методолошки национализам узима нацију или конкретну етнонационалну групу као дату, готово априорну, полазну тачку друштвеног истраживања, ограничавајући обим анализе (Mesić, 2007). У жељи да се то избјегне, БиХ у овом раду не треба посматрати као територију или као пуку политичку јединицу, као што то често бива. Напротив, треба је схватити као Мета-Босну, збуњујућу и повремено парадоксалну плуралност историјских радњи и пракси које су од БиХ учиниле оно што она јесте данас – мултикултурална, мултиконфесионална и мултиетничка земља (Campbell, 1998). Стога у овом раду БиХ треба перципирати као геокултуралну јединицу, а не као савремени концепт мултиетничке националне државе. Даље, иако су географски обрасци и демографија кључни за проучавање миграција, инхерентна вишедимензионалност миграцијских искустава, посебно у историјском контексту, често се протеже изван оквира географске перспективе (King, 2012). Зато ова студија усваја социокултуролошки приступ анализи босанско-херцеговачких миграционих образаца.

Geertz (1973), у свом познатом дјелу *Интерпретација културе*, наглашава да социокултуролошка перспектива помаже да се дубље продре у нијансе културних и идеолошких контекста који обликују миграциона кретања. Ова перспектива, иако признаје важност географских елемената, позиционира их унутар ширих друштвених и историјских пејзажа. Социокултуролошко становиште види друштво и културу као примарне силе које утичу на историјске промјене, наглашавајући друштвене хијерархије, културне и вјерске институције, формирање идентитета и међугрупну интеракцију (Roth & Tobin, 2007). Под оквиром социокултуролошке историје, ова студија укључује и водећу парадигму у савременим студијама миграција – транснационализам. Објектив транснационализма наглашава безбројне везе

RESEARCH APPROACH, METHODS,  
AND MATERIALS

In previous studies on migration and migrants from the former Yugoslavia, there was a robust presence of methodological nationalism (Bielicki, 2016). Methodological nationalism takes a nation or a specific ethnonational group as a given, almost *a priori*, starting point of social research, limiting the scope of the inquiry (Mesić, 2007). Aiming to escape it, B&H, in this paper, should not be regarded as a territory or as a mere political unit, as it often is. On the contrary, it should be comprehended as Meta-Bosnia, a bewildering and occasionally paradoxical plurality of historical actions and practices that made B&H what it is in today's reality – a multicultural, multiconfessional, and multiethnic country (Campbell, 1998). Therefore, in this paper, B&H should be understood as a geocultural unit rather than a contemporary concept of a multiethnic nation-state. Further, while geographical patterns and demographics are crucial to migration studies, the inherent multi-dimensionality of migration experiences, especially in a historical context, often extends beyond the scope of a geographical perspective (King, 2012). Hence, this study adopts a socio-cultural approach to analyzing B&H migration patterns.

Geertz (1973), in his well-known piece *The Interpretation of Culture*, emphasizes that a socio-cultural perspective helps to delve deeper into the nuances of cultural and ideological contexts that shape migratory movements. This perspective, while acknowledging the importance of geographical elements, positions them within broader social and historical landscapes. The socio-cultural standpoint sees society and culture as the primary forces influencing historical change, emphasizing social hierarchies, cultural and religious institutions, identity formation, and inter-group interaction (Roth & Tobin, 2007). Under the framework of socio-cultural history, this study also incorporates a leading paradigm in contemporary migration studies – transnationalism. The lens of transnationalism accentuates the myriad connections spanning demographic, po-

које се протежу кроз демографске, политичке, економске и културне димензије преко граница (Anđelković, 2019). Стога, фокусирајући се на друштвено-историјски оквир кроз транснационалну перспективу, овај рад представља увид у то како су различити историјски периоди, друштвене структуре и политичке промјене утицале на миграциона искуства, чиме се обогаћује деконструкција миграција као вишеструког и дубоко контекстуализованог феномена.

Пратећи циљ рада, ова студија користи квалитативну методологију, користећи полуструктурирани преглед литературе (Grant & Booth, 2009) и тематску анализу (Braun & Clarke, 2006). За разлику од квантитативног приступа, квалитативни поступак интегрише и фокусира се на јединствене аспекте друштвено-историјских контекста у којима се дешава специфична друштвена појава (Creswell, 2014). Стога, овај приступ се сматра погодним за циљеве овог рада. Полуструктурирани преглед литературе омогућава дубинско истраживање проблема, фокусирајући се на свеобухватне теме које проистичу из академских радова лоцирајући најрелевантнија дјела о тој теми. Да би се обезбиједило холистичко разумијевање теме истраживања, студија укључује различите изворе из различитих периода, пружајући широк поглед на динамику миграција кроз конкретно дефинисане историјске епохе. Да би се мапирала релевантна литература на терену, примијењена је стратегија вишеструког претраживања. Научне базе података, укључујући JSTOR, Google Scholar, Онлајн библиотеку за средњу и источну Европу (CEEOL), те базе података специфичних историјских и миграцијских студија систематски су претражене коришћењем кључних ријечи које се односе на миграције, БиХ и одређене историјске периоде. Ова студија је пратила истраживачки дизајн „од интернета до папира“ (Caulley, 2007), који се фокусира на вишеструке стратегије за истраживање одређене теме на вебу. Преглед литературе укључио је и западне научнике, препознате по свом опсежном раду о региону Балкана, попут Роберта Хејдена или Марије Тодорове, и регионалне стручњаке за БиХ, попут љубљанског професора Митје Великоње. У оквиру ових методолошких корака, у периоду од 2020. до 2023. године контактирани су и научници из БиХ, Слове-

литал, економик, and cultural dimensions across borders (Anđelković, 2019). Hence, by focusing on the socio-historical framework through a transnational perspective, this paper presents insights into how different historical periods, social structures, and political changes have influenced migration experiences, thus enriching the deconstruction of migration as a multifaceted and deeply contextualized phenomenon.

Following the paper's aim, this study employs a qualitative methodology, utilizing a semi-structured literature review (Grant & Booth, 2009) and thematic analysis (Braun & Clarke, 2006). In contrast to the quantitative approach, the qualitative procedure embodies and focuses on the unique aspects of the socio-historical contexts in which a specific social phenomenon happens (Creswell, 2014). Hence, it is found suitable for the objectives of this paper. The semi-structured literature review allows for an in-depth exploration of the issue, focusing on the overarching themes that emerge from literature and locating the most relevant pieces on the topic. To ensure a holistic understanding of the research theme, the study includes diverse sources from varying periods, providing a broad view of the migration dynamics across the defined historical eras. In order to map the relevant literature in the field, a multifaceted search strategy was implemented. Scholarly databases, including JSTOR, Google Scholar, Central and Eastern European Online Library (CEEOL), and specific history and migration studies databases, were systematically searched using keywords related to migration, B&H, and specific historical periods. This research followed the "from the Internet to paper" research design (Caulley, 2007), which focuses on multiple strategies to explore a specific topic online. The literature review included both Western scholars, recognized for their extensive work on the Balkan region like Robert Hayden or Maria Todorova, and regional experts for B&H, like Ljubljana's professor Mitja Velikonja. As a part of these methodological steps, scholars from B&H, Slovenia, Serbia, and North Macedonia were contacted in the period between 2020 to 2023. Predominantly, those were scholars from the Slovenian Migration In-

није, Србије и Сјеверне Македоније. Углавном су то били истраживачи Словеначког института за миграције, попут Јурета Гомбача и Мирјам Милхарчич-Хладник, затим Бојана Бабић, истраживачица миграција из БиХ, те млади научници попут Иване Спировске из Сјеверне Македоније и Марјана Марјановића из Републике Српске (БиХ). Посебан акценат је стављен на дијелове мапирања радова који нису доступни у дигиталним научним базама података. Овај поступак је обезбиједио укључивање различитих академских гледишта. Као резултат, студија је интегрисала домаћу литературу, претежно научника из земаља бивше Југославије, посебно се концентришући на изворе који су на локалним језицима, попут дјела Марка Вега или историчара Тибора Живковића.

У периоду од септембра 2021. до фебруара 2023. спроведена је теренска претрага да би се идентификовали извори домаћих стручњака. Теренски рад се одвијао у Бањој Луци, Сарајеву, Београду и Љубљани, користећи локалне библиотеке, базе података и универзитетске репозиторије (Powell & Connaway, 2010), те широку комуникацију са академском мрежом аутора, која је укључивала научнике из социологије, антропологије, географије, демографије и регионалне историје. Урађени су преводи круцијалних дијелова ових радова са локалних језика како би се олакшала њихова интеграција у ову кратку студију. Ова методолошка стратегија имала је за циљ да избјегне претјерано западњачку визију миграцијске историје БиХ и да промовише мање познате радове домаћих и локалних истраживача. Професор са Оксфорда, Робин Коен (Cohen, 2008), један од најистакнутијих социолога глобалне мобилности и развоја, тврди да студије о расељеништву морају да обухвате рад научника из заједница које су прошле кроз миграције, јер пружају свјеж увид и инсајдерске нијансе о датој теми. Овим се прави додатни корак ка деколонизацији студија миграција на Балкану, што је мали, али значајан допринос овог истраживања.

## АНАЛИЗА И ДИСКУСИЈА

У потрази за свеобухватним разумијевањем БиХ миграција, ова студија, заснована на тематској анализи и дискусији, превазићи

stitute, like Jure Gombač and Mirjam Milharčič Hladnik. They are followed by Bojana Babić, a migration scholar from B&H, and young scholars like Ivana Spirovska from North Macedonia and Marjan Marjanović from the Republic of Srpska (B&H). Particular emphasis was placed on mapping pieces not available in digital scholarly databases. This procedure assured the inclusion of a diverse scope of academic viewpoints. Consequently, the study integrated domestic literature, predominantly from scholars from the former Yugoslav states, notably concentrating on sources that are in local languages, like the works of Marko Vego or historian Tibor Živković.

Over the period between September 2021 and February 2023, a fieldwork search was conducted to identify sources by domestic experts. The fieldwork took place in Banja Luka, Sarajevo, Belgrade, and Ljubljana, using local libraries, databases, and university repositories (Powell & Connaway, 2010), and extensive communication with the academic network of the author, which included scholars from sociology and anthropology, geography, demography, and regional history. Translations of critical parts of these works from local languages were made to facilitate their integration into this short study. This methodological strategy aimed to avoid an overly Westernized vision of B&H migration history and to shed light on lesser-known works of local and domestic scholars. Oxford professor Robin Cohen (Cohen, 2008), one of the most prominent sociologists of global mobility and development, argues that migration studies need to include the work of scholars from the communities that went through migrations as they provide fresh insights and insider's nuances on the topic. By doing this, an additional step toward the decolonization of migration studies in the Balkans is taken, which is a small yet important contribution of this research.

## ANALYSIS AND DISCUSSION

In pursuit of a comprehensive understanding of B&H migration, this analysis, based on thematic analysis and discussion, will transcend tra-

ће традиционалне временске границе. Ослањајући се на почетно кодирање литературе, задира у три различита, али међусобно повезана историјска периода, од којих сваки нуди панорамски поглед на промјењиве епохе миграција у БиХ. Опет, ове периоде не треба схватати ригидно, јер многи други хронолошки прегледи који дијеле миграциону историју БиХ другачије једнако су валидни као и овај.

Анализа почиње праћењем коријена балканских миграција до средњег вијека, уцртавањем пута кроз четири вијека османског угњетавања и даљим заласком у период Аустроугарске владавине. Прелазећи у други дио, рад урађа у сложени миље БиХ под окриљем Југославије. Ова епоха, која се протеже од такозване „Прве Југославије“ до њеног коначног распада, кључна је за разумијевање како је БиХ доживјела значајан прилив и одлив људи као дио различитих југословенских држава. Коначно, дискусија се бави периодима ратне и послератне расељеничке динамике у БиХ, наглашавајући мање истражене друштвено-историјске наративе Републике Српске, једног од два политичка ентитета у БиХ. На крају се укратко говори о актуелним миграторним трендовима који су до сада недовољно проучавани.

#### Поријекло, Османлије и Аустроугари

БиХ је држава која се налази у западном дијелу Балканског полуострва у југоисточној Европи, окружена Србијом, Хрватском и Црном Гором. Садашња држава сеже у 1992. годину и њено отцјепљење од Социјалистичке Федеративне Републике Југославије (СФРЈ). Тренутни политички и правни облик земља је добила 1995. године.

Широм територију данашње БиХ насељавала је група народа индоевропског језичког поријекла, Илири, већ у неолиту. Своје мултикултуралне трагове на западном Балкану први су оставили баш Илири (Džino, 2014). Међутим, брзо је почела романизација неколико илирских племена, а територија БиХ је потпала под јурисдикцију Римског царства у првим вијековима нове ере (Georgiev, 1966). Тај период се примарно одликовао дјелимичном христијанизацијом становништва. Што се тиче миграција у овом периоду, Hristov (2015)

ditional temporal boundaries. Relying on the initial coding of literature, it delves into three distinct yet interconnected historical periods, each offering a panoramic view of the shifting eras of B&H migration. Again, these periods should not be taken rigidly, as multiple other chronological overviews that divide B&H migration history can be as valid as this one.

The analysis begins by tracing the roots of Balkan migration to the Middle Ages, charting a course through four centuries of Ottoman oppression, and further threading into the period of the Austro-Hungarian Empire. Transitioning into the second part, the paper immerses itself in the complex milieu of B&H under Yugoslavia's aegis. This epoch, stretching from the so-called "First Yugoslavia" to its eventual disintegration, is critical in understanding how B&H experienced a significant influx and efflux of people as part of various Yugoslav states. Finally, the discussion navigates the periods of war and post-war migratory dynamics in B&H, spotlighting the less-explored socio-historical narratives of the Republic of Srpska, one of two political entities in B&H. In the end, it briefly discusses current migratory trends that are understudied.

#### Origins, Ottomans, and Austro-Hungarians

B&H is a country located in the western part of the Balkan Peninsula in southeast Europe, surrounded by Serbia, Croatia, and Montenegro. The current nation-state goes back to 1992 and its secession from the Socialist Federal Republic of Yugoslavia (SFRY). The country got its current political and legal form in 1995.

The broader territory of today's B&H was inhabited by a group of peoples of Indo-European linguistic origin, the Illyrians, already in the Neolithic era. The Illyrians were the first to leave their multicultural traces in the Western Balkans (Džino, 2014). However, the Romanization of several Illyrian tribes quickly commenced, and B&H territory fell under the Roman Empire's jurisdiction in the first centuries of the new era (Georgiev, 1966). That period was distinguished by the partial Christianization of the population. Regarding migration in this period, Hristov

истиче традицију радних миграција на јужном Балкану између бројних пограничних зона, која укључује и сезонска пресељења трговаца, пољопривредних и пастирских радника. Поред тога, константна кретања између планинских региона и равница била су доминантан тип мобилности под Римским царством.

Након пада Римског царства БиХ се нашла између Византије на истоку и остатака Римског царства на западу. Словени су највише у седмом вијеку почели да насељавају западни Балкан и остатак југоисточне Европе (Božanić, 2007). Пак, византолог Тибор Живковић (Živković, 2002) сматра да би ове миграције било боље анализирати кроз призму различитих група Словена. Друштвеноисторијски, овај период карактеришу присилне и насилне миграције усљед честих оружаних сукоба између група Словена и византијских војних снага (Ćorović, 2005), те освајања дијелова територије царства и формирања нових насеља. Из културолошке перспективе, преносећи своје обичаје, долазак Словена на Балкан оставио је снажан траг у вјерском, етничком и идеолошком пејзажу БиХ чак и данас (Velikonja, 2003).

Као појам и политичка јединица са дјелимичном самосталношћу Босна се први пут помиње у 10. вијеку под влашћу византијских царева (Kurtović, 2019). У 12. вијеку постаје бановина. Међутим, у вијековима прије тога, који су остали помало историјски неистражени и замагљени, западни дијелови Босне и њени владари били су под командом хрватских владара. Истовремено, источни регион је био под утицајем српских краљева (Grčić & Grčić, 2014). Босна се крајем 12. вијека ослободила византијске власти. Међутим, Босанска бановина се брзо прикључила Угарском царству као вазална јединица (Vego, 1982) У овом периоду долази до даље културне плурализације претежно захваљујући византијском утицају (Živković, 2002), те ширењем православне религије на Балкану. Дакле, културолошки, имамо утицај католицизма са Запада и православља из Византије, који је трајао вијековима. Ово двојство је додатно закомпликовано успостављањем самоуправне Цркве босанске у 12. вијеку. Заробљени у троуглу моћи Угарске, хрватских владара и српског краљевства,

(2015) elucidates the enduring tradition in the Southern Balkans of labor migrations between numerous border zones, which also include seasonal relocations of traders and agricultural and pastoral workers. Additionally, persistent migration between mountainous regions and plains was a dominant type of mobility under the Roman Empire.

After the fall of the Roman Empire, B&H found itself between Byzantium in the east and the remnants of the Roman Empire in the west. Predominantly in the seventh century, the Slavs started inhabiting the Western Balkans and the rest of Southeast Europe (Božanić, 2007). However, byzantologist Tibor Živković (Živković, 2002) argues that these migrations should be better analyzed through the prism of different groups of Slavs. Sociohistorically, this period was characterized by forced and violent migration due to often armed conflicts between the Slovene groups and Byzantine military forces (Ćorović, 2005), conquering pieces of the empire's territory and forming settlements. From a cultural perspective, carrying their customs along, the movement of the Slovenes to the Balkans left a robust trace in the religious, ethnic, and ideological landscape of B&H even today (Velikonja, 2003).

As a term and a political unit with partial independence, Bosnia was first mentioned in the 10th century under the rule of the Byzantine Emperors (Kurtović, 2019). In the 12th century, it became a Banate (Banovina). However, in the centuries before that, which remain slightly historically unexplored and blurred, the western parts of Bosnia and its rulers were under the command of Croatian rulers. Simultaneously, the eastern region was influenced by Serbian kings (Grčić & Grčić, 2014). Bosnia freed itself from Byzantine authorities at the end of the 12th century. However, the Banate of Bosnia quickly joined the Hungarian Empire as a vassal unit (Vego, 1982). During this period, further cultural pluralization occurred predominantly due to Byzantine influence (Živković, 2002) by spreading the Orthodox religion in the Balkans. Hence, culture-wise, there was the impact of Catholicism from the West and Orthodoxy from Byzantium,

миграције на расцјепканим територијама Босне биле су вођене пољопривредним и сезонским кретањима, уз дјелимична расељавања због промјене вјерских и политичких средина. Као што се види, период *Поријекла*, како је назван у овом раду, био је скициран ефекти-ма више околних империја и краљевстава, која су користила своју војну и политичку моћ да наметну културне промјене и миграције становништва.

Османско царство је преузело контролу над Краљевином Босном, која је покривала данашње централне области државе, крајем 15. вијека. Османска власт је трајала више од четири вијека. То је изазвало тектонске промјене у бројним друштвеним, културним и политичким сферама, модификујући и миграцијски и историјски пејзаж данашње БиХ (Šabanović, 1959). Штавише, садашња сложена религијска динамика ствара се управо у овом периоду. С једне стране, ислам и јудаизам се први пут појављују у Босни. С друге стране, католички утицај је опао усљед ширења православне цркве на територији цијеле Босанске Краљевине под утицајем српских владара са истока (Imamović, 1998). Додатно, локације у којима је доминирало католичко и православно становништво суочиле су се са масовним расељавањем унутар државе као резултат опресивне политике Османлија. Осим тога, значајан број муслимана се доселио на босанске територије под османском контролом (Pavičić, 2000). Овај период обиљежавају и кретања номадских племена Влаха на различите просторе Балкана, укључујући и миграције у Босну у мањим бројевима, и, наравно, долазак великог броја муслимана из Анадолије. Поред тога, крајем 15. вијека дошли су и Јевреји који су тражили уточиште од шпанске и португалске инквизиције (Friedman, 2021). 16. вијек је означио значајан демографски помак, јер су јеврејске заједнице из Отоманског царства, заједно са Јеврејима који су мигрирали из Мађарске у 17. вијеку, почеле да цвјетају у Босни, посебно у Сарајеву, стварајући просперитетну коегзистенцију са својим босанским колегама (Cohen & Stein, 2010). Пак, досељавање Јевреја у Босну није добило потпуну подршку Османлија, а Јевреји су се преселили из руралних

which had persisted over centuries. This duality was immensely complicated by establishing the self-governing Bosnian Church in the 12th century. Trapped in the power triangle of Hungary, the Croatian rulers, and the Serbian Kingdom, migration in the fragmented territories of Bosnia was led by agricultural and seasonal migration, with partial migration due to changing religious and political environments. As seen, the period of *Origins*, as termed in this paper, was sketched by the effects of multiple surrounding empires and kingdoms, which used their military and political power to enforce cultural changes and migrations.

The Ottoman Empire seized control of the Kingdom of Bosnia, which covered the present-day country's central regions, in the late 15th century. Ottoman rule lasted for more than four centuries. This caused tectonic changes in numerous social, cultural, and political life spheres, modifying the migratory and historical landscape of present-day Bosnia as well (Šabanović, 1959). Moreover, the current complex religious dynamics are being created precisely during this period. On the one hand, Islam and Judaism appear for the first time in Bosnia. On the other hand, Catholic influence decreased due to the spread of the Orthodox Church on the territory of the entire Kingdom of Bosnia under the influence of Serbian rulers from the east (Imamović, 1998). Moreover, locations dominated by Catholic and Orthodox populations faced massive intra-state migration as a response to the oppressive politics of the Ottomans. Besides that, a significant number of Muslims moved into Bosnian territories under Ottoman control (Pavičić, 2000). This period is also marked by migrations of nomadic tribes of Vlachs to different areas of the Balkans, including small-scale migration to Bosnia and, of course, a large number of Muslims from Anatolia. Additionally, in the late 15th century, the arrival of Jews who sought refuge from the Spanish and Portuguese Inquisitions took place (Friedman, 2021). The 16th century marked a significant demographic shift as Jewish communities from the Ottoman Empire, alongside Jews who migrated from Hungary in the 17th century, began to flourish within Bosnia, particularly



подручја у Сарајевску зону и средњу Босну. Као што видимо, почетни период османске владавине првенствено су обиљежиле присилне миграције немуслиманских етничких група и досељавање Османлија у Босну. Међутим, то није све.

Масовна исламизација, прелазак немуслиманског становништва у ислам, једна је од централних социо-културних и миграционих карактеристика османског доба (Malcolm, 1994). Пак, исламизација је ишла дубље од вјерског чина преобраћења; у овом периоду положај и католичког и православног народа драстично се погоршао због огромних пореза за немуслимане. Турци су Босну сматрали тврђавом ислама (Velikonja, 2003). Dragić (2012) пише о феномену данка у крви (девширме – крвни порез), османском порезу који се плаћао у младој хришћанској православној и католичкој дјечи која су сваких пет година одвођена у Анадолију и образована о турском начину живота док су истовремено била тренирана да постану јањичари, војници на првој линији војске Османског царства. О овом феномену пише чак и Иво Андрић у свом Нобеловом наградом награђеном роману *На Дрини ћуприја*. Као што се види, османски планови освајања су били стратешки, подијељени на уклањање домаћих владара и тимара (имања), систем који је заједно са порезима довео до коначног резултата: постепене асимилације (Inalcik & Faroqhi, 1997). Тај резултат је дјелимично постигнут, јер су хришћани углавном бјежали из градова и насељавали се по селима, посебно у брдима, док су муслимани остајали у градовима. Сходно томе, БиХ становништво и култура(е) су масовно асимилирани, пак не у потпуности, током четири вијека османске владавине у БиХ. Овај период, како Марија Тодорова (Todorova, 2009) тврди, ослањајући се на радове Едварда Саида, у великој мјери је уобличио тренутне западњачке погледе, како популарне, политичке, тако и академске, о Балкану као оријенталистичком и неевропском.

Укратко, период под отоманском влашћу треба посматрати као период колонијалне, присилне миграционе динамике, наметнуте разним групама становништва у БиХ, претежно православцима, католицима, Јеврејима и дру-

Sarajevo, engendering a prosperous coexistence with their Bosnian counterparts (Cohen & Stein, 2010). Nevertheless, the immigration of Jews to Bosnia received a lack of support from the Ottomans, and Jews moved from rural areas to the Sarajevo zone and central Bosnia. As observed, the initial period of Ottoman rule was primarily marked by forced migrations of non-Muslim ethnic groups and the immigration of Ottomans to Bosnia. However, that is not all.

Mass Islamization, the conversion of the non-Muslim population to Islam, is one of the central socio-cultural and migratory features of the Ottoman era (Malcolm, 1994). However, Islamization went deeper than a religious act of conversion; during this period, the position of both the Catholic and Orthodox people drastically deteriorated due to cumbersome taxes for non-Muslims. The Turks considered Bosnia a citadel of Islam (Velikonja, 2003). Dragić (2012) writes about the phenomenon of tribute in blood (devşirme – blood tax), the Ottoman tax paid in young Christian orthodox and Catholic children that were taken away every five years to Anatolia and educated about the Turkish way of life while simultaneously being trained to become *janissaries*, frontline soldiers of the Ottoman Empire army. Even Ivo Andrić, in his Nobel Prize-winning novel *The Bridge on the Drina*, writes about his phenomenon. As seen, the Ottoman's designs of conquest were strategic, divided into the removal of native rulers and a timar (estate) system blended with taxes, which led to one final result: gradual assimilation (Inalcik & Faroqhi, 1997). That result was partially achieved as Christians mostly fled from the cities and settled in the villages, especially in the hills, while Muslims stayed in the cities. Consequently, B&H people and culture(s) were massively assimilated, although not entirely, throughout the four centuries of Ottoman rule in B&H. This period, as Maria Todorova (Todorova, 2009) argues, relying on Edward Said's works, heavily shaped the current Western views, both popular, political, and academic, on the Balkans as orientalist and non-European.

In summary, the period under Ottoman rule should be seen as a period of colonial, forced

гима, вођеним нечим што се може схватити као шема вјерске империјалистичке стратегије Османског царства. Крећући се брзо напријед кроз историју, остаци отоманске окупације остају и данас, како Рукер-Чанг тврди у свом дјелу *Турска веза: неоосмански утицај у постдејтонској Босни* из 2014. године (Rucker-Chang, 2014).

Како се Османско царство распало крајем 19. вијека, појавили су се нови владари који су преузели власт над БиХ – Аустроугарска. Аустроугарска је окупирала БиХ, а земља је постала жртва западног колонијализма, који је, под параваном цивилизацијских вриједности, помијешаних са економском експлоатацијом, желио да контролише мање „европеизоване“ народе, што је било доминантно виђење народа на Балкану (Ruthner, 2018, стр. 156). Експлоатацијом природних богатстава БиХ дошло је до индустријализације. Овај период карактеристичан је по дјелимичним унутрашњим миграцијама из руралних, аграрних подручја у центре попут Сарајева, Мостара и Тузле, поред неизбјежног прилива војног особља из Аустроугарске монархије. Пејановић (1995) билежи два миграциона тренда. Први се односи на недобровољне и административно присилне миграције Нијемаца, Пољака и других унутар земље. Насупрот томе, други курс је емиграција. Под заоставштином османске владавине, преко четврт милиона људи, који се некада доселио на просторе БиХ и Србије, вратио се у Турску (Jagodić, 1998). Истовремено, неки босански муслимани су емигрирали у Хрватску и Словенију (Malcolm, 1994).

У културном смислу, период Аустроугарске царевине карактеришу промјене у вјерским хијерархијама различитих етничких група у БиХ, јер су Хрвати у БиХ, као католици, имали повлаштени положај. Поред тога, под владавином Бењамина Калаја, аустроугарског главног официра за БиХ, доминантан друштвено-културни феномен било је политичко одвајање босанских муслимана од утицаја и Срба и Хрвата, које је Калај промовисао (Milojković-Đurić, 2000). Ипак, Срби су углавном били они који су у овом периоду имали подређени положај у БиХ, јер су били под асимилаторским притисцима Аустроугарске.

migratory dynamics enforced upon various populations in B&H, predominantly Orthodox, Catholics, Jews, and others, driven by something that can be perceived as a scheme of religious imperialistic strategies by the Ottoman Empire. Moving fast forward through history, the remnants of Ottoman occupation remain even today, as Rucker-Chang argues in *The Turkish Connection: Neo-Ottoman Influence in Post-Dayton Bosnia* 2014 piece (Rucker-Chang, 2014).

As the Ottoman Empire collapsed at the end of the 19th century, new rulers appeared and took authority over B&H – the Austro-Hungarian Empire. Austro-Hungary occupied B&H, and the country fell victim to Western colonialism, which, under the guise of civilizational values mixed with economic exploitation, wanted to control less “Europeanized” peoples, which was the dominant perception of people in the Balkans in that era (Ruthner, 2018, p. 156). By exploiting the natural resources of B&H, industrialization took place. This time period is notable for partial internal migrations from rural, agrarian areas to centers like Sarajevo, Mostar, and Tuzla, in addition to an inevitable influx of military personnel from the Austro-Hungarian monarchy. Pejanović (1995) records two migration trends. The first refers to the involuntary and administratively forced migration of Germans, Poles, and others within the country. In contrast, the second course is emigration. Under the legacy of Ottoman rule, over a quarter of a million people who once immigrated to the territories of B&H and Serbia went back to Turkey (Jagodić, 1998). At the same time, some Bosnian Muslims emigrated to Croatia and Slovenia (Malcolm, 1994).

Culturally, the period of the Austro-Hungarian Empire was characterized by changes in the religious hierarchies of different ethnic groups in B&H, as Croats in B&H as Catholics had a supreme position. Additionally, under the rule of Benjamin Kallay, the Austro-Hungarian head officer for B&H, the dominant socio-cultural phenomenon was the political separation of Bosnian Muslims from the influences of both Serbs and Croats, which Kallay promoted (Milojković-Đurić, 2000). Still, Serbs were predominantly those holding the subordinate position in B&H during this period, being under the assimilatory

Први свјетски рат окончао је владавину Аустроугарске. Хабзбурговци су одмах кренули да се свете православном становништву у БиХ. Књига Владимира Дедијера из 1969. године, *Пут за Сарајево*, приповиједа о звјерствима и масакрима над босанским православним становништвом (босанским Србима) и уништавању њиховог културног наслеђа (Dediđer, 1966). Ратне године обиљежиле су и масовно сиромаштво и глад у БиХ, што је смањило број становника, с једне стране, и вишеструке ратне миграције у пограничне крајеве Крајине, Славоније и Војводине, с друге (Carmichael, 2015). Због јачања пројугословенске и пројужнословенске идеологије, по завршетку Првог свјетског рата, БиХ је 1918. године постала дио Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца (Краљевине СХС), чиме је отворена нова епоха сеоба.

#### БиХ под Југославијама

Након Првог свјетског рата, БиХ је постала дио такозване „Прве Југославије“, тј. Краљевине Југославије (1929–1941), која је у почетку носила назив Краљевина СХС (1918–1929). Територија БиХ је била подијељена на бројне мање политичке јединице, што је ометало кохезивну политику или систематско праћење миграционих кретања (Hayden, 2012). Као резултат тога подаци о миграцијама за овај период су веома оскудни. Ипак, примијећени су неки миграциони трендови. Прво, младо, пољопривредно становништво углавном је емигрирало у европске земље (Аустрију, Белгију, Бугарску, Грчку), те у Аргентину, Сједињене Америчке Државе (САД), Чиле, Бразил (Selimović & Hadžić, 2008). Транснационални обрасци мобилности су се већ примјећивали и остаће као такви до данас. Друго, ову етапу додатно издвајају сезонске миграције радног становништва западне БиХ у Славонију због аграрних реформи и унутрашњих миграција државних службеника (Bara & Lajić, 2009). Треће, око 300000 људи дошло је из Њемачке и Аустрије у оквиру масовне репатријације у Југославију, која се одвијала после Првог свјетског рата до 1945. године (Karakaš Obradov, 2016).

pressures of the Austro-Hungarian Empire agendas.

World War I ended the rule of the Austro-Hungarian Empire. Immediately, the Habsburgs unleashed revenge against the Orthodox population in B&H. Vladimir Dediđer's 1969 book, *The Road to Sarajevo*, narrates atrocities and massacres against the Bosnian Orthodox population (Bosnian Serbs) and the destruction of their cultural heritage (Dediđer, 1966). The war years were also marked by massive poverty and hunger in B&H, which reduced the population on one side and multiple war-related migrations to the border regions of Krajina, Slavonia, and Vojvodina on the other (Carmichael, 2015). Due to the strengthening of pro-Yugoslav and pro-South Slav ideologies, when World War I ended, B&H became a part of the Kingdom of Serbs, Croats, and Slovenes (The Kingdom of SHS) in 1918, opening a new epoch of migration.

#### B&H under Yugoslavia(S)

After World War I, B&H became a part of the so-called "First Yugoslavia", The Kingdom of Yugoslavia (1929–1941), which was initially named the Kingdom of SHS (1918–1929). The territory of B&H was divided into numerous small-scale political units, hindering cohesive policies or systematic tracking of migratory movements (Hayden, 2012). As a result of that, migration data for this period is highly scarce. Nevertheless, some migratory trends have been noted. First, the young, agricultural population mainly emigrated to European countries (Austria, Belgium, Bulgaria, Greece), Argentina, the United States of America (USA), Chile, and Brazil (Selimović & Hadžić, 2008). Transnational mobility patterns have already been displayed and will remain so until today. Second, this stage is further distinguished by seasonal migrations of the working population of western B&H to Slavonia due to agrarian reforms and internal migrations of state officials (Bara & Lajić, 2009). Third, about 300000 people came from Germany and Austria as part of the mass repatriation to Yugoslavia, which took place after the First World War until 1945 (Karakaš Obradov, 2016).

Период између Прве и Друге Југославије обиљежио је Други свјетски рат 1941–1945. Снаге Осовине нападе су Краљевину Југославију 1941. године, при чему је БиХ припојена новоформираној Независној Држави Хрватској (НДХ) (Bakić, 2011). Усташе, хрватски фашисти, под утицајем нацистичке расне идеологије, вршили су систематска и масовна убиства, силовања, депортације и мучења стотина хиљада Срба, Јевреја и Рома (Petrović, 1988). На крају, овај *bellum omnium contra omnes* резултирао је са преко милион жртава у Југославији у периоду 1941–1945. код свих етничких група, но претежно православних Срба, Рома и Јевреја (Petrović, 1988). Посљедице рата су се видјеле и у расељавању унутар државе, које је брзо промијенило животе многих у БиХ, без обзира на њихову етничку припадност, јер је примарни покретач насиља и присилног расељавања била идеолошка и политичка оријентација, а затим вјерска и расна припадност.

Најснажнија миграцијска динамика у бившој Југославији десила се након Другог свјетског рата, у такозваној Титовој Југославији, гдје је БиХ била савезна држава. Први миграциони талас овог доба обухвата директан послератни период који карактеришу повратне миграције и репатријација око 300000 избјеглица, расељених лица и бивших ратних заробљеника, прије свега из Њемачке, Аустрије и сјеверне Италије (Pavlica, 2005). Надаље, током 1940-их и 1950-их, постојао је константан пораст стопе емиграција, при чему је БиХ предњачила међу југословенским републикама. С друге стране, Радушки издваја масовне унутарјугословенске етноцентричне миграције: најмасовније су биле „сеобе Срба из Босне и Херцеговине, Хрватске, са Косова и Метохије у централну Србију као најкритичније имиграционо подручје, затим Хрвата у Хрватску (из Босне и Херцеговине, дијелом из Војводине), Црногораца према централној Србији и Војводини, те у мањој мјери и према другим крајевима (углавном из Црне Горе и са Косова и Метохије)” (Raduški, 2002, стр. 340). Такође, биле су присутне и политичке миграције чланова југословенског Информ-бироа (савјетодавни орган комунистичке партије у Југославији) мањег обима у околне државе и Мађарску (Rukavina, 2022). Ипак, расељавања унутар БиХ из руралних у урбана подручја,

The interval between the First and Second Yugoslavia was marked by 1941–1945 World War II. Axis forces attacked the Kingdom of Yugoslavia in 1941, with B&H being annexed to the newly formed Independent State of Croatia (NDH) (Bakić, 2011). Ustashas, Croatian fascists, under the influence of the Nazi race ideology, carried out systematic and mass killings, rapes, deportations, and tortures of hundreds of thousands of Serbs, Jews, and Roma (Petrović, 1988). Ultimately, this *bellum omnium contra omnes* resulted in over a million deaths in 1941–1945 in Yugoslavia of all ethnic groups, predominantly Orthodox Serbs, Roma, and Jews (Petrović, 1988). The effects of the war were seen in intra-state displacement, which rapidly changed the lives of many in B&H, no matter what their ethnic affiliation was, as the primary driver of conflict and forced movement was ideological and political orientation, followed by religious and racial ones.

The most robust migration dynamics in the former Yugoslavia occurred after World War II, in the so-called Tito's Yugoslavia, where B&H was the federal state. The first migration wave of this era encompasses the direct post-war period characterized by return migrations and repatriations of about 300000 refugees, displaced persons, and former prisoners of war, primarily from Germany, Austria, and northern Italy (Pavlica, 2005). Further, during the 1940s and 1950s, there was a constant increase in emigration rates, with B&H leading the Yugoslav republics. On the other hand, Raduški singles out mass intra-Yugoslav ethnocentric migrations: the most massive were “migrations of Serbs from Bosnia and Herzegovina, Croatia, from Kosovo and Metohija to central Serbia as the most critical immigration area, then Croats to Croatia (from Bosnia and Herzegovina, partly from Vojvodina), Montenegrins towards central Serbia and Vojvodina, to a lesser extent also towards other areas (mainly from Montenegro and from Kosovo and Metohija)” (Raduški, 2002, p. 340). Additionally, a small-scale political migration of Yugoslav inform-biro (an advisory organ for the Communist Party in Yugoslavia) officers to surrounding states and Hungary was mapped

као што је централна Босна, и емиграције из Титове Југославије, треба додатно нагласити као доминантне миграционе обрасце овог и будућег доба.

Један од најпознатијих миграционих таласа, други Титове или такозване Друге Југославије, десио се током 1960-их и 1970-их. Утицај социо-економских реформи у земљи 1965. године довео је до ниског животног стандарда, а миграционе политике су се промијениле, што је резултирало масовном емиграцијом радне снаге. У *Кембрицовом истраживању свјетских миграција*, напомиње се да су од 1970-их година присутна два облика миграција из Југославије: одлив мозгова и сезонске миграције радне снаге у западноевропским гетима (Cohen, 1995). Кумулативно, масовна емиграција довела је до тога да је преко милион Југословена отишло у иностранство (укључујући све етничке групе) да раде као *gustarbeitsers* (гастарбајтери), претежно у Њемачкој и Аустрији. Већина гастарбајтера били су младићи, а њихов степен образовања често је био виши од нивоа образовања њихових земљака који су остали у Југославији. Овдје се, 1960-их, већ јасно могу мапирати почеци миграција квалификоване радне снаге из БиХ и других југословенских земаља ка западној Европи. У почетку су планови између прије свега Њемачке и Аустрије, с једне стране, и Југославије, с друге стране, били да миграције радне снаге буду привремене. Међутим, због економске рецесије 1970-их и ниских плата у Југославији, гастарбајтери су постали „гости који су остали на вечери“, како их описује Миајловић (1987), напомињући да се већина њих задржала деценијама или до краја живота у Њемачкој и Аустрији, шаљући новац назад породицама у Југославији. Ово су коријени утицајних БиХ дијаспорских заједница у западној Европи.

*Gustarbeitsers* из Југославије, локално именовани као *гастарбајтери*, представљају један од најкритичнијих миграторних феномена у бившој Југославији и БиХ. Le Normand (2016) јасно приказује гастарбајтере као транснационалну радничку класу из Југославије. Дубљу културолошку и социоантрополошку деконструкцију феномена даје Антонијевић (2013). Препознајући поларитет „овдје наспрам тамо“, који обликује њихове вриједносне структуре и перспективе, она тврди да су гастарбајтери

(Rukavina, 2022). Still, the intra-B&H migration from rural to urban areas, like central Bosnia, and the emigration from Tito’s Yugoslavia need to be reemphasized as dominant migratory patterns of this era and the era to come.

One of the most known migration waves, the second one of Tito’s, or the so-called Second Yugoslavia, occurred during the 1960s and 1970s. The impact of socio-economic reforms in the country in 1965 led to low living standards, and migration policies changed, resulting in mass labor migration. In the *Cambridge Survey of World Migration*, it is noted that from the 1970s, two forms of migration from Yugoslavia were present: the brain drain and seasonal labor migrations in Western European ghettos (Cohen, 1995). Jointly, massive emigrations resulted in over one million Yugoslavs going abroad (all ethnic groups included) to work as guest workers (*gustarbeitsers*), predominantly in Germany and Austria. Most guest workers were young males, and their level of education was often higher than that of their compatriots who remained in Yugoslavia. Here, in the 1960s, the beginnings of skilled labor migrations from B&H and other Yugoslav countries toward Western Europe can be distinctly mapped. Initially, plans between primarily Germany and Austria, on the one hand, and Yugoslavia, on the other, were for labor migration to be temporary. However, due to the economic recession of the 1970s and still low wages in Yugoslavia, *gustarbeitsers* became “guests who stayed for dinner”, as Miahajlovic (1987) describes them, noting that the majority of them lingered for decades or for good in Germany and Austria, sending remittances to families in Yugoslavia. These are the roots of influential B&H diasporic communities in Western Europe.

Guestworkers from Yugoslavia, locally termed *gustarbajteri*, present one of the most critical migratory phenomena in former Yugoslavia and B&H. Le Normand (2016) clearly portrays the *gustarbajters* as a transnational working class from Yugoslavia. A more profound cultural and socio-anthropological deconstruction of the phenomenon is given by Antonijević (2013). Recognizing the “here versus there” polarity that molds their value structures and perspectives, she argues that *gustarbajters* were caught in these

били ухваћени у овим међупросторима, у лиминалним просторним и временским позицијама (Antonijević, 2011). Antonijević (2013) даље развија ову аргументацију у свом дјелу *Странац овдје, странац тамо*. Битно је напоменути да ова лиминалност није оличена само у културном идентитету радника миграната, већ је присутна и у њиховим транснационалним везама и продукцији популарне културе (Daniel, 2007). Штавише, није везана само за једну групу, већ за више, ако не и све етничке групе из СФРЈ и БиХ. На примјер, ромски гастарбајтери су такође учествовали у миграцијама гастарбајтера, као транснационална мањина (Grubišić, 2011). Као што се види, овај феномен је свеприсутан на више социолошких, националних и етничких нивоа, вођен економским обиљежјима, пак резултира промјенама друштвених хијерархија и културних идентитета.

Да резимирамо, периоде БиХ у тзв. Првој и Другој Југославији обиљежиле су флукуације у међународним миграцијама и низ унутардржавних кретања, како добровољних тако и присилних. Унутрашње миграције су првенствено из руралних у урбане дијелове земље и даље дијелове Југославије. На примјер, у периоду СФРЈ, током 1970-их и 1980-их, дошло је до миграције радне снаге из БиХ у Словенију (Dolenc, 2007), односно миграција Срба у Словенију након Другог свјетског рата (Medar-Tanjga, 2023). Такође, распад СФРЈ је довео до неповољног положаја мањина у свим новонасталим државама, што је довело до емиграције постјугословенских Рома ка западној Европи (Crowe, 1995). Масовне међународне миграције обухватају период имиграције и репатријације многих југословенских етничких група у своју домовину након Првог и Другог свјетског рата. Други талас, окарактерисан емиграцијом радне снаге гастарбајтера, започео је средином 1960-их и трајао до 1970-их, са ниском стопом репатријације из западне Европе 1980-их. Ова миграцијска динамика прекинута је распадом СФРЈ и ратом 1992–1995.

### Три таласа савремених БиХ миграција

Од распада такозване Титове Југославије 1992. године, БиХ је ушла у низ различитих миграционих динамика. Могу се издвојити

in-between spaces, in liminal spatial and temporal positions (Antonijević, 2011). Antonijević (2013) further develops this argument in her *Stranger Here, Stranger There* piece. It is essential to note that this liminality is not embodied just in migrant workers' cultural identity but is also present in their transnational ties and popular culture production (Daniel, 2007). Furthermore, it is not tied just to one group but to multiple, if not all, ethnic groups from SFRY and B&H. For instance, Roma gastarbajters also participated in gastarbajters migrations, being a transnational guest-worker minority (Grubišić, 2011). As seen, the phenomenon is omnipresent across multiple sociological, national, and ethnic levels, driven by economic markers but resulting in changing social hierarchies and cultural identities.

To summarize, the periods of B&H in the so-called First and Second Yugoslavia were marked by fluctuations in international migrations and a series of intra-state migrations, both voluntary and conflict-related. Internal migrations are primarily from rural to urban parts of the country and the broader Yugoslavia territory. For instance, in the period of SFRY, during the 1970s and 1980s there were labor migration from B&H to Slovenia (Dolenc, 2007), or the migrations of Serbs to Slovenia after the World War II (Medar-Tanjga, 2023). Also, the breakup of the SFRY resulted in a non-favorable position for minorities across all newly formed states, which led to the emigration of post-Yugoslav Roma toward Western Europe (Crowe, 1995). Massive international migrations include the period of immigration and repatriation of many Yugoslav ethnic groups toward their homeland after World War I and World War II. The second wave, the labor-emigration-oriented one of the guest workers, started in the mid-1960s and lasted through the 1970s, with little repatriation from Western Europe in the 1980s. These migration dynamics were interrupted by the disintegration of SFRY and the 1992–1995 war.

### Three Waves of Contemporary B&H Migration

Since the breakup of the so-called Tito's Yugoslavia in 1992, B&H has emerged in various migration dynamics. Three predominant migra-

три доминантна миграциона таласа (Kačapor-Džihić & Oruč, 2012). Први талас обухвата расељавања током рата у БиХ (1992–1995), други покрива непосредне послјератне године, а трећи покрива период послјје 2000-их. Међутим, ову систематизацију не треба схватати превише круто.

Први талас покрива рат 1992–1995. Рат у БиХ био је дио већег унутар-државног, међуетничког и међународног оружаног сукоба који је пратио распад СФРЈ 1991. (Rogel & Poirier, 1998), те који је окончан Дејтонским мировним споразумом 1995. Три главне етничке групе (демографски некохерентно распрострањене по цијелој територији БиХ), Срби, Хрвати и босански Муслимани/Бошњаци, ушле су у масовни међуетнички сукоб (Bieber, 2005). Опет се десио босански парадокс – почео је *bellum omnium contra omnes*.

У периоду рата доминирале су присилне миграције. Zwierzchowski и Tabeau (2010) наглашавају да је око два и по милиона људи напустило своје домове; пола милиона људи избјегло је у иностранство, пола милиона у СР Југославију (Србију и Црну Гору), преко 700000 у Хрватску, а око 800000 је интерно расељено у БиХ. Рејановић (2005) ратне миграције дијели на два подталаса. Први подталас обухвата период од априла 1992. до краја исте године. Обиљежава га првенствено присилно расељавање преко 800000 Бошњака (тада познатих као босански Муслимани) и Хрвата. Истовремено, многи Срби морали су да побјегну из региона Крајине. Исто тако, хиљаде избјеглица из БиХ побјегло је у западну Европу, Скандинавију, САД. Други подталас обухвата вријеме од маја 1993. године, које се везује за сукоб између Бошњака и Хрвата, при чему су Бошњаци насилно напустили југозападне и западне дијелове земље, док су Хрвати напустили централну БиХ. Исто тако, око 400000 Срба напустило је Федерацију Босне и Херцеговине, дио земље у којем доминирају Бошњаци и Хрвати, остављајући веће градове попут Сарајева, Тузле, Зенице, Мостара итд. (Рејановић, 2005). Унутрашње присилне миграције БиХ и присилне миграције унутар бивше Југославије разликовале су се по кретању ка територијама којима је командовала

tory waves can be outlined (Kačapor-Džihić & Oruč, 2012). The first wave covers the migrations during the 1992–1995 war in B&H, the second covers the immediate post-war years, and the third covers the post-2000s. However, this systematization should not be taken so rigidly.

The First Wave covers the 1992–1995 war. The war in B&H was part of the greater intra-national, inter-ethnic, and international armed conflict that accompanied the breakup of SFRY in 1991 (Rogel & Poirier, 1998), ending with the Dayton Peace Agreement in 1995. Three main ethnic groups (demographically non-coherently spread throughout the territory of B&H), Serbs, Croats, and Bosnian Muslims/Bosniaks, entered into a massive interethnic conflict (Bieber, 2005). Again, the B&H paradox happened – *bellum omnium contra omnes* started.

Forced migrations dominated the period of the war. Zwierzchowski and Tabeau (2010) note that around two and a half million people left their homes; half a million people fled abroad, half a million to SR Yugoslavia (Serbia and Montenegro), over 700000 to Croatia, and around 800000 were internally displaced in B&H. Pejanović (2005) divides the war migrations into two sub-waves. The first sub-wave covers the period from April 1992 until the end of the same year. It is marked primarily by the forced displacement of over 800000 Bosniaks (then known as Bosnian Muslims) and Croats. Simultaneously, many Serbs had to flee the Krajina region. Likewise, thousands of refugees from B&H fled to Western Europe, Scandinavia, and the USA, among other countries. The second sub-wave includes the time from May 1993, which is linked to the conflict between Bosniaks and Croats, with Bosniaks forcibly leaving the southwestern and western parts of the country while Croats left central B&H. Likewise, around 400000 Serbs left the Federation of Bosnia and Herzegovina, a Bosniak and Croat-dominated part of the country, leaving major cities like Sarajevo, Tuzla, Zenica, Mostar, etc. (Pejanović, 2005). Internal forced migration in B&H and intra-ex-Yugoslavia forced migration were distinguished by movement toward territories commanded by one's ethnic group. Those were predominantly

нечија етничка група. То су биле претежно Србија и Република српског народа Босне и Херцеговине (преименована у Република Српска) за Србе у БиХ, а Хрватска за Хрвате у БиХ. Осим неколико примјера као што је Мостар, који је дом и босанских Муслимана и Хрвата, ова етнички центрирана поларизација потпуно је измијенила предратну демографију земље, што је довело до територијалне реконструкције према градовима и регијама са једном доминантном етничком групом.

Након потписивања Дејтонског мировног споразума 1995. године започео је други талас миграција. БиХ је ову еру започела као мултикултурална, мултиетничка и мултиконфесионална земља растргана између два ентитета, изузетно суверених политичких јединица: Републике Српске и Федерације Босне и Херцеговине, те посебног Брчко дистрикта (Campbell, 1998). Други талас босанских миграција након 1992. оквирно покрива период 1996–2000. Главни трендови у овом таласу су огроман повратак ратних избјеглица кроз репатријацију уз помоћ међународне заједнице и повратне миграције интерно расељених лица. Масовна репатријација долази из два извора: босанске избјеглице које су тражиле уточиште у другим југословенским земљама, углавном у Србији и Хрватској, и оних који су током рата били у иностранству, углавном у западној Европи, Скандинавији, Сјеверној Америци и дјелимично Аустралији (International Crisis Group, 1997). Ипак, хуманитарни приступ процесу репатријације, који је углавном водио Високи комесаријат Уједињених нација за избјеглице (UNHCR), није у потпуности успио, пошто се хиљаде расељених никада нису вратиле у земљу (Black, 2001).

Осим тога, повратне миграције интерно расељених лица покренуле су многа питања. Прво, многи се нису вратили у своје предратне домове, већ на другу локацију у БиХ на основу припадности етничкој групи. Недостатак стамбеног простора у непосредно послјератним годинама представљао је додатну забринутост за повратак. Тако су повратници и расељена лица распоређени у напуштене домове оних етничких група које су претходно напустиле то подручје ради по-

Serbia and the Serb Republic of Bosnia and Herzegovina (renamed the Republic of Srpska) for Serbs in B&H, and Croatia for Croats in B&H. Apart from a few instances like Mostar, which is home to both Bosnian Muslims and Croats, this ethnic-centered polarization completely altered the country's pre-war demographics, leading to territorial reconstruction toward towns and regions with a dominant ethnic group.

After the signing of the Dayton Peace Agreement in 1995, the second migratory wave started. B&H has begun this era as a multicultural, multiethnic, and multiconfessional country torn among two entities, extremely sovereign political units: the Republic of Srpska, Federation of Bosnia and Herzegovina and the Brčko district (Campbell, 1998). The second wave of post-1992 B&H migrations covers the 1996–2000 period. The main trends in this wave are the immense return of war refugees through international community-assisted repatriation and the return migration of internally displaced people. Mass repatriation came from two sources: B&H refugees who sought refuge in other Yugoslav countries, mainly Serbia and Croatia, and those who had been abroad during the war, mainly to Western Europe, Scandinavia, North America, and partly Australia (International Crisis Group, 1997). Still, the humanitarian approach to the repatriation process, led mainly by the United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR), did not fully succeed, as thousands of displaced people never returned to the country (Black, 2001).

Besides, the return migration of internally displaced people has raised many questions. First, many did not return to their pre-war homes but to another location in B&H based on their ethnic group. The housing shortage in the immediate post-war years was an added concern for resettlement. Hence, returnees and displaced people were assigned to the abandoned homes of those ethnic groups that previously left the area to be re-settled. This pivotal rearrangement is termed the "house war" by Stefansson (2006, p. 118), where the manipulation of residential space instigated large-scale displacement and cemented the repercussions of ethnic purifica-



новног насељавања. Ово кључно преуређење је Stefansson (2006, стр. 118) назвао „ратом кућа“, гдје је манипулација стамбеним простором подстакла расељавање великих размјера и цементирила посљедице етничке хомогенизације. Овај погрешно прорачунат потез парадоксално је претворио интерно расељена лица, која су се одлучила вратити, у локалне мањине, излажући их додатној ретрауматизацији, искључењу и сегрегацији. Фрагментирани ратом, некадашњи мултиетнички пејзажи БиХ трансформисани су у етнички одвојене кластере, претежно насељене Бошњацима, Хрватима или Србима (Kett, 2005).

Постоји и недовољно истражен подталас непосредних послеријатних миграција – случај сарајевских Срба. Хиљаде сарајевских Срба напустило је главни град БиХ одмах након Дејтонског мировног споразума крајем 1995. и почетком 1996. (Žila, 2021). Bollens (2007, стр. 97) овај миграциони покрет категоризује као масовни егзодус сарајевских Срба, процјењујући да је почетком 1996. године град напустило око 60000 људи који су населили различите регије Републике Српске, попут Семберије, Посавине итд. Неки од главних разлога за то били су етничка дискриминација коју су Срби као мањина доживљавали, те недостатак сигурности, стамбеног питања и посла. Још се расправља о тачном броју оних који су отишли. Важније питање – зашто су сарајевски Срби напустили Сарајево – и даље се увелико пропитује у БиХ политичком и медијском дискурсу, варирајући од наратива о добровољним до присилним миграцијама. Ипак, једно је сигурно: сарајевски Срби имају двојак однос према граду: не недостаје им Сарајево као мјесто за живот, већ као мјесто социјализације, локалитет који карактеришу пријатељства и дружење, замишљајући град не као географски дом, већ као социокултурни локалитет сигурности и безбједности у специфичном, помало носталгичном, предратном окружењу (Žila, 2022).

Сличне карактеристике се могу примијенити на многа друга интерно расељена лица у БиХ, гдје су се све етничке групе суочиле са интерним расељењем. Нажалост, овај миграциони образац прешао је са привременог на стални, остављајући расељено становништво у транс-локалном културном застоју, јер се никада нису вратили својим домовима. С друге стране,

This miscalculated move paradoxically turned the returning internally displaced people into local minorities, exposing them to additional retraumatization, exclusion, and segregation. Fragmented by the war, B&H once multiethnic landscapes were transformed into ethnically segregated clusters, predominantly inhabited by Bosniaks, Croats, or Serbs (Kett, 2005).

There is also an under-researched sub-wave of the immediate post-war migrations – the case of Sarajevo Serbs. Thousands of Sarajevo Serbs fled B&H capital immediately after the Dayton Peace Agreement in late 1995 and early 1996 (Žila, 2021). Bollens (2007, p. 97) reflects on this migratory movement as the mass exodus of Sarajevo Serbs, estimating that 60000 people left the city in early 1996, inhabiting various regions of the Republic of Srpska, like the Semberija region, Posavina, etc. Some of the main reasons for this were the ethnic discrimination that Serbs as a minority experienced and the lack of safety, housing, and jobs. The exact numbers of those who left are still being debated. The more important question – why Sarajevo Serbs left Sarajevo – is still heavily discussed in B&H political and media discourse, varying from voluntary to forced migration narratives. However, one thing is sure: Sarajevo Serbs hold an ambiguous relationship with the city, missing Sarajevo not as a place to live but as a place of socialization, a locality characterized by friendships and *druženje* (hanging out), imagining the city not as a geographical home but as a sociocultural locality of safety and security in the specific, somewhat nostalgic, prewar setting (Žila, 2022).

Similar characteristics can be applied to many internally displaced people in B&H, where all ethnic groups faced internal displacement. Unfortunately, this migratory pattern shifted from temporary to permanent, leaving the displaced population in a trans-local cultural stalemate as they never returned to their homes. On the other hand, although many internally displaced people moved to areas inhabited by the ethnic group they belonged to, they still faced economic and cultural discrimination. In a recent study, Pupovac (2020) reflects on the case of Serb internally displaced people in Bijeljina (the Re-

иако су се многа интерно расељена лица преселила у подручја настањена етничком групом којој су припадали, они су и даље били суочени са економском и културном дискриминацијом. У недавној студији, Руповас (2020) се осврће на случај српских интерно расељених лица у Бијелини (Република Српска). Она мапира трансформативни утицај рата и расељавања на колективни идентитет унутар становништва Срба у Бијелини, ослањајући се на перспективу од четврт вијека и залажући се за испољавање идентитетског плуралитета унутар моноетничког окружења. Ова интегрална промјена кључна је за самопрепознавање и интеграцију расељених лица. Случај Бијелине наглашава способност рата и расељавања да конструише не само међугрупне, већ и унутаргрупне расколе, при чему овај други има потенцијал да наруши друштвену кохезију изван микро-заједнице датог локалитета. Допринос овог дјела лежи у често занемареној посљедици миграција унутар државе: иста етничка група може да дискриминира оне који јој такође припадају само зато што је доживљавају као *Другог, Другог* који се преселио, који је дошао у „њихово мјесто“. Као резултат тога, амбивалентна перцепција нових домова међу интерно расељеним лицима и повратницима често се карактерише меланхолијом, локалном носталгијом и искљученошћу, што резултира немогућношћу да се развије јача везаност за нова мјеста и нове градове. Према процјенама Уједињених нација, хиљаде интерно расељених лица и даље су заглављене у избјегличким насељима широм државе (UNHCR, 2017). Ово показује да се други талас суштински никада није ни завршио. С друге стране, оне избјеглице које су остале у иностранству спојиле су се са насљеђем југословенских миграција 1960-их и 1970-их година, стварајући масовне заједнице дијаспоре у Аустрији, Немачкој, Шведској, Норвешкој, САД, Канади, Аустралији, Словенији итд. отварајући простор за трећи талас послеријатних миграција из БиХ (Valenta & Ramet, 2011).

Трећи талас БиХ миграција након 1992. преклопио се са другим и почео је 2000-их. Обојен је добровољним, претежно радним миграцијама у земље Европске уније. Према подацима Националне агенције за статистику, државу је од 2013. напустило више од пола милиона људи (Boračić-Mršo, 2019). Међутим, није само овај талас миграција промијенио те-

public of Srpska). She maps the transformative impact of war and displacement on the collective identity within Bijeljina's Serb population, drawing upon a quarter-century perspective and arguing for the manifestation of identity plurality within a mono-ethnic setting. This integral shift is pivotal for the displaced persons' self-recognition and integration. Bijeljina's case underscores the capacity of war and displacement to construct not only inter-group but also intra-group schisms, the latter possessing the potential to disrupt social cohesion beyond the locality's micro-community. This piece's contribution lies in an often overlooked result of intra-state migration: the same ethnic group can discriminate against those who also belong to it just by perceiving it as the *Other*, the *Other* that moved, that came to "their place". As a result, the ambivalent perception of new homes among internally displaced people and returnees is frequently characterized by melancholy, local nostalgia, and exclusion, resulting in an inability to develop a stronger place attachment to their new towns and cities. According to United Nations estimates, thousands of internally displaced people are still stuck in refugee settlements across the state (UNHCR, 2017). It proves that the second wave never ended. On the other hand, those refugees who stayed abroad merged with the legacy of Yugoslav migration in the 1960s and 1970s, creating massive diaspora communities in Austria, Germany, Sweden, Norway, the USA, Canada, Australia, Slovenia, and so on, opening a space for a third wave of post-war migrations from B&H (Valenta & Ramet, 2011).

The third wave of post-1992 B&H migration overlapped with the second and rose in the 2000s. It is colored by voluntary, predominantly labor migrations to the European Union countries. According to the National Statistics Agency, more than half a million people have left the state since 2013 (Boračić-Mršo, 2019). However, not only this wave of migration altered the ongoing demographic processes but also the first and second ones. Numerous modifications in migration have caused demographic crises and depopulation, and ethnic homogenization in some regions (Kadusic & Suljic, 2018).

While the reasons for the first two waves are clear (war, multiethnic repatriation, and resettlement-

куће демографске процесе, већ и први и други. Бројне модификације у миграцијама проузроковале су демографске кризе, депопулацију и етничку хомогенизацију у многим регионима (Kadusic & Suljic, 2018).

Док су разлози за прва два таласа јасни (рат, мултиетничка репатријација и расељавање интерно расељених лица), узроци трећег таласа БиХ миграција су у сржи тренутних студија о БиХ миграцијама. Централни дио литературе фокусира се на миграције одлива мозга мотивисаних потрагом за послом, било на националном или на регионалном нивоу. Недавне студије стављају ову динамику миграција или у балкански контекст, деконструирајући теже ефекте и узроке одлива мозга као што су велика незапосленост и корупција у региону (Bagatelas & Sergi, 2017), или расправљајући о могућим исходима ових миграција, смјештајући БиХ у Западни Балкан (на примјер, Vracic, 2018). На примјер, једна од најновијих студија Hornstein Tomić (2020), рађена 2020. године, анализира мобилност високообразованих миграната са „Истока“ на „Запад“ (на примјер, Њемачка и програм „Трипле Вин“).

Ипак, трендови су јасни, како на нивоу Републике Српске и Федерације Босне и Херцеговине, као ентитета, тако и на нивоу БиХ као државе: масовно исељавање младих према Европској унији, комбиновано са великим одливом мозга. Ово има значајан утицај на економију и друштво БиХ. Недостатак квалификованих радника један је од највећих проблема БиХ и видљив је у грађевинском и производном сектору. Здравствени сектор је такође у тешкој ситуацији, јер су многи љекари и медицинске сестре емигрирали. БиХ ипак и даље има релативно младу популацију, но губитак ових младих људи је одлив људског капитала (Vracic, 2018).

Што се тиче тренутних миграционих трендова унутар државе, они остају донекле недовољно проучени. Оскудни подаци о миграцијама, као и истраживања о расељавању, проблематично су питање не само из демографске, већ и из шире друштвено-политичке и економске перспективе. У интервјуу за Магазин БУКА 2019. године, демограф из Републике Српске, Драшко Маринковић је истакао да је у овом политичком субјекту највећи дио миграција унутар државе ка већим градовима и центрима попут Бањалуке, Бијељине, Требиња, Добоја, Источног Сарајева и Приједора (Čalić, 2019). Дакле, рурално-урбане миграције расту као стални тренд, остављајући

ment of internally displaced people), the causes of the third-wave B&H migrations are at the core of the current research on B&H migration. The central part of the literature focuses on labor-motivated brain drain migrations, either on a nation-state or regional level. Recent studies place these migration dynamics into either the Balkan context, deconstructing more severe effects and causes of brain drain like massive unemployment and corruption in the region (Bagatelas & Sergi, 2017), or debating possible outcomes of these migrations, placing B&H in the Western Balkans (for instance, Vracic, 2018). For instance, one of the most recent studies by Hornstein Tomić (2020) done in 2020 analyzes the mobility of highly educated migrants from the “East” to the “West” (for instance, Germany and the Triple Win program).

Still, trends are clear, both on the level of the Republic of Srpska and Federation of Bosnia and Herzegovina as entities and B&H as a state: massive emigration of young people toward the European Union, combined with a large-scale brain drain. This is having a significant impact on the economy and society of B&H. The shortage of skilled workers is one of B&H most pressing problems and is visible in the construction and manufacturing sectors. The healthcare sector is also struggling, as many doctors and nurses have emigrated. B&H still has a relatively young population, and the loss of these young people is a drain on the country’s human capital (Vracic, 2018).

Regarding current intra-state migratory trends, they remain somewhat understudied. The scarce migration data, as well as research on migration, is a problematic issue not just from a demographic but from a broader socio-political and economic perspective. In an interview for BUKA Magazine in 2019, a Republic of Srpska demographer, Draško Marinković emphasized that in this political entity, the majority of intra-state migration is towards the bigger cities and centers like Banjaluka, Bijeljina, Trebinje, Doboј, Istočno Sarajevo, and Prijedor (Čalić, 2019). Therefore, rural-urban migration patterns rise as an ongoing trend, leaving rural areas in a challenging demographic and economic sit-

рурална подручја у изазовној демографској и економској ситуацији, како се истиче у једној од најновијих студија (Pržulj et al., 2023). С обзиром на актуелну проблематику незапослености у ентитету, посебно у мањим градовима (Stanivuk & Marinković, 2017), овај миграциони образац не изненађује. Слични обрасци су се могли видјети у Федерацији Босне и Херцеговине и Брчко дистрикту, дакле, у цијелој држави.

#### Кратак поглед у будуће миграторне трендове

Тренутно, бројни миграциони трендови у БиХ остају у великој мјери недовољно истражени, како квантитативно тако и квалитативно. Очекује се да ће многи од њих бити настављени у годинама које долазе. Прво, како земља пролази кроз процес европеизације, настојећи да постане дио Европске уније (Marjanović, 2017), долази до масовног иселјавања из државе ка средњој и западној Европи. На примјер, Beznec and Gombač (2023) разматрају вишеструка питања интеграције становника БиХ у Словенији и процесе ексклузије и искључивости у политикама интеграције. Социоекономска нестабилност у БиХ тјера раднике ка приступачнијем тржишту рада у Словенији, што је динамика коју су капитализовале словеначке грађевинске фирме које запошљавају ове мигранте заједно са локалним радницима у земље попут Аустрије (Danaj et al., 2020). Друго, сезонске миграције радника у угоститељском сектору у земље попут Хрватске такође су на маргинама актуелних истраживања о овој теми. Треће, постоји огроман талас одласка студената и академских радника у западну Европу и Запад уопште. Božić (2015) се осврће на међународну академску мобилност и немогућност реинтеграције високообразованих младих стручњака по повратку у БиХ. Овај не-кружни, темпорални образац академске мобилности води ка формирању академске дијаспоре. Четврто, постоји јако занемарен тренд одласака студената и радне снаге ка Сјеверној Америци преко програма попут *Work and Travel*, који углавном шаљу студенте на сезонски рад у САД и Канаду. Овдје се вишеструки обрасци миграција преклапају – привремена транснационална мобилност студената и сезонских радника резултира трајном радном емиграцијом истих, јер су многи од такозваних програма студентских размјена само параван

uation, as one of the latest studies by Pržulj et al. (2023) stresses out. Considering the current unemployment issues in the entity, especially in smaller cities (Stanivuk & Marinković, 2017), this migratory pattern is not surprising. Similar patterns could be seen in the Federation of Bosnia and Herzegovina and Brčko district, ergo, the entire country.

#### A Brief Peek into Future Migratory Trends

Currently, numerous migratory trends in B&H remain heavily under-researched, both quantitatively and qualitatively. Many of them are expected to be continued in the years to come. First, as the country is going through the process of Europeanization, striving to become a part of the European Union (Marjanović, 2017), mass emigration from the state toward Central and Western Europe is occurring. For instance, Beznec and Gombač (2023) reflect on the multiple integration issues of people from B&H in Slovenia and the bordering and exclusion processes in the integration policies. The socioeconomic instability in B&H is driving workers toward Slovenia's more accessible labor market, a dynamic capitalized upon by Slovenian construction firms that employ these migrants alongside local workers from countries like Austria (Danaj et al., 2020). Second, seasonal migrations of workers in the hospitality sector to countries like Croatia are also on the margins of current research on the topic. Third, there is a massive wave of student and academic migration to Western Europe and the so-called West in general. Božić (2015) reflects on international academic mobility and the inability to reintegrate highly educated young experts upon return to B&H. This non-circular, temporal academic migration pattern leads to the academic diaspora's formation. Fourth, a heavily overlooked student-labor migration trend toward northern America exists, via programs like *Work and Travel*, which predominantly send students to seasonal work in the USA and Canada. Here, multiple migration patterns overlap – temporal transnational student mobility and seasonal work migration, resulting in permanent labor emigration, as many of so-called exchange programmes

експлоатације јефтине радне снаге из БиХ и других полупериферних земаља. Међутим, овај миграциони образац, као и многи други, тек треба да буде детаљније истражен.

### ЗАКЉУЧАК

Миграције нису нов феномен или концепт непознат многим регионима и државама. Међутим, тренутна ситуација у БиХ представља специфичан случај, не само зато што је једна од водећих емиграционих земаља у свијету или због велике дијаспоре са преко 2 милиона чланова (Ministarstvo sigurnosti Bosne i Hercegovine, 2021, стр.10), као директној последици БиХ миграцијске историје. Напротив, то је специфичан случај управо зато што масовни миграциони трендови нису изузетак већ правило. Стога, с циљем деконструкције специфичности овог случаја, ово истраживање је понудило преглед бројних динамике расељавања, урањајући дубоко у прошлост окупација, асимилације, ратова, етничких сукоба и интеркултуралних дешавања. Рад је почео друштвено-историјску анализу БиХ од Илира, Јужних Словена и Османлија, пролазећи кроз периоде аустроугарске окупације и Југославије(а), да би на крају анализирао ратно и послератно доба 1992–1995. Мапирани су многобројни миграцијски трендови датих епоха, демонстрирајући вишеструке корелације између њих, које би се могле објаснити само као ризоматска множина расељеничких трендова који се појављују и заустављају, избијају па поново избијају, само да би у новој ери попримили нови облик. Ови облици варирају од малих и великих миграција, сталних и привремених, принудних и добровољних, које се протежу кроз низ вијекова. Стога би се читава земља могла посматрати као таписерија, скуп вишеструко преклапајућих и увијек модификованих миграторних кореографија.

Сам значај овог истраживања је трострук. Прво, ова студија систематизује досадашња сазнања о миграцијама на тлу БиХ. Историјски повезује бројне претходне таласе, откривајући узрочност и укрштања између њих. Друго, деконструира динамику историје миграција у БиХ, не само осликавајући хронологију – тј. *када*, или географску димен-

are just a paravane of the exploitation of cheap labor force from B&H and other semi-peripheral countries. However, this migratory trend, like many others, has yet to be investigated in depth.

### CONCLUSION

Migrations are not a novel phenomenon or a concept unknown to many regions and states. However, the current situation in B&H presents a specific case, not only because it is one of the world's leading emigration countries or because of its vast diaspora with over 2 million members (Ministarstvo sigurnosti Bosne i Hercegovine, 2021, p. 10), which is a direct consequence of B&H migration history. On the contrary, it is a specific case precisely because massive migratory trends are not an exception but the rule. Therefore, aiming to deconstruct the specificities of this case, this research offered an overview of numerous migratory dynamics, diving deep into the past of occupations, assimilation, wars, ethnic conflicts, and intercultural events. It started the socio-historical journey of B&H from Illyrians, South Slavs, and Ottomans, going through periods of Austro-Hungarian occupation and Yugoslavia(s), ultimately reaching the 1992–1995 war and post-war era. It mapped a myriad of migratory trends over eras, demonstrating multiple correlations between them, which could only be understood as a rhizomatic multiplicity of migratory trends that emerge and stop, erupt and reerupt, only to take a new form in a new era. Those forms vary from small-scale and large-scale migrations, permanent and temporary, forced and voluntary, spreading across multiple centuries. Therefore, the entire country could be seen as a tapestry, an assemblage of multiple overlapping and always modifying migratory choreographies.

The significance of this research is threefold. First, this study systematizes the previous knowledge of B&H migrations. It historically links numerous previous waves, exposing causality and intersections between them. Second, it deconstructs the dynamics of B&H migration history, not just portraying the chronology – the *when*, or its geographical dimension – the *where*, but providing an in-depth understanding of the *phenomenon's why*

зију – *гдје*, већ пружајући дубинско разумијевање *зашто* и *како* овог феномена. Сходно томе, последња и најзначајнија важност ове студије произлази из претходно поменуте двије. Сецирање социокултурног контекста БиХ миграцијске историје и откривање веза између различитих трендова отвара простор за истраживање савремених миграцијских кретања кроз интердисциплинарне социоисторијске и друштвенокултуролошке објективе, повезујући таласе мобилности умјесто да их раздваја. Штавише, овај приступ би могао бити веома релевантан за развој оквира истраживања и политика за изазове миграција које БиХ тек треба да искуси: а) наставак масовне емиграције према Европској унији у годинама које долазе (ИОМ, 2022); б) масовна депопулација, која ће, према пројекцијама Популационог фонда Уједињених нација (UNFPA), довести до свега око 1.7 милиона становника у БиХ у наредних пет деценија (Mosoti, 2021). Стога су пријекно потребне нове перспективе за анализу будућих образаца БиХ миграција, како краткорочних тако и дугорочних.

Тај помак у истраживањима ове теме могућ је само сагледавањем корелација и узрока актуелних и предстојећих миграционих таласа са претходним, што је и био циљ ове студије. Зашто? Јер, у коначници, БиХ је, надилазећи своје географске оквире, управо због миграција постала Мета-Босна – извор безбројних прича о кретању и расељавању чији се социокултурни лавиринт протеже кроз вијекове, па и миленијуме, чинећи сложени мозаик у којем садашње, савремене и пост-независне БиХ миграције су и даље у поменутом вртлогу историје. Као резултат тога, БиХ је постала оно што је овдје названо „земља у покрету“ – гекултурна јединица у којој кретање људи није само доминантни друштвенокултуролошки маркер прошлости, већ и садашњости и будућности.

**Захвалница:** Ово истраживање се заснива на мојим мастер студијама из области миграција и међукултуролошких односа, које сам похађао као стипендиста Европске комисије. Поред тога, проистиче из мог истраживања са проф. Мирјам Милхарчич-Хладник са Словеначког института за миграције, Истраживачког центра Словеначке академије наука и умјетности. Коначна верзија овог рада не би

and *how*. Consequently, this study's last and most crucial importance develops from the abovementioned two. Dissecting the socio-cultural context of B&H migration history and exposing links between diverse trends opens a space for researching contemporary migratory movements through interdisciplinary sociohistorical and sociocultural lenses, connecting the mobility waves instead of fragmenting them. Moreover, this approach could be highly relevant for developing research and policy frameworks for the migration challenges that B&H is yet to experience: a) a continuation of massive emigration towards the European Union in years to come (IOM, 2022); b) massive depopulation, which will, according to the United Nations Population Fund (UNFPA) projections, leave B&H with around 1.7 million residents in the next five decades (Mosoti, 2021). Hence, new perspectives for analyzing future B&H migration patterns are heavily needed, both short-term and long-term.

That shift in research on the topic is only possible by comprehending correlations and casualties of current and forthcoming migration waves with the previous ones, which were the aim of this study. Why? Because ultimately, B&H, going beyond its geographical framework, became Meta-Bosnia exactly due to migration – the source of countless stories of movement and displacement whose socio-cultural labyrinth stretches over centuries, even millennia, forming a complex mosaic in which the present, contemporary, and post-independence B&H migrations are still in the above-mentioned maze of history. As a result, B&H became what here is called “a country on the move” – a geocultural unit where the movement of people is not just the dominant sociocultural marker of the past, but also the present, and the future.

**Acknowledgements:** This study is based on my Master of Arts Thesis in Migration and Intercultural Relations, which I attended as a European Commission Scholarship holder. Additionally, it develops on my research with prof. Mirjam Milharčič Hladnik from the Slovenian Migration Institute, Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts. The final version of

била успјешно завршена без подршке колеге научника са Универзитетског колеџа у Лондону и дугогодишњег пријатеља из Бање Луке, Марјана Марјановића. Хвала му за упутства и савјете.

this paper would not have been completed successfully without the support of a fellow scholar from the University College London and a long-term friend from Banjaluka, Marjan Marjanović. Thank you for your guidance and feedback.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Andelković, M. V. (2019). Dijaspора i savremeni svet – potreba za promenom pristupa proučavanju. *Sociologija*, 61(5), 655–675. <https://doi.org/10.2298/SOC19S1655V>
- Antoniјевић, D. (2011). The Guest Worker as a Liminal Being: The Conceptualization of Guest Worker’s Cultural Identity. *Etnoantropološki problemi*, 6(4), 1013–1033. <https://doi.org/10.21301/eap.v6i4.10>
- Antoniјевић, D. (2013). *Stranac ovde, stranac тамо – Antropološko istraživanje kulturnog identiteta gastarbajtera*. Srpski genealoški centar.
- Bagatelas, W. T., & Sergi, B. S. (2017). The Balkans “Brain Drain” – Its Meaning and Implications. In European Trade Union Institute (Ed.), *South-East Europe Review for Labour and Social Affairs (Migration Waves in Eastern Europe [1990-2015]: A Selection from 16 Years of SEER)* (pp. 93–98). Nomos.
- Bakić, J. (2011). *Jugoslavija: razaranje i njegovi tumači*. Službeni glasnik.
- Bara, M., & Ljajić, I. (2009). Prisilne, iznuđene i organizirane migracije u etnodemografskom oblikovanju Hrvatske: primjer Slavonije. *Migracijske i etničke teme*, 25(4), 337–362.
- Beznec, B., & Gombač, J. (2023). New Migration Policies and Innovative Practices. Slovenia Between Bordering and Inclusion. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 36(2), 250–265. <https://doi.org/10.1080/13511610.2022.2071240>
- Bešlin, M., & Samardžić, M. (2018). Postfaktualna istorija: savremeni revizionistički izazovi istoriografskoj metodologiji u Srbiji. In Z. Deletić & D. Elezović (Eds.), *Metodološki izazovi istorijske nauke* (str. 57–77). Filozofski fakultet Univerziteta u Prištini.
- Bieber, F. (2005). *Post-War Bosnia: Ethnicity, Inequality and Public Sector Governance*. Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/9780230501379>
- Bielicki, D. K. (2016). Methodological Nationalism and Groupism in Research on Migrants from Former Yugoslavia. *Гласник Етнографског института САНУ*, 64(3), 527–540.
- Black, R. (2001). Return and Reconstruction in Bosnia-Herzegovina: Missing Link, or Mistaken Priority? *SAIS Review*, 21(2), 177–199. <https://doi.org/10.1353/sais.2001.0031>
- Božanić, S. (2007). Običaji i verovanja Slovena (V–VI vek) na prostoru današnje Vojvodine. *Istraživanja*, 18, 59–72.
- Božić, A. (2015). International Mobility and the Flow of Knowledge: Experiences of Young Experts on the Return to BiH upon the Completion of Postgraduate Studies Abroad. In R. Kostić, E. Ćosić, & B. Babić (Eds.), *Migrations in the Function of Development* (pp. 19–31). Ministry for Human Rights and Refugees of Bosnia and Herzegovina, Migration Sector.
- Bollens, S. A. (2007). *Cities, Nationalism and Democratization*. Routledge.
- Boračić-Mršo, S. (2019, septembar 2). *Za šest godina BiH napustilo više od pola miliona ljudi*. Radio Slobodna Evropa. <https://www.slobodnaevropa.org/a/odlasci-iz-bih/30142260.html>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Breznik, D. (1980). *Demography: Analysis, Methods and Models*. Scientific Books.
- Valenta, M., & Ramet, S. P. (Eds.). (2011). *The Bosnian Diaspora: Integration in Transnational Communities*. Ashgate Publishing, Ltd.
- Vego, M. (1982). *Postanak srednjovjekovne bosanske države*. Svjetlost.
- Velikonja, M. (2003). *Religious Separation and Political Intolerance in Bosnia-Herzegovina* (Vol. 23). Texas A&M University Press.

- Vracic, A. (2018). *The Way Back: Brain Drain and Prosperity in the Western Balkans*. European Council on Foreign Relations.
- Geertz, C. (1973). *The Interpretation of Cultures* (Vol. 5019). Basic Books.
- Georgiev, V. (1966). The Genesis of the Balkan Peoples. *The Slavonic and East European Review*, 44(103), 285–297.
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A Typology of Reviews: An Analysis of 14 Review Types and Associated Methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Grčić, M., & Grčić, L.J. (2014). Countries and Cities of 10th Century West Balkans According to Constantine Porphyrogenitus on the Map of Guillaume Delisle. *Гласник/Herald*, 18, 17–52. <https://doi.org/10.7251/HER1814017G>
- Grubišić, A. B. (2011). Jedna drugačija gastarbajterska priča: Romi gastarbajteri – transnacionalna manjina u transmigraciji. *Etnoantropološki problemi*, 6(4), 1035–1054.
- Danaj, S., Geyer, L., Cukut Krilić, S., Toplak, K., & Vah Jevšnik, M. (2020). *From Bosnia and Herzegovina to Austria via Slovenia: Migration and Posting of Third Country Nationals in the EU, A Regional Case Study*. European Centre.
- Daniel, O. (2007). Gastarbajteri: Rethinking Yugoslav Economic Migrations Towards the European North-West Through Transnationalism and Popular Culture. In S. G. Ellis & Lud'a Klusáková (Eds.), *Imagining Frontiers, Contesting Identities* (pp. 277–302). Pisa University Press.
- Dahinden, J. (2009). Understanding (Post-)Yugoslav Migration Through the Lenses of Current Concepts in Migration Research: Migrant Networks and Transnationalism. In U. Brunnbauer (Ed.), *Transnational Societies, Transterritorial Politics. Migration in the (Post-)Yugoslav Area, 19th–21st Centuries, Series "Südosteuropäische Arbeiten, Band 41* (pp. 249–263). Oldenburg Wissenschaftsverlag.
- Dedijer, V. (1966). *The Road to Sarajevo*. Simon and Schuster.
- Dolenc, D. (2007). Priseljavanje v Slovenijo z območja nekdanje Jugoslavije po drugi svetovni vojni. In M. Komac (Ur.), *Priseljenici – Študije o priseljivanju in vključevanju v slovensko družbo* (str. 69–102). Inštitut za narodnostna vprašanja.
- Dragić, M. (2012). Danak u krvi u romanu Na Drini ćuprija i u suvremenome pripovijedanju. *Hum*, 8, 123–140.
- Živković, T. (2002). *Južni Sloveni pod vizantijskom vlašću 600–1025*. Istorijski institut Beograd.
- Žila, O. (2021). The Flight of Serbs from Sarajevo: Not the Dayton Agreement's First Failure, but Its First Logical Consequence. *Nationalities Papers*, 49(5), 788–802. <https://doi.org/10.1017/nps.2021.19>
- Žila, O. (2022). 'Sarajevo Is Not What It Used to Be': Ex-Sarajevan Serbs and Their Ambivalent Relationship to Their Place of Origin. *Journal of Refugee Studies*, 35(1), 416–434. <https://doi.org/10.1093/jrs/feab043>
- Zwierzchowski, J., & Tabeau, E. (2010, February 1–2). *The 1992–95 War in Bosnia and Herzegovina: Census-Based Multiple System Estimation of Casualties' Undercount* [Paper Presented at the Conference]. International Research Workshop on 'The Global Costs of Conflict', Berlin, Germany.
- Imamović, E. (1998). *Porijeklo i pripadnost stanovništva Bosne i Hercegovine*. ART 7.
- Inalcik, H., & Faroqhi, S. (1997). *An Economic and Social History of the Ottoman Empire* (Vol. 1). Cambridge University Press.
- International Crisis Group. (1997, April 30). *Refugees and Internally Displaced Persons in B-H*. International Crisis Group. <https://www.refworld.org/docid/3ae6a6d20.html>
- IOM. (2022). *Emigration of Health and Information and Communication Technology Professionals from Bosnia and Herzegovina: Challenges and Opportunities*. International Organization for Migration Bosnia and Herzegovina.
- Jagodić, M. (1998). The Emigration of Muslims from the New Serbian Regions 1877/1878. *Balkanologie, Revue d'études pluridisciplinaires*, 2(2). <https://doi.org/10.4000/balkanologie.265>
- Jackson, T. (2004). Demonization and Defence of the Serbs: Balkanist Discourses During



- the Break-Up of Yugoslavia. *Slovo*, 16(2), 107–124.
- Kadusic, A., & Suljic, A. (2018). Migration and Demographic Changes: The Case of Bosnia and Herzegovina. *European Journal of Geography*, 9(4), 75–86.
- Karakaš Obradov, M. (2016). Migracije stanovništva na hrvatskom području neposredno prije i nakon završetka Drugoga svjetskog rata. *Časopis za suvremenu povijest*, 48(3), 653–672.
- Kačapor-Džihic, Z., & Oruč, N. (2012). *Social Impact of Emigration and Rural Urban Migration in Central and Eastern Europe: Final Country Report Bosnia and Herzegovina*. European Commission, Gesellschaft für Versicherungswirtschaft und -gestaltung e.V.
- Kett, M. E. (2005). Internally Displaced Peoples in Bosnia-Herzegovina: Impacts of Long-Term Displacement on Health and Well-Being. *Medicine, Conflict and Survival*, 21(3), 199–215. <https://doi.org/10.1080/13623690500166028>
- King, R. (2010). *The Atlas of Human Migration: Global Patterns of People on the Move*. Earthscan.
- King, R. (2012). Geography and Migration Studies: Retrospect and Prospect. *Population, Space and Place*, 18(2), 134–153. <https://doi.org/10.1002/psp.685>
- Kurtović, E. (2019). *Kratka istorija srednjovjekovne Bosne*. Esad Kurtović.
- Le Normand, B. (2016). The Gastarbajteri as a Transnational Yugoslav Working Class 1. In R. Archer, I. Duda, & P. Stubbs (Eds.), *Social Inequalities and Discontent in Yugoslav Socialism* (pp. 38–57). Routledge.
- Malcolm, N. (1996). *Bosnia: A Short History*. NYU Press.
- Marjanović, M. (2017). *Echoes of Europeanisation of Spatial Planning in EU Candidate Countries: The Cases of Serbia and Bosnia and Herzegovina* [Unpublished Master Thesis]. Blekinge Institute of Technology, Faculty of Engineering, Department of Spatial Planning.
- Medar-Tanjga, I. (2023). *Etnodemografski položaj Srba u Sloveniji*. Geografsko društvo Republike Srpske, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Banjoj Luci.
- Mesić, M. (2007). Metodološki kozmopolitizam versus metodološki nacionalizam. *Revija za sociologiju*, 38(1–2), 71–83.
- Miljković-Djurić, J. (2000). Benjamin von Kállay's Role in Bosnia-Herzegovina 1882–1903: Habsburg's Policies in an Occupied Territory. *Journal of the North American Society for Serbian Studies*, 14(2), 211–220.
- Ministarstvo sigurnosti Bosne i Hercegovine. (2021). *Migracioni profil Bosne i Hercegovine za 2020. godinu*. Ministarstvo sigurnosti Bosne i Hercegovine, Sektor za migracije.
- Mihajlovic, S. (1987). Yugoslav Gastarbeiter: The Guest Who Stayed for Dinner. *Northwestern Journal of International Law & Business*, 8(1), 181–196.
- Mosoti, J. (2021, February 22). *Bosnia and Herzegovina's Demographic Troubles are Real, but It's Not Too Late to Reverse Course*. UNFPA Bosnia and Herzegovina. <https://ba.unfpa.org/en/news/bosnia-and-herzegovinas-demographic-troubles-are-real-its-not-too-late-reverse-course>
- Pavičić, S. (2000). Bosnia: Migrations. *Migracijske i etničke teme*, 16(4), 333–357.
- Pavlica, B. (2005). Migracije iz Jugoslavije u Nemačku – migranti, emigranti, izbeglice, azilanti. *Međunarodni problemi*, 57(1–2), 121–158.
- Pejanović, DJ. (1995). *Stanovništvo Bosne i Hercegovine*. Srpska akademija nauka i umetnosti.
- Pejanović, M. (2005). *Politički razvitak Bosne i Hercegovine u postdejtonskom periodu*. Šahinpašić.
- Petrović, B. (1988). *Istorija Jugoslavije 1918–1988*. Nolit.
- Powell, R. R., & Connaway, L. S. (2004). *Basic Research Methods for Librarians* (4th Edition). Ablex.
- Pržulj, M., Marinković, D., & Mandić, M. (2023). Stanje, mogućnosti i ograničenja demografske revitalizacije ruralnih područja Republike Srpske. *Vidici*, 8–9, 89–115.
- Pupovac, M. (2020). Dvadeset pet godina poslije: uticaj rata i prisilnog raseljenja na kolektivne identitete Semberaca i izbjeglica u Bijeljini. *Tragovi: časopis za srpske i hrvatske teme*, 3(1), 203–247.

- Raduški, N. (2002). Etničke migracije na prostoru Vojvodine u drugoj polovini 20. stoljeća. *Migracijske i etničke teme*, 18(4), 339–348.
- Rogel, C., & Poirier, C. R. (1998). *The Breakup of Yugoslavia and the War in Bosnia*. Greenwood Publishing Group.
- Roth, W. M., & Tobin, K. (2007). *Science, Learning, Identity: Sociocultural and Cultural-Historical Perspectives* (Vol. 7). BRILL.
- Rukavina, B. (2022). *Jugoslavenska informbiroovska emigracija u Mađarskoj* [Neobjavljena doktorska disertacija]. Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet, Odsjek za povijest.
- Ruthner, C. (2018). Habsburg's Only Colony? Bosnia-Herzegovina and Austria-Hungary, 1878–1918. *Seeu Review*, 13(1), 2–14. <https://doi.org/10.2478/seeur-2018-0002>
- Rucker-Chang, S. (2014). The Turkish Connection: Neo-Ottoman Influence in Post-Dayton Bosnia. *Journal of Muslim Minority Affairs*, 34(2), 152–164. <https://doi.org/10.1080/13602004.2014.911586>
- Samardžić, R., & Đorđević, D. (1989). Preface. In I. Ninić (Ed.), *Migrations in Balkan History* (pp. 7–9). Institute for Balkan Studies SASA, University of California, Department of History.
- Selimović, S., & Hadžić, S. (2008). Socijalne promjene stanovništva tuzlanskog kraja (1878–1941). *Povijesni zbornik: godišnjak za kulturu i povijesno naslijeđe*, 2(3), 153–173.
- Stanivuk, S., & Marinković, D. (2017). Unemployment of Republic of Srpska's Population – Spatio-Demographic Characteristics. *Гласник/Herald*, 21, 71–89. <https://doi.org/10.7251/HER2117071S>
- Stefansson, A. H. (2006). Homes in the Making: Property Restitution, Refugee Return, and Senses of Belonging in a Post-War Bosnian Town. *International Migration*, 44(3), 115–139. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2435.2006.00374.x>
- Todorova, M. (2009). *Imagining the Balkans*. OUP USA.
- Ćorović, V. (2005). *Ilustrovana istorija Srba* (Knjiga 1). Politika, Narodna knjiga.
- UNHCR. (2017). *Podrška najugroženijim osobama na osnovu identifikovanih potreba*. Representation of UNHCR in Bosnia and Herzegovina. <https://www.unhcr.org/see/wpcontent/uploads/sites/57/2018/11/Brosura-BOS.pdf>
- Friedman, F. (2021). *Like Salt for Bread – The Jews of Bosnia and Herzegovina* (Vol. 13). Brill.
- Hayden, R. (2012). *From Yugoslavia to the Western Balkans: Studies of a European Disunion, 1991–2011* (Vol. 7). Brill.
- Hornstein Tomić, C. (2020). East-West Mobility of a High-Skilled Young Generation – Chances and Obstacles for a Triple Win. *Der Donauraum*, 60(1–2), 45–56. <https://doi.org/10.7767/dedo.2020.60.1-2.45>
- Hristov, P. (2015). The Balkan Gurbet: Traditional Patterns and New Trends. In H. Vermeulen, M. Baldwin-Edwards, & R. Boeschoten (Eds.), *Migration in the Southern Balkans* (pp 31–46). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-13719-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-13719-3_2)
- Campbell, D. (1998). MetaBosnia: Narratives of the Bosnian War. *Review of International Studies*, 24(2), 261–281. <https://doi.org/10.1017/S0260210598002617>
- Carmichael, C. (2015). *A Concise History of Bosnia*. Cambridge University Press.
- Caulley, D. N. (2007). Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper. *Qualitative Research Journal*, 7(2), 103–105.
- Cohen, R. (Ed.). (1995). *The Cambridge Survey of World Migration*. Cambridge University Press.
- Cohen, R. (2008). *Global Diasporas: An Introduction* (2nd Edition). Routledge.
- Cohen, J. P., & Stein, S. A. (2010). Sephardic Scholarly Worlds: Toward a Novel Geography of Modern Jewish History. *The Jewish Quarterly Review*, 100(3), 349–384.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Crowe, D. M. (1995). *A History of the Gypsies of Eastern Europe and Russia*. I. B. Tauris Publishers.

- Curta, F. (2013). The Beginning of the Middle Ages in the Balkans. *Millennium*, 10(1), 145–214. <https://doi.org/10.1515/mjb.2013.10.1.145>
- Čalić, T. (2019, mart 6). *Profesor Draško Marinković: Republika Srpska je za 15 godina izgubila 55.368 stanovnika, 80 škola, 900 odjeljenja... bez iseljavanja*. BUKA Magazin. <https://6yka.com/novosti/profesor-drasko-marinkovic-republika-srpska-je-za-15-godina-izgubila-55368-stanovnika-80-skola-900-odjeljenja-bez-iseljavanja>
- Džino, D. (2014). Constructing Illyrians: Pre-historic Inhabitants of the Balkan Peninsula in Early Modern and Modern Perceptions. *Balkanistica*, 27(1), 1–39.
- Šabanović, H. (1959). *Bosanski pašaluk*. Oslobođenje.

Примљено / Received: 02. 08. 2023.  
Исправљено / Revised: 25. 08. 2023.  
Прихваћено / Accepted: 30. 08. 2023.

## АНАЛИЗА ФАКТОРА И СТАВОВА УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ЗА НАСТАВАК ШКОЛОВАЊА

Драшко Маринковић<sup>1</sup>, Александар Мајић<sup>1\*</sup> и Александра Петрашевић<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ

**Сажетак:** Ова студија представља анализу фактора и ставова ученика трећих и четвртих разреда средњих школа у Републици Српској о намјерама за наставак школовања. Истраживање је урађено на основу анкетног упитника на обухвату од 84 од укупно 93 средње школе на територији Републике Српске. Анкетирањем су обухваћени сви пунољетни ученици трећих и четвртих разреда средњих школа, на репрезентативном узорку од 9188 ученика или 83.5 % ове популације. На основу резултата истраживања може се закључити да 55.9 % средњошколаца жели да настави школовање, 21.9 % не жели, док је 22.2 % неодлучно у вези са наставком образовања. Резултати указују да ученици четвртих разреда имају већу жељу за наставком школовања (61.1 %) у односу на ученике трећих разреда (47.0 %). Изразито висок ниво статистичке значајности уочава се код пола и типа насеља, с обзиром на то да су веће аспирације за наставком школовања уочене код ученица, као и код средњошколаца из урбаних средина. Анализа ставова према мјесту пребивалишта, такође је показала значајне регионалне разлике у погледу намјера за наставак школовања. Резултати добијени у овој студији у сагласности су са сличним истраживањима у земљама окружења и као такви могу се искористити за израду стратешких докумената у Републици Српској.

**Кључне ријечи:** ставови о наставку школовања, средњошколци, високо образовање, Република Српска.

Original scientific paper

## ANALYSIS OF FACTORS AND ATTITUDES OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS FOR CONTINUATION OF EDUCATION

Draško Marinković<sup>1</sup>, Aleksandar Majić<sup>1\*</sup> and Aleksandra Petrašević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

**Abstract:** This study presents an analysis of the factors and attitudes of third and fourth grade high school students in the Republic of Srpska regarding their intentions to pursue further their education. The research was conducted through a questionnaire administered in 84 out of a total of 93 secondary schools in the territory of the Republic of Srpska. The survey included all adult students in the third and fourth grades of secondary schools, on a notable sample of 9188 students or 83.5 % of this population. Based on the research findings, it can be inferred that 55.9 % of high school students express a desire to continue their education, while 21.9 % do not wish to do so, and 22.2 % remain undecided about their educational aspirations. The results show that fourth-grade students exhibit a stronger inclination to continue their education (61.1 %) compared to their third-grade counterparts (47.0 %). A remarkably high level of statistical significance is observed in relation to gender and place of residence, given that higher aspirations for continuing education are observed in female students, as well as in high school students from urban areas. Analysis of attitudes by place of residence also showed significant regional differences in terms of intentions to continue education. The results obtained in this study align with similar research conducted in neighbouring countries and hold relevance for the formulation of strategic documents in the Republic of Srpska.

**Keywords:** attitudes about continuing education, high school students, higher education, the Republic of Srpska.

\* Аутор за кореспонденцију: Александар Мајић, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина, Е-mail: aleksandar.majic@pmf.unibl.org  
Author for correspondence: Aleksandar Majić, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, the Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, E-mail: aleksandar.majic@pmf.unibl.org

## УВОД

Средњошколски образовни систем у Републици Српској траје од двије до четири године и обухвата различите врсте и облике образовања којим се након завршене средње школе стичу знања, способности и вјештине потребни за рад у струци, као и припрема за даље образовање на високошколским установама (Републички завод за статистику Републике Српске, 2022). Услов за упис у средњу школу је завршена основна школа, која је дио обавезног деветогодишњег образовног процеса који обухвата сву дјецу у старосном интервалу од 6 до 15 година (Маринковић & Мајић, 2014). У зависности од врсте наставног плана и програма средња школа може бити гимназија, умјетничка школа, стручна техничка школа, стручна школа, вјерска школа, школа за ученике са сметњама у развоју и школа за образовање одраслих. Важно је напоменути да средње образовање у Републици Српској није обавезно. Према званичним подацима Републичког завода за статистику Републике Српске, број ученика у средњим школама у Републици Српској у школској 2020/2021. години био је 36405 (Републички завод за статистику Републике Српске, 2022). У односу на школску 2000/2001. годину, број средњошколаца у Републици Српској смањено се за трећину или за 17405 ученика. Овакво сукцесивно смањење последица је различитих фактора, међу којима највећи утицај има смањење демографског капацитета основношколске популације (Pašalić et al., 2012).

Као што је наглашено, програми средњег образовања осмишљени су а) као припрема за високо образовање или б) за стицање знања и вјештина неопходних за рад и запослење. Претходни резултати указују да већина средњошколаца високо цијене знање и образовање и повезују га са бољом перспективом у животу, с тим у складу већина матураната жели да настави школовање на факултету, посебно из области које их интересују (Babić & Kordić, 2012).

Наставак школовања, тј. прелазак из средње школе на факултет важна је развојна прекретница за лични развој и промјену понашања сваког ученика (Fromme et al., 2008). У прилог томе иде чињеница да је тај прелазак

## INTRODUCTION

The high school education system in the Republic of Srpska spans for two to four years and encompasses diverse types and modalities of education. Upon completion of secondary school, students attain the requisite knowledge, abilities, and skills for their chosen profession, in addition to preparing for further education at higher education institutions (Републички завод за статистику Републике Српске, 2022). The condition for enrollment in secondary school is the completion of elementary school, which is part of the mandatory nine-year educational process that includes all children in the age interval from 6 to 15 years (Маринковић & Мајић, 2014). Depending on the type of curriculum, a high school can be a grammar school, an art school, a vocational-technical school, a vocational school, a religious school, a school for students with developmental disabilities, and a school for adult education. It is important to note that secondary education in the Republic of Srpska is not compulsory (Републички завод за статистику Републике Српске, 2022). According to official data of the Republic Institute of Statistics, the number of students in secondary schools in the Republic of Srpska in the school year of 2020/2021 was 36405. In the school year of 2000/2001, the number of high school students in the Republic of Srpska decreased by a third, or by 17405 students. This successive decrease is the result of various factors, among which the biggest influence is the decrease in the demographic capacity of the primary school population (Pašalić et al., 2012).

As already emphasized, secondary education programs are designed a) as preparation for higher education or b) for acquiring knowledge and skills necessary for work and employment. The results so far suggest that the majority of high school students value knowledge and education and associate it with a better perspective in life, and by the length of graduation, they want to continue their education at university, especially in the field of interest (Babić & Kordić, 2012).

Continuing education, specifically the transition from high school to college, marks a significant developmental milestone in each student's personal growth and behavioral transfor-

праћен снажним емотивним и психо-социјалним промјенама (Rukavina, 2017). Trusty et al. (2005) такође истичу важност свеобухватног планирања образовања и каријере, у коме је врло битно да то планирање и одабир факултета почне у нижим разредима, тако да ученици прије завршног разреда буду укључени у планирање каријере и процјену будућих потреба (Bardick et al., 2006).

Као кључни фактори уписа на факултет издвајају се мотивација и интересовања ученика, као и утицај родитеља и пријатеља (Sakdiah, 2018). Košutić et al. (2015) као један од најзначајнијих фактора одлуке о наставку школовања издвајају образованост родитеља, с обзиром на то да ученици из високообразованих породица имају веће преференце за упис на факултет, док Borus и Carpenter (1984) велики акценат стављају на утицај образовања очева. Најчешћи разлози наставка школовања код средњошколаца су веће шансе за запослење, већа финансијска примања, као и могућност за стицањем више знања. На другој страни, као главни разлог ненаставка школовања издваја се жеља за зарадом и осамостаљењем, као и брже запослење у струци, незаинтересованост за учење, као и финансијска ограничења везана за трошкове школовања (Košutić et al., 2015).

Ученици који похађају гимназију имају много веће аспирације за наставком школовања (Jokić, 2019), али и средње стручне школе показале су се као добар предуслов и полазна основа за одабир жељеног факултета. Досадашња истраживања указују на позитивне ставове ученика средњих стручних школа према наставку школовања на универзитетима из свог поља образовања (Dyer, 1996). Претходне студије су показале да су пол, раса и социоекономски статус важни фактори за одабир одређених факултета (Mau & Li, 2018). Полна диференцијација и њен утицај на одабир факултета представљен је у истраживању које је спроведено у Републици Хрватској у коме мушкарци преферирају техничке студије, док се жене одлучују за наставак студија на друштвено-хуманистичким наукама (Jugović, 2019). Такође, као важна детерминанта за наставак школовања и одабир жељеног факултета јавља се фактор локације

(Fromme et al., 2008). This significance is underscored by the fact that this transition is accompanied by substantial emotional and psychosocial changes (Rukavina, 2017). Trusty et al. (2005) also emphasise the importance of comprehensive education and career planning, with such planning and faculty selection ideally commencing in the earlier grades. This early initiation allows students to effectively plan their educational journey and assess their future needs (Bardick et al., 2006).

Students' motivation and interests, as well as the influence of parents and friends, stand out as key factors in college enrollment (Sakdiah, 2018). Košutić et al. (2015) singled out parents' education as one of the most significant factors in the decision to continue education, given that students from highly educated families have greater preferences for enrolling in college, while Borus and Carpenter (1984) placed great emphasis on the influence of fathers' education. The most common reasons for continuing education among high school students are greater chances of employment, higher financial income, as well as the possibility of acquiring more knowledge. On the other hand, the main reason for not continuing education is the desire for income and independence, as well as faster employment in the profession, lack of interest in learning, as well as financial limitations related to the costs of education (Košutić et al., 2015).

Students who attend high school have much more aspirations for teaching education (Jokić, 2019), but secondary vocational schools have also proven to be a good prerequisite and basis for choosing the desired one. Previous research indicates positive attitudes of secondary vocational school students towards continuing their education at universities in their field of education (Dyer, 1996). Previous studies have shown that gender, race, and socioeconomic status are important factors in choosing certain colleges (Mau & Li, 2018). Gender differentiation and its influence on the choice of faculty is presented in research conducted in the Republic of Croatia in which men prefer technical studies, a scientific research organization that deals with human sciences (Jugović, 2019). Also, the location factor appears as an important determinant for

(Ristić Dedić, 2019). У прилог томе свједоче резултати једне канадске студије који указују да мјесто пребивалишта има важну улогу за одабир факултета, с обзиром на то да свршени средњошколци више преферирају факултете ближе своме мјесту пребивалишта (Drewes & Michael, 2006).

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Ова студија представља дио обимног анкетног истраживања о демографској будућности и планирању породице у Републици Српској које је урађено за потребе израде Стратегије демографске обнове Републике Српске. Наведено истраживање за циљ је имало испитати ставове средњошколаца и њихове намјере о: а) наставку школовања, б) иселјавању (емиграцији) и в) планирању породице.

Овим радом жели се утврдити утицај социо-демографских, образовних, територијалних и регионално-географских одредница на ставове и намјере средњошколаца у вези са наставком школовања.

Истраживање је урађено на бази резултата анонимног и добровољног анкетног упитника који је спроведен у 84 од укупно 93 средње школе на територији Републике Српске у периоду од 24. 04. 2023. до 05. 05. 2023. године. Анкетним истраживањем обухваћени су сви пунољетни ученици трећих и четвртих разреда средњих школа. Укупно је анкетирано 9188 ученика или 83.5 % од укупне пунољетне средњошколске популације. У бази података обрађено је 9123 анкета. Број непотпуних анкета био је 16, док је број неважећих упитника био 65. Критеријум за укључивање били су сви ученици трећих и четвртих разреда старости од 18 година и више, укључујући оба пола. Критеријуми искључења примјењивани су на особе млађе од 18 година, пошто је студија спроведена искључиво на пунољетној средњошколској популацији. Непотпуни и неважећи упитници такође нису укључени у анализу резултата, а удио ових образаца био је минималан (мање од 0.9 % узорка).

Предмет ове студије представља анализа резултата 12 питања из анкетног упитника који је већином конципиран у форми затвореног типа. Испитаници су између осталог давали

continuing education and choosing the desired faculty (Ristić Dedić, 2019). In support of this, the results of a Canadian study indicate that the place of residence plays an important role in choosing a college, given that high school graduates prefer colleges closer to their place of residence (Drewes & Michael, 2006).

## DATA AND METHODS

This study is part of an extensive survey research on the demographic future and family planning in the Republic of Srpska, which was carried out to draft the Demographic Renewal Strategy of the Republic of Srpska. The aforementioned research aimed to examine the attitudes of high school students and their intentions regarding a) continuing education, b) moving out (emigration), and c) family planning.

This work aims to determine the influence of socio-demographic, educational, territorial, and regional-geographic determinants on the attitudes and intentions of high school students regarding the continuation of education.

The research was conducted based on the results of an anonymous and voluntary questionnaire that was conducted in 84 out of a total of 93 secondary schools in the territory of the Republic of Srpska in the period from April 24, 2023 to May 05, 2023. The survey included all adult students in the third and fourth grades of high schools, of which a total of 9188 students, or 83.5 % of the total adult high school population were surveyed. Consequently, 9123 surveys were processed in the database. The number of incomplete surveys was 16, while the number of invalid questionnaires was 65. The inclusion criteria were all third and fourth-grade students aged 18 and over, including both sexes. The exclusion criteria were applied to persons under the age of 18 since the study was conducted exclusively on the adult high school population. Incomplete and invalid questionnaires were also not included in the analysis of the results, and the proportion of these forms was minimal (below 0.9 % of the sample).

The subject of this study is the analysis of the results of 12 questions from the survey questionnaire, which was mostly designed in the form of a closed type. Among other things, the

одговоре на питања која се односе на школу, смјер/занимање и разред који похађају. Демографске варијабле обухватале су податке о полу и старости анкетираних средњошколаца, док су географске одреднице везане за град и општину средњошколске установе, мјесто пребивалишта ученика, као и тип насеља у коме су ученици настањени (град или село). Ова питања представљају независне или предикторске варијабле у статистичкој анализи.

Зависне или критеријумске варијабле односе се на пет питања која су повезана са наставком школовања (Да ли ћете након средње школе наставити школовање?; Ако је одговор ДА, које студије (факултет) планирате уписати?; Планирате ли наставити школовање у Републици Српској?; Ако студије планирате уписати у некој другој држави, молимо Вас наведите у којој?; Ако не желите уписати студије, да ли се након средње школе планирате запослити?). Питање које се односи на наставак школовања у другој држави од понуђених шест одговора (Србија, Хрватска, Словенија, Аустрија, Њемачка, друго) сведено је на два (Србија, остало). Жеље за уписом одређене високошколске установе ученици су могли представити на основу одабира одређеног факултета.

Истраживање је обављено у свих 46 локалних заједница, које на својој територији имају барем једну средњу школу или средњошколски центар. Регионална диференцијација величине узорка првенствено је зависила од демографске величине самих локалних заједница. Највећи број анкетираних испитаника регистрован је у највећим градовима Републике Српске. Скоро четвртина анкетираних средњошколаца (2096 или 23.0 %) похађало је средње школе на територији Града Бања Лука. Висок удио анкетираних регистрован је и у Граду Бијељини (11.5 %), затим слиједе Град Добој (6.6 %), Град Приједор (6.6 %), општина Теслић (3.7 %), Град Требиње (3.6 %), Град Зворник (3.5 %) итд.

Сви ученици обухваћени овом анализом груписани су у 11 школа (гимназија, медицинска школа, економска школа, грађевинска школа, електротехничка школа, техничка/машинска/саобраћајна школа, угоститељско-трговачко-туристичка школа, пољопривредна школа, политехничка школа, технолошка школа, му-

respondents gave answers to questions related to school, major/profession, and the class they attended. Demographic variables included data on the gender and age of the surveyed high school students, while geographic determinants were related to the city and municipality of the high school institution, the student's place of residence, as well as the type of settlement in which the students live (city or village). These questions represent the independent or predictor variables in statistical analysis.

Dependent on criterion variables, five questions related to the continuation of education were included as follows: (Will you continue your education after high school?; If the answer is YES, which studies (faculty) do you plan to enroll in?; Do you plan to continue your education in the Republic of Srpska?; If you plan to study in another country, please indicate in which country.; If you do not want to study, do you plan to get a job after high school?). The question related to the continuation of education in another country was reduced from the six answers offered (Serbia, Croatia, Slovenia, Austria, Germany, other) to two (Serbia, other). Students could present their desire to enroll in a specific higher education institution based on the selection of a specific faculty.

The research was carried out in all 46 local communities, which have at least one high school or high school center on their territory. The regional differentiation of the sample size primarily depended on the demographic size of the local communities themselves. The largest number of surveyed respondents was registered in the largest cities of the Republic of Srpska. Almost a quarter of the surveyed high school students (2096 or 23.0 %) attended high schools in the territory of the City of Banja Luka. A high proportion of respondents was also registered in the City of Bijeljina (11.5 %), followed by the City of Doboј (6.6 %), the City of Prijedor (6.6 %), the Municipality of Teslić (3.7 %), the City of Trebinje (3.6 %), City of Zvornik (3.5 %), etc.

All students included in this analysis were grouped into 11 schools (grammar school, medical school, economics school, construction school, electrical engineering school, technical/mechanical/traffic school, hospitality-trade-tourism school, agricultural school, polytechnic



зичка школа). Важно је напоменути да у анкетном истраживању није узет обухват из теолошких усмјерења.

У Републици Српској се од школске 2017/2018. године примјењује Међународна стандардна класификација образовања и оспособљавања 2013 (ISCED-F 2013), према којој су области образовања подијелене на десет различитих подобласти, а то су: 1) образовање; 2) умјетност и хуманистичке науке; 3) друштвене науке, новинарство и информисање; 4) пословање, администрација и право; 5) природне науке, математика и статистика; 6) информационе и комуникационе технологије; 7) инжењерство, производња и грађевинарство; 8) пољопривреда, шумарство, рибарство и ветеринарство; 9) здравство и социјална заштита и 10) услуге (Републички завод за статистику Републике Српске, 2022). С обзиром на изражену мултидисциплинарност појединих факултета и студијских програма, у овој студији неће бити кориштена ISCED-F 2013 класификација, већ петостепена подјела на: 1) друштвено-хуманистичка усмјерења, 2) медицинска усмјерења, 3) природно-математичка усмјерења, 4) рачунарско-информатичка усмјерења и 5) техничко-технолошка усмјерења. У друштвене и хуманистичке науке уврштени су: економија, право, политичке науке, филозофске науке, филолошке науке, педагогија, безбједносне науке, теологија, умјетност и физичко васпитање и спорт. У техничко-технолошке науке уврштени су: архитектура, грађевинарство и геодезија, електротехника, машинство, пољопривреда, саобраћај, шумарство, рударство и технологија.

Регионална подјела у овој студији сагласна је са територијалном организацијом средњих школа у Републици Српској у којој је цјелокупан простор Српске подјелен на седам регионалних цјелина (регија Бања Лука, регија Приједор, регија Добој, регија Семберија, регија Бирач, регија Сарајево-Романија и регија Херцеговина).

Статистичка анализа урађена је примјеном софтверског пакета SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.), док су картографски прикази направљени уз помоћ софтверског пакета QGIS (QGIS Desktop, Version 3.24.1 Tisler). С обзиром на то да су подаци добијени анкетним истраживањем номиналног карактера, статистичка

school, technology school, musical school). It is important to note that the survey did not include coverage of theological orientations.

Since 2017/2018, in the Republic of Srpska, the International Standard Classification of Education and Training 2013 (ISCED-F 2013) has been applied, according to which the fields of education are divided into ten different subfields, namely: 1) education; 2) arts and humanities; 3) social sciences, journalism, and information; 4) business, administration, and law; 5) natural sciences, mathematics and statistics; 6) information and communication technologies; 7) engineering, production and construction; 8) agriculture, forestry, fishing and veterinary medicine; 9) health and social protection and 10) services (*Републички завод за статистику Републике Српске, 2022*). Considering the pronounced multidisciplinary nature of individual faculties and study programs, this study will not use the ISCED-F 2013 classification, but a five-level division into 1) social-humanistic orientations, 2) medical orientations, 3) natural-mathematics orientations, 4) computing – IT orientations and 5) technical-technological orientations. Social sciences and humanities include economics, law, political sciences, philosophical sciences, philological sciences, pedagogy, security sciences, theology, art and physical education, and sports. Technical and technological sciences include architecture, construction and geodesy, electrical engineering, mechanical engineering, agriculture, traffic, forestry, mining, and technology.

The regional division in this study agrees with the territorial organization of secondary schools in the Republic of Srpska, in which the entire area of the country is divided into seven regional units (Banja Luka region, Prijedor region, Doboј region, Semberija region, Birač region, Sarajevo-Romania region, and Herzegovina region).

Statistical analysis was performed using the SPSS software package (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.), while cartographic representations were made with the help of the QGIS software package (QGIS Desktop, Version 3.24.1 Tisler). Given that the data were obtained through a nominal survey, the statistical analysis was performed ba-

анализа урађена је на основу непараметарског Хи-квадрат теста ( $\chi^2$ ), на основу статистичке значајности од 0.05 ( $p < 0.05$ ).

## РЕЗУЛТАТИ

Од укупног броја анкетираних средњошколаца, њих 4058 или 44.5 % особе су мушког пола, док је 5062 или 55.5 % особа женског пола. С обзиром на то да се критеријум за искључивање односио на малолетне ученике, дистрибуција анкетираних према разреду који похађају указује на већи анкетни обухват ученика четвртих разреда, којих је било 63.1 %, док ученици трећих разреда чине 36.9 % укупног узорка. Диференцијација анкетираних на основу типа насеља указује на већи обухват ученика из градских насеља (61.8 %), док је у сеоским насељима регистровано 38.2 % средњошколске популације.

Регионална диференцијација узорка пропорционална је обиму средњошколске популације у Републици Српској. Највише анкетираних било је из регије Бања Лука (2486 или 27.2 %). Затим слиједи регија Добој (1565 или 17.2 %), регија Приједор (1465 или 16.1 %), регија Семберија (1234 или 13.5 %), регија Сарајево-Романија (981 или 10.8 %), регија Херцеговина (702 или 7.7 %) и регија Бирач у којој је анкетирано 690 средњошколаца, што чини 7.6 % укупног узорка.

Око четвртине анкетираних средњошколаца (22.6 %) похађало је гимназију, техничка, машинска и саобраћајна усмјерења похађало је 15.1 % ученика, медицинска 14.8 %, економска 13.7 %, електротехничка 11.7 %, угоститељско-трговачко-туристичка 7.7 %, пољопривредна 5.2 %, грађевинска 3.7 %, технолошка 3.3 %. Најмањи број анкетираних ученика похађао је политехничке и музичке школе (1.1 %). Посматрано по смјеровима, највећи број анкетираних средњошколаца похађа гимназијски општи смјер (15.1 %), затим слиједи медицински техничари (7.1 %), економски техничари (6.6 %), техничари рачунарства и информатике (5.9 %) итд.

### Ставови о наставку школовања према полу

Укупан број анкетираних ученика који желе наставити школовање је 55.9 %, 21.9 % не жели да студира, док 22.2 % још не зна

sed on the non-parametric Chi-square test ( $\chi^2$ ), based on the statistical significance of 0.05 ( $p < 0.05$ ).

## RESULTS

Of the total number of high school students surveyed, 4058 or 44.5 % of them were male, while 5062 or 55.5 % were female. Given that the exclusion criterion referred to minor students, the distribution of the respondents according to the class they attend indicated a larger survey coverage of fourth graders, which was 63.1 %, while third graders make up 36.9 % of the total sample. The differentiation of the respondents based on the type of settlement indicated a greater coverage of students from urban settlements (61.8 %), while 38.2 % of the high school population was registered in rural settlements.

The regional differentiation of the sample is proportional to the size of the high school population in the Republic of Srpska. Most of the respondents were from the Banja Luka region (2486 or 27.2 %). This was followed by the Doboј region (1565 or 17.2 %), the Prijedor region (1465 or 16.1 %), the Semberija region (1234 or 13.5 %), the Sarajevo-Romanian region (981 or 10.8 %), the Herzegovina region (702 or 7.7 %) and the Birač region where 690 high school students were surveyed, which made up 7.6 % of the total sample.

About a quarter of the surveyed secondary school students, 22.6 %, attended high school, 15.1 % of students attended technical, mechanical, and traffic courses, medical 14.8 %, economical 13.7 %, electrical engineering 11.7 %, hospitality-trade-tourism 7.7 %, agricultural 5.2 %, construction 3.7 %, technological 3.3 %. The smallest number of surveyed students attended polytechnic and music schools (1.1 %). Observed by major, the largest number of surveyed high school students attend the high school general major (15.1 %), followed by medical technicians (7.1 %), economic technicians (6.6 %), computer and information technology technicians (5.9 %), etc.

### Attitudes About Continuing Education According to Gender

The total number of surveyed students who want to continue their education is 55.9 %, 21.9 % do not want to study, while 22.2 % still do not

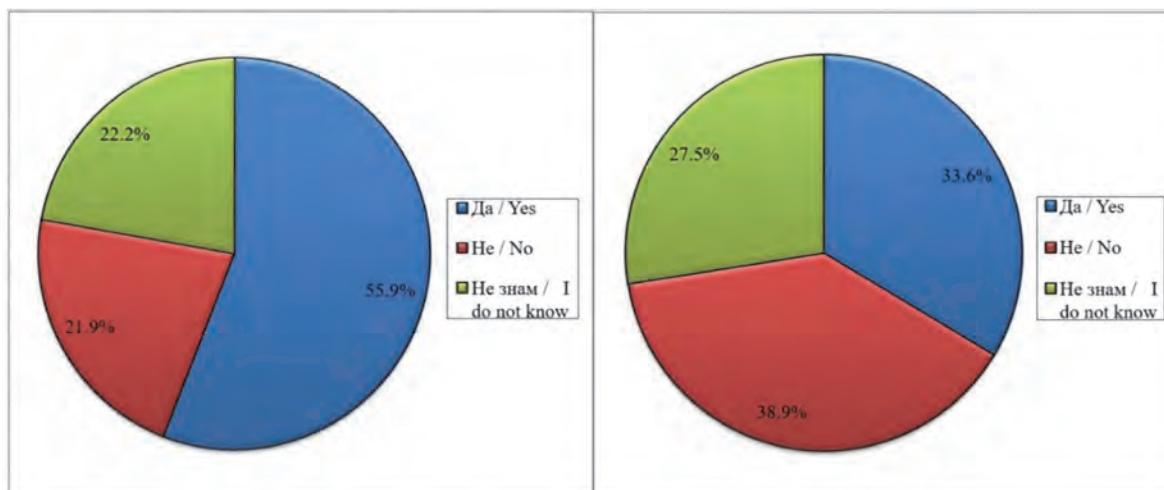
да ли жели наставак свог образовања (Сл. 1 и Таб. 1). Резултати истраживања показали су много веће аспирације за наставак школовања код дјевојака у односу на особе мушког пола. Наиме, 66.2 % анкетираних ученица жели да настави школовање, 13.6 % не жели, док је њих 20.2 % неодлучно по питању уписа на високошколску установу. За разлику од ученица, само 43.1 % ученика трећих и четвртних разреда жели да настави школовање, 32.4 % не жели, док сваки четврти ученик (24.6 %) још није сигуран да ли жели да настави школовање. Изражене разлике међу половима, такође, се могу уочити на основу високе вриједности  $\chi^2$  теста ( $\chi^2 = 590.763$ ,  $p < 0.000$ ).

know if they want to continue their education (Fig. 1 and Tab. 1). The results of the research show that girls have much higher aspirations to continue their education compared to boys. Namely, 66.2 % of the surveyed students want to continue their education, 13.6 % do not want to, and 20.2 % of them are undecided about enrolling in a higher education institution. Unlike female students, only 43.1 % of third- and fourth-grade male students want to continue their education, 32.4 % do not want to, while every fourth male student (24.6 %) is not yet sure if they want to continue their education. Pronounced differences between the sexes can also be observed based on the high value of the  $\chi^2$  test ( $\chi^2 = 590.763$ ,  $p < 0.000$ ).

Таб. 1. Дистрибуција ставова ученика средњих школа на основу демографских, образовних и просторно-географских фактора

Tab. 1. Distribution of high school students' attitudes based on demographic, educational and spatial-geographical factors

Варијабле / Variables		Наставак школовања / Continuing education			Наставак школовања у Републици Српској / Continuing education in the Republic of Srpska			Запослење / Employment	
		Да / Yes	Не / No	Не знам / I do not know	Да / Yes	Не / No	Не знам / I do not know	Да / Yes	Не / No
		%	%	%	%	%	%	%	%
Укупно / Total		55.9	21.9	22.2	33.6	38.8	27.5	70.3	29.7
Пол / Gender	Мушки / Male	43.1	32.4	24.6	28.7	41.1	30.2	75.3	24.7
	Женски / Female	66.2	13.6	20.2	37.0	37.3	25.7	64.9	35.1
Разред / Class	Трећи / Third	47.0	26.5	26.5	20.0	41.3	38.6	72.3	27.7
	Четврти / Fourth	61.1	19.3	19.6	40.9	37.5	21.5	68.9	31.1
Школа / School	Гимназија / Grammar s.	86.9	3.4	9.7	33.0	48.1	18.9	39.7	60.3
	Остало / Other	46.8	27.4	25.8	33.9	35.5	30.7	76.7	23.3
Насеље / Settlement	Град / Urban	64.6	15.9	19.4	34.8	39.9	25.3	64.0	36.0
	Село / Rural	42.0	31.5	26.5	31.7	36.7	31.7	79.1	20.9
Регија / Region	Бања Лука / Banja Luka	62.3	18.0	19.7	43.9	27.1	29.1	62.6	37.4
	Приједор / Prijedor	48.0	27.9	24.1	33.7	40.0	26.3	74.8	25.2
	Добој / Doboј	46.8	29.1	24.2	28.2	41.8	30.0	77.7	22.3
	Семберија / Semberija	58.6	17.9	23.5	23.7	48.7	27.7	70.7	29.3
	Бирач / Birač	57.4	22.7	19.8	19.1	60.5	20.4	65.3	34.7
	Сар.-Роман. / Sar.-Roman.	61.9	15.4	22.6	43.0	27.8	29.2	70.0	30.0
	Херцеговина / Hercegovina	68.3	12.1	19.6	24.6	52.8	22.5	64.8	35.2



Сл. 1. Ставови ученика средњих школа о намјерама за наставак школовања (лијево) и за наставак школовања у Републици Српској (десно)

Fig. 1. Attitudes of secondary school students about their intentions to continue their education (left) and for continuing education in the Republic of Srpska (right)

Резултати истраживања показали су низак проценат средњошколаца који желе да своје школовање наставе у Републици Српској. Сваки трећи средњошколац (33.6 %) студије ће наставити у Републици Српској, 38.8 % анкетираних жели да студира у иностранству, док је 27.5 % ученика још неодлучно о мјесту студирања.

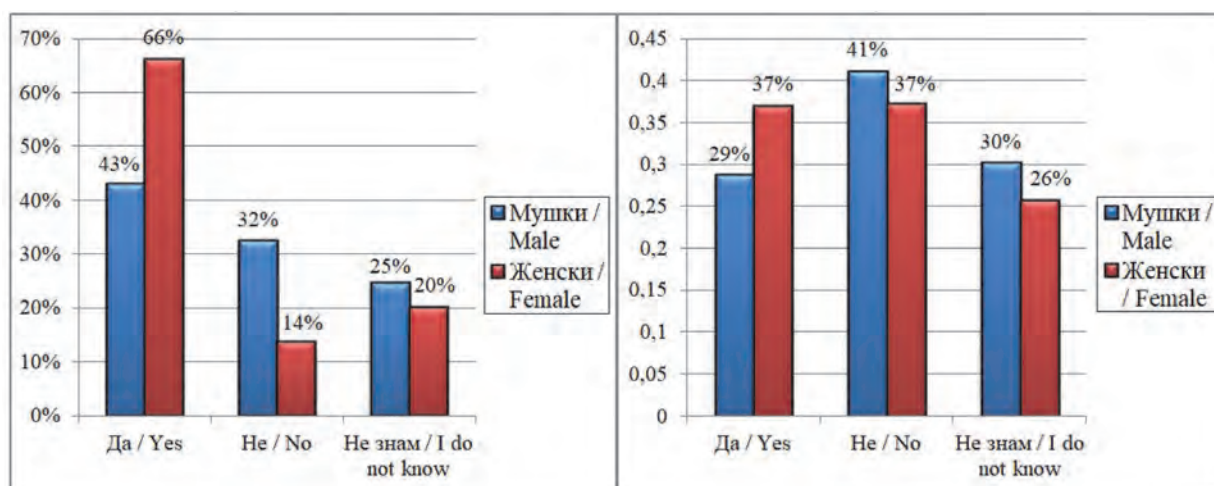
Висок ниво статистичке значајности уочен је између полне структуре и намјера за наставак школовања у Републици Српској ( $\chi^2 = 55.754$ ,  $p < 0.000$ ). Само 28.7 % мушкараца жели наставити студирање у Републици Српској, њих 41.1 % не жели, док 30.2 % испитаника не зна одговор на ово питање. За разлику од мушкараца, ученице имају већу жељу за наставком студија у Републици Српској, с обзиром на то да 37.0 % жели да студира, 37.3 % не жели, док је њих 25.7 % неодлучно у вези са наставком школовања на универзитетима и високим школама у Републици Српској (Сл. 2).

Највећи број анкетираних средњошколаца, скоро 2/3 (64.0 %), своје школовање желе да наставе у Републици Србији. Међу осталим одговорима за наставак школовања Словенију је одабрало 9.7 % ученика, Аустрију 7.2 %, Њемачку 6.6 %, Хрватску 1.6 %, док се за други избор (остало) одлучило 11.0 % анкетираних испитаника. Од осталих одгово-

The research results show a low percentage of high school students who want to continue their education in the Republic of Srpska. Every third high school student (33.6 %) will continue their studies in the Republic of Srpska, 38.8 % of respondents want to study abroad, while 27.5 % of students have not yet decided whether to become a student.

A high level of statistical significance was observed between gender structure and number of continuing education in the Republic of Srpska ( $\chi^2 = 55.754$ ,  $p < 0.000$ ). Only 28.7 % of men want to continue their studies in the country, 41.1 % of them do not want to, and 30.2 % of respondents do not know the answer to this question. In contrast to men, female students have a greater desire for teaching studies in the Republic of Srpska, considering that 37.0 % want to study, 37.3 % do not want to, and 25.7 % of them are undecided about schools in the Republic of Srpska (Fig. 2).

The largest number of high school students surveyed, almost 2/3 (64.0 %), want to continue their education in the Republic of Serbia. Among other answers for continuing education, Slovenia was chosen by 9.7 % of students, Austria by 7.2 %, Germany by 6.6 %, Croatia by 1.6 %, while 11.0 % of respondents chose the second choice (other). Taking into account other answers, the



Сл. 2. Полна диференцијација ставова ученика средњих школа о намјерама за наставак школовања (лијево) и за наставак школовања у Републици Српској (десно)  
 Fig. 2. Gender differentiation of high school students' attitudes about intentions to continue their education (left) and to continue their education in the Republic of Srpska (right)

ра највећи број жели да студира у Федерацији Босне и Херцеговине, као и у Италији и Великој Британији. Статистичка значајност није уочена између пола и земље у којој ученици желе да наставе студиј, с обзиром на уједначене одговоре међу ученицима и ученицама.

На питање, „Ако не желите уписати студије, да ли се након средње школе планирате одмах запослити?“ потврдан одговор дало је 70.3 % испитаника, док њих 29.7 % не жели да ради након завршетка средњег образовања. Код ученика су уочене веће намјере за запослењем (75.3 %), док 64.9 % ученица има у плану запослење након завршетка средње школе. Висок удио ученица које не желе радни однос након завршетка средње школе може се објаснити жељом за оснивањем потомства или потенцијалном емиграцијом.

Резултати истраживања показали су да средњошколци у Републици Српској имају широк спектар аспирација у вези уписа жељеног факултета (Сл.3). Највећа заинтересованост ученика је за друштвене и хуманистичке науке (37.0 %), затим слиједе техничко-технолошке науке (26.2 %). За медицинске науке заинтересовано је 18.1 % средњошколаца, за рачунарско-информатичке 6.2 %, док је само 2.8 % анкетираних изразило жељу да студира неку од природно-математичких на-

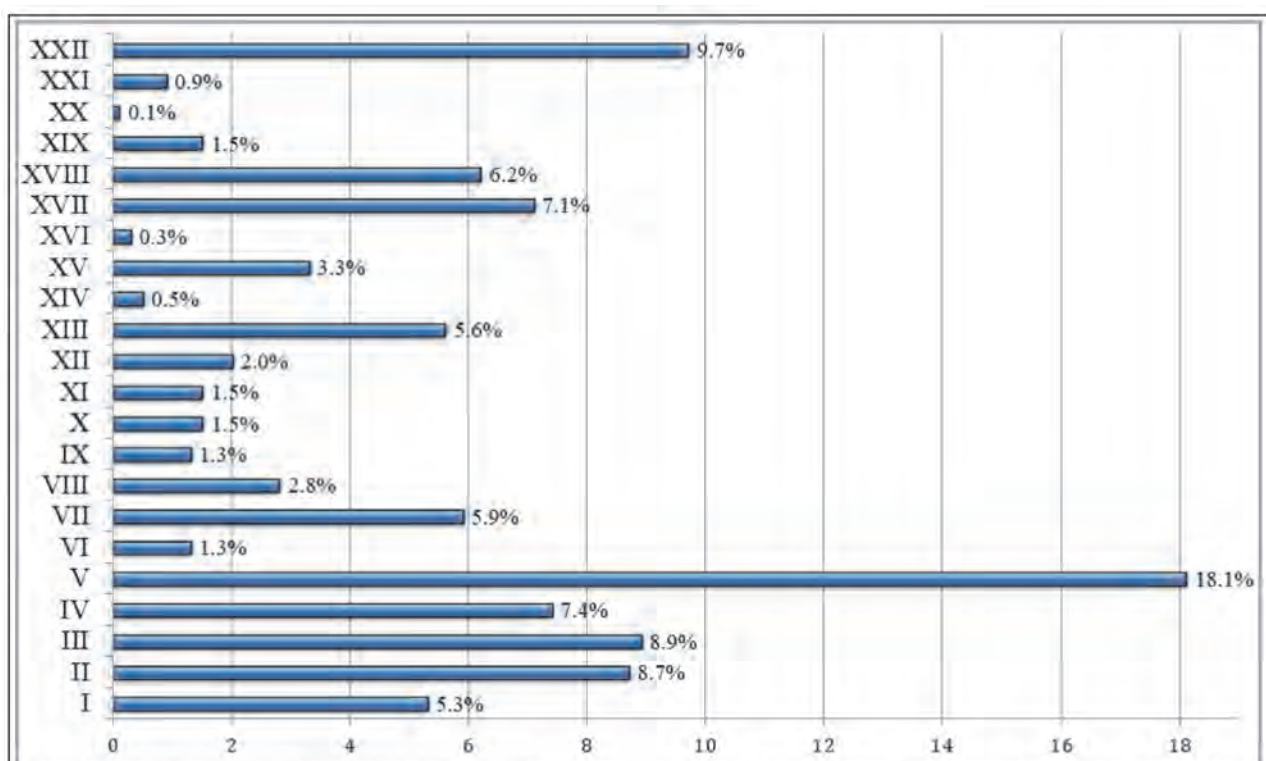
largest number want to study in the Federation of Bosnia and Herzegovina, as well as in Italy and Great Britain. Statistical significance is not observed between gender and the country in which the students want to continue their studies, given the uniform responses among male and female students.

To the question, “If you don't want to enroll in studies, do you plan to get a job immediately after high school?” 70.3 % of respondents gave a positive answer, while 29.7 % of them do not want to work after completing secondary education. Greater intentions for employment are observed among male students (75.3 %), while 64.9 % of female students plan to find employment after finishing high school. The high proportion of female students who do not want to work after finishing high school can be explained by the desire to have children or potential emigration.

The results of the research show that high school students in the Republic of Srpska have a wide range of aspirations regarding enrollment in the desired faculty (Fig. 3). Students' greatest interest is in social sciences and humanities (37.0 %), followed by technical and technological sciences (26.2 %). In addition, 18.1 % of high school students are interested in medical sciences, 6.2 % in computer science, while only 2.8 % of

учних дисциплина. Важно је напоменути да је 9.7 % испитаника неодлучно у вези одабира будућег академског усмјерења. Посматрано по факултетима, највеће интересовање средњошколаца влада за медицински факултет (18.1 %), затим слиједи електротехника (8.9 %), економија (8.7 %), машинство (7.4 %), безбједносне науке (7.1 %), филозофске науке (6.5 %), информатика (6.2 %), право (5.9 %), архитектура, грађевинарство и геодезија (5.3 %) итд. Изузетно мала заинтересованост средњошколаца у Републици Српској влада за умјетност (3.3 %), природне и математичке науке (2.8 %), филолошке науке (2.0 %), физичко васпитање и спорт (1.5 %), политичке науке (1.5 %), сао-

respondents expressed their desire to study one of the natural or mathematical sciences. It is important to note that 9.7 % of respondents are undecided about choosing a future academic direction. Observed by faculties, the highest interest of high school students is in the medical faculty (18.1 %), followed by electrical engineering (8.9 %), economics (8.7 %), mechanical engineering (7.4 %), security sciences (7.1 %), philosophical sciences (6.5 %), computer science (6.2 %), law (5.9 %), architecture, construction and geodesy (5.3 %), etc. The extremely low interest of secondary school students is in art (3.3 %), natural and mathematical sciences (2.8 %), philological sciences (2.0 %), physical education and sports



Напомена / Note: I – Архитектура и грађевинарство / Architecture and construction; II – Економске науке / Economic sciences; III – Електротехничке науке / Electrotechnical sciences; IV – Машинске науке / Mechanical sciences; V – Медицинске науке / Medical sciences; VI – Пољопривредне науке / Agricultural sciences; VII – Правне науке / Legal sciences; VIII – Природно-математичке науке / Natural and mathematical sciences; IX – Технолошке науке / Technological sciences; X – Политичке науке / Political science; XI – Физичко васпитање и спорт / Physical education and sports; XII – Филолошке науке / Philological sciences; XIII – Филозофске науке / Philosophical sciences; XIV – Шумарске науке / Forestry sciences; XV – Умјетност / Artistry; XVI – Теолошке науке / Theological sciences; XVII – Безбједносне науке / Security sciences; XVIII – Информатика / Informatics; XIX – Саобраћајне науке / Traffic sciences; XX – Рударство / Mining; XXI – Педагошке науке / Pedagogical sciences; XXII – Не знам / I do not know.

Сл. 3. Ставови ученика средњих школа о намјерама за наставак школовања према врсти студија  
Fig. 3. High school students' views on intentions to continue education by type of study

браћајне науке (1.5 %), пољопривредне науке (1.3 %), технолошке науке (1.3 %). Најмања заинтересованост влада за шумарством (0.5 %), теологијом (0.3 %), док се за рударство одлучило само 0.1 % анкетираних ученика (Сл. 3).

Велика полна дисперзија различитих одговора може се уочити код одабира жељеног факултета. Наиме, ученице много више преферирају медицинске, друштвене и хуманистичке студије у односу на своје вршњаке. У прилог томе иде чињеница да од укупног броја ученица које желе да наставе процес образовања 40.7 % има претензије ка друштвеним и хуманистичким наукама, 23.2 % ка медицинским наукама, док се за техничко-технолошке науке одлучило 19.3 % испитаница. На другој страни, око 40 % анкетираних мушкараца (39.2 %) има аспирације према техничко-технолошким наукама и 30.1 % према друштвеним и хуманистичким наукама. Рачунарско-информатичке науке одабрало је 9.0 % ученика, док је заинтересованост мушкараца за медицину и медицинска усмјерења на нивоу од 8.5 %.

#### Ставови о наставку школовања код ученика трећих и четвртних разреда

Истраживање је обухватило само пунољетне ученике средњих школа. Код ученика трећих и четвртних разреда постоје значајне разлике у ставовима и намјерама за наставак школовања. Добијени резултати указују да ученици четвртних разреда имају много јаснију перцепцију у вези са намјерама о наставку школовања. Наиме, 61.1 % ученика четвртних разреда планира да настави школовање, 19.3 % то не жели, док њих 19.6 % још је неодлучно у вези са наставком образовања на високошколским установама. За разлику од четвртних разреда 47.0 % ученика трећих разреда је изразило жељу за наставком школовања, 26.5 % не жели да студира, док је исти број оних који не знају да ли ће да наставе своје школовање (26.5 %). Велике разлике у ставовима ученика трећих и четвртних разреда могу се уочити и на основу статистичког тестирања и високе вриједности Хи-квадрат теста ( $\chi^2 = 169.150$ ,  $p < 0.000$ ). Још већа статистичка значајност ( $\chi^2$

(1.5 %), political sciences (1.5 %), traffic sciences (1.5 %), agricultural sciences (1.3 %), technological sciences (1.3 %). The least interest is in forestry (0.5 %), and theology (0.3 %), while only 0.1 % of surveyed students chose mining (Fig. 3).

A large gender dispersion of different answers can be observed when choosing the desired faculty. Namely, female students prefer medical, social, and humanistic studies much more than their male peers. This is supported by the fact that out of the total number of female students who want to continue their education, 40.7 % have pretensions towards social sciences and humanities, 23.2 % towards medical sciences, and 19.3 % of respondents have chosen technical and technological sciences. On the other hand, about 40 % of surveyed men (39.2 %) have aspirations towards technical and technological sciences and 30.1 % towards social sciences and humanities. Computer and information sciences were chosen by 9.0 % of students, while the interest of men in medicine and medical fields was at the level of 8.5 %.

#### Attitudes About the Continuation of Education Among Students in the Third and Fourth Grades

The survey included only adult high school students. Among third and fourth-grade students, there are significant differences in attitudes and intentions to continue their education. The obtained results indicate that fourth-grade students have a much clearer perception regarding their intentions to continue their education. Namely, 61.1 % of fourth-grade students plan to continue their education, 19.3 % do not want to, and 19.6 % of them are still undecided about continuing their education at higher education institutions. In contrast to the fourth graders, 47.0 % of the third graders express their desire to continue their education, 26.5 % do not want to study, while the same number of those who do not know whether they will continue their education (26.5 %) Large differences in the attitudes of third and fourth graders can be seen based on statistical testing and the high value of the Chi-square test ( $\chi^2 = 169.150$ ,  $p < 0.000$ ). An even greater sta-

= 403.135,  $p < 0.000$ ) уочава се у намјерама студирања у Републици Српској (Таб. 2). Ученици четвртих разреда имају веће аспирације за наставаком школовања (40.9 % испитаника), док само сваки пети ученик трећих разреда (20.0 %) има намјеру да школовање настави у Републици Српској. Код трећих разреда уочен је велики проценат неодлучних испитаника (38.6 %), док 21.5 % ученика четвртих разреда још не зна да ли ће наставити школовање на неком од универзитета и високих школа у Републици Српској.

tistical significance ( $\chi^2 = 403.135$ ,  $p < 0.000$ ) is observed in intentions to study in the Republic of Srpska (Tab. 2). Fourth-grade students have higher aspirations to continue their education (40.9 % of respondents), while only every fifth-third-grade student (20.0 %) intends to continue their education in the Republic of Srpska. A large percentage of undecided respondents (38.6 %) was observed in third graders, while 21.5 % of fourth graders still do not know whether they will continue their education at one of the universities and colleges in the Republic of Srpska.

Таб. 2. Статистичка анализа ставова ученика средњих школа о намјерама за наставак школовања  
Tab. 2. Statistical analysis of the attitudes of secondary school students about intentions to continue education

Варијабле / Variables	Наставак школовања / Continuing education		Наставак школовања у Републици Српској / Continuing education in the Republic of Srpska		Запослење / Employment	
	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p	$\chi^2$	p
Пол / Gender	590.763	< 0.000	55.754	< 0.000	77.718	< 0.000
Разред / Class	169.150	< 0.000	403.135	< 0.000	8.796	0.012
Школа / School	1059.267	< 0.000	133.305	< 0.000	563.204	< 0.000
Насеље / Settlement	476.540	< 0.000	33.966	< 0.000	155.732	< 0.000
Регија / Region	218.399	< 0.000	408.359	< 0.000	88.606	< 0.000

Јаснија перцепција у вези са намјерама о наставаку школовања код ученика четвртих разреда може се образложити са утицајем зрелости и развијеније моћи одлучивања и расуђивања у односу на ученике трећих разреда. Важно је напоменути да се ово истраживање спроводило мјесец дана прије средњошколске матуре, тако да је већина ученика четвртих разреда већ имала формиране планове за наставак школовања. Висок проценат ученика трећих разреда који након средње школе не желе да наставе процес образовања, последица је одређеног броја испитаника који похађају трећи степен образовања (трогодишњу школу). Право на упис на први циклус студија у Републици Српској имају ученици који су завршили четворогодишње средњошколско образовање.

A clearer perception regarding the intentions to continue education among fourth-grade students can be explained by the influence of maturity and a more developed power of decision-making and reasoning compared to third-grade students. It is important to note that this research was conducted a month before the high school graduation, so most of the fourth-grade students had already formed plans for continuing their education. The high percentage of third-grade students who do not want to continue the education process after high school is a consequence of a certain number of respondents who attend the third level of education (three-year school). The right to enroll in the first cycle of studies in the Republic of Srpska is for students who have completed a four-year high school education.

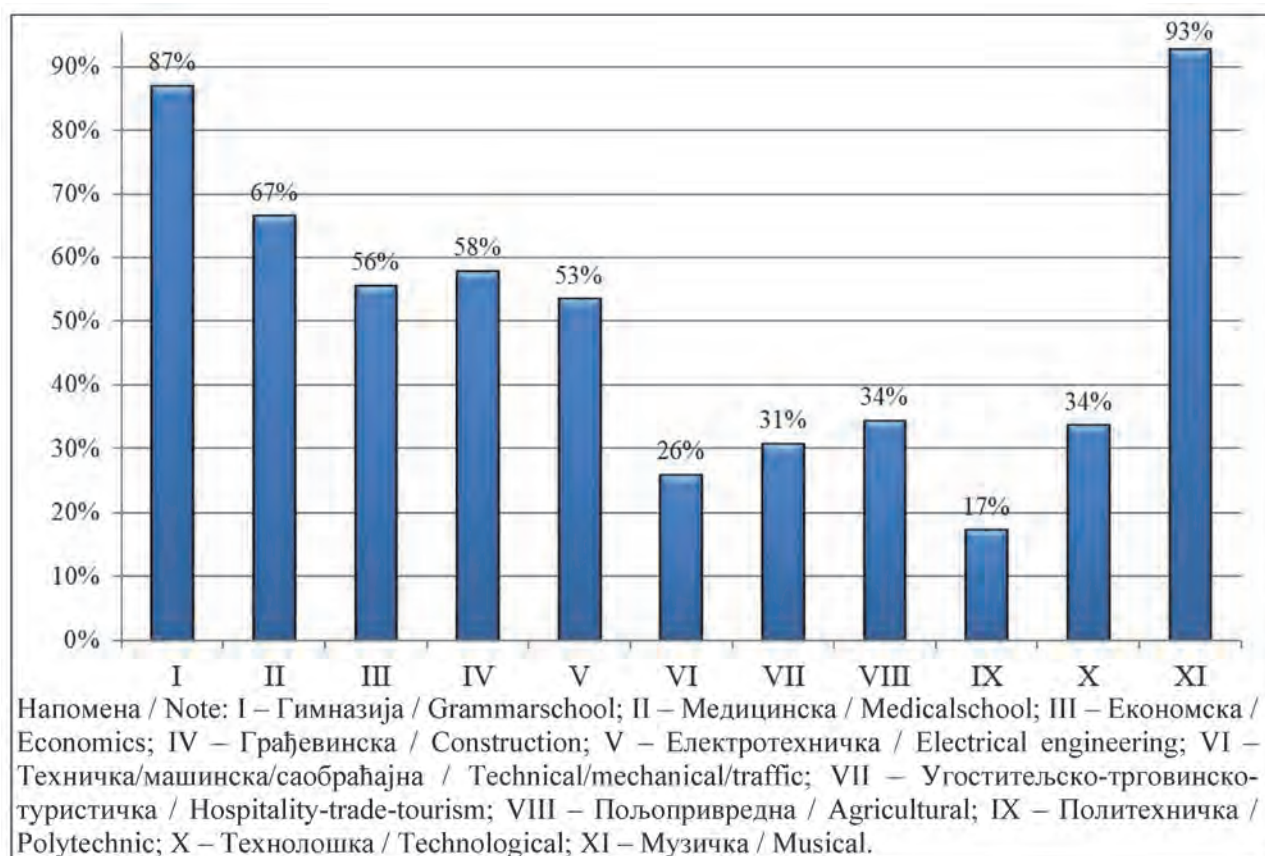


Ставови о наставку школовања према  
 врсти школе

Attitudes About Continuing Education  
 by Type of School

Не рачунајући средње музичке школе, из којих 92.7 % ученика жели да настави школовање, највећи проценат средњошколаца који се планира образовати на високошколским установама је из гимназије (чак 86.9 %). Висок ниво аспирације за школовањем показали су и ученици из медицинских (66.5 %), грађевинских (57.8 %), економских (55.5 %) и електротехничких усмјерења (53.4 %). На другој страни, низак проценат заинтересованости за факултете регистрован је код пољопривредних (34.3 %), технолошких (33.6 %), угоститељско-трговачко-туристичких (30.7 %), техничких, машинских и саобраћајних (25.9 %), као и код политехничких занимања и смјерова (17.2 %) (Сл. 4).

Excluding musical schools, from which 92.7 % of students want to continue their education, the highest percentage of high school students who plan to study at higher education institutions are from grammar schools (as much as 86.9 %). Students from medical school (66.5 %), construction (57.8 %), economics (55.5 %), and electrical engineering (53.4 %) showed a high level of aspiration for further education. On the other hand, a low percentage of interest in the faculties was registered among agricultural (34.3 %), technological (33.6 %), hospitality-trade-tourism (30.7 %), technical, mechanical and traffic schools (25.9 %), as well as polytechnic professions and majors (17.2 %) (Fig. 4).



Сл. 4. Ставови ученика средњих школа о намјерама за наставак школовања према врсти средње школе

Fig. 4. High school students' attitudes about intentions to continuation of education by type of secondary school

Сходно претходним анализама и резултатима, највећи проценат средњошколаца који не жели наставити образовање регистрован је код техничких, машинских и саобраћајних школа (46.7 %), затим слиједе технолошка усмјерења (39.6 %), угоститељско-трговачко-туристичка (39.1 %), политехничка (36.4 %), пољопривредна (33.3 %) итд.

Значај гимназије за високообразовни систем огледа се у чињеници да 86.9 % гимназијалаца има у плану наставак школовања, док је код свих осталих школа и усмјерења тај проценат на нивоу од само 46.8 %.

Ниска стопа потенцијалног уписа на факултете код средњих стручних школа последица је значајног процента трогодишњих занимања, посебно у техничким, машинским, угоститељским, пољопривредним и технолошким школама. У структури трогодишњих занимања преовладавају ученици из руралних средина, као и ученици мушког пола.

Ученици музичких школа у највећој мјери желе да наставе школовање у Републици Српској (47.7 %), затим слиједе ученици грађевинских (40.1 %), економских (38.6 %) и медицинских (37.7 %) усмјерења. Најмање аспирације за наставаком школовања у Републици Српској показали су ученици политехничких (10.5 %) и техничко-машинско-саобраћајних занимања и смјерова (25.6 %). Алармантно звучи податак да скоро половина (48.1 %) гимназијалаца не жели да се образује у Републици Српској. Високе вриједности регистроване су и код електротехничких (40.9 %) и машинско-техничких усмјерења (39.1 %). Резултати истраживања показали су да је Република Србија најпожељнија дестинација средњошколаца из Републике Српске код свих наведених образовних профила и усмјерења.

Резултати овог истраживања показали су да 90 % ученика политехничких усмјерења (89.9 %), који не желе да наставе школовање, жели запослење након завршене средње школе. Висок проценат регистрован је и код техничких, машинских и саобраћајних (86.0 %), технолошких (85.7 %) и угоститељско-трговачко-туристичких (82.1 %) смјерова и занимања.

According to the previous analyses and results, the highest percentage of high school students who do not want to continue their education are registered with technical, mechanical, and traffic schools (46.7 %), followed by technological directions (39.6 %), hospitality-trade-tourism (39.1 %), polytechnic (36.4 %), agricultural (33.3 %), etc.

The importance of the grammar schools for the higher education system is reflected in the fact that 86.9 % of high school students plan to continue their education, while for all other schools that percentage is at the level of only 46.8 %.

The low rate of potential college enrollment at secondary vocational schools is a consequence of a significant percentage of three-year occupations, especially in technical, mechanical, catering, agricultural, and technological schools. In the structure of three-year occupations, students from rural areas predominate, as well as male students.

Musical school students mostly want to continue their education in the Republic of Srpska (47.7 %), followed by construction (40.1 %), economics (38.6 %) and medical (37.7 %) students. Students of polytechnics (10.5 %) and technical-mechanical-traffic professions (25.6 %) showed the least aspirations to continue their education in the country. The fact that almost half (48.1 %) of high school students do not want to study in the Republic of Srpska sounds alarming. High values were also registered for electrical engineering (40.9 %) and mechanical engineering (39.1 %). The results of the research show that the Republic of Serbia is the most desirable destination for high school students from the Republic of Srpska for all the mentioned educational profiles and orientations.

The results of this research suggest that 90 % of polytechnic students (89.9 %), who do not want to continue their education, want to find employment after finishing high school. A high percentage was also registered in technical, mechanical, and traffic (86.0 %), technological (85.7 %), and hospitality-trade-tourism (82.1 %) majors and occupations.

Трећина гимназијалаца (33.5 %) жели уписати друштвене и хуманистичке факултете (посебно друштвено-језичког смјера), док њих 28.5 % преферира техничко-технолошке факултете. Такође, ученици економских средњих школа имају највеће афинитете према друштвеним и хуманистичким наукама (71.6 %), исто као и ученици угоститељских образовних профила (67.4 %). Студиј медицине најпривлачнији је за ученике средњих медицинских школа, с обзиром на то да 68.8 % ученика има намјеру уписати студије из области медицине. Средњошколци из грађевинских, електротехничких, техничких и машинских средњошколских усмјерења имају највише афинитета према СТЕМ научним областима (наука, технологија, инжењеринг и математика). У прилог томе иде чињеница да 60.9 % ученика електротехничких школа има намјеру студирати техничко-технолошке науке, слично је и са ученицима грађевинских усмјерења (53.6 %), као и са техничко-машинско-саобраћајних смјерова (50.6 %). Интересантно је да ученици пољопривредних и технолошких средњих стручних школа имају највећа интересовања за друштвене и хуманистичке науке.

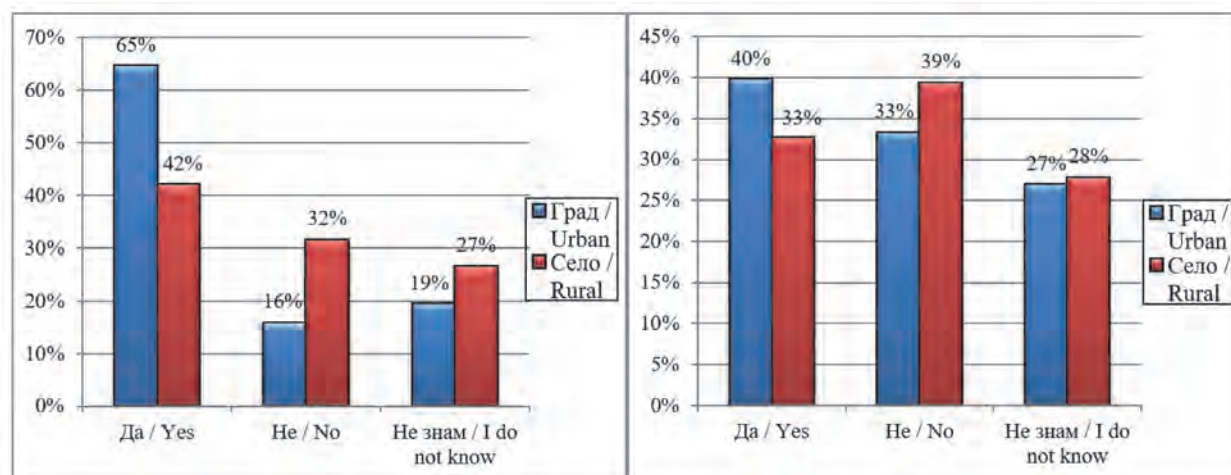
#### Ставови о наставку школовања према типу насеља

Резултати овог истраживања показали су висок ниво статистичке значајности између типа насеља и намјера ученика о наставку школовања ( $\chi^2 = 476.540$ ,  $p < 0.000$ ). На основу анализе добијених резултата може се закључити да ученици из градских средина имају много веће аспирације за наставком школовања. То потврђује податак да 64.6 % средњошколаца из урбаних средина жели да настави школовање, 15.9 % нема намјеру, док је њих 19.4 % још неодлучно. На другој страни, само 42.0 % испитаника из руралних средина жели да студира, 31.5 % не жели, док 26.5 % не зна да ли да настави процес образовања (Сл. 5).

A third of high school students (33.5 %) want to enroll in social and humanities faculties (especially sociolinguistics), while 28.5 % of them prefer technical and technological faculties. Also, students of economics secondary schools have the highest affinity towards social sciences and humanities (71.6 %) as well as students of hospitality educational profiles (67.4 %). The study of med school is the most attractive for students of secondary medical schools, considering that 68.8 % of students intend to enroll in studies in the field of medicine. High school students from construction, electrical, technical, and mechanical high school majors have the most affinity for STEM scientific fields (science, technology, engineering, and mathematics). This is supported by the fact that 60.9 % of students from electrical engineering schools intend to study technical and technological sciences, the same is true for students from construction majors (53.6 %), as well as for technical-mechanical-traffic majors (50.6 %). Interestingly, the students of agricultural and technological secondary vocational schools have the greatest interests in social sciences and humanities.

#### Attitudes About Continuing Education According to the Type of Settlement

The results of this research showed a high level of statistical significance between the type of settlement and students' intentions to continue their education ( $\chi^2 = 476.540$ ,  $p < 0.000$ ). Based on the analysis of the obtained results, it can be concluded that students from urban areas have much higher aspirations to continue their education. This is confirmed by the fact that 64.6 % of high school students from urban areas want to continue their education, 15.9 % have no intention, and 19.4 % are still undecided. On the other hand, only 42.0 % of respondents from rural areas want to study, 31.5 % do not want to, and 26.5 % do not know whether to continue the education process (Fig. 5).



Сл. 5. Тип насеља и ставови ученика средњих школа о намјерама за наставак школовања (лијево) и за наставак школовања у Републици Српској (десно)

Fig. 5. Type of settlement and the attitudes of secondary school students about their intentions to continue their education (left) and to continue their education in the Republic of Srpska (right)

Већа заинтересованост ученика из града за наставаком студирања у односу на своје вршњаке из руралних средина може бити последица различитих друштвено-социјалних, психолошких, образовних, економских и насеобинских карактеристика.

На питање „Да ли желите наставити школовање у Републици Српској?“, испитаници су дали поприлично уједначене одговоре, с обзиром на то да 34.8 % ученика из градова и 31.7 % из села жели да настави своје образовање у Републици Српској. На другој страни, 39.9 % анкетираних из градских средина планира да студира у иностранству, док је тај проценат код испитаника из руралних средина нешто нижи (36.7 %).

Изражена дисперзија одговора може се уочити између типа насеља и планова за запослење након завршетка школе. Добијени резултати указују да ученици са села имају много израженије мотиве ступања у радни однос, с обзиром на то да 79.0 % испитаника са села, који не желе да наставе школовање, жели да ради након завршене средње школе, док је тај проценат код ученика из градских средина на нивоу од 64.0 %. Важно је напоменути да између типа насеља и одабира факултета није уочена статистичка значајност.

The greater interest of students from the city in continuing their studies compared to their peers from rural areas may be a consequence of different socio-social, psychological, educational, economic, and settlement characteristics.

To the question “Do you want to continue your education in the Republic of Srpska?”, the respondents gave rather uniform answers, considering that 34.8 % of students from cities and 31.7 % from villages want to continue their education in the Republic of Srpska. On the other hand, 39.9 % of respondents from urban areas plan to study abroad, while the percentage of respondents from rural areas is somewhat lower (36.7 %).

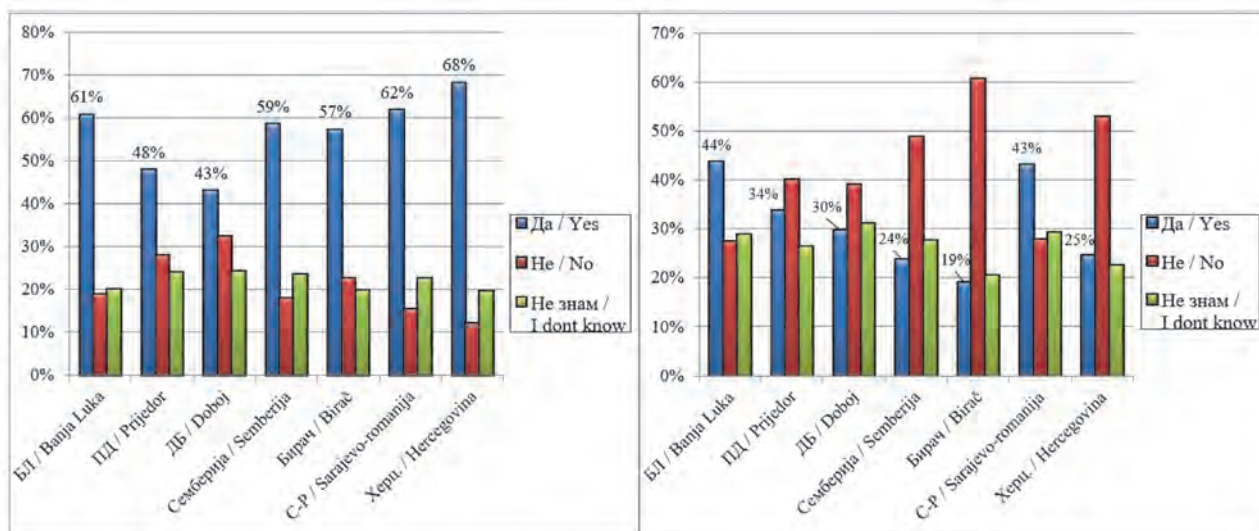
A marked dispersion of responses can be observed between the type of settlement and plans for employment after school. The obtained results indicate that students from rural areas have much more pronounced motives for entering the workforce, considering that 79.0 % of respondents from rural areas, who do not want to continue their education, want to work after finishing high school, while this percentage among students from urban areas is at the level of 64.0 %. It is important to note that no statistical significance was observed between the type of settlement and the choice of faculty.

Регионална диференцијација ставова ученика  
 о наставку школовања

Regional Differentiation of Students' Attitudes  
 About Continuing Education

Регионална диференцијација ставова и наmjера средњошколаца о наставку школовања указује на изражене разлике између посматраних регија. Највеће аспирације за наставком школовања имају ученици из регије Херцеговина (68.3 %), затим слиједи регија Сарајево-Романија (61.9 %), регија Бања Лука (60.9 %), регија Семберија (58.6 %) и регија Бирач са 57.4 % ученика који желе да наставе школовање. Најмања заинтересованост за универзитетско образовање је у регијама Добој (43.1 %) и Приједор (48.0 %) (Сл. 6).

The regional differentiation of high school students' attitudes and intentions about continuing their education indicates pronounced differences between the observed regions. Students from the Herzegovina region have the highest aspirations to continue their education (68.3 %), followed by the Sarajevo-Romania region (61.9 %), the Banja Luka region (60.9 %), the Semberija region (58.6 %) and the Birač region with 57.4 % of students who want to continue their education. The lowest interest in university education is in the regions of Doboј (43.1 %) and Prijedor (48.0 %) (Fig. 6).



Сл. 6. Регионална диференцијација ставова ученика средњих школа о намjерама за наставак школовања (лијево) и за наставак школовања у Републици Српској (десно)

Fig. 6. Regional differentiation of secondary school students' views on intentions to continue their education (left) and to continue their education in the Republic of Srpska (right)

На питање: „Да ли планирате наставити школовање (студирање) у Републици Српској?“ могу се уочити одговори са високим степеном регионалне дисперзије. Највећи проценат ученика који своје образовање жели да настави у Републици Српској је из регије Бања Лука (43.6 %) и регије Сарајево-Романија (43.0 %). Трећина анкетираних из регије Приједор (33.7 %) такође има ту намjеру. Ниске стопе регистроване су код регија Добој (29.6 %), Херцеговина (24.6 %) и Семберија

To the question: “Do you plan to continue your education (studying) in the Republic of Srpska?”, answers with a high degree of regional dispersion can be observed. The highest percentage of students who want to continue their education in the Republic of Srpska is from the Banja Luka region (43.6 %) and the Sarajevo-Romania region (43.0 %). One third of the respondents from the Prijedor region (33.7 %) also have this intention. Low rates were registered in the regions of Doboј (29.6 %), Herzegovina (24.6 %), and

(23.7 %), док је поражавајућа слика регистрована код регије Бирач у којој само 19.1 % анкетираних средњошколаца намјерава да своје школовање настави у Републици Српској, док њих 60.5% то не жели.

Као што је наглашено, највећи дио анкетираних који планирају студирати у иностранству, своје школовање жели да настави у Републици Србији. Регионалном анализом уочавају се велики диспаритети између појединих регионалних цјелина, с обзиром на то да средњошколци из источних дијелова Републике Српске већином преферирају наставак студија у Србији. То потврђује податак да се чак 85.3 % средњошколаца који своје школовање планирају наставити у иностранству, одлучило за Србију, слично као и њихови вршњаци из регије Бирач (84.0 %). Високе аспирације за студирањем у Републици Србији регистроване су и у регијама Семберија (75.7 %), Сарајево-Романија (65.3 %) и Добој (63.8 %). Најмање интересовање за наставак школовања у Србији регистровано је у регији Бања Лука (41.6 %) и регији Приједор (48.0 %). Интересантно да ученици из општина и регија на крајњем западу Републике Српске имају веће афинитете за наставаком студија у Аустрији, Словенији и Њемачкој.

Регионална диференцијација испитаника на основу афинитета према одређеним пољима образовања указује на већу заинтересованост за друштвене и хуманистичке науке у регијама Сарајево-Романија, Бијељина и Приједор. Техничко-технолошке науке највише преферирају ученици из регија Бања Лука, Бирач и Требиње, док су афинитети за поље медицинских наука највише изражени у регијама Бирач и Добој.

Диференцијација ставова ученика о наставаку школовања према мјесту гдје се налази средња школа

Највећи проценат ученика који желе наставити студиј регистрован је у школама у Источној Илици (89.7 %), Братунцу (76.6 %), Српцу (73.7 %), Требињу (72.8 %) итд. На другој страни, само 7.1 % ученика који похађају средњу школу у Петрову желе да на-

Semberija (23.7 %), while a devastating picture was registered in the region of Birač, where only 19.1 % of the surveyed high school students intend to continue their education in the Republic of Srpska, while 60.5 % of them do not want to.

As was emphasized, the majority of respondents who plan to study abroad want to continue their education in the Republic of Serbia. Regional analysis reveals large disparities between individual regional entities, given that high school students from the eastern parts of the Republic of Srpska mostly prefer to continue their studies in Serbia. This is confirmed by the fact that as many as 85.3 % of high school students who plan to continue their education abroad have decided on Serbia, similar to their peers from the Birač region (84.0 %). High aspirations for studying in the Republic of Serbia were also registered in the regions of Semberija (75.7 %), Sarajevo-Romania (65.3 %), and Doboj (63.8 %). The least interest in continuing education in Serbia was registered in the region of Banja Luka (41.6 %) and the region of Prijedor (48.0 %). Interestingly, students from municipalities and regions in the extreme west of the Republic of Srpska have a greater affinity for continuing their studies in Austria, Slovenia, and Germany.

The regional differentiation of respondents based on affinity towards certain fields of education indicates a greater interest in social sciences and humanities in the regions of Sarajevo-Romania, Bijeljina, and Prijedor. Technical and technological sciences are most preferred by students from the regions of Banja Luka, Birač, and Trebinje, while affinities for the field of medical sciences are most pronounced in the regions of Birač and Doboj.

Differentiation of Students' Attitudes About the Continuation of Education According to the Place Where High School Is

The highest percentage of students who want to continue their studies are registered in schools in Istočna Ilidža (89.7 %), Bratunac (76.6 %), Srbac (73.7 %), Trebinje (72.8 %), etc. On the other hand, only 7.1 % of students who attend secondary school in Petrovo want to continue

ставе студије. Слично је и у Вукосављу (8.5 %), Кнежеву (20.7 %), Рудом (22.9 %), Костајници (25.0 %) итд.

Високе аспирације за наставком школовања у Републици Српској уочене су код средњошколаца из Калиновика (75.0 %), као и код њихових вршњака из Шековића (69.2 %), Српца (57.4 %), Мркоњић Града (51.8 %), Пала (50.9 %), Источне Илиће (48.6 %), Фоче (46.8 %) и Града Бања Лука (45.3 %). На другој страни, алармантно звучи податак да у већини градова и општина, средњошколци не желе да студирају у Републици Српској. Највећи проценат регистрован је у средњој школи у Вукосављу у којој 93.3 % ученика не жели да високо образовање настави у Републици Српској. Висок проценат регистрован је и у општинама Братунац (69.0 %), Милићи (66.1 %), Сребреница (65.2 %), Гацко (65.1 %), Кнежево (64.0 %), Љубиње (62.5 %), Зворник (60.6 %), Лопаре (60.0 %) итд.

#### Диференцијација ставова ученика о наставку школовања према мјесту пребивалишта ученика

Анализа ставова и намјера средњошколаца о наставку школовања према мјесту пребивалишта ученика показује сличне резултате као и претходна анализа. Из општине Доњи Жабар сви средњошколци (100.0 %) желе да наставе школовање. Затим слиједе општине Гацко (79.6 %), Источно Ново Сарајево (79.4 %), Источна Илица (79.3 %), Град Требиње (73.6 %), општина Пале (68.1 %) и Град Бања Лука у којем два од три средњошколца имају у плану наставак школовања и образовања (67.5 %) (Сл. 7).

Из општина Источни Мостар и Пелагићево ниједан анкетирани средњошколац није заинтересован за наставак образовања. Изразито мали проценти регистровани су и у општинама Оштра Лука (14.3 %), Крупа на Уни (20.0 %), Рудо (22.9 %) и Вукосавље (24.0 %). Важно је напоменути да са територије четири општине (Источни Дрвар, Језеро, Купрес и Петровац) није анкетирани ниједан средњошколац.

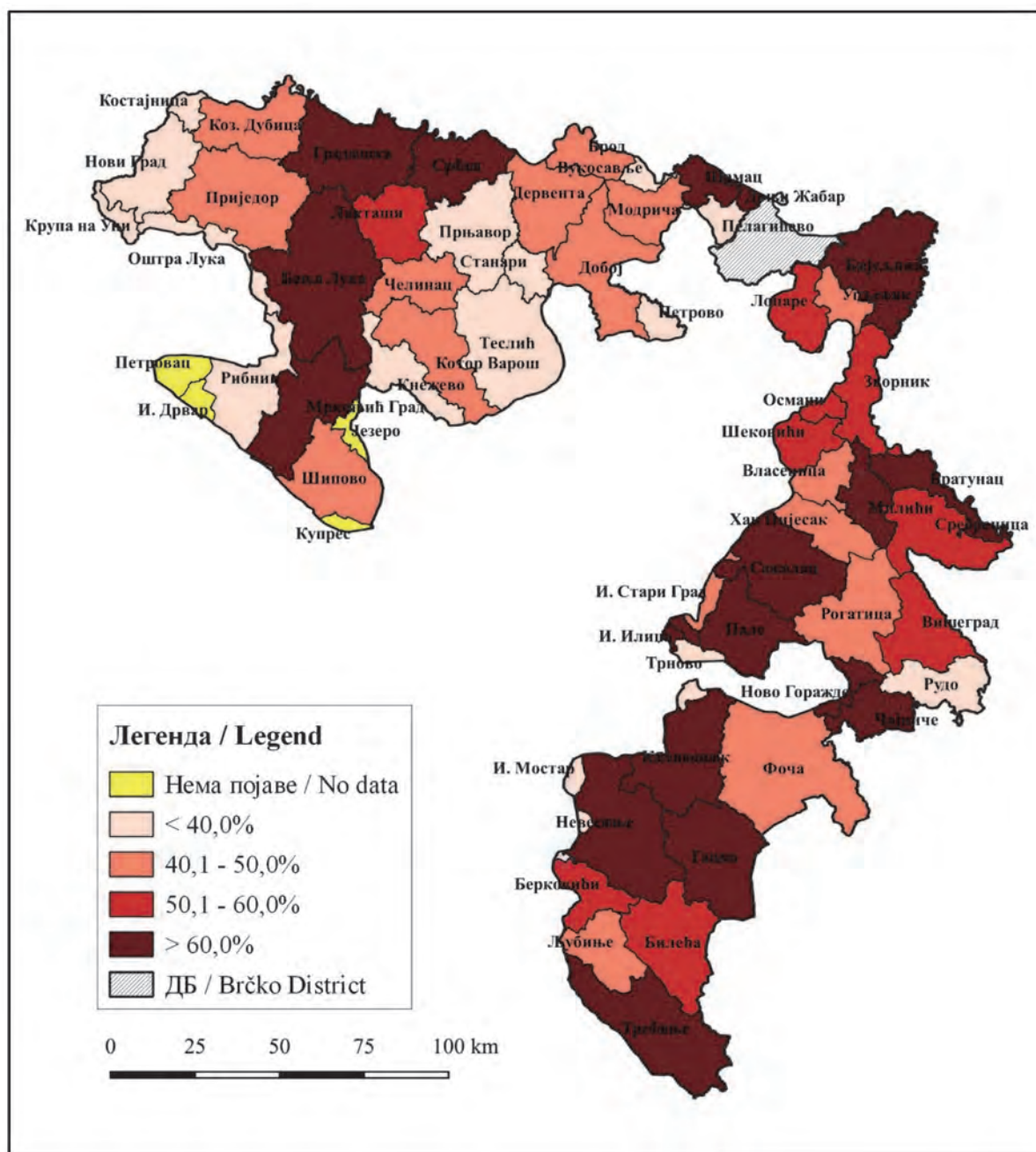
their studies. It is similar in Vukosavlje (8.5 %), Kneževo (20.7 %), Rudo (22.9 %), Kostajnica (25.0 %), etc.

High aspirations for continuing education in the Republic of Srpska were observed among high school students from Kalinovik (75.0 %), as well as among their peers from Šekovići (69.2 %), Srbac (57.4 %), Mrkonjić Grad (51.8 %), Pale (50.9 %), Istočna Ilidža (48.6 %), Foča (46.8 %) and the City of Banja Luka (45.3 %). On the other hand, the information that in most cities and municipalities, high school students do not want to study in the Republic of Srpska sounds alarming. The highest percentage was registered in the high school in Vukosavlje, where 93.3 % of students do not want to continue their higher education in the Republic of Srpska. A high percentage was also registered in the municipalities of Bratunac (69.0 %), Milići (66.1 %), Srebrenica (65.2 %), Gacko (65.1 %), Kneževo (64.0 %), Ljubinje (62.5 %), Zvornik (60.6 %), Lopare (60.0 %), etc.

#### Differentiation of Students' Attitudes About Continuing Education According to Place Residence of Students

The analysis of the attitudes and intentions of high school students regarding the continuation of their education according to the student's place of residence shows similar results as the previous analysis. From the municipality of Donji Žabar, all high school students (100.0 %) want to continue their education, followed by the municipalities of Gacko (79.6 %), Istočno Novo Sarajevo (79.4 %), Istočna Ilidža (79.3 %), City of Trebinje (73.6 %), Municipality of Pale (68.1 %) and City of Banja Luka where two out of three high school students plan to continue their education (67.5 %) (Fig. 7).

From the municipalities of Istočni Mostar and Pelagićevo, none of the surveyed high school students are interested in continuing their education. Extremely small percentages were also registered in the municipalities of Oštra Luka (14.3 %), Krupa na Uni (20.0 %), Rudo (22.9 %), and Vukosavlje (24.0 %). It is important to note that not a single high school student was surveyed from the territory of four municipalities (Istočni Drvar, Jezero, Kupres, and Petrovac).



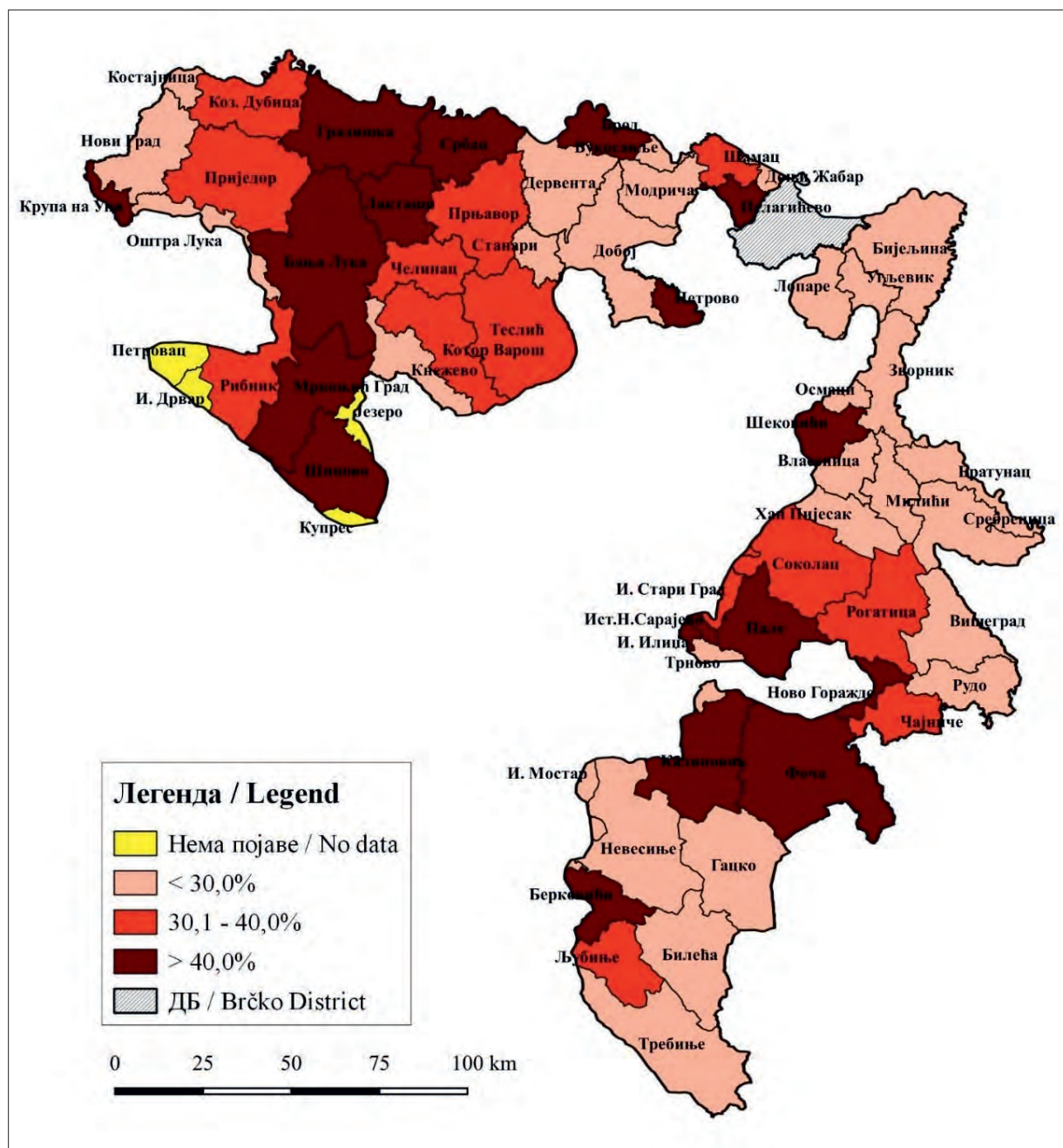
Сл. 7. Дистрибуција ученика средњих школа према намјерама за наставак школовања по градовима и општинама у Републици Српској

Fig. 7. Distribution of secondary school students according to intentions to continue their education by cities and municipalities in the Republic of Srpska

Највећи проценат средњошколаца који своје школовање желе да наставе у Републици Српској има пребивалиште у општинама Калиновик (69.2 %) и Ново Горажде (52.5 %), затим слиједе општине Пале (52.2 %), Мркоњић Град (51.6 %), Србац (50.0 %), Крупа на Уни (50.0 %), Пелагићево (50.0 %) и Источно Ново Сарајево (48.0 %) (Сл. 8).

The highest percentage of high school students who want to continue their education in the Republic of Srpska live in the municipalities of Kalinovik (69.2 %) and Novo Goražde (52.5 %), followed by the municipalities of Pale (52.2 %), Mrkonjić Grad (51.6 %), Srbac (50.0 %), Krupa na Uni (50.0 %), Pelagićevo (50.0 %) and Istočno Novo Sarajevo (48.0 %) (Fig. 8).





Сл. 8. Дистрибуција ученика средњих школа у Републици Српској према намјерама за наставак школовања у Републици Српској (по градовима и општинама)

Fig. 8. Distribution of secondary school students in the Republic of Srpska according to intentions to continue their education in the Republic of Srpska (by cities and municipalities)

Анализом ставова ученика према мјесту пребивалишта може се уочити да у већини локалних заједница ученици не желе да наставе школовање у Републици Српској. То је посебно изражено у општинама источног дијела Републике Српске. Не рачунајући општину Доњи Жабар (један анкетирани средњошколац), у

Analyzing students' attitudes towards their place of residence, it can be seen that in most local communities students do not want to continue their education in the Republic of Srpska. This is especially pronounced in the municipalities of the eastern part of the Republic of Srpska. Excluding the municipality of Donji Žabar (one high school

општини Осмаци чак 83.3 % ученика не жели наставак школовања у високошколским установама у Републици Српској. Високи проценти регистровани су и у општинама Вукосавље (73.7 %), Братунац (67.3 %), Гацко (65.5 %), Љубиње (63.6 %), Сребреница (63.6 %), Милићи (62.9 %), Оштра Лука (60.0 %), Зворник (59.5 %). Важно је напоменути да 67.7 % ученика са пребивалиштем у Србији не жели студирати у Републици Српској, као и 64.0 % испитаника из Федерације Босне и Херцеговине.

### ДИСКУСИЈА

Улога система високог образовања је продукција научних кадрова који ће бити способни рационалним повезивањем и усклађивањем људских сазнања унаприједити научну дјелатност, односно доћи до открића која подижу квалитет живљења, а корисно се примјењују у функцији економског развоја (Hunjet & Kozina, 2014). Резултати добијени овим истраживањем показују релативно низак степен аспирације средњошколаца у Републици Српској за наставак школовања. То најбоље илуструје податак да 55.9 % пунољетних испитаника трећих и четвртних разреда жели да настави процес образовања на високошколским установама. На другој страни, 21.9 % нема намјеру да настави школовање, док је 22.2 % анкетираних још неодлучно у вези са наставаком академског образовања. Такође, налази у нашој студији указују на много веће аспирације за студирањем код гимназијалаца (86.9 %), у односу на ученике средњих стручних школа (46.8 %), што је у складу са претходним истраживањима (Jokić, 2019).

Налази у нашој студији указују на веће аспирације за наставак школовања код завршних разреда, с обзиром на то да је 61.1 % анкетираних ученика четвртних разреда изразило жељу да настави образовање. Ова вриједност је мања у односу на истраживање спроведено на простору Хрватске у којем је 67 % ученика завршних разреда одговорило да планира студирати, 19 % да не планира студирати, док је 14 % ученика навело да још не зна да ли хоће да настави школовање (Košutić et al.,

student surveyed), in the municipality of Osmaci as many as 83.3 % of students do not want to continue their education in higher education institutions in the Republic of Srpska. High percentages were also registered in the municipalities of Vukosavlje (73.7 %), Bratunac (67.3 %), Gacko (65.5 %), Ljubinje (63.6 %), Srebrenica (63.6 %), Milići (62.9 %), Oštra Luka (60.0 %), and Zvornik (59.5 %). It is important to note that 67.7 % of students residing in Serbia do not want to study in the Republic of Srpska, as well as 64.0 % of respondents from the Federation of Bosnia and Herzegovina.

### DISCUSSION

The role of the higher education system is to produce scientific personnel who will be able to improve scientific activity by rationally connecting and harmonizing human knowledge, that is, to make discoveries that raise the quality of life, and are usefully applied for the purpose of economic development (Hunjet & Kozina, 2014). The results of this research indicate a relatively low level of aspiration of high school students in the Republic of Srpska to continue their education. This is best illustrated by the fact that 55.9 % of adult respondents in the third and fourth grades want to continue the education process at higher education institutions. On the other hand, 21.9 % have no intention of continuing their education, while 22.2 % of respondents are still undecided about continuing their academic education. Also, the findings in our study indicate much higher aspirations for studying among high school students (86.9 %), compared to students of secondary vocational schools (46.8 %), which is in line with previous research (Jokić, 2019).

The findings in our study indicate higher aspirations for continuing education in the final grades, considering that 61.1 % of surveyed fourth graders expressed a desire to continue their education. This value is lower compared to the research conducted in Croatia, in which 67 % of final-year students answered that they planned to go to college, 19 % that they do not plan to, while 14 % of students stated that they did not yet know whether they wanted to continue their education (Košutić et al., 2015). A similar study, also conducted on the territory of Croatia, showed even greater aspirations for continuing

2015). Слична студија, такође спроведена на територији Хрватске показала је још веће аспирације за наставком школовања, с обзиром на то да је 84.0 % ученика завршних разреда исказало жељу да упишу неки од факултета у земљи и иностранству (Jokić, 2019).

Јаснија перцепција у вези са намјерама о наставку школовања код четвртих разреда може се образложити утицајем зрелости и развијеније моћи одлучивања и расуђивања у односу на треће разреде.

Веће аспирације за студирањем израженије су код ученица у односу на ученике (Jugović, 2019). Сличне резултате потврдило је и наше истраживање, што потврђује чињеница да само 43.1 % мушкараца жели да настави школовање, док ту исту намјеру има 66.2 % дјевојака. Мали број ученика који жели наставити школовање може се објаснити чињеницом да мушкарци већином похађају стручна усмјерења, у односу на дјевојке. То је посебно изражено у техничким школама у којима велику заступљеност имају трогодишњи смјерови у којима је висок проценат ученика мушког пола. Такође, код гимназијских усмјерења примјетан је суфицит ученица у односу на ученике.

Већи проценат мушкараца који желе студирати у иностранству у сагласности је са Равенштајновом теоријом миграција и мобилности становништва, с обзиром на то да мушки пол има много веће преференције просторне покретљивости у виду вањских миграција. Такође, код ученика је примјетна и већа аспирација за техничке и информатичке науке, код којих је практична примјена у иностранству на много већем нивоу у односу на Републику Српску.

Најзначајнији фактори за одабир жељеног факултета су каријера, интерес за поље образовања, прилика да се помогне другима. Медицинска усмјерења бирају студенти због жеље да помогну другим људима, као и због каријере, технички смјерови и инжењерска усмјерења искључиво бирају ученици којима је каријера примарни фокус. Умјетничка и хуманистичка занимања бирају студенти којима образовање представља најважнији фактор (Skatova & Ferguson, 2014).

education, considering that 84.0 % of final-grade students expressed a desire to enroll in some of the faculties in the country and abroad (Jokić, 2019).

A clearer perception regarding intentions to continue education among fourth graders can be explained by the influence of maturity and more developed power of decision and reasoning compared to third graders.

Higher aspirations for attending college are more pronounced among female students compared to male students (Jugović, 2019). Similar results were confirmed by our research, which is confirmed by the fact that only 43.1 % of men wanted to continue their education, while 66.2 % of the girls had the same intention. The small number of students who want to continue their education can be explained by the fact that men mostly attend vocational courses, compared to girls. This is especially pronounced in technical schools, where three-year courses are highly represented, with a high percentage of male students. Also, in high school courses, there is a noticeable surplus of female students compared to male students.

A higher percentage of men who want to study abroad is in agreement with Ravenstein's theory of population migration and mobility, considering that the male gender has a much greater preference for spatial mobility in the form of external migration. Also, a greater aspiration for technical and information sciences was noticed among the students, whose practical application abroad is at a much higher level compared to the Republic of Srpska.

The most important factors for choosing the desired faculty are career, interest in the field of education, and opportunity to help others. Medical majors are chosen by students because of the desire to help other people, as well as for career reasons, technical majors and engineering majors are exclusively chosen by students for whom the career is the primary focus. Artistic and humanistic professions are chosen by students for whom education is the most important factor (Skatova & Ferguson, 2014).

Досадашња истраживања указују на изражене полне разлике у погледу наставка школовања (Kang et al., 2019), то се посебно уочава на већем интересовању ученика за СТЕМ науке у односу на ученице (Card & Payne, 2021), док већина средњошколки бира друштвене и хуманистичке науке (Lendák-Kabók & Popov, 2019). Овакви трендови учени су и у нашој студији, с обзиром на то да су друштвене и хуманистичке науке први избор код 40.7 % ученица, док је техничко-технолошка усмјерења одабрало 39.2 % ученика.

Резултати истраживања су показали високе афинитете анкетираних ученица према студију психологије и педагогије, као и велику заинтересованост испитаника мушког пола за техничка и информатичка занимања. Висок проценат анкетираних (посебно из регија Семберија, Бинач и Добој) изразио је жељу да своје образовање настави на Факултету техничких наука у Новом Саду и Факултету организационих наука у Београду. Велике аспирације средњошколаца за овим факултетима последица су и слабе заступљености техничких академских усмјерења, посебно у источном дијелу Републике Српске.

Досадашња истраживања указују да средњошколци из већих урбаних центара имају израженије аспирације за студирањем у односу на своје колеге из градова са мањим демографским капацитетом (Ristić Dedić, 2019). Резултати добијени у нашој студији могу поткријепити ту констатацију, с обзиром на то да ученици из градских подручја имају много веће афинитете према наставку студија у односу на ученике из руралних простора.

Алармантно звучи податак да од укупног броја средњошколаца у Републици Српској који желе наставити школовање, њих 33.6 % жели студирати у Републици Српској, чак 38.8 % не жели, док је 27.5 % неодлучних. Испитаници чије су аспирације друштвене и хуманистичке науке већином желе студирати у Републици Српској, док ученици који преферирају техничка усмјерења своје образовање плаирају стицати у иностранству. Аспирације ученика за студирањем на иностраним факултетима постаје све учесталија појава, с

Previous research points to pronounced gender differences in terms of continuing education (Kang et al., 2019), this is particularly noticeable in the greater interest of male students in STEM sciences compared to female students (Card & Payne, 2021), while the majority of high school girls choose social and humanities sciences (Lendák-Kabók & Popov, 2019). Such trends are also observed in our study, considering that social sciences and humanities are the first choice of 40.7 % of female students, while technical and technological directions are chosen by 39.2 % of male students.

The results of the research have shown high affinities of surveyed students towards psychology and pedagogy studies, as well as a significant interest among male participants in technical and computer-related occupations. A high percentage of respondents (especially from the regions of Semberija, Birač, and Doboij) expressed a desire to continue their education at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad and the Faculty of Organizational Sciences in Belgrade. The high aspirations of high school students for these faculties are a consequence of the low representation of technical academic orientations, especially in the eastern part of the Republic of Srpska.

Previous research indicates that high school students from larger urban centers have stronger aspirations for higher education compared to their peers from cities with smaller demographic capacities (Ristić Dedić, 2019). The results obtained in our study can support this observation, as students from urban areas have much higher affinities for continuing their studies compared to students from rural areas.

The data is alarmingly revealing that out of the total number of high school students in the Republic of Srpska who wish to continue their education, 33.6 % want to study in the Republic of Srpska, a significant 38.8 % do not want to, while 27.5 % are undecided. Respondents whose aspirations are in social and humanistic sciences mostly want to study in the Republic of Srpska, while students who prefer technical directions tend to seek their education abroad. Aspirations of students to study at foreign universities have

обзиром на то да се последње двије деценије билежи импресиван раст међународне мобилности студената (Bessey, 2012). У прилог томе иде чињеница да је 1950-их година свјетски број студената који студирају у иностранству износио око 200000, док је до 2012. порастао на више од два милиона (Wells, 2014). Фактори студентских миграција су бројни, али највећи значај имају величина земље, трошкови живота, удаљеност, ниво образовања, квалитет универзитета, језик земље домаћина, као и климатске карактеристике (Rodríguez González et al., 2011).

Студенти одлазе у иностранство углавном због личних тежњи за усавршавањем, због стицања нових искустава, као и због немогућности да у својој земљи студирају жељени факултет (Vasojević & Kirin, 2019). Такође, економска детерминанта представља један од кључних фактора мобилности студената, првенствено због стипендирања и новчаних подстицаја. Друге значајне детерминанте су: (а) стварни ниво безбиједности, (б) степен отворености земље домаћина и (в) бруто домаћи производ (БДП) по глави становника земље домаћина (Caruso & de Wit, 2015). Изражене аспирације средњошколаца из Републике Српске за школовањем у иностранству, такође се могу ставити у контекст финансијских погодности, с обзиром на то да већина универзитета у Словенији, Аустрији и Њемачкој за бруцоше додјељује новчане подстицаје у виду студентских стипендија.

Највећи број средњошколаца у Републици Српској који желе студирати у иностранству (64.0 %) одлучују се да своје академско усмјерење започну у Републици Србији. То најбоље илуструје податак да од укупног броја анкетираних ученика који желе да наставе школовање, њих 2484 има намјеру да то оствари у Републици Српској, док 2090 анкетираних своје образовање планира да изгради у Републици Србији.

Одабир Србије за наставак студија може се аргументовати на основу више параметара. Прије свега, један од најзначајнијих фактора је језичка и етничка кохезија, јефтинија цијена школарине у односу на европске уни-

become an increasingly common phenomenon, considering the impressive growth in international student mobility over the last two decades (Bessey, 2012). In support of this, the fact is that in the 1950s, the global number of students studying abroad was around 200000, but by 2012, it had grown to more than two million (Wells, 2014). There are numerous factors influencing student migration, but the most significant ones include the size of the country, the cost of living, distance, level of education, university quality, the language of the host country, and climate characteristics (Rodríguez González et al., 2011).

Students go abroad primarily due to personal aspirations for self-improvement, acquiring new experiences, and because of the inability to study their desired major in their own country (Vasojević & Kirin, 2019). Additionally, economic determinants are one of the key factors driving student mobility, mainly due to scholarships and financial incentives. Other significant determinants include: (a) the actual level of safety, (b) the degree of openness of the host country, and (c) the Gross Domestic Product (GDP) per capita of the host country (Caruso & de Wit, 2015). The pronounced aspirations of high school students from the Republic of Srpska for studying abroad can also be put into the context of financial benefits, considering that most universities in Slovenia, Austria, and Germany offer financial incentives in the form of student scholarships for freshmen.

The majority of high school students in the Republic of Srpska who wish to study abroad (64.0 %) decide to begin their academic journey in the Republic of Serbia. This is best illustrated by the fact that out of the total number of surveyed students who intend to continue their education, 2484 of them plan to do so in the Republic of Srpska, while 2090 surveyed students intend to pursue their education in the Republic of Serbia.

The choice of Serbia for continuing one's studies can be argued based on several parameters. Firstly, one of the most significant factors is linguistic and ethnic cohesion, lower tuition fees compared to European universities, and the ge-

верзитете, као и географска близина највећих универзитета у Србији (Београд и Нови Сад). Овај фактор посебно је значајан за исток Републике Српске, који снажно гравитира према Републици Србији. Важно је напоменути да је од 2006. године између Републике Српске и Републике Србије на снази споразум о специјалним и паралелним везама, који студенте из Републике Српске у Србији третира као „домаће“ студенте и обрнуто.

Утицај Србије на систем високог образовања у Републици Српској огледа се у чињеници да средњошколци из трећине градова и општина у Републици Српској (20 локалних заједница) више преферирају наставак студија у Србији него на универзитетима у Републици Српској. Такав случај забиљежен је у градовима Бијељина, Зворник и Требиње, те у општинама Билећа, Братунац, Вишеград, Власеница, Дервента, Гацко, Љубиње, Лопаре, Милићи, Модрича, Невесиње, Осмаци, Сребреница, Угљевик, Хан Пијесак, Чајничке и Шамац. Регионална дистрибуција ових локалних заједница указује да је њих 17 до 20 смјештено источно од Дистрикта Брчко.

Одређени проценат анкетираних своје школовање жели наставити у Федерацији Босне и Херцеговине. Највећи број је из источног дијела Републике Српске, посебно у регијама Бирач, Семберија и Сарајево-Романија, посебно у граду Источно Сарајево. Оваква појава последица је хетерогене етничке структуре у појединим локалним заједницама у којима ученици бошњачке националности преферирају високошколске установе у Федерацији Босне и Херцеговине, посебно у Граду Сарајево. То је посебно очито у општини Сребреница и насељу Јања (Град Бијељина).

Регионалне разлике у аспирацијама према наставку школовања могу се објаснити утицајем различитих фактора. Прије свега, регије са већим афинитетима за наставак школовања су цјелине са развијеном образовном функцијом (као на примјер, регија Бања Лука и регија Сарајево-Романија), које на својој територији имају универзитетске центре. Такође, регије источног дијела Републике Српске (посебно Херцеговина) представљају

geographic proximity to the major universities in Serbia (Belgrade and Novi Sad). This factor is especially important for the eastern part of the Republic of Srpska, which has a strong affinity towards the Republic of Serbia. It is important to note that since 2006, there has been an agreement in place between the Republic of Srpska and the Republic of Serbia regarding special and parallel relations, which treats students from the Republic of Srpska studying in Serbia as “domestic” students, and vice versa.

The influence of Serbia on the higher education system in the Republic of Srpska is reflected in the fact that students from one-third of the cities and municipalities in the Republic of Srpska (20 local communities) prefer to continue their studies in Serbia rather than at universities in the Republic of Srpska. This is the case in cities like Bijeljina, Zvornik, and Trebinje, as well as in municipalities such as Bileća, Bratunac, Višegrad, Vlasenica, Derventa, Gacko, Ljubinjje, Lopare, Milići, Modriča, Nevesinje, Osmaci, Srebrenica, Ugljevik, Han Pijesak, Čajniče, and Šamac. The regional distribution of these local communities indicates that 17 to 20 of them are located east of the Brčko District.

A certain percentage of those surveyed want to continue their education in the Federation of Bosnia and Herzegovina. The largest number is from the eastern part of the Republic of Srpska, especially in the regions of Birač, Semberija, and Sarajevo-Romania, especially in the city of Istočno Sarajevo. This phenomenon is a consequence of the heterogeneous ethnic structure in some local communities where Bosniak students prefer higher education institutions in the Federation of Bosnia and Herzegovina, especially in the City of Sarajevo. This is particularly evident in the municipality of Srebrenica and the settlement of Janja (City of Bijeljina).

Regional differences in aspirations towards continuing education can be explained by the influence of various factors. First of all, regions with greater affinity for continuing education are entities with a developed educational function (such as the Banja Luka region and the Sarajevo-Romania region), which have university centers on their territory. Also, the regions of the

најурбанизованији дио Републике Српске, а доказано је да ученици из градских средина имају веће склоности ка наставку школовања у односу на своје вршњаке из руралних простора. Поред ниске стопе урбанизације у регији Добој и Приједор, у овим регионалним цјелинама знатно је већи обухват ученика из средњих стручних школа у односу на остале регије, па је и то један од разлога за малу заинтересованост за наставак образовања. Важно је напоменути да у регији Добој трећина ученика (32.5 %) не жели да студира.

Може се констатовати да су функционални значај и географски положај регионалних цјелина двије основне одреднице за наставак школовања у Републици Српској. Наиме, ученици из регије Бања Лука и регије Сарајево-Романија имају знатно веће аспирације за наставаком школовања у Републици Српској у односу на своје вршњаке из сусједних регија. Један од главних разлога ове појаве је у чињеници да на територији ових регија постоји универзитетска функција са снажњим дејством у односу на друге регионалне цјелине. Утицај географског положаја на наставак студирања у Републици Српској највише се може уочити на простору истока Републике Српске, гдје се уочава велика мобилност ученика према Републици Србији.

### ЗАКЉУЧАК

Резултати спроведеног анкетног истраживања дају врло јасну слику намјера младих људи, што се може искористити код доношења различитих стратешких докумената. То је од посебне важности ако се желе остварити стратешки национални циљ да се повећа удио високообразованог становништва.

Истраживање је потврдило потребу за чешћом анализом фактора и ставова популације на прелазу из средњошколског у високо образовање. Наставак даљег школовања је важна прекретница за лични развој и промјену понашања код сваког појединца.

Најважнији фактори за наставак образовања су лични интерес за поједине студије

eastern part of the Republic of Srpska (especially Herzegovina) represent the most urbanized part of the Republic of Srpska, and it has been proven that students from urban areas have a greater tendency to continue their education compared to their peers from rural areas. In addition to the low rate of urbanization in the regions of Doboј and Prijedor, in these regional entities, there is a significantly higher coverage of students from secondary vocational schools compared to other regions, so this is also one of the reasons for the low interest in continuing education. It is important to note that in the Doboј region, one third of students (32.5 %) do not want to study.

It can be stated that the functional importance and geographical position of regional entities are two basic determinants for the continuation of education in the Republic of Srpska. Namely, students from the Banja Luka region and the Sarajevo-Romania region have significantly higher aspirations to continue their education in the country compared to their peers from neighboring regions. One of the main reasons for this phenomenon is the fact that on the territory of these regions there is a university, which fact has a stronger effect compared to other regional entities. The influence of the geographical position on the continuation of studies in the Republic of Srpska can be seen most in the area of the east of the Republic of Srpska, where there is a large mobility of students towards the Republic of Serbia.

### CONCLUSION

The survey results offer a vivid insight into the aspirations of young individuals, which can be instrumental in crafting various strategic documents. This is especially crucial if the overarching national objective of augmenting the proportion of highly educated citizens it to be realized.

The research unequivocally underscores the necessity for more frequent scrutiny of factors and attitudes within the population during the transition from high school to higher education. The pursuit of further education represents a pivotal milestone in personal development and the evolution of individual behaviours.

The most important factors for continuing education are personal interest in certain studies

и каснија могућност лакшег проналаска за-  
послења. Кључни фактори приликом уписа  
на факултете требали би бити мотивација  
и интересовање, односно позитиван став  
средњошколаца према наставку школовања  
на универзитетима.

Резултати истраживања показали су да  
средњошколци у Републици Српској имају  
широк спектар аспирација у вези уписа жеље-  
ног факултета. Међутим, постоји потреба за  
константним информисањем ове популације  
у циљу развоја њихових компетенција, а тако  
и будућих ставова приликом избора врсте сту-  
дија и мјеста студирања.

Анализа фактора и ставова ученика  
средњих школа за наставак школовања пред-  
ставља једну од кључних карика у разумије-  
вању комплексне демографске слике Репу-  
блике Српске. Посљедице смањења броја  
уписаних студената у будућности се може  
негативно рефлектовати на укупан друштве-  
но-економски развој преко смањења високо-  
образованог радног контингента, нарушене  
старосне структуре и укупне депопулације.

У савременим развијеним друштвима,  
главни покретач друштвено-економског раз-  
воја је развој људских ресурса кроз образо-  
вање, па би то требао бити и један од прио-  
ритета у Републици Српској. Квалитетније  
образовање требало би да осигура одрживи  
национални развој и успјешне реформске  
процесе, што је претпоставка бржег друштве-  
ног развоја.

and the possibility of finding employment more  
easily. Key factors when enrolling in colleges  
should be motivation and interest, that is, high  
school students' positive attitude towards con-  
tinuing their education at universities.

The results of the research show that high  
school students in the Republic of Srpska have  
a wide range of aspirations regarding enroll-  
ment in the desired faculty. However, there is  
a need for constant information on this popula-  
tion to develop their competencies, as well as  
their future attitudes when choosing the type  
of study and place of study.

The analysis of factors and attitudes of  
secondary school students toward continui-  
ng education represents one of the key links  
in understanding the complex demographic  
picture of the Republic of Srpska. The con-  
sequences of the reduction in the number of  
enrolled students in the future may hurt the  
overall socio-economic development throu-  
gh the reduction of the highly educated labor  
force, the damaged age structure, and overall  
depopulation.

In modern developed societies, the main  
driver of socio-economic development is the  
development of human resources through edu-  
cation, so it should be one of the priorities in  
the Republic of Srpska. Higher quality educati-  
on should ensure sustainable national develop-  
ment and successful reform processes, which  
is a prerequisite for faster social development.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Babić, L., & Kordić, B. (2012). Stavovi maturanata prema nastavku školovanja. *Pedagogija*, 67(4), 556–565.
- Bardick, A. D., Bernes, K. B., Magnusson, K. C., & Witko, K. D. (2006). Junior High School Students Career Plans for the Future: A Canadian Perspective. *Journal of Career Development*, 32(3), 250–271. <https://doi.org/10.1177/0894845305279168>
- Bessey, D. (2012). International Student Migration to Germany. *Empirical Economics*, 42(1), 345–361. <https://doi.org/10.1007/s00181-010-0417-0>
- Borus, M. E., & Carpenter, S. A. (1984). Factors Associated with College Attendance of High-School Seniors. *Economics of Education Review*, 3(3), 169–176. [https://doi.org/10.1016/0272-7757\(84\)90029-3](https://doi.org/10.1016/0272-7757(84)90029-3)
- Vasojević, N., & Kirin, S. (2019). Life Satisfaction of Returnee Scholarship Holders in Serbia. *Stanovništvo*, 57(2), 71–86. <https://doi.org/10.2298/STNV1902071V>
- Drewes, T., & Michael, C. (2006). How Do Students Choose a University?: An Analysis of Applications to Universities in Ontario, Ca-



- nada. *Research in Higher Education*, 47(7), 781–800. <https://doi.org/10.1007/s11162-006-9015-6>
- Dyer, J. E., Lacey, R., & Osborne, E. O. (1996). Attitudes of University of Illinois College of Agriculture Freshmen Toward Agriculture. *Journal of Agricultural Education*, 37(3), 33–42. <https://doi.org/10.5032/jae.1996.03033>
- Jokić, B. (2019). Obrazovna perspektiva – želje, planovi i stavovi hrvatskih srednjoškolaca o prijelazu iz srednjeg u visoko obrazovanje. U Z. Ristić Dedić & B. Jokić (Ur.), *Što nakon srednje? Želje, planovi i stavovi hrvatskih srednjoškolaca* (str. 34–63). Agencija za znanost i visoko obrazovanje.
- Jugović, I. (2019). Rodna perspektiva – želje, planovi i stavovi učenica i učenika završnih razreda srednjih škola o prijelazu iz srednjeg u visoko obrazovanje. U Z. Ristić Dedić & B. Jokić (Ur.), *Što nakon srednje? Želje, planovi i stavovi hrvatskih srednjoškolaca* (str. 64–83). Agencija za znanost i visoko obrazovanje.
- Kang, J., Hense, J., Scheersoi, A., & Keinonen, T. (2019). Gender Study on the Relationships Between Science Interest and Future Career Perspectives. *International Journal of Science Education*, 41(1), 80–101. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1534021>
- Košutić, I., Puzić, S., & Doolan, K. (2015). Društveni i institucionalni aspekti odluke o studiranju i odabira visokoškolske institucije. U B. Baranović (Ur.), *Koji srednjoškolci namjeravaju studirati? – pristup visokom obrazovanju i odabir studija* (str. 123–163). Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Lendák-Kabók, K., & Popov, S. (2019). Gender Differences in the Choice of Studies of Hungarian, Slovak, and Romanian Ethnic Minority High School Graduates in Serbia. *Sociologija*, 61(1), 75–86. <https://doi.org/10.2298/SOC1901075L>
- Маринковић, Д., & Мајић, А. (2014). Просторна дистрибуција ученика основних школа у Републици Српској у периоду 1996–2013. године. *Гласник/Herald*, 18, 71–85. <https://doi.org/10.7251/HER1814071M>
- Mau, W-C. J., & Li, J. (2018). Factors Influencing STEM Career Aspirations of Underrepresented High School Students. *The Career Development Quarterly*, 66(3), 246–258. <https://doi.org/10.1002/cdq.12146>
- Pašalić, S., Novaković, M., & Pelemiš, M. (2012). Projekcije razvoja mlade (školske) populacije Republike Srpske iz demografske perspektive. *Glasnik Antropološkog društva Srbije*, 47, 203–212. <https://doi.org/10.5937/gads1247203P>
- Републички завод за статистику Републике Српске. (2022). Статистички годишњак Републике Српске, 2022.
- Ristić Dedić, Z. (2019). Lokacijska perspektiva – želje, planovi i stavovi učenika završnih razreda srednjih škola o prijelazu iz srednjeg u visoko obrazovanje. U Z. Ristić Dedić & B. Jokić (Ur.), *Što nakon srednje? Želje, planovi i stavovi hrvatskih srednjoškolaca* (str. 104–121). Agencija za znanost i visoko obrazovanje.
- Rodríguez González, C., Bustillo Mesanza, R., & Mariel, P. (2011). The Determinants of International Student Mobility Flow: An Empirical Study on the Erasmus Program. *Higher Education*, 62(4), 413–430. <https://doi.org/10.1007/s10734-010-9396-5>
- Rukavina, M. (2017). Tranzicija adolescenata u srednju školu i studij. *Školski vjesnik*, 66(1), 107–122.
- Sakdiah, H. (2018). Factors Influencing the Students' Interests in Continuing Their Education at University. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 8(2), 81–89. <https://doi.org/10.23960/jpp.v8.i2.201809>
- Skatova, A., & Ferguson, E. (2014). Why Do Different People Choose Different University Degrees? Motivation and the Choice of Degree. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01244>
- Trusty, J., Niles, S. G., & Carney, J. V. (2005). Education-Career Planning and Middle School Counselors. *Professional School Counseling*, 9(2), Article 2156759X0500900203. <https://doi.org/10.1177/2156759X0500900203>
- Fromme, K., Corbin, W. R., & Kruse, M. I. (2008). Behavioral Risks During the Transition from High School to College. *Deve-*

- lopmental Psychology*, 44(5), 1497–1504. <https://doi.org/10.1037/a0012614>
- Hunjet, A., & Kozina, G. (2014). Konkurentno visoko obrazovanje za suvremeno tržište rada. *Economy and Market Communication Review*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.7251/EMC1402184H>
- Card, D., & Payne, A. A. (2021). High School Choices and the Gender Gap in Stem. *Economic Inquiry*, 59(1), 9–28. <https://doi.org/10.1111/ecin.12934>
- Caruso, R., & de Wit, H. (2015). Determinants of Mobility of Students in Europe: Empirical Evidence for the Period 1998–2009. *Journal of Studies in International Education*, 19(3), 265–282. <https://doi.org/10.1177/1028315314563079>
- Wells, A. (2014). International Student Mobility: Approaches, Challenges and Suggestions for Further Research. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 143, 19–24. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.350>

Примљено / Received: 19. 08. 2023.

Исправљено / Revised: 18. 09. 2023.

Прихваћено / Accepted: 20. 09. 2023.



**РЕГИОНАЛНА ДИФЕРЕНЦИЈАЦИЈА СТРУКТУРНИХ ПРОМЈЕНА  
ЗАПОСЛЕНОСТИ СТАНОВНИШТВА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ****Драгица Делић<sup>1\*</sup> и Лука Сабљић<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ

**Сажетак:** Рад анализира промјене у запослености по секторима привреде у Републици Српској и њеним нодално-функционалним регијама у периоду 2009–2019. године. Анализа промјена у структури запослених урађена је методом промјене удјела (shift-share) како би се утврдило да ли су укупни учинци промјена запослености у регијама у односу на национални просјек резултат његове економске структуре и/или стопа раста његових сектора. Посматрано је кретање броја запослених на националном нивоу (у овом случају нивоу Републике Српске), регионалном нивоу (регије Републике Српске) и локалном нивоу (градови и општине у припадајућим регијама). Резултати указују на изражену регионалну неједнакост у запослености. Национална компонента запослености, то јесте промјена узрокована националним трендом, највећа је у Бањалучкој регији, затим у Добојско-бијелинској и Сарајевско-зворничкој регији, а најмања у Требињско-фочанској регији. Резултати анализе секторске компоненте указују на то да кретање броја запослених на националном нивоу негативно утиче на кретање броја запослених на нивоу свих регија у прва три сектора, од којих је највећа негативна промјена забиљежена у секундарном сектору у свим регијама. Позитивну вриједност промјене билежи само квартарни сектор, највећу у Бањалучкој регији, а најмању у Требињско-фочанској регији. Резултати анализе локалне компоненте на нивоу регија Републике Српске указују на то да само Бањалучка регија има конкурентске предности када је у питању кретање укупног броја запослених.

**Кључне ријечи:** регионална неједнакост, економски раст, метода промјене удјела (shift-share), Република Српска.

Original scientific paper

**REGIONAL DIFFERENTIATION OF STRUCTURAL CHANGES IN EMPLOYMENT OF  
THE POPULATION OF THE REPUBLIC OF SRPSKA****Dragica Delić<sup>1\*</sup> and Luka Sabljic<sup>1</sup>**<sup>1</sup>University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

**Abstract:** The study examines shifts in workforce distribution across economic sectors within the the Republic of Srpska and its nodal-functional regions during the years 2009 to 2019. The examination of alterations in the employee composition was carried out through the application of the shift-share methodology. This approach aimed to ascertain whether the collective impacts of employment changes in the regions, in comparison to the national average, can be attributed to their economic structure, the growth rates of their respective sectors, or a combination thereof. Employee count fluctuations were monitored across multiple tiers: the national scale (specifically, the Republic of Srpska), the regional level (encompassing various regions within the Republic of Srpska), and the local level (encompassing cities and municipalities within those respective regions). The findings suggest significant disparities in employment across different regions. The employment's national element, which signifies the alteration due to the overall national trend, is most substantial in the Banja Luka region, succeeded by the Doboј-Bijeljina and Sarajevo-Zvornik regions. Conversely, it is least prominent in the Trebinje-Foča region. The outcomes derived from the examination of the sector-specific element reveal that changes in the employee count at the national level exert a detrimental influence on the employee count alterations across all regions, particularly within the first three sectors. Notably, the most substantial adverse shift was observed in the secondary sector across all regions. Solely the quaternary sector demonstrated a positive change value, with the most significant increase noted in the Banja Luka region and the smallest in the Trebinje-Foča region. The findings from the assessment of the regional-level local component within the Republic of Srpska suggest that exclusively the Banja Luka region possesses competitive strengths concerning the fluctuations in the overall employee count.

**Keywords:** regional inequality, economic expansion, shift-share method, Republic of Srpska.

\* Аутор за кореспонденцију: Драгица Делић, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина, Е-mail: dragica.delic@pmf.unibl.org  
Corresponding author: Dragica Delić, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, E-mail: dragica.delic@pmf.unibl.org

УВОД

Развојне неједнакости између насеља, регија и држава, последица су бројних економских, политичких и социолошких процеса. Присутне су у свим државама, али у већем интензитету у онима које нису благовремено успоставиле планске механизме управљања развојем. Постојање развојних неједнакости на неком простору у дужем периоду води ка неуравнотеженом друштвено-економском развоју. Последице таквог стања су неравномјерна дистрибуција економских активности и становништва, што узрокује два истовремена процеса: са једне стране пражњење, пасивност и запуштање дијелова простора, а са друге, вишеструки притисак на друге дијелове простора. Према Територијалној Агенди 2030, уравнотежен друштвено-економски развој препознат је као инструмент развоја у политикама Европске уније, те представља основни циљ кохезионе политике ове заједнице (Territorial Agenda 2030, 2020). Овакав развој постиже се кроз смањивање структурних неједнакости између региона и држава. Успостављање уравнотеженог друштвено-економског развоја Босне и Херцеговине (БиХ) и Републике Српске (РС) у оквиру ње приоритет је за одрживи развој, али и припрема за придруживање Европској унији. Како би се могли успоставити инструменти уравнотеженог развоја, неопходно је направити анализу структурних карактеристика региона у БиХ у првом реду економских. Рад анализира једну од економских карактеристика регија РС (запосленост становништва по секторима привреде), које су издвојене по нодално-функционалној регионализацији: Бањалучка (Б), Добојско-бијељинска (ДБ), Сарајевско-зворничка (СЗ) и Требињско-фочанска регија (ТФ) (Гњато, 1997). За потребе анализе промјена у структури запослених идентификоваће се промјене у кретању запослености по секторима привреде, утврдити растући и сектори у слабљењу, те установити структурне разлике по издвојеним регијама. Полазна хипотеза овог истраживања заснива се на претпоставци да је у РС изражена регионална неједнакост, то јесте да између њених

INTRODUCTION

Disparities in development among communities, regions, and nations stem from a multitude of economic, political, and sociological processes. They exist in every country, though they are more pronounced in those that did not promptly implement developmental management planning mechanisms. Prolonged existence of developmental disparities within a region results in imbalanced socio-economic growth. Such circumstances give rise to disparate dispersion of economic endeavors and inhabitants, initiating two concurrent trends: firstly, the abandonment, inactivity, and disregard of certain areas, and secondly, the imposition of numerous pressures on other spatial areas. As outlined by the Territorial Agenda 2030, achieving equitable socio-economic progress is acknowledged as a developmental tool within the European Union's policies, standing as the central objective of its community cohesion policy (Territorial Agenda 2030, 2020). This type of advancement is realized by addressing structural disparities between various regions and nations. Placing a priority on achieving equitable socio-economic development within Bosnia and Herzegovina (B&H) and its component entity, Republic of Srpska (RS), serves as a fundamental building block for sustainable progress and as a preliminary measure toward joining the European Union. The study examines an economic aspect of the regions within RS, specifically the population's employment distribution across economic sectors. These regions are delineated by nodal-functional regionalization and encompass Banja Luka (B), Doboј-Bijeljina (DB), Sarajevo-Zvornik (SZ), and Trebinje-Foča (TF) regions (Gnjato, 1997). To facilitate the analysis of employee structural shifts, this study aims to identify alterations in employment movement across economic sectors, pinpoint sectors experiencing growth or decline, and ascertain structural discrepancies within distinct regions. The initial conjecture of this study derives from the premise that regional disparities exist within RS, implying the presence of distinct structural variations among its various regions. To achieve the predetermined

регија постоје структурне разлике. За реализацију постављеног циља користиће се методе анализе и синтезе, те метода промјене удјела (shift-share). Анализе регионалне неједнакости у БиХ методом промјене удјела су ријетке (Марић, 2000; Марић & Бајић, 2001; Halebić & Merdić, 2019), те је оправдана потреба за оваквим истраживањем.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Анализа образаца регионалног раста могућа је уз примјену различитих метода. Најпознатија је метода промјене удјела, развијена 1940-их, а примијењена 1960-их година у Сједињеним Америчким Државама за мјерење разлика у трендовима регионалног развоја између држава и нације (Dunn Jr., 1960). Суштина ове методе је да разлаже економске промјене (раст или пад развоја) на различите компоненте. У овом случају, када се користи за анализу и разумијевање регионалног развоја, економске промјене у регионима се разлажу на: националну, секторску и регионалну (локалну) компоненту. Свака од ових компонентних промјена може се протумачити како би се пружио увид у промјену нивоа активности коју је доживио регион који се истражује (Page & Patton, 1991). Метода је преиспитивана (Грчић & Марић, 1998; Selting & Loveridge, 1992; Holden et al., 1989) и у више наврата модификована (Artige & Van Neuss, 2014; Berzeg, 1978; Montanía et al., 2021; Sakashita, 1973; Selting & Loveridge, 1992; Sihag & McDonough, 1989; Wadley & Smith, 2003). Међутим, због својих предности (јасноће, једноставности, доступности потребних података), доказала је своју вриједност континуитетом употребе (Jackson & Haynes, 2009) који траје преко шездесет година. Употреба ове методе, за потребе истраживања регионалног раста, проширила се у академским и стручним круговима (Bielik & Rajčaniová, 2008; Blien & Haas, 2005; Brox & Carvalho, 2008; Brox et al., 2010; Грчић & Паткај, 2006; Illeris, 2005; Klinger & Wolf, 2011; Krabokoukis & Polyzos, 2021; Lu, 2016; Rota et al., 2020; Sirakaya et al., 1995; Čavrak, 2012).

objective, a combination of analysis and synthesis methods, along with the application of the shift-share method, will be employed. Examinations of regional disparities in B&H using the shift-share methodology are infrequent (Марић, 2000; Марић & Бајић, 2001; Halebić & Merdić, 2019), underscoring the substantiated necessity for such investigations.

## DATA AND METHODS

Various methodologies enable the examination of patterns of regional growth. The most renowned approach is the shift-share method, originated in the 1940s and put into practice during the 1960s within the United States of America to assess variations in developmental trajectories among states and countries (Dunn Jr., 1960). The core principle of this technique involves dissecting economic shifts (either growth or decline in development) into distinct components. In the context of regional development analysis and comprehension, economic alterations within regions are deconstructed into the following components: national, sectoral, and regional (local). Interpreting each of these component shifts offers a means to gain understanding regarding the shifts in activity levels observed within the studied region (Page & Patton, 1991). The approach has undergone various examinations (Грчић & Марић, 1998; Selting & Loveridge, 1992; Holden et al., 1989) and had multiple adaptations (Artige & Van Neuss, 2014; Berzeg, 1978; Montanía et al., 2021; Sakashita, 1973; Selting & Loveridge, 1992; Sihag & McDonough, 1989; Wadley & Smith, 2003). Nonetheless, owing to its merits (clearness, simplicity, accessibility of necessary data), it has demonstrated its worth through a consistent usage (Jackson & Haynes, 2009) spanning over six decades. The application of this technique, for the intent of studying regional growth, has gained traction within academic and professional communities (Bielik & Rajčaniová, 2008; Blien & Haas, 2005; Brox & Carvalho, 2008; Brox et al., 2010; Грчић & Паткај, 2006; Illeris, 2005; Klinger & Wolf, 2011; Krabokoukis & Polyzos, 2021; Lu, 2016; Rota et al., 2020; Sirakaya et al., 1995; Čavrak, 2012).

Иако је метода промјене удјела временом модификована и допуњавана увођењем додатних варијабли њен класични облик задовољава потребе овог истраживања. Основна формула за примјену ове методе гласи:

$$\Delta e_i = e_{i,t} - e_{i,t-1} = NS_i + IM_i + RS_i \quad (1)$$

то јесте:

that is:

$$NS_i = e_{i,t-1} * \frac{E_t - E_{t-1}}{E_{t-1}} \quad (2)$$

$$IM_i = e_{i,t-1} * \left( \frac{E_{i,t} - E_{i,t-1}}{E_{i,t-1}} - \frac{E_t - E_{t-1}}{E_{t-1}} \right) \quad (3)$$

$$RS_i = e_{i,t-1} * \left( \frac{e_{i,t} - e_{i,t-1}}{e_{i,t-1}} - \frac{E_{i,t} - E_{i,t-1}}{E_{i,t-1}} \right) \quad (4)$$

гдје је:  $\Delta e_i$  – укупна промјена у запослености у одређеном сектору,  $e_{i,t}$  – запосленост у одређеном сектору на крају периода,  $e_{i,t-1}$  – запосленост у одређеном сектору на почетку периода,  $NS_i$  – промјена узрокована националним трендом (национална компонента),  $IM_i$  – промјена узрокована секторским миксем (секторска компонента),  $RS_i$  – промјена узрокована регионалним помјерањем (локална компонента),  $E_t$  – укупна запосленост у свим секторима на националном нивоу на крају периода,  $E_{t-1}$  – укупна запосленост на националном нивоу у свим секторима на почетку периода,  $e_{i,t-1}$  – запосленост у региону у одређеном сектору на почетку посматраног периода,  $E_{i,t}$  – укупна запосленост на националном нивоу у одређеном сектору на крају периода,  $E_{i,t-1}$  – укупна запосленост на националном нивоу у одређеном сектору на почетку периода. Када је ријеч о посљедњем показатељу ( $RS_i$ ), умјесто укупне запослености у региону, уврштавају се вриједности које се односе на запосленост у одређеном сектору у анализираном региону. Позитивна секторска структура један је од најважнијих фактора у регионалној конкурентности (Trinajstić et al., 2019), а примјена методе промјене удјела управо служи да истакне предности и слабости локалне економије (Loveridge, 1995). На примјер, ако запосленост региона у неком сектору расте брже од раста националне запослености у истом сектору, претпоставка је да локална економија има конкурентску предност у том сектору

where is:  $\Delta e_i$  – overall employment shift within a specific sector,  $e_{i,t}$  – employment within a specific sector at the conclusion of the timeframe,  $e_{i,t-1}$  – employment within a particular sector at the commencement of the timeframe,  $NS_i$  – shift resulting from the national trend (national component),  $IM_i$  – shift resulting from the sectoral composition (sectoral component),  $RS_i$  – shift resulting from regional repositioning (local component),  $E_t$  – overall employment across all sectors at the national level by the conclusion of the timeframe,  $E_{t-1}$  – overall employment at the national level across all sectors at the commencement of the timeframe,  $e_{i,t-1}$  – employment within a specific sector in the region at the start of the observed timeframe,  $E_{i,t}$  – overall employment at the national level within a specific sector by the conclusion of the timeframe,  $E_{i,t-1}$  – overall employment at the national level within a specific sector at the commencement of the timeframe. In relation to the final indicator ( $RS_i$ ) values pertaining to employment within a specific sector in the examined region are incorporated, as opposed to the overall employment in the region. A favorable sectoral composition stands as a pivotal element in regional competitiveness (Trinajstić et al., 2019), and the utilization of the shift-share method precisely elucidates the strengths and vulnerabilities within the local economy (Loveridge, 1995). For example, if a region's employment within a specific sector experiences swifter growth compared to the national employment growth in that same sector, the inference

(Trinajstić et al., 2019). Анализа кретања запослености по општинама и регијама РС обухвата временски интервал од 2009. до 2019. године. Подаци за анализу запослености преузети су из публикација Републичког завода за статистику Републике Српске – *Статистички годишњак Републике Српске, 2010, Градови и општине Републике Српске, 2020.* и *Ово је Република Српска, 2020.* За потребе анализе подаци за општину Станари придружени су подацима за град Добој, јер се из његовог састава издвојила 2014. године. Због измјене методологије класификације дјелатности у БиХ и промјена у шифрирању појединих дјелатности, анализа резултата сведена је на секторске нивое: примарни (I), секундарни (II), терцијарни (III) и квартарни (IV) уз прилагођавање новој методологији класификације дјелатности. У примарни сектор сврстане су дјелатности из подручја: пољопривреде, шумарства и риболова. У секундарни сектор сврстане су дјелатности из подручја: вађења руда и камена, прерађивачке индустрије, производње и снабдијевања електричном енергијом, гасом, паром и климатизације и грађевинарства. У терцијарни сектор сврстане су дјелатности из подручја: снабдијевања водом, канализације, управљања отпадом и санације (ремедијације) животне средине, трговине на велико и на мало, поправке моторних возила и мотоцикала, саобраћаја и складиштења, дјелатности пружања смјештаја, припреме и послуживања хране, хотелијерства и угоститељства, информација и комунација. У квартарни сектор сврстане су дјелатности из подручја: финансијске дјелатности и дјелатности осигурања, пословања некретнинама, стручне, научне и техничке дјелатности, административне и помоћне услужне дјелатности, јавне управе и одбране, обавезног социјалног осигурања, образовања, здравствене заштите и социјалног рада, умјетности, забаве и рекреације и осталих услужних дјелатности.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У анализираном периоду у РС и њеним регијама дошло је до промјена у укупном броју запослених (Сл. 1). На нивоу РС та промјена износи 5.3 % и позитивна је у свим регијама, осим у Требињско-фочан-

is that the local economy holds a competitive edge in said sector (Trinajstić et al., 2019). The examination of employment patterns across municipalities and regions within RS encompasses the time span from 2009 to 2019. The data used for the employment analysis were extracted from the publications of the Republic Institute for Statistics of Republic of Srpska, including the *Statistical Yearbook of Republic of Srpska 2010, Cities and Municipalities of Republic of Srpska 2020,* and *This is the Republic of Srpska 2020.* In the interest of analysis, the data from Stanari municipality was joined with that of the city of Doboј, as it was detached from its administrative composition in 2014. Because of alterations in the classification methodology for activities in B&H and modifications in the coding of specific activities, the examination of results was confined to sectoral tiers: primary (I), secondary (II), tertiary (III), and quaternary (IV), adjusted to align with the updated classification methodology for activities. The primary sector encompasses endeavors within the domains of agriculture, forestry, and fishing. The secondary sector involves operations within fields such as the extraction of ores and minerals, industrial processing, electricity generation, gas supply, steam, air conditioning, and construction. The tertiary sector encompasses operations spanning water supply, sewage management, waste handling, environmental restoration (remediation), wholesale and retail trade, repair of motor vehicles and motorcycles, transportation and storage, lodging, food preparation and service, hotel and hospitality industry, as well as information and communication services. The quaternary sector involves operations within the following domains: financial services and insurance, real estate enterprise, professional, scientific, and technical activities, administrative and support service activities, public administration and defense, compulsory social insurance, education, healthcare and social services, arts, entertainment, recreation, and other service-related activities.

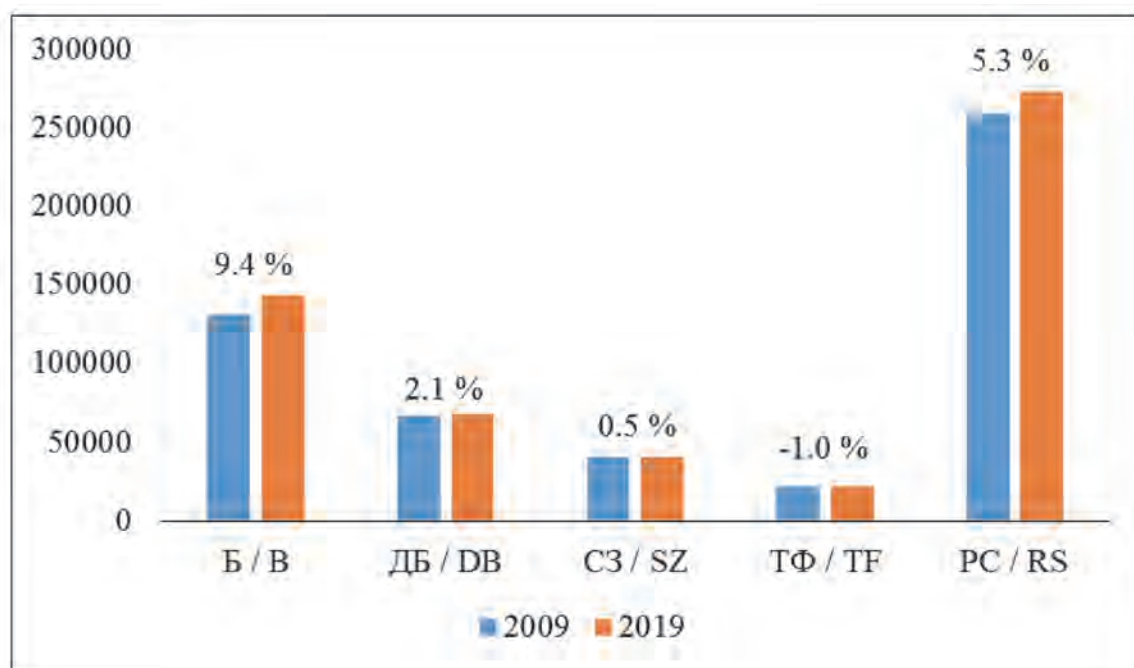
## RESULTS AND DISCUSSION

During the observed timeframe, shifts occurred in the overall workforce count within RS and its respective regions (Fig. 1). At the scale of RS, this alteration accounts for 5.3 % and is positive across all regions, with the exception of Trebinje-Foča re-



ској у којој је број запослених смањен (-1.0 %). Највећи пораст броја запослених биљеже Бањалучка регија (9.4 %), а затим Добојско-бијељинска (2.1 %), док је најмањи пораст регистрован у Сарајевско-зворничкој регији (0.5 %).

gion, where there was a decrease in the number of employees (-1.0 %). The most significant rise in employee numbers was documented in the Banja Luka region (9.4 %), succeeded by Doboј-Bijeljina region (2.1 %). On the other hand, the smallest increase was noted in the Sarajevo-Zvornik region (0.5 %).



Сл. 1. Кретање укупног броја запослених у регијама Републике Српске у периоду од 2009. до 2019. године

Fig.1. Changes in the total number of employees in the regions of the Republic of Srpska in the period from 2009 to 2019

Када је ријеч о кретању броја запослених по секторима дјелатности, на нивоу РС, примарни (-7.8 %) и секундарни (-1.3 %) сектор биљеже негативне, а терцијарни (3.5 %) и квартарни (15.4 %) позитивне промјене. Секторске промјене запослених на нивоу регија указују на различите процесе у оквиру сваке регије. У Бањалучкој регији број запослених у примарном сектору је опао (-11.9 %), док у осталим секторима запосленост расте (у секундарном сектору за 5.4 %, у терцијарном за 6.2 % и највише у квартарном за 18.3 %). Сличне промјене десиле су се и у Добојско-бијељинској регији: негативна у примарном (-26.0 %) и секундарном (-3.4 %) сектору, а у осталим секторима позитивна промјена у броју запослених (у терцијарном за 1.0 %, а у квартарном за 13.0 %). У Сарајевско-зворничкој регији

Regarding the flux of employee counts within activity sectors, at the RS level, the primary (-7.8 %) and secondary (-1.3 %) sectors witnessed negative alterations, whereas the tertiary (3.5 %) and quaternary (15.4 %) sectors observed positive shifts. Alterations in employee distribution across sectors at the regional level signify distinct processes within each region. Within the Banja Luka region, employee count in the primary sector declined (-11.9 %), whereas employment increased across other sectors (a 5.4 % rise in the secondary sector, a 6.2 % increase in the tertiary sector, and the most notable growth in the quaternary sector at 18.3 %). Analogous shifts were observed within the Doboј-Bijeljina region: negative changes in the primary (-26.0 %) and secondary (-3.4 %) sectors, while experiencing positive changes in employee counts across other sectors (a 1.0 % increase in the tertiary sector and a 13.0 % increase in the quater-

регистроване промјене мањег су интензитета: позитивне у примарном (3.8 %) и квартарном (9.6 %) сектору, а негативне у секундарном (-5.9 %) и терцијарном (-2.85 %) сектору. У Требињско-фочанској регији регистрована је негативна промјена у секундарном (-18.3 %) сектору, а у осталим позитивна промјена (у примарном 24.0 %, у терцијарном 5.8 % и у квартарном 12.8 %). Како би се утврдило да ли су укупни учинци промјена запослености у регијама у односу на национални просјек резултат његове економске структуре и/или стопа раста његових сектора, урађена је анализа промјене удјела у којој се пореди кретање броја запослених на националном нивоу (у овом случају нивоу РС), регионалном нивоу (регије РС) и локалном нивоу (општине у припадајућим регијама).

Национална компонента економског раста регије, или другим ријечима ефекат националног раста, показатељ је који указује на промјене регионалног или локалног економског развоја у односу на национални ниво промјене. Зависност регионалног или локалног економског развоја од националног нивоа економског развоја лежи у бројним факторима: кретању броја становника, промјени пословног циклуса, промјенама економских трендова, политикама управљања привредом итд. У овом случају, резултати анализе (Таб. 1) показују у ком обиму је порастао број запослених у регијама и општинама у односу на број запослених на нивоу РС.

Промјена узрокована националним трендом (национална компонента) највећа је у Бањалучкој регији, затим у Добојско-бијељинској, Сарајевско-зворничкој, а најмања у Требињско-фочанској регији. Сумарни резултати на локалном нивоу указују да се највеће промјене дешавају у највећим општинама и градовима. У оквиру Бањалучке регије највећа промјена забиљежена је у Бањој Луци, Градишци, Лакташима и Приједору, у оквиру Добојско-бијељинске регије у Бијељини и Добоју, у оквиру Сарајевско-зворничке регије у Источном Сарајеву и Зворнику, те у Требињско-фочанској регији у Требињу. Промјене запослености по секторима дјелат-

nary sector). Within the Sarajevo-Zvornik region, the observed shifts are less pronounced: displaying positive changes in the primary (3.8 %) and quaternary (9.6 %) sectors, while indicating negative changes in the secondary (-5.9 %) and tertiary (-2.85 %) sectors. Within the Trebinje-Foča region, an adverse shift was noted in the secondary sector (-18.3 %), while positive changes were observed in the remaining sectors (a 24.0 % increase in the primary sector, a 5.8 % increase in the tertiary sector, and a 12.8 % increase in the quaternary sector). To ascertain whether the collective impacts of employment changes within the regions, concerning the national average, stem from its economic framework and/or sectoral growth rates, an evaluation of share alterations was conducted. This analysis juxtaposes employee count shifts at the national level (in this case, RS), regional level (RS regions), and local level (municipalities within corresponding regions).

The national element of the region's economic expansion, or more precisely, the influence of national growth, serves as an indicator that highlights shifts in regional or local economic advancement in relation to the overall national change. The correlation between regional or local economic progress and the national level of economic development is influenced by a multitude of factors, including population migration, shifts in the business cycle, alterations in economic trends, economic management policies, and more. In this instance, the analysis outcomes (Tab. 1) demonstrate the extent to which the employee count has risen within regions and municipalities in comparison to the employee count at the RS level.

The alteration prompted by the national trend (national component) exhibits its most substantial impact in the Banja Luka region, succeeded by Dobo-Bijeljina, Sarajevo-Zvornik region, and registering the least effect in the Trebinje-Foča region. The summarized outcomes on the local scale suggest that the most significant changes are unfolding within the most populous municipalities and cities. In the Banja Luka region, the most substantial change was documented in Banja Luka, Gradiška, Laktaši, and Prijedor. Within the Dobo-Bijeljina region, notable shifts were observed in Bijeljina and Dobo. Within the Sarajevo-Zvornik region, Istočno Sarajevo and Zvornik stood out for significant changes. Similarly, in the Trebinje-Foča region, Trebinje showcased noteworthy shifts. Alterations in employment across

ДРАГИЦА ДЕЛИЋ И ЛУКА САБЉИЋ  
DRAGICA DELIĆ AND LUKA SABLJIĆ

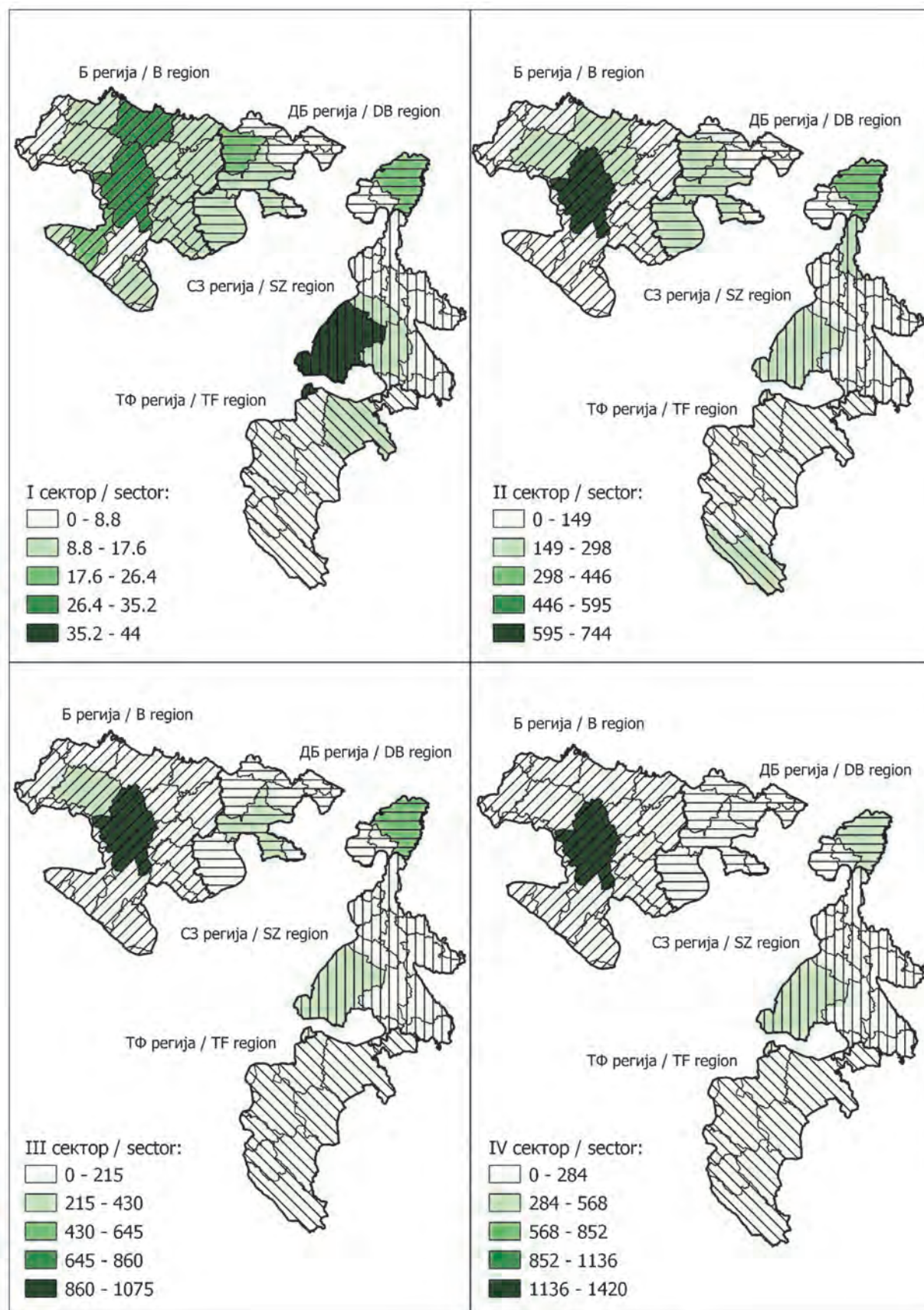
Таб. 1. Резултати анализе националне компоненте  
Tab. 1. Results of the national component analysis

	I	II	III	IV	Укупно / Total
Бања Лука / Banja Luka	34	744	1075	1420	3273
Градишка / Gradiška	29	165	179	142	515
Источни Дрвар / Istočni Drvar	4	0	0	1	6
Језеро / Jezero	0	0	0	2	3
Кнежево / Kneževo	14	10	21	24	68
Козарска Дубица / Kozarska Dubica	10	86	73	55	225
Костајница / Kostajnica	5	23	20	13	62
Котор Варош / Kotor Varoš	17	96	42	37	191
Крупа на Уни / Krupa na Uni	0	2	3	3	7
Купрес / Kupres	1	0	0	1	2
Лакташи / Laktaši	15	231	209	93	548
Мркоњић Град / Mrkonjić Grad	8	73	69	47	197
Оштра Лука / Oštra Luka	2	6	9	7	23
Нови Град / Novi Grad	5	53	101	61	219
Петровац / Petrovac	11	6	4	2	23
Приједор / Prijedor	16	252	272	235	774
Прњавор / Prnjavor	12	137	113	79	341
Рибник / Ribnik	19	10	12	18	59
Србац / Srbac	10	64	44	45	162
Челинац / Čelinac	9	55	43	34	142
Шипово / Šipovo	15	31	22	21	90
Б регија / B region	234	2043	2311	2341	6929
Бијељина / Bijeljina	24	318	451	380	1173
Брод / Brod	3	102	60	37	202
Вукосавље / Vukoslavlje	0	3	3	3	9
Дервента / Derвента	18	158	87	63	327
Добој / Doboј	9	193	287	238	728
Доњи Жабар / Donji Žabar	7	6	9	4	25
Лопаре / Lopare	4	19	19	24	65
Модрича / Modriča	3	100	74	65	242
Пелагићево / Pelagićevo	2	5	8	8	23
Петрово / Petrovo	2	21	11	15	49
Теслић / Teslić	13	168	109	73	363
Угљевик / Ugljevik	4	129	27	32	192
Шамац / Šamac	6	47	58	36	146
ДБ регија / DB region	95	1267	1203	978	3544
Братунац / Bratunac	1	31	37	35	104
Вишеград / Višegrad	6	35	36	33	111
Власеница / Vlasenica	6	24	22	26	79
Зворник / Zvornik	5	184	147	119	455
Источно Сарајево / Istočno Sarajevo	44	262	279	347	933

Милићи / Milići	3	47	13	21	84
Ново Горажде / Novo Goražde	1	5	4	6	16
Осмаци / Osmaci	0	3	7	6	16
Рогатица / Rogatica	14	46	26	28	114
Рудо / Rudo	2	5	11	15	33
Сребреница / Srebrenica	8	39	14	26	87
Хан Пијесак / Han Pijesak	16	13	9	10	49
Шековићи / Šekovići	3	13	11	16	43
СЗ регија / SZ region	111	707	617	687	2123
Берковићи / Berkovići	1	1	2	6	11
Билећа / Bileća	1	50	32	30	113
Гацко / Gacko	3	108	26	30	166
Источни Мостар / Istočni Mostar	0	0	0	0	0
Калиновик / Kalinovik	6	3	2	7	18
Љубиње / Ljubinje	4	16	8	13	41
Невесиње / Nevesinje	5	29	30	35	99
Требиње / Trebinje	7	215	94	134	450
Фоча / Foča	13	31	55	99	199
Чајниче / Čajniče	6	9	11	12	38
ТФ регија / TF region	47	462	261	366	1136

ности између регија имају сличан карактер: највећи пораст у секундарном, затим у терцијарном или кварталном сектору, а најмањи пораст у примарном сектору. У Бањалучкој регији карактер пораста запослености је другачији, највећи пораст је у кварталном, затим у терцијарном и секундарном сектору, а најмањи такође у примарном сектору. Када се детаљније анализира промјена узрокована националним трендом по секторима дјелатности, увиђа се сљедећа правилност: у општинама и градовима гдје је регистрована већа укупна промјена она се везује за неуједначен пораст запослених по секторима у корист пораста запослених у терцијарном и кварталном сектору. Највећу промјену у порасту запослености у примарном сектору биљежи Источно Сарајево, док у секундарном, терцијарном и кварталном највећу промјену има Бања Лука (Сл. 2). У мањим општинама промјене броја запослених узроковане националним трендом биљеже мање вриједности и на нивоу сектора дјелатности имају равномјернију промјену.

activity sectors among regions exhibit a comparable pattern: the most significant rise occurring in the secondary sector, succeeded by the tertiary or quaternary sector, and the least notable increase transpiring in the primary sector. Within the Banja Luka region, the nature of the employment growth diverges, with the most substantial increase manifesting in the quaternary sector, followed by the tertiary and secondary sectors, and the least significant rise occurring in the primary sector as well. Upon conducting a more intricate examination of the alteration induced by the national trend in activity sectors, the subsequent pattern emerges: within municipalities and cities where a greater overall change was recorded, there is a correlation with an uneven augmentation in employees per sector, favoring an increase in employees within the tertiary and quaternary sectors. The most pronounced shift in employment expansion within the primary sector is documented in Istočno Sarajevo, whereas in the secondary, tertiary, and quaternary sectors, the most substantial alteration occurs in Banja Luka (Fig. 2). Within smaller municipalities, changes in employee counts attributed to the national trend exhibit more modest values, and at the activity sector level, they exhibit a more balanced alteration.



Сл. 2. Национална компонента економског раста на локалном нивоу  
 Fig. 2. National component of economic growth at the local level

Секторска компонента, у литератури често називана микс компонента, указује како национални развој утиче на регионални или локални развој у одређеном сектору привреде. Резултати анализе (Таб. 2) указују на то да кретање броја запослених на националном нивоу негативно утиче на кретање броја запослених на нивоу свих регија у прва три сектора, од којих је највећа негативна промјена забиљежена у секундарном сектору у свим регијама. Позитивну вриједност промјене биљежи само квартарни сектор, највећу у Бањалучкој регији, а најмању у Требињско-фочанској регији.

The sectoral component, frequently referred to as the composition component in literature, reveals the manner in which national progress impacts regional or local advancement within a specific sector of the economy. The findings from the analysis (Tab. 2) reveal that the trajectory of employee counts at the national level exerts an adverse influence on the employee count trajectory across all regions in the initial three sectors. Notably, the most substantial negative shift was registered in the secondary sector across all regions. Only the quaternary sector demonstrates a positive change, with the most significant increase observed in the Banja Luka region and the least substantial in the Trebinje-Foča region.

Таб. 2. Резултати анализе секторске компоненте  
Tab. 2. Results of the sectoral component analysis

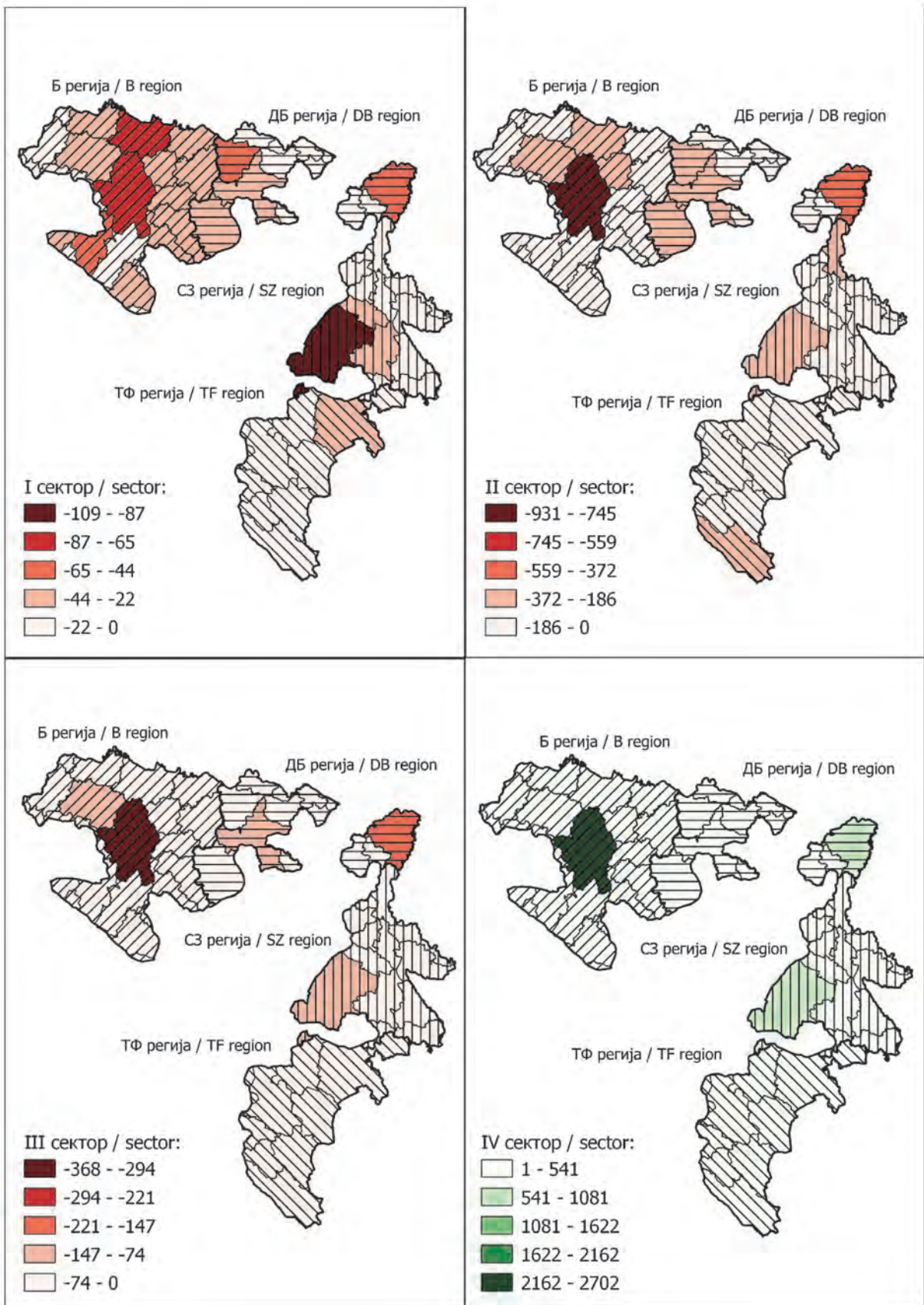
	I	II	III	IV
Бања Лука / Banja Luka	-83	-931	-368	2702
Градишка / Gradiška	-72	-206	-61	270
Источни Дрвар / Istočni Drvar	-11	0	0	2
Језеро / Jezero	0	0	0	5
Кнежево / Kneževo	-35	-12	-7	46
Козарска Дубица / Kozarska Dubica	-25	-108	-25	105
Костајница / Kostajnica	-13	-29	-7	25
Котор Варош / Kotor Varoš	-41	-120	-14	70
Крупа на Уни / Krupa na Uni	0	-2	-1	6
Купрес / Kupres	-1	0	0	1
Лакташи / Laktaši	-37	-289	-72	177
Мркоњић Град / Mrkonjić Grad	-20	-91	-24	90
Оштра Лука / Oštra Luka	-4	-7	-3	14
Нови Град / Novi Grad	-12	-66	-35	116
Петровац / Petrovac	-28	-7	-1	4
Приједор / Prijedor	-39	-315	-93	446
Прњавор / Prnjavor	-29	-172	-39	151
Рибник / Ribnik	-47	-12	-4	34
Србац / Srbac	-24	-80	-15	85
Челинац / Čelinac	-22	-69	-15	65
Шипово / Šipovo	-37	-39	-8	40
Б регија / B region	-580	-2556	-791	4452
Бијелина / Bijeljina	-59	-397	-155	724
Брод / Brod	-7	-128	-20	71
Вукосавље / Vukoslavlje	0	-3	-1	6
Дервента / Derventa	-46	-198	-30	120
Добој / Doboj	-22	-242	-98	453
Доњи Жабар / Donji Žabar	-16	-7	-3	8

ДРАГИЦА ДЕЛИЋ И ЛУКА САБЉИЋ  
DRAGICA DELIĆ AND LUKA SABLJIĆ

Лопаре / Lopare	-10	-24	-6	45
Модрича / Modriča	-8	-125	-25	123
Пелагићево / Pelagićevo	-5	-6	-3	14
Петрово / Petrovo	-4	-26	-4	28
Теслић / Teslić	-33	-210	-37	139
Угљевик / Ugljevik	-10	-161	-9	61
Шамац / Šamac	-14	-58	-20	68
ДБ регија / DB region	-235	-1586	-412	1860
Братунац / Bratunac	-3	-38	-13	67
Вишеград / Višegrad	-15	-44	-12	63
Власеница / Vlasenica	-16	-30	-7	50
Зворник / Zvornik	-13	-230	-50	225
Источно Сарајево / Istočno Sarajevo	-109	-328	-96	659
Милићи / Milići	-8	-59	-4	39
Ново Горажде / Novo Goražde	-3	-6	-1	11
Осмаци / Osmaci	0	-4	-2	11
Рогатица / Rogatica	-34	-58	-9	54
Рудо / Rudo	-6	-6	-4	29
Сребреница / Srebrenica	-19	-49	-5	50
Хан Пијесак / Han Pijesak	-40	-16	-3	19
Шековићи / Šekovići	-8	-17	-4	29
СЗ регија / SZ region	-275	-885	-211	1307
Берковићи / Berkovići	-2	-2	-1	12
Билећа / Bileća	-3	-62	-11	58
Гацко / Gacko	-7	-135	-9	56
Источни Мостар / Istočni Mostar	0	0	0	1
Калиновик / Kalinovik	-15	-3	-1	13
Љубиње / Ljubinje	-10	-20	-3	24
Невесиње / Nevesinje	-13	-37	-10	66
Требиње / Trebinje	-17	-269	-32	255
Фоча / Foča	-33	-39	-19	189
Чајниче / Čajniče	-16	-12	-4	22
ТФ регија / TF region	-116	-579	-89	695

Исти тренд промјене присутан је и у регионалним оквирима на нивоу општина и градова. У оквиру регија уочава се да вриједности секторске промјене имају веће промјене (и позитивне и негативне) у већим општинама и градовима. Мање општине имају ниже вриједности секторске компоненте у кварталном сектору, јер имају мање буџете и мањи број радних мјеста у државним/ентитетским институцијама (образовне, здравствене, управне институције) (Сл. 3). Промјене запослености по секторима дјелатности између Бањалучке и Добојско-бијељинске регије

The identical pattern of change is evident within regional contexts at the level of municipalities and cities. Within the regions, it is noticeable that the magnitudes of sectoral shifts exhibit more pronounced variations (both positive and negative) within larger municipalities and cities. In smaller municipalities, the sectoral component values in the quaternary sector tend to be lower due to their limited budgets and fewer positions in state/entity institutions (such as educational, health, and administrative establishments) (Fig. 3). Alterations in employment across activity sectors between the Banja Luka and Doboje-Bijeljina regions exhibit a parallel pattern:



Сл. 3. Секторска компонента економског раста на локалном нивоу  
 Fig. 3. Sectoral component of economic growth at the local level



имају сличан карактер: највећи пад у секундарном, потом у терцијарном и примарном сектору. С друге стране, Сарајевско-зворничка и Требињско-фочанска регија имају сличне промјене по секторима дјелатности: највећи пад у секундарном, затим у примарном и на крају најмањи пад у терцијарном сектору. Посматрано на нивоу градова и општина највећа негативна промјена у примарном сектору забиљежена је у Источном Сарајеву, у секундарном и терцијарном у Бањој Луци, док је највећа позитивна промјена у кварталном сектору забиљежена такође у Бањој Луци (Сл. 3).

Локална компонента економског развоја регије указује на конкурентске предности регије која се анализира. Ако регионалне економије не расту по националним стопама раста, то значи да у регији постоје конкурентске предности (ако је у питању позитивна разлика) или недостаци (ако је у питању негативна разлика). Овај показатељ говори о томе колико локалне економије утичу са својим карактеристикама на економију регије и економију на националном нивоу и откривају позицију регије у односу на шири простор. Фактори који утичу на разлике између тренда националних стопа раста и тренда локалне компоненте су бројни (ресурси, постојање агломерацијске економије, мјере локалне политике, различите пореске политике, различит ниво улагања) и потичу са локалног нивоа дјеловања. Резултати анализе локалне компоненте на нивоу регија РС (Таб. 3) указују на то да само Бањалучка регија има конкурентске предности када је у питању кретање укупног броја запослених. Између осталих регија постоје мање разлике у вриједности локалне компоненте, али у поређењу са Бањалучком регијом у великој диспропорцији.

Анализа промјена у броју запослених на нивоу сектора указује да у оквиру Бањалучке регије само примарни сектор биљежи негативне вриједности локалне компоненте (Сл. 4). Резултати на нивоу сектора за Добојско-бијељинску регију показују негативне промјене за све секторе дјелатности. У Сарајевско-зворничкој регији позитивна промјена локалне компоненте пристуна је

experiencing the most substantial decline within the secondary sector, followed by the tertiary and primary sectors. Conversely, the Sarajevo-Zvornik and Trebinje-Foča regions manifest comparable shifts within activity sectors: showing the most prominent decrease within the secondary sector, followed by the primary sector, and ultimately the least notable decline occurring within the tertiary sector. Examined within the context of cities and municipalities, the most substantial negative shift within the primary sector was documented in Istočno Sarajevo, while within the secondary and tertiary sectors, Banja Luka witnessed the most significant decrease. Additionally, the most substantial positive change within the quaternary sector was also noted in Banja Luka (Fig. 3).

The local aspect of the region's economic development showcases the competitive advantages of the scrutinized area. When regional economies deviate from national growth rates, it signifies the presence of either competitive advantages (in the case of a positive difference) or disadvantages (if the difference is negative) within the region. This metric illustrates the manner in which local economies impact both the regional and national economies, unveiling the region's position in connection to the broader geographical context through its distinctive attributes. Multiple factors contribute to the disparities between the trajectory of national growth rates and the trajectory of the local component. These factors encompass resources, the presence of agglomeration economies, local policy interventions, diverse tax strategies, and varying levels of investment, all stemming from actions at the local level. The outcomes derived from the assessment of the local component within the RS regions (Tab. 3) suggest that solely the Banja Luka region possesses competitive advantages concerning the shift in the overall employee count. While the remaining regions exhibit modest variations in the local component's value, there exists a considerable disparity in contrast to the Banja Luka region.

Examination of shifts in the employee count at the sectoral level demonstrates that exclusively the primary sector within the Banja Luka region exhibits negative values for the local component (Fig. 4). At the sectoral level, the findings within the Doboje-Bijeljina region depict negative alterations across all activity sectors. Within the Sarajevo-Zvornik region, a favorable shift in the local component is solely evident within the

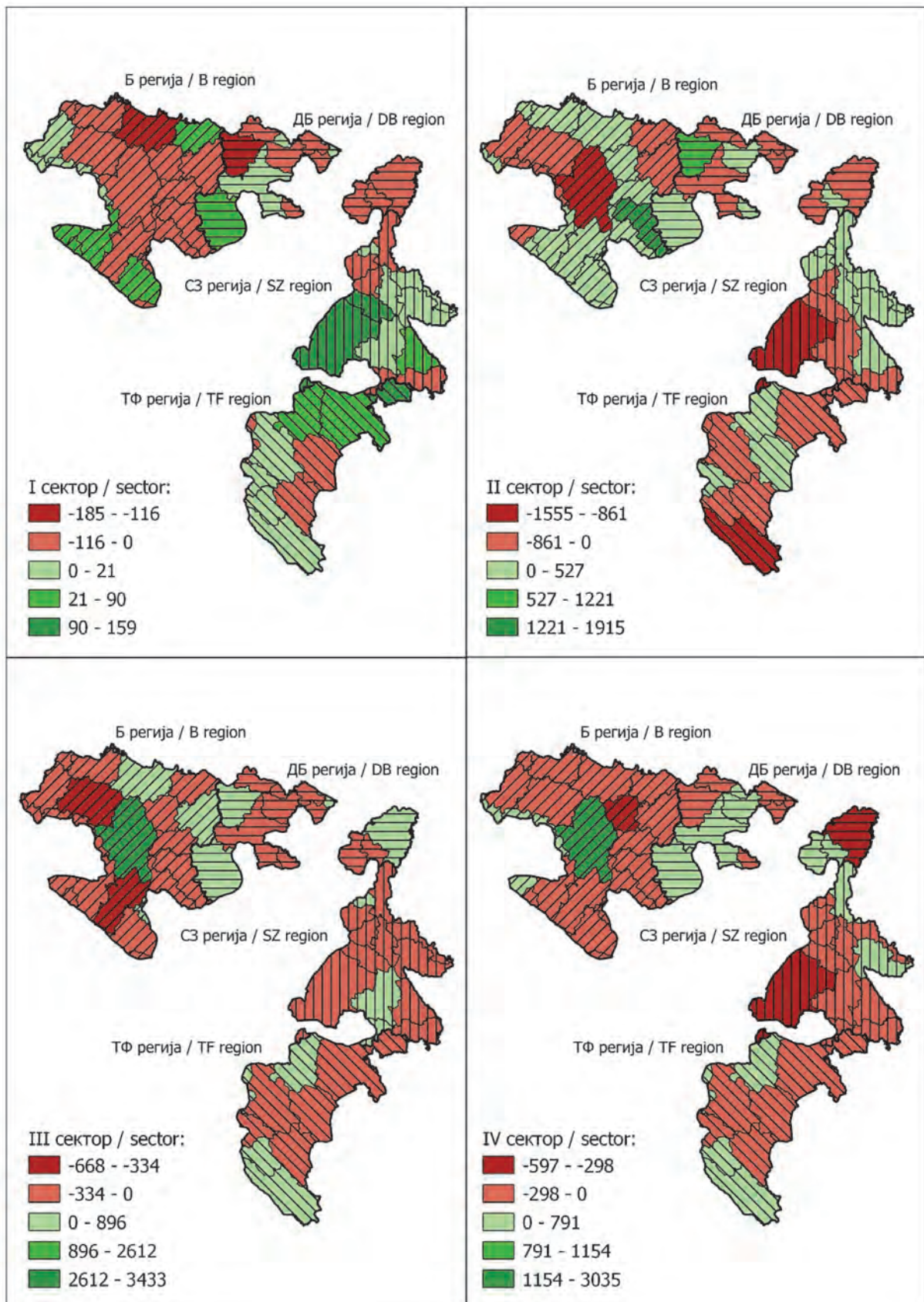
Таб. 3. Резултати анализе локалне компоненте  
 Tab. 3. Results of local component analysis

	I	II	III	IV	Укупно / Total
Бања Лука / Banja Luka	-23	-1095	3433	3035	6669
Градишка / Gradiška	-161	503	329	-125	476
Источни Дрвар / Istočni Drvar	44	5	-5	-4	31
Језеро / Jezero	0	27	10	-4	38
Кнежево / Kneževo	-15	59	-164	-93	-220
Козарска Дубица / Kozarska Dubica	-62	75	-128	-294	-463
Костајница / Kostajnica	-18	144	-85	-48	-31
Котор Варош / Kotor Varoš	-11	1915	-101	-19	1678
Крупа на Уни / Krupa na Uni	2	11	-19	15	13
Купрес / Kupres	-3	7	-3	-2	-2
Лакташи / Laktaši	-38	474	-307	-372	-462
Мркоњић Град / Mrkonjić Grad	-4	471	-461	-49	-88
Оштра Лука / Oštra Luka	17	-96	-110	20	-169
Нови Град / Novi Grad	12	-3	-186	-168	-341
Петровац / Petrovac	62	-62	-57	3	-84
Приједор / Prijedor	-6	-334	-668	-235	-1243
Прњавор / Prnjavor	-91	-10	101	-47	-135
Рибник / Ribnik	90	17	-3	-49	24
Србац / Srbac	30	-146	-164	-159	-473
Челинац / Čelinac	-40	416	-199	-95	41
Шипово / Šipovo	33	209	-19	-41	138
Б регија / B region	-182	2589	1194	1271	5398
Бијељина / Bijeljina	-95	-319	237	-415	-479
Брод / Brod	-29	-599	-236	-100	-1049
Вукосавље / Vukoslavlje	5	-3	-14	67	56
Дервента / Derвента	-185	814	167	-34	608
Добој / Doboј	1	-220	-330	71	-386
Доњи Жабар / Donji Žabar	8	-12	22	-6	-6
Лопаре / Lopare	-24	-48	-25	14	-78
Модрича / Modriča	0	16	-111	5	-125
Пелагићево / Pelagićevo	-2	-23	-36	-3	-64
Петрово / Petrovo	-10	71	-18	-59	-23
Теслић / Teslić	86	124	5	114	188
Угљевик / Ugljevik	-68	110	-6	99	16
Шамац / Šamac	-29	-406	-228	-91	-778
ДБ регија / DB region	-341	-495	-573	-338	-2120
Братунац / Bratunac	20	189	-117	-110	-6
Вишеград / Višegrad	54	70	-129	-5	-19
Власеница / Vlasenica	-14	-69	-47	-67	-202
Зворник / Zvornik	-21	520	-5	173	599
Источно Сарајево / Istočno Sarajevo	97	-1555	-328	-597	-2257

Милићи / Milići	3	336	-11	-13	283
Ново Горажде / Novo Goražde	-10	-48	29	-36	-65
Осмаци / Osmaci	2	3	27	-16	21
Рогатица / Rogatica	9	-412	82	-72	-440
Рудо / Rudo	-29	-9	-20	-7	-51
Сребреница / Srebrenica	9	352	-87	55	306
Хан Пијесак / Han Pijesak	134	-99	-49	-6	-61
Шековићи / Šekovići	-11	110	-81	-53	-34
СЗ регија / SZ region	243	-612	-736	-755	-1925
Берковићи / Berkovići	2	78	-2	0	86
Билећа / Bileća	-19	-227	-46	-25	-335
Гацко / Gacko	-20	253	-49	-71	19
Источни Мостар / Istočni Mostar	0	0	0	2	4
Калиновик / Kalinovik	41	2	2	38	77
Љубиње / Ljubinje	8	-226	55	-78	-250
Невесинје / Nevesinje	15	-197	-15	-27	-219
Требиње / Trebinje	18	-961	460	88	-458
Фоча / Foča	76	-125	-185	-96	-231
Чајниче / Čajniče	159	-81	-104	-9	-45
ТФ регија / TF region	280	-1482	115	-178	-1353

само у примарном сектору, а у Требињско-фочанској регији у примарном и терцијарном. Међутим, анализа резултата локалне компоненте на нивоу општина и градова указује на неуједначене трендове у оквиру регија (Сл. 4). Само двије општине биљеже позитивне локалне компоненте у свим секторима (Теслић и Калиновик), али са занемаривим вриједностима. У оквиру Бањаучке регије, конкурентску предност у примарном сектору има осам општина, али ради се о занемаривом порасту. У секундарном сектору конкурентску предност има четрнаест општина и градова од којих се издвајају Котор Варош и Градишка. У терцијарном сектору конкурентску предност имају четири јединице локалне самоуправе, од којих Бања Лука има несразмјерно највећу вриједност. Иста ситуација је и у квартарном сектору, Бања Лука има највећу вриједност локалне компоненте економског раста, док три мање општине имају занемариве вриједности локалне компоненте. У оквиру Добојско-бијељинске регије, конкурентска предност у примарном, терцијарном и квартарном сектору постоји у

primary sector, while in the Trebinje-Foča region, such a shift is observed in both the primary and tertiary sectors. Nonetheless, scrutinizing the outcomes of the local component at the municipality and city level reveals disparate trends within the regions (Fig. 4). Merely two municipalities, Teslić and Kalinovik, registered positive local components across all sectors, albeit with minimal magnitudes. Inside the Banja Luka region, eight municipalities possess a marginal competitive edge within the primary sector, albeit with an insignificant enhancement. Within the secondary sector, a competitive advantage is evident in fourteen municipalities and cities, with Kotor Varoš and Gradiška standing out prominently. Within the tertiary sector, four local self-governing entities exhibit a competitive edge, with Banja Luka conspicuously holding the highest value. A similar scenario unfolds in the quaternary sector, with Banja Luka claiming the highest local component value of economic growth, while three smaller municipalities display negligible local component values. The quaternary sector mirrors a comparable scenario, wherein Banja Luka leads with the highest local component value for economic



Сл. 4. Локална компонента економског раста на локалном нивоу  
 Fig. 4. Local component of economic growth at the local level

малом броју општина и градова, али је њена вриједност занемарива, док се у секундарном сектору истиче у Дервенти. У Сарајевско-зворничкој регији ситуација је слична, у секундарном сектору конкурентска предност истиче се у Зворнику и Сребреници. У Требињско-фочанској регији промјене вриједности локалне компоненте су мале. У секундарном сектору конкурентска предност истиче се у општини Гацко, а у терцијарном у граду Требињу.

### ЗАКЉУЧАК

Анализа промјене броја запослених као показатеља регионалног раста показала је да на простору РС између регија постоје структурне разлике које се повећавају на нивоу општина и градова. Установљено је да је у РС изражена регионална неједнакост и тиме потврђена полазна хипотеза истраживања. Укупне вриједности промјена локалне компоненте које означавају конкурентске предности регија показују да ниједна регија није у потпуности конкурентна. У Бањалучкој регији, која има најбоље показатеље све три компоненте, само 43 % општина и градова има позитивну промјену локалне компоненте. У осталим регијама тај удио је мањи (у Добојско-бијељинској 29 % општина и градова, у Сарајевско-зворничкој 31 % општина и градова, а у Требињско-фочанској 40 % општина и градова), његов носилац су веће општине и градови. Када се упореди укупна промјена (укупног броја запослених и запослених по секторима дјелатности) на ентитетском и регионалном нивоу са промјенама локалне компоненте, долази се до закључка да је неопходна дубља анализа како би се прецизно идентификовали реални трендови економског раста и структурних разлика у регијама. Ограничење овог истраживања представља свођење анализе и резултата на секторски ниво привреде, што није довољно за прецизну идентификацију стања у појединим дјелатностима у оквиру сектора. Таква идентификација неопходна је као смјерница креаторима развојних политика за доношење

growth, while three smaller municipalities exhibit inconsequential local component values. Within the Sarajevo-Zvornik region, a parallel situation emerges, wherein the secondary sector spotlights competitive advantages in Zvornik and Srebrenica. In the Trebinje-Foča region, variations in the local component's value are minimal. Notably, within the secondary sector, the municipality of Gacko showcases a competitive edge, while in the tertiary sector, the city of Trebinje takes the lead.

### CONCLUSION

Examining the employee count shift as an indicator of regional growth has illuminated the presence of structural disparities among the regions of RS, which become more pronounced at the municipality and city level. The analysis confirmed the initial hypothesis by substantiating the existence of regional inequality within the RS. The cumulative values of alterations in the local component, signifying the competitive advantages of regions, underscore that none of the regions can be considered entirely competitive. Within the Banja Luka region, showcasing the most favorable indicators across all three components, merely 43 % of municipalities and cities exhibit a positive shift in the local component. In the remaining regions, this proportion is lower (29 % of municipalities and cities in Dobo-Bijeljina region, 31 % in Sarajevo-Zvornik region, and 40 % in Trebinje-Foča region), with larger municipalities and cities being the ones with positive shifts. Upon juxtaposing the comprehensive alterations (pertaining to both the total employee count and employee counts per activity sector) at both the entity and regional levels with the shifts in the local component, it becomes apparent that a more thorough analysis is imperative to accurately discern the genuine trends of economic growth and the structural discrepancies prevalent within the regions. A limitation of this study is the constraint in analyzing and presenting results solely at the sectoral level of the economy, which might not provide an exhaustive understanding of the conditions within specific activities within the sector. This identification serves as a crucial compass for policymakers involved in

одлука и имплементацију регионалних политика развоја и подразумејева анализу осталих развојних карактеристика региона, то јесте, увођење нових варијабли и кориштење сложенијег методолошког апарата. За потребе истраживања тог типа неопходно је да се анализа обави на нивоу појединачних дјелатности, како би се издвојиле оне које захтијевају улагање и плански развој у појединим регијама и локалним самоуправама, с циљем редуковања регионалне неједнакости.

decision-making and executing regional development strategies. It underscores the need for examining other developmental facets within the region, implying the incorporation of new variables and a more intricate methodological framework. For research of this nature, delving into the analysis at the level of individual activities becomes essential to pinpoint those necessitating investment and strategic development within distinct regions and local administrations. This pursuit ultimately aims to mitigate regional inequality.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Artige, L., & Van Neuss, L. (2014). A New Shift-Share Method: A New Shift-Share Method. *Growth and Change*, 45(4), 667–683. <https://doi.org/10.1111/grow.12065>
- Berzeg, K. (1978). The Empirical Content of Shift-Share Analysis. *Journal of Regional Science*, 18(3), 463–469.
- Bielik, P., & Rajčániová, M. (2008). Shift-Share Analysis of Employment Growth – The Case of the V4 Countries. *Agricultural Economics*, 54, 347–351. <https://doi.org/10.17221/300-AGRICECON>
- Blien, U., & Haas, A. (2005). Service Industries and Regional Development: An Analysis for Eastern Germany. *The Service Industries Journal*, 25(8), 979–997. <https://doi.org/10.1080/02642060500236918>
- Brox, J. A., & Carvalho, E. (2008). A Demographically Augmented Shift-Share Employment Analysis: An Application to Canadian Employment Patterns. *The Journal of Regional Analysis & Policy*, 38(2), 56–66. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.132342>
- Brox, J. A., Carvalho, E., & Mackay, J. (2010). Regional Employment Changes in a Booming Resource Economy: A Modified Shift-Share Analogue Regression of Changes in Employment Patterns Within the Economic Regions of Alberta. *Canadian Journal of Regional Science*, 33(2), 25–44.
- Гњато, Р. (1997). Нодално-функционална регионализација Републике Српске. *Гласник/Herald*, 2, 5-11.
- Грчић, М., & Марић, Ђ. (1998). Методолошки модел за анализу структурних промена и регионалног развоја привреде. *Гласник/Herald*, 3, 57–66.
- Грчић, М., & Раткај, И. (2006). Структурне промене и регионална диференцијација индустрије Србије у периоду транзиције (1988–2005). *Гласник Српског географског друштва*, 86(2), 97–112.
- Dunn Jr., E. S. (1960). A Statistical and Analytical Technique for Regional Analysis. *Papers in Regional Science*, 6(1), 97–112. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1960.tb01705.x>
- Illeris, S. (2005). The Role of Services in Regional and Urban Development: A Reappraisal of Our Understanding. *The Service Industries Journal*, 25(4), 447–460. <https://doi.org/10.1080/02642060500092097>
- Jackson, R., & Haynes, K. E. (2009). Shift-Share Analysis. In R. Kitchin & N. Thrift (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 125–131). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00515-0>
- Klinger, S., & Wolf, K. (2011). Disentangling Sector and Status Effects in German Employment Growth. *The Service Industries Journal*, 31(8), 1257–1278. <https://doi.org/10.1080/02642060903437006>
- Krabokoukis, T., & Polyzos, S. (2021). Spatial Inequalities of Tourist Activity in Greece: A Shift-Share Analysis. *Anatolia*, 32(1), 93–105. <https://doi.org/10.1080/13032917.2020.1851271>
- Loveridge, S. (1995). A Practical Approach to Shift-Share Analysis. *Journal of the Commu-*

- nity Development Society*, 26(1), 110–124. <https://doi.org/10.1080/15575339509490166>
- Lu, C. (2016). The Fishery Industrial Structure in China Based on the Application of Shift-Share Analysis. *Asian Agricultural Research*, 8(7), 1–7.
- Марић, Ђ. (2000). Економскогеографска анализа привредних дјелатности и активног становништва у Републици Српској. *Гласник/Herald*, 5, 27–39.
- Марић, Ђ., & Бајић, Д. (2001). Гранско-просторне промјене у индустријском систему Републике Српске. *Гласник/Herald*, 6, 29–41.
- Montanía, C. V., Márquez, M. A., Fernández-Núñez, T., & Hewings, G. J. D. (2021). Spatial Shift-Share Analysis: Some New Developments. *Papers in Regional Science*, 100(2), 305–325. <https://doi.org/10.1111/pirs.12575>
- Page, G. W., & Patton, C. V. (1991). Shift-Share Analysis. In G. W. Page & C. V. Patton (Eds.), *Quick Answers to Quantitative Problems: A Pocket Primer* (pp. 99–103). Elsevier.
- Rota, F. S., Bagliani, M., & Feletig, P. (2020). Breaking the Black-Box of Regional Resilience: A Taxonomy Using a Dynamic Cumulative Shift-Share Occupational Approach. *Sustainability*, 12(21), Article 9070. <https://doi.org/10.3390/su12219070>
- Sakashita, N. (1973). An Axiomatic Approach to Shift-and-Share Analysis. *Regional and Urban Economics*, 3(3), 263–272. [https://doi.org/10.1016/0034-3331\(73\)90012-2](https://doi.org/10.1016/0034-3331(73)90012-2)
- Selting, A. C., & Loveridge, S. (1992). A Summary of the Literature on Shift-Share Analysis. *Staff Papers*, Article 14086.
- Sihag, B. S., & McDonough, C. C. (1989). Shift-Share Analysis: The International Dimension. *Growth and Change*, 20(3), 80–88. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.1989.tb00497.x>
- Sirakaya, E., Uysal, M., & Toepper, L. (1995). Measuring Tourism Performance Using a Shift-Share Analysis: The Case of South Carolina. *Journal of Travel Research*, 34(2), 55–61. <https://doi.org/10.1177/004728759503400211>
- Territorial Agenda 2030. (2020). *Territorial Agenda 2030 – A Future for All Places*. European Union. [https://territorialagenda.eu/wp-content/uploads/TA2030\\_jun2021\\_en.pdf](https://territorialagenda.eu/wp-content/uploads/TA2030_jun2021_en.pdf)
- Trinajstić, M., Nizic, M., & Rudan, E. (2019). Analysis of Eastern Croatia Regional Growth, Shift-Share Analysis. In M. Leko Šimić & B. Crnković (Eds.), *8<sup>th</sup> International Scientific Symposium Economy of Eastern Croatia – Vision and Growth* (pp. 250–258). Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics.
- Halebić, J., & Merdić, A. (2019). Shift-Share Employment Analysis of Cantons in the Federation of Bosnia and Herzegovina. *BH Ekonomski Forum*, 10(1), Article 1.
- Holden, D. R., Nairn, A. G. M., & Swales, J. K. (1989). Shift-Share Analysis of Regional Growth and Policy: A Critique. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 51(1), 15–34. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1989.mp51001002.x>
- Čavrak, V. (2012). Shift-share analiza županija Republike Hrvatske. *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu*, 10(2), 79–96.
- Wadley, D., & Smith, P. (2003). Straightening Up Shift-Share Analysis. *The Annals of Regional Science*, 37(2), 259–261. <https://doi.org/10.1007/s001680300124>

Примљено / Received: 04. 08. 2023.  
Исправљено / Revised: 22. 08. 2023.  
Прихваћено / Accepted: 30. 08. 2023.

## ГЕОГРАФСКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ ОДРЖИВОСТИ МРЕЖЕ НАСЕЉА ИСТОЧНЕ ХЕРЦЕГОВИНЕ

Драган Папић<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ

**Сажетак:** У раду је третирана проблематика одрживости мреже насеља Источне Херцеговине. На основу релевантних квалитативно-квантитативних индикатора анализиране су демографске, функцијске и математичко-географске детерминанте развоја мреже насеља регије. Основни циљ рада је анализа развоја просторно-функцијских веза и односа у мрежи насеља Источне Херцеговине као важног предуслова за дефинисање политике и стратегије равномјерног регионалног развоја. Планирање развоја урбаних центара на бази функционализма и полицентризма основни је услов за ублажавање снажне поларизације између општинских центара и околине, те између развојног регионалног центра (Требиње) и осталих општинских центара. Планским усмјеравањем развоја, Источна Херцеговина би могла да се трансформише у функционално одржив и уређен систем насеља. Рад има аналитички и апликативни карактер.

**Кључне ријечи:** мрежа насеља, развој, одрживост, поларизација, депопулација, Источна Херцеговина.

Original scientific paper

## GEOGRAPHICAL DETERMINANTS OF THE SUSTAINABILITY OF EAST HERZEGOVINA SETTLEMENT NETWORK

Dragan Papić<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H

**Abstract:** The paper addresses the sustainability of the settlement network in East Herzegovina. Demographic, functional, and mathematical-geographical determinants of the settlement network development of the region are analyzed based on the relevant qualitative-quantitative indicators. The primary goal of the paper is to define a model of sustainability of the settlement network by providing a scientific account of development of spatial-functional connections and relations in the settlement network in East Herzegovina. Planning the development of urban centers based on functionalism and polycentrism is the primary condition for the mitigation of the strong polarization between a municipal center and its environment, as well as between the regional center (Trebinje) and other municipal centers. A well-planned development might result in East Herzegovina transforming into a functionally sustainable and arranged system of settlements. The paper is both analytical and applicative.

**Keywords:** settlement network, development, sustainability, polarization, depopulation, East Herzegovina.

\* Аутор за кореспонденцију: Драган Папић, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина, Е-mail: dragan.papic@pmf.unibl.org  
Corresponding author: Dragan Papić, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, Email: dragan.papic@pmf.unibl.org



УВОД

Насеља се сматрају најизраженијим елементом културног пејзажа, с обзиром на то да су носиоци функционалне организације и трансформације геопростора. Најважнији фактори развоја насеља су природно-географски и друштвено-географски. Међу бројним критеријумима који се користе за диференцијацију насеља, по значају се издвајају демографски, функционални, физиономски, правни и комбиновани.

У мрежи насеља Источне Херцеговине налазимо на сложен, динамичан и недовољно кохерентан систем, који чине 373 насеља, од чега је 7 градских/општинских центара и 366 дисперзно размјештених сеоских насеља.

Развој насеља је био директно или индиректно условљен карактеристиком и начином вредновања и коришћења природних ресурса, те утицајем друштвено-географских фактора. Њихова интеракција условила је развој специфичне мреже насеља са комплексним демографским, морфо-физиономским и функционалним одликама. Оскудност у природним ресурсима који су дисперзно распрострањени, узроковала је развој већег броја насеља са малим бројем становника.

Социоекономска трансформација Босне и Херцеговине (Републике Српске) заснована на промјенама у просторној и социјалној покретљивости становништва из сеоских у градска насеља, из недовољно развијених у развијенија подручја, те из примарних у секундарне и терцијарне дјелатности, одразила се и на трансформацију насеља Источне Херцеговине. Сукцесивне фазе урбанизације биле су примарни покретач ових процеса, док се паралелно са индустријализацијом и урбанизацијом одвијају деаграризација и дерурализација (Гњато, 1991; Мандић, 2015; Папић, 2014). Бројни аутори детерминисали су сличне процесе у мрежи насеља других регија Републике Српске (Gatarić, 2012; Гњато et al., 2012; Делић, 2019; Лукић Тановић & Маринковић, 2018; Мајић & Маринковић, 2018; Мандић, 2011; Мандић et al., 2018, 2021, 2022) и околине (Врбник & Гатарић, 2013; Грчић, 1999; Грчић & Грчић, 2015; Дробњаковић, 2019; Илић, 1970; Митровић, 2015; Rančić, 1984/85; Стаменковић, 1996, 2005; Тошић & Невенић, 2005; Тошић et al., 2009).

INTRODUCTION

Given that settlements are carriers of the functional organization and transformation of geospace, they are regarded as the most distinct elements of the cultural landscape. Natural-geographical and social-geographical factors are considered as the most important features of settlement development. Among many criteria used for the differentiation of settlements, the most pertinent ones are demographic, functional, physiognomic, legal and combined ones.

The settlement network of East Herzegovina is a complex, dynamic and incoherent system comprising 373 settlements, of which seven are municipal/city centers and 366 are dispersed rural settlements.

The development of settlements has been both directly and indirectly defined by valorization and natural resources usage, as well as by the impact of social-geographical factors. The interaction of these factors resulted in a specific settlement network characterized by complex demographic, morpho-physiognomic and functional properties. The limited and dispersed natural resources caused the emergence of many poorly-populated settlements.

Socio-economic transformation of Bosnia and Herzegovina (the Republic of Srpska), which was based on changes in spatial and social mobility of the population from rural to urban areas (from undeveloped to developed areas and from primary to secondary and tertiary sectors) also affected the settlement transformation in the country. Successive phases of urbanization primarily triggered those processes, and deagrarianization and deruralization accompanied the processes of industrialization and urbanization (Gnjato, 1991; Mandić, 2015; Papić, 2014). Many scholars determined similar processes in the settlement network of other regions in the Republic of Srpska (Gatarić, 2012; Gnjato et al., 2012; Delić, 2019; Lučić Tanović & Marinović, 2018; Majić & Marinović, 2018; Mandić, 2011; Mandić et al., 2018, 2021, 2022) and neighbouring countries (Vrbnik & Gatarić, 2013; Grčić, 1999; Grčić & Grčić, 2015; Drobњаковић, 2019; Ilić, 1970; Mitrović, 2015; Rančić, 1984/85; Stamenković, 1996, 2005; Tošić & Nevnić, 2005; Tošić et al., 2009).

Током 1960-их година, у већини урбаних центара започиње прва фаза урбанизације, коју карактерише концентрација управних, трговачких, занатских, здравствених, угоститељских, образовних и других функција. Развојем индустрије у градским центрима поспјешује се секундарна фаза урбанизације 1970-их и 1980-их година. Након ратних дешавања (1992–1995) и махом неуспјеле послеријатне приватизације, урбанизација стагнира и улази у екстензивну фазу, која се манифестује смањењем броја запослених у производњи и терцијаризацијом привреде на слабој економској основи и депопулацији.

### ПОДРУЧЈЕ ИСТРАЖИВАЊА

Источна Херцеговина обухвата југоисточни дио Републике Српске са површином од 3815 km<sup>2</sup>. У њен састав улазе општине Билећа, Берковићи, Гацко, Источни Мостар, Љубиње, Невесиње и град Требиње (Таб. 1). На основу релевантних показатеља Источну Херцеговину као полицентричну нодалну регију први је идентификовао Рајко Гњато (Гњато, 1991).

Дејтонским мировним споразумом из 1995. године из Источне Херцеговине је издвојено око 1/4 површине територије пређашње општине, а садашњег Града Требиња (40 насеља), од које је формирана општина Равно (Федерација Босне и Херцеговине). Такође, дијелови општине Невесиње припојени су општини Коњиц и Граду Мостару. Унутар регије формиране су двије мање општине: Берковићи, који су издвојени из дијела општине Столац (20 насеља), те Источни Мостар, издвојен из пређашње општине, а садашњег Града Мостара (три насеља).

Формирањем ентитетске линије разграничења дошло је до подјеле бројних насеља у Источној Херцеговини између општина Републике Српске и општина Федерације Босне и Херцеговине. Између Града Требиња и општине Равно подијељено је укупно 15 насеља (Орашје Попово, Рапти Бобани, Сливница Површ, Пољице Чичево, Баонине, Мрњићи, Гола Главница, Кликовићи, Церовац, Крајковићи, Диклићи, Грмљани, Величани,

In 1960-s, most urban centers witnessed the initial phase of urbanization characterized by the concentration of government, trade, manufacture, healthcare, service-providing and education. As industry developed in urban centers, the second phase of urbanization took place in 1970-s and 1980-s. After the 1992–1995 war and the failure of post-war privatization, urbanization was stopped and entered the extensive phase which manifested in the decrease of employees in the field of production and tertiarization of commerce resting on poor economic bases and depopulation.

### STUDY AREA

East Herzegovina covers the south-east part of the Republic of Srpska with the total surface of 3815 km<sup>2</sup>. It encompasses the municipalities of Bileća, Berkovići, Gacko, Istočni Mostar, Ljubinje, Nevesinje, and the City of Trebinje (Tab. 1). It was Rajko Gnjato who first used relevant indicators to identify East Herzegovina as a polycentric nodal region (Gnjato, 1991).

The 1995 Dayton Peace Agreement seized around 1/4 of Trebinje's territory (once a municipality and now a city) and formed a new municipality of Ravno (Federation of Bosnia and Herzegovina). Furthermore, parts of the municipality of Nevesinje were incorporated in the municipality of Konjic and the City of Mostar. Two minor municipalities were formed within the region: Berkovići, singled out from the municipality of Stolac (20 settlements), and Istočni Mostar, singled out from the former municipality and the current city of Mostar (three settlements).

As the entity line of delineation was formed, many settlements in East Herzegovina were divided between municipalities in the Republic of Srpska and Federation of Bosnia and Herzegovina. The City of Trebinje and the municipality of Ravno divided the total of fifteen settlements (Orašje Popovo, Rapti Bobani, Slivnica Površ, Poljice Čičevo, Baonine, Mrnjići, Gola Glavica, Klikovići, Cerovac, Krajkovići, Diklići, Grmljani, Veličani, Kotezi, and Lušnica). The municipalities of Ljubinje and Stolac divided the

Таб. 1. Карактеристике мреже насеља Источне Херцеговине 2013. године  
Tab. 1. Characteristics of the settlement network in East Herzegovina in 2013

Јединица локалне самоуправе / Self-governance unit	Укупна површина (km <sup>2</sup> ) / Total surface (km <sup>2</sup> )	Густина насељености (ст/км <sup>2</sup> ) / Population density (people per km <sup>2</sup> )	Укупан број насеља / Total number of settlements	Број подијељених насеља / Number of delineated settlements		Број насеља без становништва / Number of settlements with zero population		Степен урбанизације (%) / The level of urbanization (%)	Просјечна површина насеља (km <sup>2</sup> ) / Average surface of settlements (km <sup>2</sup> )
				Апсолутно / Absolute	%	Апсолутно / Absolute	%		
Требиње / Trebinje	855	33	141	17	12	27	19.1	81.4	6.1
Билећа / Bileća	633	16.7	61	0	0	5	8.2	70.5	10.4
Гацко / Gacko	736	11.8	71	0	0	10	14.1	59.9	10.3
Невесиње / Nevesinje	923	13.6	56	6	10.5	0	0	39.8	15.6
Љубиње / Ljubinje	326	10.2	21	1	4.8	0	0	74.3	16.3
Берковићи / Berkovići	256	8	20	9	45	4	20	-	13.2
И. Мостар / I. Mostar	88	2.8	3	3	100	0	0	-	29.5
Регија / Region	3817	17.2	373	36	9.6	48	12.3	65.7	14.5

Котези и Лушница). Између општина Љубиње и Столац подијељено је насеље Банчићи, док су између општине Невесиње и Града Мостара подијељена насеља Рабина и Хрушта. Такође, насеље Жуља, које је до Дејтонског споразума припадало општини Невесиње, у потпуности је припало Граду Мостару. Између општина Невесиње и Коњиц подијељена су четири сеоска насеља (Драмишево, Селјани, Чесим и Заборани). Између општина Берковићи и Столац подијељено је 9 насеља (Бурмази, Жегуља, Поплат, До, Хргуд, Баране, Ходово, Брштаник и Љубљеница). Такође, сва три насеља која припадају новоформираној општини Источни Мостар (Зијемље, Кокорина и Камена) подијељена су ентитетском линијом разграничења са Градом Мостаром.

Подијељеним насељима ослабљен је демографски, просторни, инфраструктурни и функционални капацитет. Поједина насеља која су издвојена из једне и припојена другој јединици локалне самоуправе имају проблеме у успостављању просторно-функцијских веза

settlement of Bančići, and the municipality of Nevesinje and the City of Mostar divided the settlements of Rabina and Hrušta. Furthermore, the settlement of Žulja, which belonged to the municipality of Nevesinje before the Dayton Peace Agreement, was now fully incorporated into the City of Mostar's territory. The municipalities of Nevesinje and Konjic shared four rural settlements (Dramiševo, Seljani, Česim and Zaborani). The municipalities of Berkovići and Stolac divided the total of nine settlements (Burmazi, Žegulja, Poplat, Do, Hrgud, Brštanik, and Ljubljénica). Finally, the three settlements which belong to the newly-formed municipality of Istočni Mostar (Zijemlje, Kokorina, and Kamena) are divided by the line of delineation with the City of Mostar.

The divided and shared settlements have poor demographic, spatial, infrastructural and functional capacities. Some settlements, which joined other units of local self-governance, face problems in terms of forming spatial-func-

и односа јер су преорјентисана ка другим управним и развојним средиштима у непосредном окружењу. Дакле, последице дејтонске организације Босне и Херцеговине непосредно се манифестују у мрежи и систему насеља Источне Херцеговине.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

У раду су коришћене релевантне географске методе: опсервација, анализа, синтеза, компаративна метода, генерализација, математичко-статистичка метода, картографска и ГИС метода. Аналитичка и компаративна географска метода коришћене су при детерминисању промјена у демографској величини и функционалној типологији насеља у међупописном периоду 1961–2013. године. Математичко-статистичка метода је доминантно коришћена приликом анализе математичко-географских индикатора територијалне организације мреже насеља и степена испољености промјена и процеса у насеобинској мрежи. Анализирани подаци добијени на основу пописа становништва 1961, 1991. и 2013. године (Републички завод за статистику Републике Српске, 2017; Савезни завод за статистику, 1965; Federalni zavod za statistiku, 1992) су синтетизовани, приказани табеларно, те картографски помоћу QGIS софтвера.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

### Класификација насеља Источне Херцеговине према демографској величини

Промјене у демографској величини насеља изазване су негативним демографским процесима: депопулацијом, исељавањем радно способног и репродуктивног контингента становништва, негативним природним прираштајем и деаграризацијом, који резултују укупном депопулацијом. Емиграција и низак природни прираштај доводе до демографског пражњења сеоских насеља те концентрације становништва у градским центрима, чиме се значајно мијења и демографска величина насеља.

Кроз међупописне периоде 1961–1991. и 1991–2013. године праћене су промјене у де-

тional relations as they remain oriented towards other governance centers in the vicinity. Hence, consequences of the Dayton organization of Bosnia and Herzegovina are directly manifested in the network and system of settlements in East Herzegovina.

## DATA AND METHODS

Relevant geographic methods were used in the paper: observation, analysis, synthesis, comparative method, generalization, mathematical-statistical method, cartographic and GIS method. Analytical and comparative geographical methods were used to determine changes in the demographic size and functional typology of settlements in the inter-census period 1961–2013 years. The mathematical-statistical method was dominantly used when analyzing the mathematical-geographical indicators of the territorial organization of the settlement network and the degree of manifestation of changes and processes in the settlement network. The analyzed data obtained on the basis of the population censuses in 1961, 1991 and 2013 (Републички завод за статистику Републике Српске, 2017; Савезни завод за статистику, 1965; Federalni zavod za statistiku, 1992) were synthesized, presented tabularly and cartographically using QGIS software.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Classification of Settlements in East Herzegovina According to Demographic Size

Changes in the demographic size of settlements are caused by negative demographic processes: depopulation, emigration of the working and reproductive groups of the population, negative natural growth, and deagrarianization, which result in total depopulation. Emigration and low natural growth lead to the demographic emptying of rural settlements and the concentration of the population in urban centers, which significantly changes the demographic size of settlements.

Through the intercensal periods 1961–1991 and 1991–2013 changes in the demographic

мографској величини насеља (Таб. 2, Сл. 1 и Сл. 2). Из пописа 1961. године уочљиво је највише тзв. малих насеља од 101 до 500 становника (215), затим патуљастих са мање од 100 становника (121), док је најмањи број великих насеља са више од 1000 становника (четири). У међупописном периоду 1961–1991. године, дошло је до промјена у демографској величини насеља манифестовано повећањем броја патуљастих насеља (са 121 на 210), насеља са мање од 10 становника (са пет на 34), те демографски испражњених (са једног на 9), док је опао број малих и средњих насеља (са 215 на 109, односно са 27 на 6). Период 1991–2013. године карактеристичан је по повећању броја демографски испражњених насеља (са 9 на 46 насеља), те насеља пред гашењем (са 34 на 77). Уочено је и смањење броја малих (са 109 на 51) и патуљастих (са 210 на 188) насеља, што је обрнуто пропорционално повећању броја испражњених насеља и оних пред гашењем.

Попис из 2013. указује на тренд демографског уситњавања сеоских насеља, што се манифестовало кроз повећање броја патуљастих села и села пред гашењем и смањењем броја малих и средњих сеоских насеља. Према попису 1961. године просјечно сеоско насеље имало је 200.7, а градско 2180.4 становника. Већ 1991. године просјечан број становника сеоског насеља је преполовљен и износио је 100.2 становника, док се у градским насељима четвороструко повећао на 8071 становника. Сукцесија демографског уситњавања сеоских насеља резултовала је даљим смањењем просјечног броја становника у сеоском насељу који је 2013. године износио 61.2 становника. Број становника у градском насељу благо је увећан на 8629.6. Битно је нагласити да је овај урбани процес посљедица велике урбане примарности Требиња, док остала урбана насеља углавном стагнирају у односу на 1991. годину.

Демографски процеси у мрежи насеља (Таб. 2) указују на изражену депопулацију и тенденцију демографског пражњења насеља.

size of the settlement were monitored (Tab. 2, Fig. 1 and Fig. 2). From the 1961 census, it is noticeable that there were most of the so-called small settlements with 101 to 500 inhabitants (215), followed by undersized settlements with less than 100 inhabitants (121), while the smallest number is large settlements with more than 1000 inhabitants (four). In the intercensal period 1961–1991, there were changes in the demographic size of settlements manifested by an increase in the number of undersized settlements (from 121 to 210), settlements with less than 10 inhabitants (from five to 34), and demographically emptied/depopulated (from one to 9), while the number of small and medium-sized settlements (from 215 to 109, that is, from 27 to 6). Period 1991–2013 was characterized by an increase in the number of depopulated settlements (from 9 to 46 settlements), and nearly depopulated settlements (from 34 to 77). A decrease in the number of small (from 109 to 51) and undersized settlements (from 210 to 188) was also observed, which was inversely proportional to the increase in the number of depopulated and nearly depopulated settlements.

The 2013 census indicates a trend of demographic fragmentation of rural settlements, which manifested itself through an increase in the number of undersized and nearly depopulated villages and a decrease in the number of small and medium-sized rural settlements. According to the 1961 census, the average rural settlement had 200.7 and urban 2180.4 inhabitants. Already in 1991, the average number of inhabitants in rural settlements was halved and amounted to 100.2 inhabitants, while in urban settlements it quadrupled to 8071 inhabitants. The succession of demographic fragmentation of rural settlements resulted in a further decrease in the average number of inhabitants in a rural settlement, which in 2013 amounted to 61.2 inhabitants. The number of inhabitants in the urban settlement increased slightly to 8629.6. It is important to emphasize that this urban process is a consequence of the great urban primacy of Trebinje, while other urban settlements are mostly stagnant compared to 1991.

Demographic processes in the network of settlements (Tab. 2) indicate pronounced depopulation and the tendency of depopulation of settle-

Таб. 2. Промјене у демографској величини насеља Источне Херцеговине у периоду 1961–2013. године

Tab. 2. Changes in the demographic size of settlements in East Herzegovina in the 1961–2013 periods

Величина / Size	Тип насеља / Settlement type	Број насеља / Number of settlements (1961)	Удио / Total ratio (%)	Број насеља / Number of settlements (1991)	Удио / Total ratio (%)	Број насеља / Number of settlements (2013)	Укупан удио / Total ratio (%)
Без становника / Zero population	Испражњено / Depopulated	1	0.3	9	2.4	46	12.3
До 10 становника / Up to 10 people	Пред гашењем / Nearly depopulated	5	1.3	34	9.1	77	20.6
Испод 100 / Fewer than 100	Патуљасто / Undersized	121	32.5	210	56.3	188	50.4
101 – 500	Мало / Small	215	57.6	109	29.3	51	13.7
501 – 1000	Средње / Medium	27	7.3	6	1.6	4	1.1
Преко 1000 / More than 1000	Велико / Large	4	1	5	1.3	7	1.9
Укупно насеља / Total number of settlements		373	100	373	100	373	100

Насеља пред гашењем и испражњена насеља чине 32.9 % од укупног броја насеља чиме се смањује укупна активност у простору, те функционалне везе и односи у регији. Истовремено се одвија поларизација просторног размјештаја становништва које се концентрише у урбаним средиштима, првенствено у Требињу.

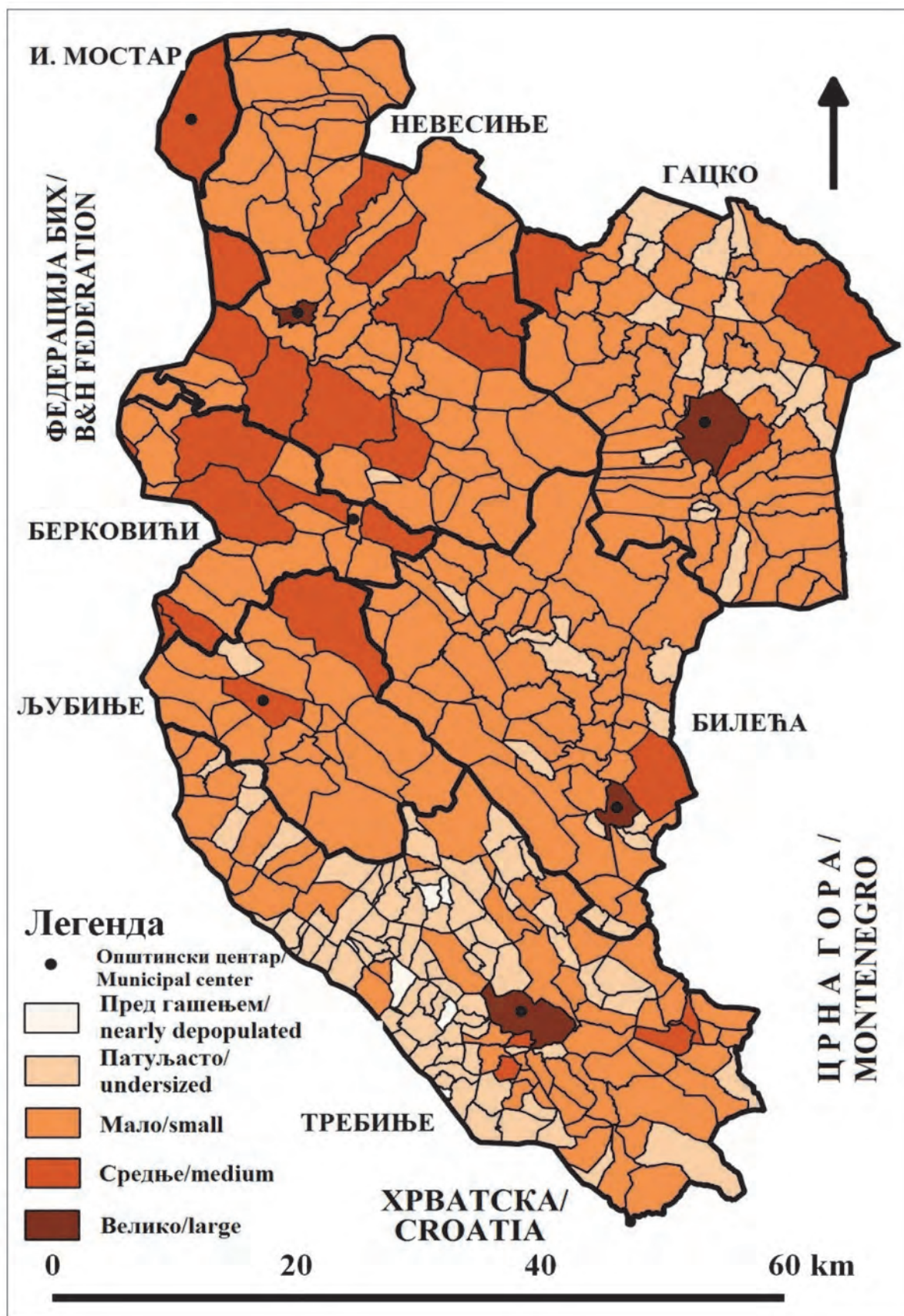
#### Функционална типологија насеља Источне Херцеговине

Међу кључним методама за детерминацију социоекономске трансформације и промјене улоге насеља у функционалној организацији простора издваја се функционална типологија насеља. Промјене у функционалној структури

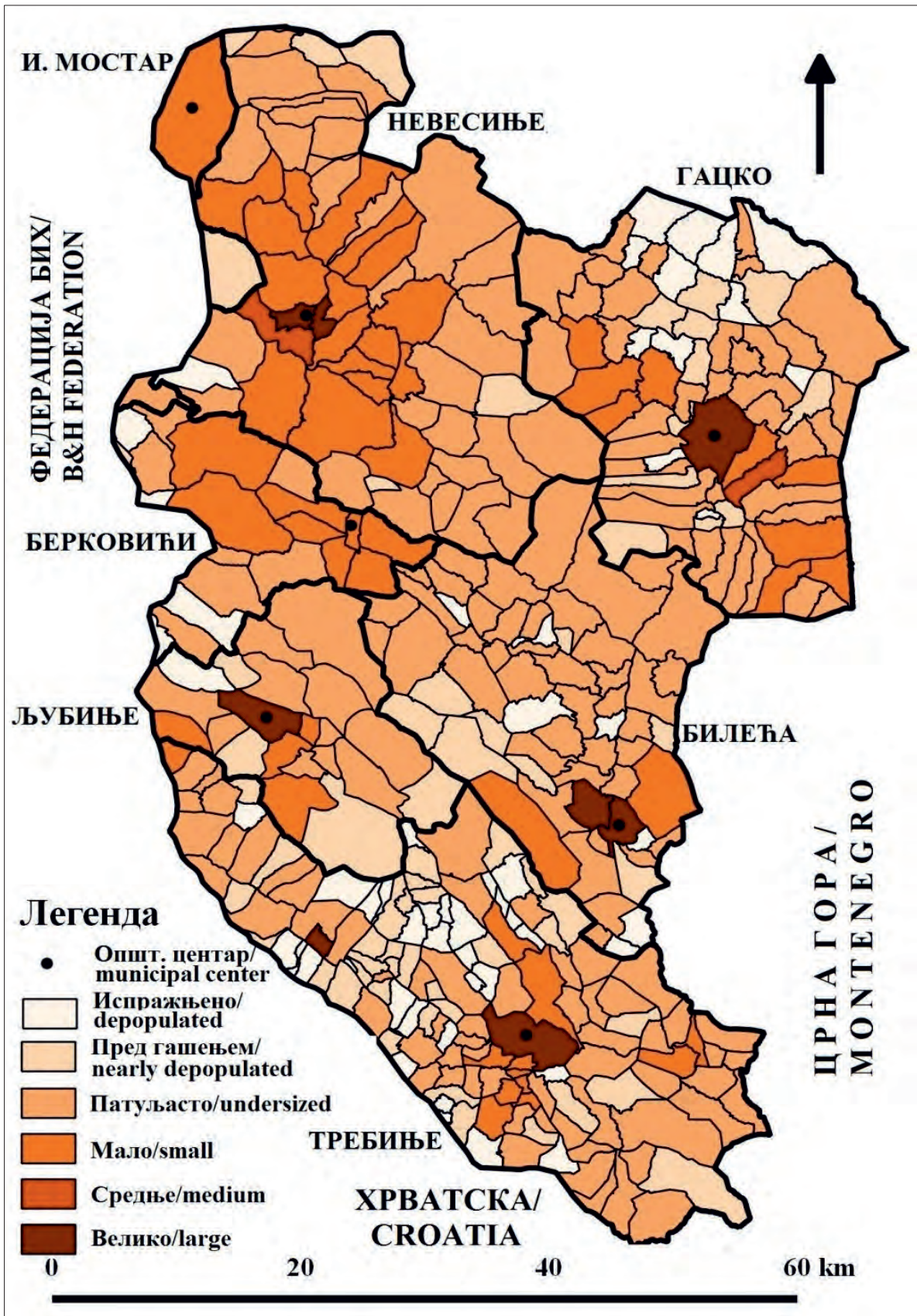
ments. Nearly depopulated and depopulated settlements make up 32.9 % of the total number of settlements, which reduces the overall activity in the area, as well as functional connections and relationships in the region. At the same time, there is a polarization of the spatial distribution of the population, which is concentrated in urban centers, primarily Trebinje.

#### Functional Typology of the Settlements of East Herzegovina

Among the key methods for determining socioeconomic transformation and changing the role of settlements in the functional organization of space, the functional typology of settlements stands out. Changes in the functional structure were mon-



Сл. 1. Насеља Источне Херцеговине према демографској величини 1961. године  
Fig. 1. Settlements of East Herzegovina according to demographic size in 1961



Сл. 2. Насеља Источне Херцеговине према демографској величини 2013. године  
 Fig. 2. Settlements of East Herzegovina according to demographic size in 2013



праћене су на основу индикатора о удјелу активног контингента становништва које обавља занимање у појединим секторима дјелатности.

Специфични социоекономски услови изазвали су промјене у структури активног становништва насеља (Таб. 3), а њихов смјер и интензитет детерминисали су функцијски капацитети централних насеља који су их усмјеравали. Оваквим промјенама доприносило је иселјавање радно способног становништва из сеоских насеља јер је број становника у селима опадао док се структура дјелатности није значајно мијењала.

itored on the basis of indicators on the share of the active contingent of the population who perform occupations in certain sectors of activity.

Specific socioeconomic conditions caused changes in the structure of the settlement's active population (Tab. 3), and their direction and intensity were determined by the functional capacities of the central settlements that directed them. The emigration of the working population from rural settlements contributed to such changes, as the number of inhabitants in the villages decreased while the structure of activities did not change significantly.

Таб. 3. Удио активног становништва које обавља занимање према секторима дјелатности у општинама Источне Херцеговине 1961, 1991. и 2013. године

Tab. 3. The ratio of active employed population per sectors in municipalities of East Herzegovina in 1961, 1991, and 2013

Јединица локалне самоуправе / Self-governance unit	Година / Year	Сектори привредне дјелатности (%) / Sector of commerce (%)		
		Примарни / Primary	Секундарни / Secondary	Терцијарно-квартарни / Tertiary-Quaternary
Требиње / Trebinje	1961.	50.5	17.7	31.8
	1991.	5.3	60.4	34.3
	2013.	2.7	35.8	61.5
Билећа / Bileća	1961.	74.9	11.4	13.7
	1991.	11.8	56.7	31.5
	2013.	15.5	25.7	58.8
Гацко / Gacko	1961.	89.0	2.5	8.5
	1991.	22.9	49.8	27.3
	2013.	11.7	52.6	35.7
Невесиње / Nevesinje	1961.	90.9	4.1	5.0
	1991.	36.8	40.5	22.7
	2013.	23.2	20.9	55.9
Љубиње / Ljubinje	1961.	90.5	3.6	5.9
	1991.	26.9	45.0	28.1
	2013.	25.6	15.4	59.0
Берковићи / Berkovići	2013.	58.5	8.0	33.5
Источни Мостар / Istočni Mostar	2013.	46.6	24.6	28.8

Коришћењем методологије издвајања функционалних типова насеља према броју становника који обављају занимање, као и граничних вриједности сектора дјелатности за сваки функционални тип насеља (Тошић &

By using the methodology of distinguishing functional types of settlements according to the number of inhabitants performing occupations, as well as the threshold values of the activity sector for each functional type of settlement (Тошић

Невенић, 2005), издвојени су типови насеља са одговарајућим положајем у функционалној типологији, односно функционална припадност, те динамика функционалних промјена у периоду од 1961. до 2013. године (Таб. 4).

& Невенић, 2005), the types of settlements with the appropriate position in the functional typology, i.e. functional affiliation, and the dynamics of functional change in the period from 1961 to 2013 were singled out (Tab. 4).

Таб. 4. Функционални типови општина и градских/општинских центара Источне Херцеговине према удјелу активног становништва које обавља занимање у периоду 1961–2013. године  
Tab. 4. Functional types of municipalities/municipal centers in East Herzegovina according to the ratio of active employed population in the 1961–2013 periods

Јединица локалне самоуправе / Self-governance unit	Функционални тип насеља / Functional type of settlement		
	1961.	1991.	2013.
Требиње / Trebinje	Аграрно-услужни / Agrarian-service providing	Индустријски / Industrial	Услужни / Service providing
Градски центар / City center	Услужно-индустријски / Service providing-industrial	Индустријско-услужни / Industrial-service providing	Услужно-индустријски / Service providing-industrial
Билећа / Bileća	Аграрни / Agrarian	Индустријско-услужни / Industrial-service providing	Услужно-индустријски / Service providing-industrial
Градски центар / City center	Услужно-индустријски / Service providing-industrial	Индустријско-услужни / Industrial-service providing	Индустријско-услужни / Industrial-service providing
Гацко / Gacko	Аграрни / Agrarian	Индустријско-услужни / Industrial-service providing	Индустријско-услужни / Industrial-service providing
Градски центар / City center	Услужно-аграрни / Service providing-agrarian	Индустријско-услужни / Industrial-service providing	Индустријско-услужни / Industrial-service providing
Невесиње / Nevesinje	Аграрни / Agrarian	Индустријско-услужни / Industrial-service providing	Услужно-аграрни / Service providing-agrarian
Градски центар / City center	Услужно-индустријски / Service providing-industrial	Индустријско-услужни / Industrial-service providing	Услужни / Service providing
Љубиње / Ljubinje	Аграрни / Agrarian	Индустријско-услужни / Industrial-service providing	Услужно-аграрни / Service providing-agrarian
Градски центар / City center	Аграрно-услужни / Agrarian-service providing	Индустријско-услужни / Industrial-service providing	Услужно-индустријски / Service providing-industrial
Берковићи / Berkovići	Аграрни / Agrarian	Аграрни / Agrarian	Аграрно-услужни / Agrarian-service providing
Општински центар / Municipality center	Аграрни / Agrarian	Аграрни / Agrarian	Услужно-аграрни / Service providing-agrarian
Источни Мостар / Istočni Mostar	Аграрни / Agrarian	Аграрни / Agrarian	Аграрно-услужни / Agrarian-service providing
Општински центар / Municipality center	Аграрни / Agrarian	Аграрни / Agrarian	Аграрно-услужни / Agrarian-service providing

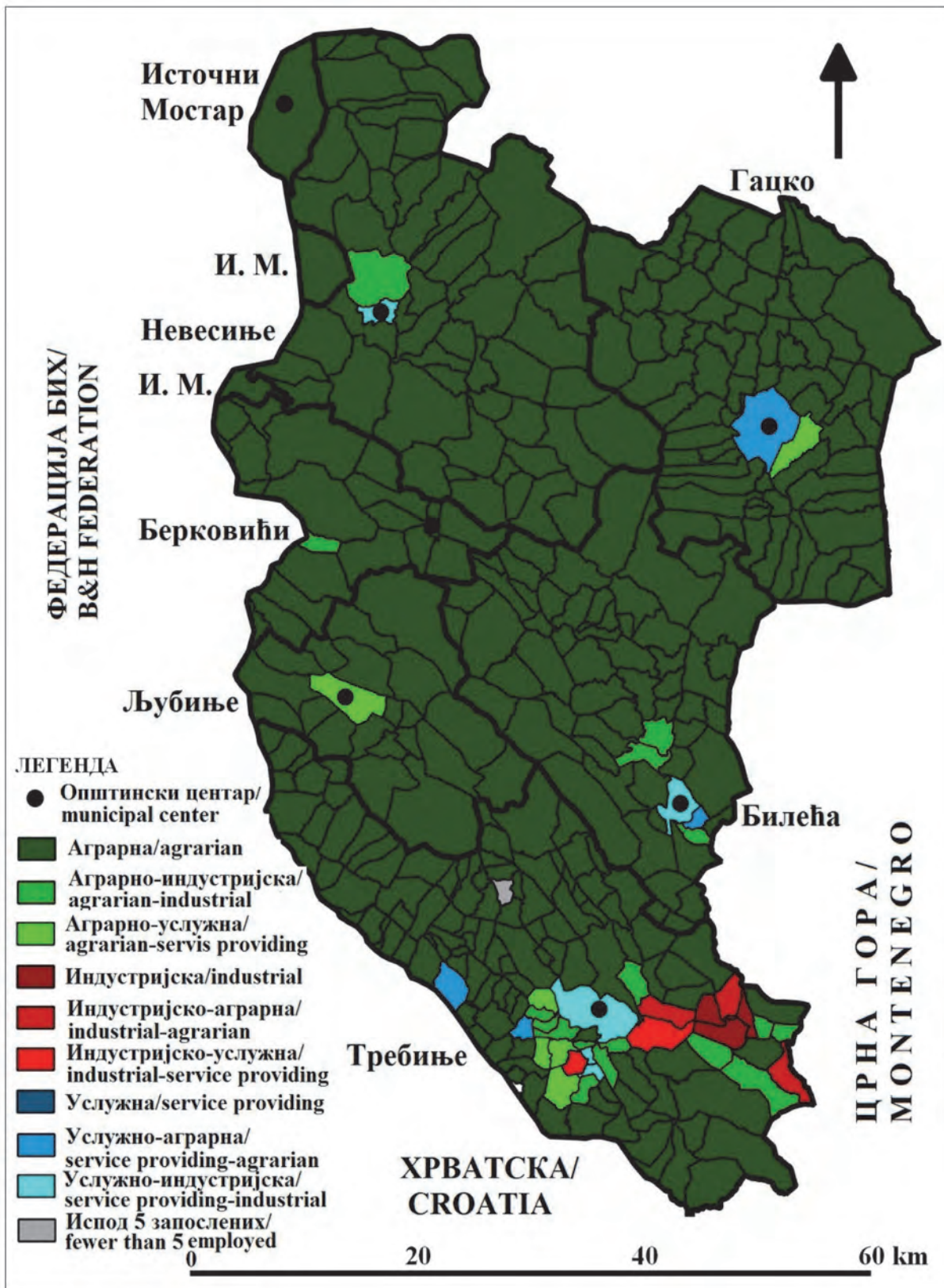
Недовољна развијеност градских/општинских центара утицала је на припадност аграрном функцијском типу 330 (88.5 %) насеља 1961. године. У Требињу таквих насеља било је 111 (78.7 %), Билећи 54 (88.5 %), Гацку 69 (97.2 %), Невесињу 54 (96.4 %) и Љубињу 20 (95.2 %) (Таб. 5 и Сл. 3). Узрок томе је доминантан проценат активног пољопривредног становништва специфичног за аграрно друштво. Највећи број сеоских

The insufficient development of city/municipal centers affected the affiliation of 330 (88.5 %) settlements to the agricultural functional type in 1961. In Trebinje, there were 111 such settlements (78.7 %), Bileća 54 (88.5 %), Gacko 69 (97.2 %), Nevesinje 54 (96.4 %) and Ljubinje 20 (95.2 %) (Tab. 5 and Fig. 3). The reason for this is the dominant percentage of the active agricultural population specific to the agrarian society. The largest number of rural settlements was of

Таб. 5. Типови насеља Источне Херцеговине према граничним вриједностима структуре дјелатности у периоду 1961–2013. године

Tab. 5. Types of settlements in East Herzegovina according to the limiting values of employment structure in the 1961–2013 periods

Јединица локалне самоуправе / Self-governance unit	Година / Year	Аграрна / Agrarian	Аграрно-индустриска / Agrarian-industrial	Аграрно-услугна / Agrarian-service providing	Индустријска / Industrial	Индустријско-аграрна / Industrial-agrarian	Индустријско-услугна / Industrial-service providing	Услугна / Service providing	Услугно-аграрна / Service providing-agrarian	Услугно-индустриска / Service providing-industrial	Испод 5 запослених / Fewer than 5 employed	Демографски испразњена / Depopulated
Требиње / Trebinje	1961.	111	13	4	2	3	2	0	2	3	1	1
	1991.	6	6	1	39	8	21	2	1	5	46	6
	2013.	2	2	0	0	4	7	0	1	18	80	26
Билећа / Bileća	1961.	54	5	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	1991.	13	11	2	11	3	6	0	1	4	9	1
	2013.	17	2	2	0	1	0	0	2	6	26	5
Гацко / Gacko	1961.	69	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	1991.	18	12	0	2	18	9	0	0	2	9	1
	2013.	10	4	1	5	5	10	0	2	0	24	10
Невесиње / Nevesinje	1961.	54	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	1991.	22	20	0	2	7	3	0	0	0	2	0
	2013.	16	0	5	0	1	1	4	3	8	17	1
Љубиње / Ljubinje	1961.	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	1991.	7	6	0	0	3	5	0	0	0	0	0
	2013.	7	0	0	0	1	0	0	1	1	11	0
Берковићи / Berkovići	1961.	19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	1991.	12	0	3	0	0	0	0	0	2	2	1
	2013.	10	0	3	0	0	0	0	2	0	1	4
Ист. Мостар / Ist. Mostar	1961.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1991.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	2013.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Укупно / Total	1961.	330	19	6	2	3	2	0	5	5	1	1
	1991.	79	55	7	54	39	44	2	2	13	69	9
	2013.	63	8	12	5	12	18	4	11	33	160	46



Сл. 3. Функцијски типови насеља Источне Херцеговине 1961. године  
Fig. 3. Functional types of settlements in East Herzegovina in 1961

насеља био је монофункционалног, односно пољопривредног типа, са доминантним сточарством, док се аграром становништво бавило углавном у крашким пољима након завршетка периодичног изливања вода. Посматрано у цјелини, све општине су припадале аграрном функцијском типу, осим Требиња које је припадало аграрно-услужном типу насеља у иницијалној фази индустријализације, односно социоекономске трансформације села. Услужно-индустријском типу припала су градски центри Требиње, Невесиње и Билећа, услужно-аграрном Гацко, а аграрно-услужном Љубиње.

У периоду 1961–1991. године, тачније 1970-их година, интензивира се процес индустријализације, који је узроковао развој функција рада у већини урбаних центара доводећи до промјене у функционалној организацији многих насеља. Услјед интензивних миграција село–град које су условиле прелазак активног становништва из примарног у секундарни сектор мијења се и функционална структура урбаних насеља. Сеоска насеља углавном задржавају аграрну функцију. Удио запослених у примарном сектору смањује се са 75.4 % на 15.9 %, што је узроковано повећањем запослености у секундарном сектору са 9.3 % на 53.8 % и повећањем запослености у терцијарно-квартарном сектору за 15.1 %. Поред тога, диверзификују се функције сеоских насеља при чему се смањује удио активног становништва у аграрним дјелатностима, а повећава у осталим секторима дјелатности. Поменути процес био је доминантнији у приградским насељима и сеоским насељима смјештеним уз важније саобраћајнице.

Из пописа 1991. године уочљиво је да је насеља аграрног типа било 79 (21.2 %), аграрно-индустријског 55 (14.7 %), индустријског 54 (14.5 %), индустријско-услужног 44 (11.8 %), индустријско-аграрног 39 (10.5 %), услужно-индустријског 13 (3.5 %), аграрно-услужног 7 (1.9 %) и услужног, односно услужно-аграрног типа по два насеља (0.5 %). Иселавање становништва, низак природни прираштај и старење становништва условило је депопулацију руралног простора. Насеља са мање од пет запослених било је укупно

monofunctional, i.e. agricultural type, with dominant animal husbandry, while the population engaged in agriculture mainly in the karst fields after the end of the periodic flooding. Seen as a whole, all municipalities belonged to the agrarian functional type, except for Trebinje, which belonged to the agrarian-service type of settlement in the initial phase of industrialization, i.e. socioeconomic transformation of the village. The city centers of Trebinje, Nevesinje and Bileća belonged to the service-industrial type, Gacko to the service-agrarian type, and Ljubinje to the agrarian-service type.

In the period 1961–1991, more precisely in the 1970s, the process of industrialization intensified, which caused the development of work functions in most urban centers, leading to changes in the functional organization of many settlements. As a result of intensive rural-urban migrations, which caused the transition of the active population from the primary to the secondary sector, the functional structure of urban settlements is also changing. Rural settlements generally retain their agricultural function. The share of employees in the primary sector decreases from 75.4 % to 15.9 %, which is caused by an increase in employment in the secondary sector from 9.3 % to 53.8 %, and an increase in employment in the tertiary-quaternary sector by 15.1 %. In addition, the functions of rural settlements are being diversified, whereby the share of the active population in agricultural activities is decreasing and increasing in other sectors of activity. The mentioned process was more dominant in suburban settlements and rural settlements located along important roads.

From the 1991 census, it is evident that there were 79 (21.2 %) agrarian settlements, 55 (14.7 %) agrarian-industrial settlements, 54 (14.5 %) industrial settlements, 44 (11.8 %) industrial-service settlements, industrial-agrarian 39 (10.5 %), service-industrial 13 (3.5 %), agrarian-service 7 (1.9 %) and service, i.e. service-agrarian two settlements each (0.5 %). Emigration of the population, low birth rates and aging of the population caused the depopulation of rural areas. There were a total of 69 (18.5 %) settlements with fewer than five employees, while 9 (2.5 %) were

69 (18.5 %), док је демографски испражњених било 9 (2.5 %) (Таб. 5). Ова насеља нису обухваћена наведеном функционалном типологијом.

Општина Требиње (данас Град Требиње) имала је индустријски префикс, Билећа, Гацко и Љубиње индустријско-услужни, а Невесиње индустријско-аграрни. Развојем индустрије, општински центри Требиње, Билећа и Невесиње трансформишу се из услужно-индустријског у индустријско-услужни тип, Гацко из услужно-аграрног у индустријско-услужни, а Љубиње из аграрно-услужног у индустријско-услужни функцијски тип насеља (Таб. 4).

Слични процеси одвијали су се и у периоду 1991–2013. године. Активно становништво, уз интензивнију деаграризацију, претежно прелази у терцијарно-квартарни сектор, док се број активног становништва у секундарном сектору умногоме смањује. Процес деаграризације је убрзан, при чему се одвија даље смањење чисто аграрних насеља којих је 2013. године било 63 (16.9 %) и повећање насеља осталих функцијских типова: 12 аграрно-услужних (3.2 %), 4 услужна (1 %), 11 услужно-аграрних (2.9 %) и 33 услужно-индустријска (8.8 %). Овакво смањење у складу је са преласком урбанизације из примарне у секундарну фазу развоја. Депопулациони процеси доводе до значајног смањења броја насеља са мање од пет запослених на 160 (42.9 %), те повећања броја демографски испражњених насеља на 46 (12.3 %) (Таб. 5 и Сл. 4).

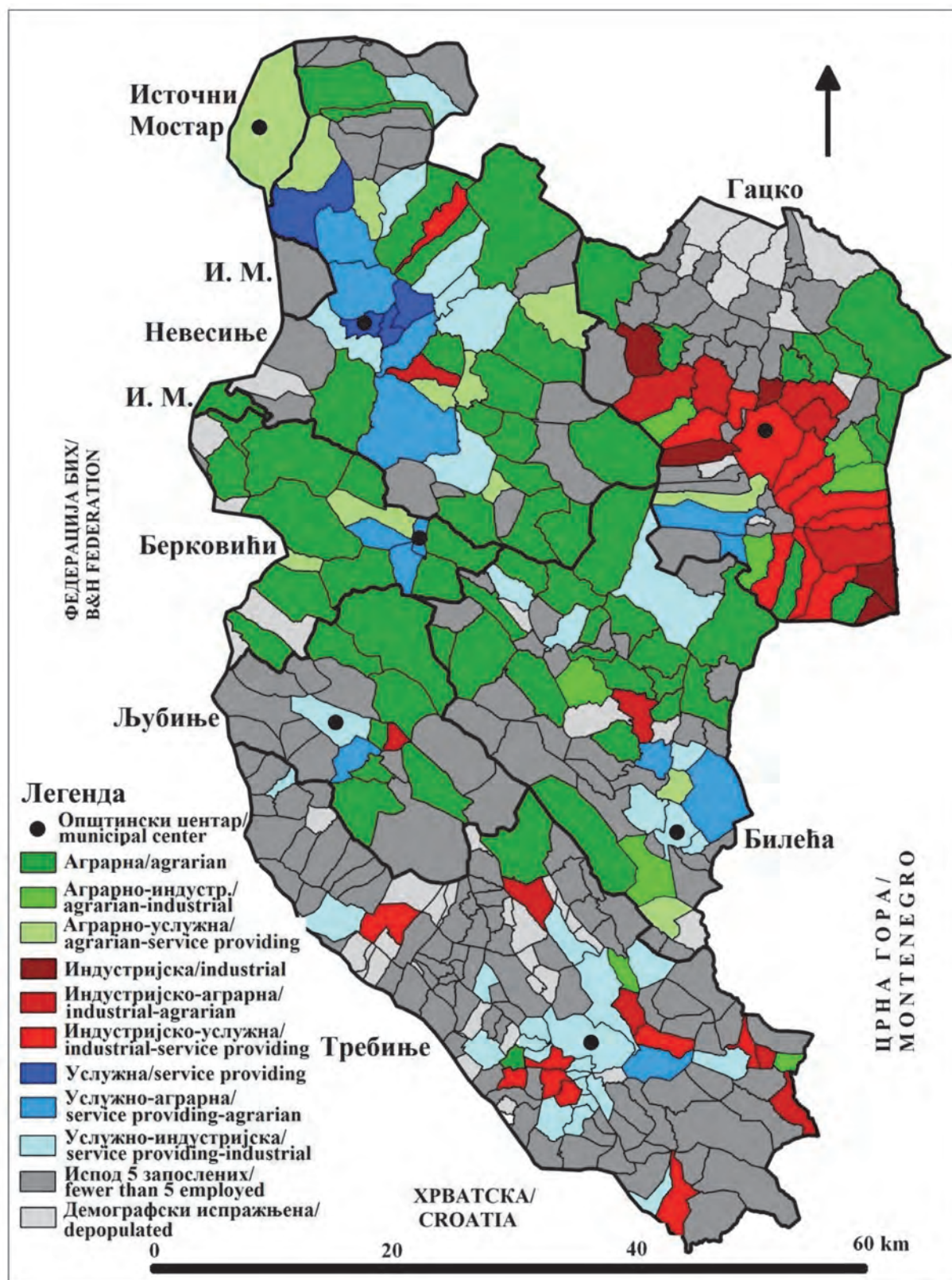
На бази постављене функционалне типологије, Требиње је 2013. године припадало услужном типу насеља. До трансформације долази и у осталим општинама, па тако Билећа прелази из индустријско-услужног у услужно-индустријски, а Невесиње и Љубиње из индустријско-аграрног у услужно-аграрни тип насеља. Куриозитет је само општина Гацко која задржава индустријско-услужни тип насеља. Упркос значајном повећању удјела активног становништва у терцијарно-квартарном сектору, већина ове категорије становништва задржава се у секундарном сек-

demographically vacant (Tab. 5). These settlements are not included in the target functional typology.

The municipality of Trebinje (today the City of Trebinje) had an industrial prefix, Bileća, Gacko and Ljubinje industrial-service, and Nevesinje industrial-agrarian. With the development of industry, the municipal centers of Trebinje, Bileća and Nevesinje are transformed from a service-industrial to an industrial-service type, Gacko from a service-agrarian to an industrial-service, and Ljubinje from an agrarian-service to an industrial-service functional type of settlement (Tab. 4).

Similar processes took place in the 1991–2013 period. The active population, with more intensive deagrarianization, predominantly moves to the tertiary-quaternary sector, while the number of active population in the secondary sector is greatly reduced. The process of deagrarianization is accelerated, with a further reduction of purely agricultural settlements, which were 63 (16.9 %) in 2013, and an increase in settlements of other functional types: 12 agricultural-service (3.2 %), 4 service (1 %), 11 service-agricultural (2.9 %) and 33 service-industrial (8.8 %). This reduction is consistent with the transition of urbanization from the primary to the secondary phase of development. Depopulation processes lead to a significant decrease in the number of settlements with less than five employees to 160 (42.9 %), and an increase in the number of demographically emptied settlements to 46 (12.3 %) (Tab. 5 and Fig. 4).

Based on the designed functional typology, in 2013 Trebinje belonged to the service type of settlement. The transformation also occurs in other municipalities, so Bileća changes from industrial-service to service-industrial, and Nevesinje and Ljubinje from industrial-agrarian to service-agrarian type of settlement. A curiosity is only the municipality of Gacko, which retains the industrial-service type of settlement. Despite the significant increase in the share of the active population in the tertiary-quaternary sector, the majority of this population category remains in the secondary sector. The newly formed municipalities of Berkovići and Istočni Mostar belong



Сл. 4. Функцијски типови насеља Источне Херцеговине 2013. године  
Fig. 4. Functional types of settlements in East Herzegovina in 2013

тору. Новоформиране општине Берковићи и Источни Мостар припадају аграрно-услужном типу насеља.

Градски центри такође се функцијски трансформишу, па тако Требиње и Љубиње мијењају индустријско-услужни у услужно-индустријски тип, Невесиње из индустријско-услужног прелази у услужни, Берковићи и Источни Мостар прелазе из аграрног у аграрно-услужни, док Билећа и Гацко задржавају индустријско-услужни тип насеља (Таб. 4).

Посматрано у цјелини, у већини општина сеоска насеља (Невесиње, Билећа, Љубиње, Берковићи) су традиционалног аграрног типа. У Граду Требињу, осим значајног броја демографски испражњених насеља (26) и насеља испод пет запослених (80), доминантна су насеља услужно-индустријског (18) и индустријско-услужног типа (7), док је занемарив број насеља аграрног типа (2) (Таб. 5). Главни узрок треба тражити у доминантно старом становништву, што доводи до малог броја активног становништва, те малог процента обрађиваних површина. Чињеница да су градски центри снажно привлачили становништво, што је нарочито изражено у Требињу, условила је смањење броја становника у селима, при чему се смањивао и број активног становништва.

Поред 10 демографски испражњених насеља и 24 насеља са мање од пет запослених, највећи број њих у општини Гацко је индустријског, индустријско-услужног и индустријско-аграрног типа (укупно 20). Узрок томе је велики број дневних миграната запослених у Руднику и Термоелектрани „Гачко“. Аграрном типу је припадало 10 насеља (Таб. 5). Функцијска трансформација сеоских насеља је била под утицајем депопулационих процеса, смањења активног становништва, те смањења броја запослених.

Док већи дио сеоских насеља није мијењао своју аграрну функцију, до функционалне и физиономске трансформације долази у већини приградских насеља. Просторни развој приградских насеља усмјерен је према градским центрима са којима чине урбану цјелину и гдје се одвијају најизраженије функционалне везе и односи између урбаног центра и насеља под

to the agricultural-service type of settlement.

The city centers are also functionally transformed, so Trebinje and Ljubinje change from industrial-service to service-industrial type, Nevesinje changes from industrial-service to service, Berkovići and Istočni Mostar change from agrarian to agrarian-service, while Bileća and Gacko retain their industrial-service type of settlement (Tab. 4).

Generally, in most municipalities, rural settlements (Nevesinje, Bileća, Ljubinje, Berkovići) are of traditional agrarian type. In the City of Trebinje, apart from a significant number of demographically empty settlements (26) and settlements with less than five employees (80), service-industrial (18) and industrial-service-type settlements (7) are dominant, while the number of agricultural-type settlements (2) is negligible (Tab. 5). The main cause should be sought in the predominantly old population, which leads to a small number of active population and a small percentage of cultivated areas. The fact that the city centers strongly attracted the population, which was particularly pronounced in Trebinje, caused a decrease in the number of inhabitants in the villages, while the number of the active population also decreased.

In addition to 10 depopulated settlements and 24 settlements with less than five employees, the largest number of them in the municipality of Gacko are of the industrial, industrial-service and industrial-agrarian type (20 in total). The reason for this is the large number of daily migrants employed in Mine and Thermal Power Plant “Gacko”. 10 settlements belonged to the agrarian type (Tab. 5). The functional transformation of rural settlements was influenced by depopulation processes, the reduction of the active population, and the reduction of the number of employees.

While the majority of rural settlements did not change their agricultural function, functional and physiognomic transformation occurred in most suburban settlements. The spatial development of suburban settlements is directed towards the city centers with which they form an urban whole and where the most pronounced functional connections and relations between the urban center



његовим утицајем. Осим тога, у приградским насељима земљишни посједи се из аграрног мијењају у грађевинско земљиште, што је за последицу имало смањење већ малог постотка аграрних површина.

Математичко-географски индикатори  
територијалне организације мреже насеља  
Источне Херцеговине

Математичко-географски индикатори система насеља указују на узајамне односе и везе кроз више параметара површине, бројности и демографске величине насеља (Стаменковић & Бачевић, 1992). Анализирани су индикатори: густина мреже насеља, средња густина насеља, просторна удаљеност између насеља, те индикатори за детерминисање расподјеле становништва према територијалним цјелинама (индекс варијације, коефицијент окупљања, индекс урбане примарности), дефинисани као у Стаменковић & Бачевић (1992) (Таб. 6).

Густина мреже насеља важан је географски индикатор дисперзије насеља. Детерминише се на основу распрострањености насеља у простору, тј. односом броја насеља и површине територије. Одређује се по формули:  $G_n = P/n$ , гдје је:  $G_n$  – густина мреже насеља,  $P$  – површина територије и  $n$  – број насеља. Вриједност овог индикатора за Источну Херцеговину износи  $10.23 \text{ km}^2$  (вриједност за Републику Српску је  $8.89 \text{ km}^2$ ).

Средња густина насеља одређује се кроз однос између површине територије и броја насеља, при чему се углавном узима површина од  $100 \text{ km}^2$ . Израчунава се по формули:  $T = (n \times 100)/S$ , гдје је:  $T$  – средња густина насеља,  $n$  – број насеља и  $S$  – површина територије. С обзиром на површину територија општина индикатор је насеобинског потенцијала, а вриједност за Источну Херцеговину износи 9.77, што је мање од вриједности за Републику Српску (11.23).

Просторно растојање између насеља детерминише и њихове просторне односе. Израчунава се формулом:  $d = 2\sqrt{P/n\pi}$ , гдје је:  $d$  – средње растојање,  $P$  – површина територије и  $n$  – број насеља. Будући да је велика раз-

and the settlements under its influence take place. In addition, in suburban settlements, land holdings are changing from agricultural land to construction land, which resulted in the reduction of an already small percentage of agricultural land.

Mathematical-Geographical Indicators of the  
Territorial Organization of the Settlement  
Network in East Herzegovina

Mathematical-geographical indicators of the settlement system indicate mutual relations and connections through several parameters of the area, number and demographic size of the settlement (Стаменковић & Бачевић, 1992). The indicators that were analyzed were the density of the network of settlements, the average density of settlements, the spatial distance between settlements, and the indicators for determining the distribution of the population according to territorial units (variation index, gathering coefficient, and urban primacy index), defined as in Стаменковић & Бачевић (1992) (Tab. 6).

The density of the settlement network is an important geographic indicator of settlement dispersion. It is determined based on the distribution of settlements in the area, i.e. in relation to the number of settlements and the area of the territory. It is determined by the following formula:  $G_n = P/n$ , where  $G_n$  is the density of the settlement network,  $P$  is the area of the territory, and  $n$  is the number of settlements. The value of this indicator for East Herzegovina is  $10.23 \text{ km}^2$  (the value for the Republic of Srpska is  $8.89 \text{ km}^2$ ).

The average density of settlements is determined through the ratio between the area of the territory and the number of settlements, whereby an area of  $100 \text{ km}^2$  is generally taken. It is calculated according to the following formula:  $T = (n \times 100)/S$ , where  $T$  is the average density of settlements,  $n$  is the number of settlements and  $S$  is the area of the territory. Considering the area of the municipality's territory, it is an indicator of population potential, and the value for East Herzegovina is 9.77, which is less than the value for the Republic of Srpska (11.23).

Spatial distance between settlements also determines their spatial relations. It is calculated by the formula:  $d = 2\sqrt{P/n\pi}$ , where  $d$  is the mean distance,  $P$  is the area of the territory and  $n$  is the number of settlements. Since there is a

Таб. 6. Индикатори структуре територијалне организације и концентрације мреже насеља Источне Херцеговине 2013. године

Tab. 6. Indicators of structure of territorial organization and concentration of settlement network in East Herzegovina in 2013

Јединица локалне самоуправе / Self-governance unit	Средња величина насеља (km <sup>2</sup> ) / Mean size of the settlement (km <sup>2</sup> )	Густина мреже насеља (на km <sup>2</sup> ) / Settlement network density (per km <sup>2</sup> )	Средња густина насеља (на 100 km <sup>2</sup> ) / Mean settlement density (per 100 km <sup>2</sup> )	Средња густина насељености / Mean population density	Средње растојање (km) / Mean distance (km)	Коефицијент варијације величине насеља / Variant coefficient of settlement size		Коефицијент окупљања / Concentration coefficient
Требиње / Trebinje	200	6.06	16.49	33.0	3.86	9.59*	0.04	26.03
Билећа / Bileća	174	10.37	9.63	16.7	3.62	5.37*	0.07	17.71
Гацко / Gacko	123	10.36	9.64	11.8	3.91	4.91*	0.05	28.06
Невесинје / Nevesinje	224	16.48	6.06	13.6	5.78	2.84*	0.16	33.07
Љубиње / Ljubinje	158	15.52	6.44	10.2	4.44	3.18*	0.04	5.13
Берковићи / Berkovići	102	12.80	7.81	8.0	4.03	–	–	–
Ист. Мостар / Ist. Mostar	81	29.33	3.4	2.8	6.11	0.66*	–	–
Регија / Region	176	10.23	9.77	17.2	4.53	–	–	121.11

Напомена: \* центар општине.

Note: \* municipal center.

лика између површине (923 km<sup>2</sup>) и релативно малог броја насеља (56), највише вриједности су у општини Невесинје (5.78).

Дистрибуција становништва према територијалним цјелинама, односно насељима или општинама одређена је на основу следећих индикатора: коефицијент варијације, коефицијент окупљања и индекс урбане примарности.

Коефицијентом варијације величине насеља утврђује се хетерогеност броја становника по насељима и указује на одступања у односу на просјечан број становника по насељу. Израчунава се по формули:  $V = \sqrt{((N_i - N)^2 / n) / N}$ , гдје је: V – коефицијент варијације величине насеља, N<sub>i</sub> – број становника појединачног насеља, N – просјечан број становника по насељу општине и

big disparity between the area (923 km<sup>2</sup>) and the relatively small number of settlements (56), the highest values are in the municipality of Nevesinje (5.78).

The distribution of the population according to territorial entities, that is, settlements or municipalities, was determined based on the following indicators: coefficient of variation, coefficient of gathering and index of urban primacy.

The coefficient of variation of the settlement size determines the heterogeneity of the number of inhabitants per settlement and indicates deviations in relation to the average number of inhabitants per settlement. It is calculated according to the following formula:  $V = \sqrt{((N_i - N)^2 / n) / N}$ , where V is the coefficient of variation of the size of the settlement, N<sub>i</sub> is the number of inhabitants of an individual settlement, N is the average number of inhabitants per settlement of the

$n$  – укупан број насеља општине. Показује највећа одступања у општинским центрима, те релативно уједначене вриједности по насељима.

Коефицијент окупљања обично се одређује за мање територијалне цјелине попут регија или општина. Указује на степен окупљања око централног насеља у општини. Што је већи коефицијент, мањи је степен окупљања. Одређује се помоћу формуле:  $K = E \times N / T$ , гдје је:  $K$  – коефицијент окупљања,  $E$  – број становника умањен за општински центар,  $N$  – број насеља општине умањен за општински центар и  $T$  – број становника општине. Најмањи степен окупљања има Невесиње (33.07) са доминантним сеоским становништвом, а највећи Љубиње (5.13).

Индекс урбане примарности указује на неједнаке вриједности насеобинских величина у случајевима значајних разлика између највећег града и других мањих градова. Израчунава по формули:  $I = G_1 / G_2$ , гдје је:  $I$  – индекс урбане примарности,  $G_1$  – број становника највећег града и  $G_2$  – број становника другог града по демографској величини. Према демографској величини, доминантно градско насеље је Требиње са индексом 3.07. Уколико је вриједност индекса већа од 2, то указује на већу урбану примарност. Овај индекс најчешће се користи у односу на три сљедећа града по демографској величини – Билећа, Гацко и Невесиње.

Хијерархија урбаних центара у регији није значајно поремећена у реду величине те износи 1:3.07 (идеалан однос 1:2). За разлику од регије хијерархија (ред величине) унутар општина је нарочито изражена. Однос градског центра Требиња и сљедећег насеља по демографској величини (Придворци) износи 1:36 (Таб. 7) што указује на изражен централитет, те представља најизраженији однос унутар регије. Општински центри Берковићи и Источни Мостар имају далеко најмањи демографски и функционални капацитет у регији.

Постојањем разлике у величини између општинског центра и других насеља уједначеног броја становника закључујемо да је хијерархијска структура у мрежи насеља Источне Херцеговине неразвијена. Таква хијерархијска

municipality, and  $n$  is the total number of settlements in the municipality. It shows the biggest deviations in the municipal centers, and relatively uniform values in the settlements.

The aggregation coefficient is usually determined for smaller territorial entities such as regions or municipalities. It indicates the degree of gathering around the central settlement in the municipality. The higher the coefficient, the lower the degree of gathering. It is determined using the following formula:  $K = E \times N / T$ , where  $K$  represents the gathering coefficient,  $E$  is the number of inhabitants minus the municipal center,  $N$  is the number of settlements in the municipality minus the municipal center and  $T$  is the number of inhabitants of the municipality. Nevesinje (33.07) with a dominant rural population has the lowest degree of gathering, and Ljubinje (5.13) the highest.

The index of urban primacy indicates unequal values of settlement sizes in cases of significant differences between the largest city and other smaller cities. It is calculated by the formula:  $I = G_1 / G_2$ , where  $I$  is index of urban primacy,  $G_1$  is number of inhabitants of the largest city, and  $G_2$  is number of inhabitants of the second city by demographic size. According to demographic size, the dominant urban settlement is Trebinje with an index of 3.07. If the value of the index is greater than 2, it indicates greater urban primacy. This index is most often used in relation to the next three cities in terms of demographic size – Bileća, Gacko and Nevesinje.

The hierarchy of urban centers in the region is not significantly disturbed in order of size and amounts to 1:3.07 (ideal ratio 1:2). In contrast to the region, the hierarchy (order of magnitude) within the municipalities is particularly pronounced. The ratio of the city center of Trebinje to the next settlement in terms of demographic size (Pridvorci) is 1:36 (Tab. 7), which indicates a pronounced centrality, and represents the most pronounced ratio within the region. The municipal centers of Berkovići and Istočni Mostar have by far the smallest demographic and functional capacity in the region.

Due to the difference in size between the municipal center and other settlements with the same number of inhabitants, we conclude that the hierarchical structure in the settlement network of East Herzegovina is underdeveloped. Such a hierarchical

Таб. 7. Хијерархија (ред величине) унутар јединица локалне самоуправе Источне Херцеговине у периоду 1961–2013. године

Tab. 7. Hierarchy (the order of size) within units of local self-governance in East Herzegovina in the 1961–2013 periods

Јединица локалне самоуправе / Self-governance unit	Година / Year	Насеља / Settlement		Хијерархијски однос / Hierarchy ratio
		Урбани Центар / Urban center	Друго насеље у реду величине / Second sized settlement	
Требиње / Trebinje	1961.	4.073	751	1:5.4
	1991.	21.810	651	1:33.5
	2013.	22.987	632	1:36.3
Билећа / Bileća	1961.	2.491	602	1:4.1
	1991.	7.577	973	1:7.7
	2013.	7.476	1.055	1:7.1
Гацко / Gacko	1961.	1.368	555	1:2.4
	1991.	4.549	588	1:7.7
	2013.	5.218	604	1:8.6
Невесиње / Nevesinje	1961.	2.349	961	1:2.4
	1991.	4.075	546	1:7.4
	2013.	5.000	1.001	1:5.0
Љубиње / Ljubinje	1961.	621	549	1:1.1
	1991.	2.263	233	1:9.7
	2013.	2.467	120	1:20.5
Берковићи / Berkovići	2013.	230*	409	1:0.6
Источни Мостар / Istočni Mostar	2013.	174*	67	1:2.6

Напомена: \* центар општине.

Note: \* municipal center

структура не може довести до развоја система насеља који би својим функцијама обухватио цијели простор, те дјеловао на интегрисање и уравнотеженији развој регије. Заправо, доћи ће до даље поларизације, те ће степен урбанизације формално расти заснивајући се само на удјелу становништва у градским центрима, а не на укупној трансформацији регије.

### ЗАКЉУЧАК

Анализа квантитативних и квалитативних индикатора насељених мјеста Источне Херцеговине основни је предуслов за детерминисање проблема развоја мреже насеља, те планирање њиховог будућег развоја. Процес индустријализације, манифестован развојем функционалног (гравитацијског)

structure cannot lead to the development of a settlement system that would encompass the entire area with its functions, and work towards the integration and more balanced development of the region. In fact, there will be further polarization, and the degree of urbanization will formally increase based only on the share of the population in the city centers, and not on the overall transformation of the region.

### CONCLUSION

The analysis of quantitative and qualitative indicators of settlements in East Herzegovina is a basic prerequisite for determining the problems of development of the network of settlements, and planning their future development. The process of industrialization, manifested by the development of the functional (gravitational) influence of urban

утицаја урбаних центара, узроковао је просторни преразмјештај становништва, дневне миграције, промјене економских активности, убрзану урбанизацију, те промјене у просторно-функционалним везама и односима унутар регије. Негативни демографски процеси условили су депопулацију, односно демографско пражњење многих насеља (око 33 % насеља демографски испражњено или пред гашењем), што умногоме утиче на смањену укупну активност и развојни потенцијал регије, првенствено руралног простора.

Одрживо управљање ресурсима основни је предуслов за будући развој мреже насеља регије. Примјеном полицентричног регионалног развоја као најприкладнијег инструмента спровођења планских политика, омогућио би се модел дисперзно-концентрисаног развоја и размјештаја становништва, привреде, јавних служби, услуга и сл.

centers, caused the spatial relocation of the population, daily migrations, changes in economic activities, accelerated urbanization, and changes in spatial-functional connections and relationships within the region. Negative demographic processes caused depopulation, that is, the demographic emptying of many settlements (about 33 % of settlements demographically emptied or about to be closed down), which greatly affects the reduced overall activity and development potential of the region, primarily in rural areas.

Sustainable resource management is a basic prerequisite for the future development of the region's settlement network. By applying polycentric regional development as the most suitable instrument for implementing planning policies, a model of dispersed-concentrated development and distribution of the population, economy, public services, etc. would be enabled.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Врбник, А., & Гатарић, Д. (2013). Савремене промјене у развоју и размјештају становништва града Чачка. *Демографија*, 10, 151–167.
- Gatarić, D. (2012). Spatial and Demographic Changes in the Settlement Network of Zmijanje. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 92(2), 153–162. <https://doi.org/10.2298/GSGD1202153G>
- Гњато, Р. (1991). *Источна Херцеговина, регионално географски проблеми развоја*. Географско друштво Босне и Херцеговине.
- Гњато, Р., Поповић, С., Поповић, Г., & Трбић, Г. (2012). Одрживи рурални развој и животна средина Републике Српске. *Гласник/Herald*, 15, 53–79. <https://doi.org/10.7251/HER1115053>
- Грчић, М. (1999). Функционална класификација насеља Мачве, Шабачке посаvine и Поцерине. *Гласник Српског географског друштва*, 9(1), 3–20.
- Грчић, М., & Грчић, Љ. (2015). Утицај историјских миграција на насеља и порекло становништво Мачве (Западна Србија). *Гласник/Herald*, 19, 81–102. <https://doi.org/10.7251/HER1915081G>
- Делић, Д. (2019). Улога насеља у просторно-функционалном интегрисању региона Подриње. *Гласник/Herald*, 23, 119–142. <https://doi.org/10.7251/HER1923119D>
- Дробњаковић, М. (2019). *Развојна улога руралних насеља централне Србије*. Географски институт „Јован Цвијић“, Српска академија наука и уметности.
- Ilić, J. (1970). Karakteristike funkcionalnih odnosa između gradova i okoline sa posebnim osvrtom na Srbiju. *Stanovništvo*, 8(3–4), 167–187.
- Лукић Тановић, М., & Маринковић, Д. (2018). Урбана и рурална насеља на простору града Источно Сарајево. *Гласник/Herald*, 22, 49–60. <https://doi.org/10.7251/HER2218049L>
- Мајић, А., & Маринковић, Д. (2016). Хипсометријски размјештај становништва Републике Српске. *Гласник/Herald*, 20, 57–76. <https://doi.org/10.7251/HER2016057M>
- Мандић, М. (2011). Насеобинска мрежа у функцији одрживог развоја Бардаче. *Гласник/Herald*, 14, 71–89. <https://doi.org/10.7251/HER1014071M>
- Мандић, М. (2015). Геопросторне посљедице демографског развоја Републике Српске у

- контексту промјена у насеобинском систему. У Д. Маринковић (Ур.), *Демографска политика у Републици Српској – стварност и потребе* (стр. 53–70). Академија наука и умјетности Републике Српске.
- Мандић, М., Живковић, М., & Папић, Д. (2018). Диференцијација руралног простора Босне и Херцеговине у контексту одрживости руралних геосистема у условима климатских промјена. *СКУП*, 9(1), 38–54. <https://doi.org/10.7251/SKP180901039M>
- Mandić, M., & Delić, D. (2021). Development Problems and Differentiation of Rural Areas of the Republic of Srpska. *Geopolitics and Ecogeodynamics of Regions*, 7(3), 228–238. <https://doi.org/10.37279/2309-7663>
- Мандић, М., Делић, Д., & Гарић, Б. (2022). Могућности и ограничења ревитализације руралних подручја – примјер простора Змијања. *Гласник/Herald*, 26, 109–134. <https://doi.org/10.7251/HER2226109M>
- Митровић, М. М. (2015). *Села у Србији – промене структуре и проблеми одрживог развоја*. Републички завод за статистику Србије.
- Папић, Д. (2014). Становништво у функцији развоја општине Билећа. *Демографија*, 11, 259–272.
- Rančić, M. (1984–1985). Migracije, urbanizacija i prirodno kretanje stanovništva. *Stanovništvo*, 1–4, 22–23.
- Републички завод за статистику Републике Српске. (2017). *Попис становништва, домаћинства и станова у Републици Српској 2013. године*.
- Савезни завод за статистику. (1965). *Попис становништва БиХ из 1961. године, Активности и дјелатности*.
- Стаменковић, С., & Бачевић, М. (1992). *Географија насеља*. Географски факултет.
- Стаменковић, С. (1996). Дневне миграције становништва у географским проучавањима насеља Србије. *Становништво*, 34(3–4), 43–60.
- Стаменковић, Ђ. С. (2005). Редифинисање појма насеље у Србији – Европски стандард и услов рационалне просторне организације мреже насеља, У С. Стаменковић & М. Грчић (Ур.), *Србија и савремени процеси у Европи и свету* (стр. 529–536). Географски факултет Универзитета у Београду, Департман за географију, туризам и хотелијерство Природно-математичког факултета у Новом Саду, Одсек за географију Природно-математичког факултета у Приштини, Одсек за географију Природно-математичког факултета у Нишу.
- Тошић, Д., & Невенић, М. (2005). Просторно планерске основе развоја мреже насеља општине Тутин. *Демографија*, 2, 163–182.
- Тошић, Д., Крунић, Н., & Милијић, С. (2009). Истраживање просторне организације мреже насеља у функцији израде просторног плана општина Јужног поморавља. *Демографија*, 6, 173–194.
- Federalni zavod za statistiku. (1992). *Popis stanovništva BiH 1991. godine*.

Примљено / Received: 04. 07. 2023.

Исправљено / Revised: 22. 08. 2023.

Прихваћено / Accepted: 27. 08. 2023.

