

ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ
GEOGRAPHIC SOCIETY OF
THE REPUBLIC OF SRPSKA



ГЛАСНИК HERALD

СВЕСКА 23
VOLUME XXIII

БАЊА ЛУКА 2019.
BANJA LUKA 2019

Издавач
ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО РЕПУБЛИКЕ
СРПСКЕ
Бања Лука, Младена Стојановића 2

Суиздавач
Природно-математички факултет Универзитета у
Бањој Луци
Бања Лука, Младена Стојановића 2

Уредник
Др Млађен Трифуновић

Уређивачки одбор
Др Рајко Ѓњато, Универзитет у Бањој Луци,
Природно-математички факултет, Република
Српска, БиХ; Др Миленко Живковић,
Универзитет у Бањој Луци, Природно-
математички факултет, Република Српска, БиХ;
Др Горан Трбић, Универзитет у Бањој Луци,
Природно-математички факултет, Република
Српска, БиХ; Др Драшко Маринковић,
Универзитет у Бањој Луци, Природно-
математички факултет, Република Српска, БиХ;
Др Марко Кревс, Универзитет у Љубљани,
Филозофски факултет, Словенија; Др Нина
Николова, Софијски универзитет Свети
Климент Охридски, Факултет за геологију
и географију, Бугарска; Др Никола Панов,
Универзитет Св. Кирил и Методиј, Природно-
математички факултет, Сјеверна Македонија; Др
Александар Георгиевич Дружинин, Јужни савезни
универзитет, Руска федерација; Др Николај
Александрович Слука, Московски државни
универзитет М. В. Ломоносов, Руска федерација;
Др Мирко Грчић, Универзитет у Београду,
Географски факултет, Србија

Технички уредник
Др Татјана Попов

Уредништво часописа
Младена Стојановића 2, Бања Лука
Web: www.gdrsbl.org
E-mail: info@gdrsbl.org
Tel: 051/311-178
Fax: 051/319-142

Штампа
Вилукс д.о.о.
Бања Лука

Тираж
100 примјерака

Publisher
GEOGRAPHIC SOCIETY OF THE REPUBLIC
OF SRPSKA
Banja Luka, Mladena Stojanovića 2

Co-publisher
Faculty of Natural Sciences and Mathematics at
University of Banja Luka
Banja Luka, Mladena Stojanovića 2

Editor
Mladen Trifunović, PhD

Editorial Board
Rajko Gnjato, PhD, University of Banja Luka,
Faculty of Natural Sciences and Mathematics,
Republic of Srpska, B&H; Goran Trbić, PhD,
University of Banja Luka, Faculty of Natural
Sciences and Mathematics, Republic of Srpska,
B&H; Milenko Živković, PhD, University of Banja
Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics,
Republic of Srpska, B&H; Draško Marinković,
PhD, University of Banja Luka, Faculty of Natural
Sciences and Mathematics, Republic of Srpska,
B&H; Marko Krevs, PhD, University of Ljubljana,
Faculty of Arts, Slovenia; Nina Nikolova, PhD,
Sofia University St. Kliment Ohridski, Faculty of
Geology and Geography, Bulgaria; Nikola Panov,
PhD, University Ss. Cyril and Methodius, Faculty of
Science, North Macedonia; Alexander Georgievich
Druzhinin, PhD, Southern Federal University,
Russian Federation; Nikolai Alexandrovich Sluka,
PhD, Lomonosov Moscow State University, Russian
Federation; Mirko Grcic, PhD, University of
Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade, Serbia

Technical Editor
Tatjana Popov, PhD

Editors' Office
Mladena Stojanovića 2, Banja Luka
Web: www.gdrsbl.org
E-mail: info@gdrsbl.org
Tel: 051/311-178
Fax: 051/319-142

Printed by
Vilux d.o.o.
Banja Luka

Circulation
100 copies

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

This issue of the magazine 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

Вјачеслав Леонидович Бабурић ЕКОНОМИЈА БИВШИХ РЕПУБЛИКА ЈУГОСЛАВИЈЕ <i>Vyacheslav Leonidovich Baburin</i> <i>ECONOMY OF FORMER YUGOSLAV REPUBLICS</i>	1
Мирко Грчић ГЕОГРАФСKE ПРЕДСТАВЕ О БАЛКАНСКОМ ПОЛУОСТРВУ НА КАРТИ ИСТОКА СВЕТОГ ЈЕРОНИМА <i>Mirko Grčić</i> <i>GEOGRAPHICAL PERCEPTION OF THE BALKAN PENINSULA ON THE MAP OF EAST BY ST. JEROME</i>	19
Татјана Попов и Драгица Делић САВРЕМЕНЕ КЛИМАТСКЕ ПРОМЈЕНЕ НА ПОДРУЧЈУ СЕМБЕРИЈЕ – УТИЦАЈИ НА АГРАРNU ПРОИЗВОДЊУ <i>Tatjana Popov and Dragica Delić</i> <i>RECENT CLIMATE CHANGE IN THE SEMBERIJA REGION – IMPACT ON AGRICULTURAL PRODUCTION</i>	35
Слободан Гњато, Радослав Декић, Свјетлана Лолић, Обрен Гњато и Марко Иванишевић ЕЛЕМЕНТИ ОДРЖИВОСТИ И КВАЛИТЕТА ВОДЕ КОТЛАНИЧКОГ ЈЕЗЕРА <i>Slobodan Gnjato, Radoslav Dekić, Svjetlana Lolić, Obren Gnjato and Marko Ivanišević</i> <i>ELEMENTS OF SUSTAINABILITY AND WATER QUALITY OF KOTLANIČKO LAKE</i>	59
Татјана Попов, Слободан Гњато и Горан Трбић ЕКСТРЕМНИ ТЕМПЕРАТУРНИ И ПАДАВИНСКИ МЈЕСЕЦИ У ИСТОЧНОЈ ХЕРЦЕГОВИНИ <i>Tatjana Popov, Slobodan Gnjato and Goran Trbić</i> <i>EXTREME TEMPERATURE AND PRECIPITATION MONTHS IN THE EAST HERZEGOVINA REGION</i>	73
Миленко Живковић и Мира Мандић ИСТОРИЈСКО-ГЕОГРАФСКИ, ЕТНОГЕОГРАФСКИ И ДРЖАВОТВОРНИ СУБЈЕКТИВИТЕТ СРБА ЗАПАДНЕ СЛАВОНИЈЕ <i>Milenko Živković and Mira Mandić</i> <i>HISTORICAL-GEOGRAPHICAL, ETHNIC-GEOGRAPHICAL AND STATEHOOD INDIVIDUALITY OF THE WEST SLAVONIA SERBS</i>	95
Драгица Делић УЛОГА НАСЕЉА У ПРОСТОРНО-ФУНКЦИОНАЛНОМ ИНТЕГРИСАЊУ РЕГИОНА ПОДРИЊЕ <i>Dragica Delić</i> <i>THE ROLE OF SETTLEMENTS IN SPATIAL-FUNCTIONAL INTEGRATION OF THE PODRINJE REGION</i>	119
Горана Тодорић, Дејан Васић и Драгољуб Секуловић РАЧУНАЊЕ ПОМЈЕРАЊА ЗЕМЉИНЕ КОРЕ УПОТРЕБОМ ГЕОДЕТСКЕ ТЕХНИКЕ VLBI <i>Gorana Todorčić, Dejan Vasić and Dragoljub Sekulović</i> <i>CALCULATIONS OF EARTH'S CRUST MOVEMENT USING GEODETIC VLBI TECHNIQUE</i>	143

ЕКОНОМИЈА БИВШИХ РЕПУБЛИКА ЈУГОСЛАВИЈЕ**Вјачеслав Леонидович Бабури^{1*}**¹Московски државни универзитет Ломоносов, Географски факултет, Москва, Русија

Сажетак: У раду се разматрају проблеми одрживости привреда бивших југословенских република у односу на конјунктурне циклусе и геополитичке догађаје. Анализа истраживаног простора показује да проблеми истраживања геополитичких и конјунктурних ризика представљају слабо развијену проблематику економске, односно друштвене географије. У овој области претежно преовладавају радови економиста. Према резултатима студије, идентификоване су три фазе формирања националних економија и промјене њихове одрживости у односу на конјунктурне циклусе – фаза деструкције под утицајем углавном геополитичких и унутарполитичких фактора (1990–2001); фаза опоравка националних економија (2001–2008) и међукризна фаза интеграције у Европску унију (2009–2016). Проучавање промјена структуре националних економија омогућило је да се успостави однос између процеса деиндустријализације и осјетљивости економија нових држава на простору бивше Југославије.

Кључне ријечи: геополитички и социо-економски ризици, тржиште, специјализација, конјунктура, криза, одрживост, осјетљивост.

Original scientific paper

ECONOMY OF FORMER YUGOSLAV REPUBLICS**Vyacheslav Leonidovich Baburin^{1*}**¹Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

Abstract: The article analyzes the issues of stability of the former Yugoslav republics economies to market cycles and geopolitical events. The study area analysis showed that geopolitical and market risks are poorly developed issues in economic geography, i.e. social geography. It is dominated by the work of economists. According to the study results, three stages of national economies formation and changes in their resistance to market cycles are identified – the destruction stage under the influence of mainly geopolitical and domestic political factors (1990–2001); stage of national economies recovery (2001–2008) and the inter-crisis stage of integration into the European Union (2009–2016). The study of transformations of the national economies structure allowed to establish the relationship between the processes of deindustrialization and economies sensitivity of new states in the former Yugoslavia.

Key words: geopolitical and socio-economic risks, market, specialization, conjuncture, crisis, stability, sensitivity.

УВОД

Свјетска економија је за последње три деценије доживјела кардиналне промјене. Појавило се неколико десетина нових држава, претежно са економијама у транзицији из социјализма у капитализам. Истовремено, са свјетске политичке мапе нестали су Совјетски

INTRODUCTION

World's economy has faced some cardinal changes in the past three decades. Few dozens of countries have joined it, mostly the ones in the economic state of transition from socialism to capitalism. At the same time, from the world's political map disappeared

* Аутор за кореспонденцију: Вјачеслав Леонидович Бабури, Московски државни универзитет М. В. Ломоносов, Географски факултет, Одсек за економску и социјалну географију Русије, 119991, Русија, Москва, Ленинские Гори 1, E-mail: vbaburin@yandex.ru

Corresponding author: Vyacheslav Leonidovich Baburin, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, 119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory 1, E-mail: vbaburin@yandex.ru

савез, Југославија и Чехословачка. Слабост механизма адаптације новонасталих држава довела је до њихове повећане осјетљивости на геополитичке и социјално-економске промјене на свјетској сцени. Територијална подјела рада која је постојала најмање 40 година, и из ње изведена специјализација региона савезних држава, почела је брзо пропадати. У комбинацији са циклусима конјунктуре својственим убрзаном глобалном проширењу капиталистичког тржишта, дошло је до пораста нестабилности регионалних економија. Ова нестабилност показала се много већа, него што је то било карактеристично за свјетски економски систем у цјелини. Као последицу тога имамо и нагле промјене у области трошкова производње.

Главна хипотеза овог истраживања, према томе, дефинисана је на следећи начин: У зависности од наслеђене структуре, привреде „нових“ држава различито реагују на геополитичке и конјунктурне циклусе. У исто вријеме, интензитет таквих реакција много је већи, него код „стarih“ држава.

Да бисмо тестирали такву хипотезу предлагемо да се при анализи користе индикатори попут кретања бруто домаћег производа (БДП) и структурних промјена привреде бивших република Југославије – Босне и Херцеговине (БиХ), Сјеверне Македоније (С. Македоније), Србије, Словеније, Хрватске и Црне Горе.

ПРЕГЛЕД ПРЕТХОДНИХ ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру еволуционе парадигме и њене главне карактеристике – циклично-генетичке динамике (Бабурин, 2010, 2012; Яковец, 1999; Суббетто, 1994; и др.) проблем неравномјерности социо-економског развоја, понављања фаза раста и појаве криза истраживао је велики број аутора. Ф. Бродел издвојио је вјековне циклусе европских економија, који су добили назив циклуси Бродеља. Кондратјев је издвојио

countries such as Soviet Union, Yugoslavia and Czechoslovakia. The weakness of the adaptation mechanism of the new countries caused the increased sensitivity to geopolitical and socio-economic changes in the world. Territorial division of labor that existed for at least 40 years and the specialization of the regions of the federal states that derived from it, started to decay quite fast. In combination with the business cycles that are typical for global capitalism market, there has been an increase in the instability of regional economies, which were much greater than of what's typical for the world's capitalism, suddenly changing the price of production with some less sensitive oscillations in the cost.

Therefore, main research hypothesis is defined as follows: Depending on the inherited economy structure of the „new“ countries, their economies react differently to the geopolitical and business cycles. At the same time, the intensity of such reactions is much bigger than the one of the „old“ countries.

In order to test such hypothesis, we recommend using information on the gross domestic product (GDP) dynamics and the economy structure of the former Yugoslav republics – Bosnia and Herzegovina (B&H), North Macedonia (N. Macedonia), Serbia, Slovenia, Croatia and Montenegro.

REVIEW OF PREVIOUS STUDIES

In the scope of the evolutionary paradigm and its common appearance of the cyclic and genetic dynamics (Бабурин, 2010, 2012; Яковец, 1999; Суббетто, 1994; and others) the problem of the nonlinearity of socio-economic development and the repetition of the growing phases and crisis was researched by many authors. F. Braudel identified the century cycles for the European Union economy, which were later named after him. Kondratieff singled out

педесетогодишње циклусе конјунктуре, а Шумпетер им је дао иновативно објашњење (теорија дугих таласа или циклуси Кондратјев-Шумпетера). С. Кузнец издвојио је ритмове у трајању од 15–20 година (који су и добили назив по њему), објашњавајући њихову динамику доласком имиграната и промјенама у грађевинарству, па се због тога и често називају „грађевински циклуси“. У суштини, њихов главни покретачки механизам је дифузија иновација која за последицу има и различиту динамику цијена некретнина. Жуглар је издвојио средњорочне циклусе функционисања економије у трајању 10–11 година, а К. Маркс је објаснио њихову суштину разликом између понуде и потражње (циклуси прекомјерне производње) (Бабурин, 2018). Овакво кретање економије, према том објашњењу, представља последицу динамике односа између техничке и органске грађе капитала. Према Марксу, просјечно трајање ових циклуса износи 5–7 година. Управо такви, дакле средњорочни циклуси биће у средишту нашег истраживања.

Данас постоје бројни свјетски центри попут ECRI (*Economic Cycle Research Institute*) Колумбијског универзитета из Њујорка или EABCN (*The Euro Area Business Cycle Network*) у којима су концентрисана главна истраживања ове проблематике. У 2016. години почео је излазити и часопис „*Journal of Business Cycle Research*“, који је посвећен проучавању цикличних процеса.

Тренутно постоје два модела који објашњавају међудржавну и међурегионалну интеграцију у смислу флукуације њихових односа и развоја њихових елемената. Неки истраживачи сматрају да би требало да постоји синхронизација динамике националних трендова (Balassa, 1962; Rosamond, 2000; и др.). Други истраживачи (Fujita & Krugman, 2004; Krugman, 1991a, 1991b, 1999; Venables, 1996) сматрају да економска интеракција између територија доводи до концентрације индустрије, што повећава њихову зависност од гранских ризика. Ово, пак, за последицу има повећање разлика у економској динамици.

the fifty-year business cycles and Schumpeter gave them the innovational explanation (long-waves economy and Kondratieff-Schumpeter cycles). S. Kuznets found the 15–20 year rhythms, which were named after him, explaining their dynamics by the immigrants' arrival and changes in the building-trade, and that is why they are often called „trade-cycles“. Essentially, their main initiating mechanism is innovations diffusion; and as its result we get the dynamics of the real-estate prices. Juglar identified the mid-term of 10–11 year cycles of the economy's functioning, and K. Marx explained their essence with the supply–demand difference (cycles of the excessive production) (Бабурин, 2018), which, on it is end, represents the result of the dynamics of technical and organic structure of the capital. According to Marx, the average duration of these cycles is 5–7 years. Those mid-term cycles will be in the center of our investigation.

Currently, there are numerous organizations in the world like Economic Cycle Research Institute (ECRI) of the Columbian university of the City of New York and the European Union Area Business Cycle Network (EABCN) and others, in which the main researches of this topic are concentrated. Magazine „*Journal of Business Cycle Research*“, dedicated to studying the cyclic processes, began to be published in 2016.

Currently, there are two models that explain the interstate and interregional integration in the context of fluctuation in development and its components. Some researchers consider that there should be a synchronization of the dynamics of national trends (Balassa, 1962; Rosamond, 2000; and others). Other researchers (Fujita & Krugman, 2004; Krugman, 1991a, 1991b, 1999; Venables, 1996) consider the economic interaction between territories being the cause of the concentration of the industry, which increases their dependence on the branch risks, and as a result, it causes the increase of differences in the economic dynamics. A number of scientists (Бабурин, 2019; Carlino & Sill, 1998) concluded that differences in

Један број научника (Бабурин, 2019б; Carlino & Sill, 1998) установио је да разлике у цикличним флукуацијама постоје, не само између земаља, већ и између региона унутар њих. Наведене разлике најчешће се тумаче економским (криза у секторима специјализације региона везана за различиту мобилност производних фактора) или политичким (укључујући геополитичке) разлозима. Неки истраживачи (Frenkel & Nickel, 2005; McKinnon, 2002) користе примјер еврозоне да би истакли улогу заједничке валуте (евра) као важног фактора у смањењу разлика између фаза појединих циклуса у оквиру различитих дијелова наддржавних политичких ентитета. Међутим, наша истраживања о Балтичком региону (Бабурин, 2019а) показала су двосмисленост такве интерпретације. У овом погледу сагласни смо са истраживачима као што су Montoya и de Haan (2007) и Frankel и Rose (1998), који примјећују да је, и поред смањења разлика у флукуацијама међународне специјализације земаља Европске уније и сличности појединих регија, ниво њихове синхронизације са циклусима широм Европске уније доста низак. Примјећује се да регије са уском специјализацијом имају већу сличност наведених флукуација у поређењу са оним регијама које имају универзалну специјализацију. Посебно висока корелација утврђена је у регијама са једнаком специјализацијом (Imbs, 2004).

У оквиру модела „центар–периферија“ (Gianelle, Montinari, & Salotti, 2017) утврђено је да мање развијене земље еврозоне показују већу фазну разлику него развијеније земље. Пронађене су сличне разлике и за „старе“ и „нове“ земље Европске уније. Земље са блиским трговинским везама значајно синхронизују своје циклусе. Уопштено речено, сматра се да постоје три фактора који повећавају синхронизацију цикличних флукуација региона и земаља: а) заједничка економска политика, б) степен специјализације привреде и в) снага веза између њих (прије свега – трговинских, а посматрано шире – и било којих других). Овакви приступи уклапају се у теорију територијалне подјеле рада Н. Н.

cyclic fluctuations do not only exist between countries, but between the regions within one country as well. At the same time, their correlation with economic (crisis in sectors of regions' specialization related to different mobility of industrial factors) or political (including geopolitical) factors is constantly being pointed out. Some researchers (Frenkel & Nickel, 2005; McKinnon, 2002) use the example of the European Union euro area to emphasize the role of the common currency (euro) as the important factor in decreasing the differences in the cycle phases in different parts of the supranational entity. On the other hand, our researches on the Baltic region (Бабурин, 2019а) showed the ambiguity of such interpretation. In that manner, we can agree with the researchers such as Montoya and de Haan (2007) and Frankel and Rose (1998), who came to a discovery that although the difference in fluctuations of international specialization of European Union countries decreased, despite the similarities in the oscillations of some regions, the level of synchronization with the cycles all around the European Union turned out to be low. We can also agree on the bigger similarity of fluctuations of regions with sub specialization, compared to those regions that have universal specialization (Imbs, 2004).

In the scope of the centre–periphery model it was shown (Gianelle, Montinari, & Salotti, 2017) that the less developed countries of the European Union euro area have bigger phase difference than the more developed countries. We have marked similar differences for „old“ and „new“ countries of the European Union. Countries with close trade relations significantly synchronize their cycles. Generally, it is considered that there are three factors that increase the synchronization of the cyclic fluctuations of regions and countries: a) the unity of the economic politics, b) level of economy specialization and c) strength of relations between them (first of all – market relations, and in a wider perspective – any other type of relation). This approach matches the theory of territorial division of labor of N. N.

Баранског и омогућавају да јој се придода циклично-генетска компонента.

Један дио радова из ове области посвећен је мјерењу величине утицаја различитих фактора на економске циклусе. Допринос опште политике сматра се јачим, док за земље са развијеном индустријом, ипак, преовладава фактор јачине економских веза.

Проблеми специјализације и фактора њене локације производње детаљно су проучавани у руској географији и присутни су у бројним публикацијама. Фактички, од времена Н. Н. Баранског домаћа регионална школа посматра територијалну подјелу рада, која настаје као резултат специјализације и размјене, основним механизмом који иницира процес формирања регија. На ову чињеницу у својим радовима о теорији организације простора указују: М. Д. Шаригин (Шарыгин, 2007), представници Далекоисточне школе: П. Ј. Бакланов који је разматрао питања „плутајућег оптимума“ приликом просторног распоређивања производње (Бакланов, 1983); А. В. Машков чији се радови баве проблемима динамике савремене структуре индустријских региона Далеког Истока (Мошков, 2008) и др. Бројне студије у овој области спровели су представници Лењинградске (Санктпетербуршке) школе: А. И. Чистобајев који се бавио теоријским и методолошким основама управљања територијалним развојем у контексту тржишних односа; те истраживања Ј. Н. Гладког у области регионалне економије (Гладкий & Чистобаев, 1998) и сл. Значајан допринос моделовању процеса формирања територијалних индустријских комплекса дали су А. Н. Гранберг – оснивач руске школе просторних међугранских истраживања (Гранберг, 1985), А. Ј. Пробст (Пробст, 1982), М. К. Бандман (Бандман, 1980) и др. У Украјини, најпознатији су радови О. И. Шаблија о моделовању територијалних производних система у облику међугранских комплекса (Шаблий, 1976). Проблеми конкурентности региона проучавају се и у радовима економиста (А. В. Јермишине, Т. В. Ускове, В. И. Лукјанова, С. В. Недвижај, О. А. Мухорјанове, Н. Д. Кремлева и др.).

Baransky and facilitates the addition of cyclic-genetical component to it. Part of the works is dedicated to a study on the size of contribution of different factors. The contribution of general politics is considered to be stronger, but for countries with developed industry, the relations factor prevails.

Problems of specialization and factors of production location have already been thoroughly studied in the local geography and are reflected in many publications. Ever since the times of N. N. Baransky, the local regional school observes the territorial division of labor that appears as the result of specialization and exchange, the mechanism that initiates the process of regional formation. M. D. Sarigin (Шарыгин, 2007) points out to this in his works on space organization theory. The representatives of the Far-East school: P. J. Baklanov who considered the questions of the floating optimum at the production scheduling (Бакланов, 1983); A. V. Moshkov whose papers deal with the issues of the dynamics of modern structure of industrial regions of Far East (Мошков, 2008) etc. Numerous studies on this issue were carried out by the representatives of the Leningrad (Saint Petersburg) school: A. I. Chistobaev, who engaged in the theoretical and methodological basics of managing territorial development in the context of market relations; then researches of J. N. Gladki in the field of regional economy (Гладкий & Чистобаев, 1998), etc. A significant contribution to modeling the process of forming territorial industrial complexes has been given by A. N. Granberg – the founder of Russian school of spatial inter-branch researches (Гранберг, 1985), A. J. Probst (Пробст, 1982), M. K. Bandman (Бандман, 1980) and others. In Ukraine, the best known works are from O. I. Shchablii on the modelling of territorial production systems in the inter-branch complexes (Шаблий, 1976). Issues of the region's competitiveness are being studied in the works of the economists, as well (A. V. Jermisina, T. V. Uskova, V. I. Lukianova, S. V. Nedvizaj, O. A. Muhorianova, N. D. Kremleva and others).

МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Што се тиче метода које су коришћене у наведеним студијама, може се слободно тврдити да главни метод већине радова представља факторска анализа временских серија у циљу изналажења њихових корелација. Дио истраживача користи дубљу регресијску анализу. Неки радови (Gianelle et al., 2017) конструишу сложену регресију смањујући димензионалност варијабли стратегијом груписања неколико фактора у индекс. Такође, користе се и квалитативне варијабле као што је на примјер постојање/непостојање заједничке границе међу државама. У неким радовима користи се дискриминантна анализа. Јапански истраживачи развили су методологију за предвиђање тачака претјеривања у флукуацијама јапанске економије. У једном од таквих радова, Lucas (1977) примијењен је метод екстракције цикличне компоненте из тренда коришћењем филтера високе или ниске фреквенције (на примјер, филтер Ходрик-Прескота). Било је покушаја да се економске флукуације посматрају као Марковљев процес (Stock & Watson, 2014). Сличан рад посвећен је анализи фазних промјена у пословним циклусима Европске уније (Salas & Saurina, 2002). Критични фактор од којег зависи успјех радова који се односе на анализу циклуса јесте доступност адекватних података за дотични период.

Наше проучавање овог проблема базира се на компарацији структурних промјена привреде бивших југословенских република које су се појавиле као реакција на промјене глобалне привредне динамике. За анализу узете су сљедеће варијабле: амплитуда флукуација динамике БДП-а, индекс сусједства, величина економије, њена гранска структура, као и економско-географски положај (ЕГП). Као референтна тачка изабрана је економија Европске уније, с којом ова група земаља блиско сарађује. Због пионирске природе истраживања, у овој фази коришћене су графоаналитичке и типолошке методе.

MATERIALS AND METHODS

Speaking of methods that were used in the analyzed studies, the main method in most works is the factor analysis of the time series and search for correlations between them. Some researchers use a regression analysis technique that is much more complex. Some works (Gianelle et al., 2017) construct the complex regression, decreasing the dimensionality of the variables, collecting several factors to the index. Also, qualitative variables are being used (for example: existence/non-existence of the mutual limit). In some works, discriminant analysis is being used. Japanese researchers have developed a methodology for the prediction of exaggerating points in Japanese economy fluctuations. In one such work, Lucas (1977) applied the method of extraction of a cyclic component from a trend by using filters of high or low frequency (for example: Hodrick-Prescott filter). There have been some attempts to observe economic fluctuations as Markovian process (Stock & Watson, 2014). Similar work dedicated to the analysis of phase changes in business cycles of European Union (Salas & Saurina, 2002). The critical factor on which the success of the works relating to the cycle analysis depends on is the availability of adequate data for the relevant period.

Our research on this issue implies comparing the configuration of the reactions of former Yugoslav republics' industry and changes in the world market. Variables used for the analysis were: the amplitude of the GDP dynamics fluctuations, neighborhood index, economy size, its branch structure, as well as economic-geographical position (EGP). As the standard for comparison, the European Union's economy was selected, since this group of countries closely cooperates with it. Due to the pilot nature of the research, in this phase, grafoanalytical and typological methods were used.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Претходни преглед ранијих истраживања упућује на закључак да је научна заједница акумулирала доста велико искуство у истраживању области територијалне подјеле рада, њених компоненти (специјализација и размјена) и циклчних процеса у економији. И поред тога скоро да не постоје студије које би анализирале утицај циклуса конјунктуре на стабилност регионалних специјализација новонасталих држава које су у прошлости постојале у оквиру појединих федерација (СССР, СФРЈ, Чехословачка и др.). Оне се, по правилу, посматрају или као стационарна стања производних система или као монотонно промјенљиве. Наша основна хипотеза истраживања заснива се на идеји да различитим фазама циклуса конјунктуре морају одговарати различита стања стабилности специјализација или осјетљивости регионалних економија. Најмање осјетљивим земљама сматрају се земље које практично не реагују на погоршање тржишних услова, а њихова привреда слабо је синхронизована са околним тржиштима. Осјетљиве су земље чија динамика БДП-а фактички копира свјетску динамику, а амплитуда флукуација знатно надмашује такву динамику.

Специфичност економско-географског приступа је у томе да се фокусира на анализу начина адаптације земаља са различитим скупом специјализованих привредних грана на циклусе конјунктуре. То, на примјер, подразумијева разраду и примјену научних приступа и метода за анализу повезаности специјализације привреде појединих региона у зависности од разноврсности структуре привредних грана, трошкова производње и конјунктуре цијена производа. У претходним студијама, открили смо да су пољопривреда, јавне услуге и рударство најмање осјетљиви, док су прерађивачка индустрија, комерцијалне услуге и трговина најосјетљивије. Као модел за овакав приступ послужили су нам циклуси конјунктуре Европске уније и Њемачке као доминантне државе чланице ове организације. Размотрићемо динамику кретања њемачког

RESULTS AND DISCUSSION

This review of previous research provides us the possibility to conclude that the scientific community accumulated a great experience in the research of territorial division of labor and its components (specialization and exchange) and cyclic processes in the economy. Nevertheless, there is almost no research that would analyze the impact of the business cycle on the stability of regional specializations of new countries that were, in the past, part of the federated countries (USSR, SFRY, Czechoslovakia and others). They are either observed as the stationary states of production systems, or as monotonously changing. The suggested task setting is based on the idea that different phases of the business cycle must match the different states of specializations' stability or sensitivity of regional economies. Countries that do not respond to the deterioration of the market's conditions and are poorly synchronized with such conditions, are considered to be the least sensitive countries. Countries that belong to the group of the „sensitive ones“ are the ones that have their GDP dynamics matching the world's dynamics, and the fluctuation amplitude is significantly surpassing such dynamics.

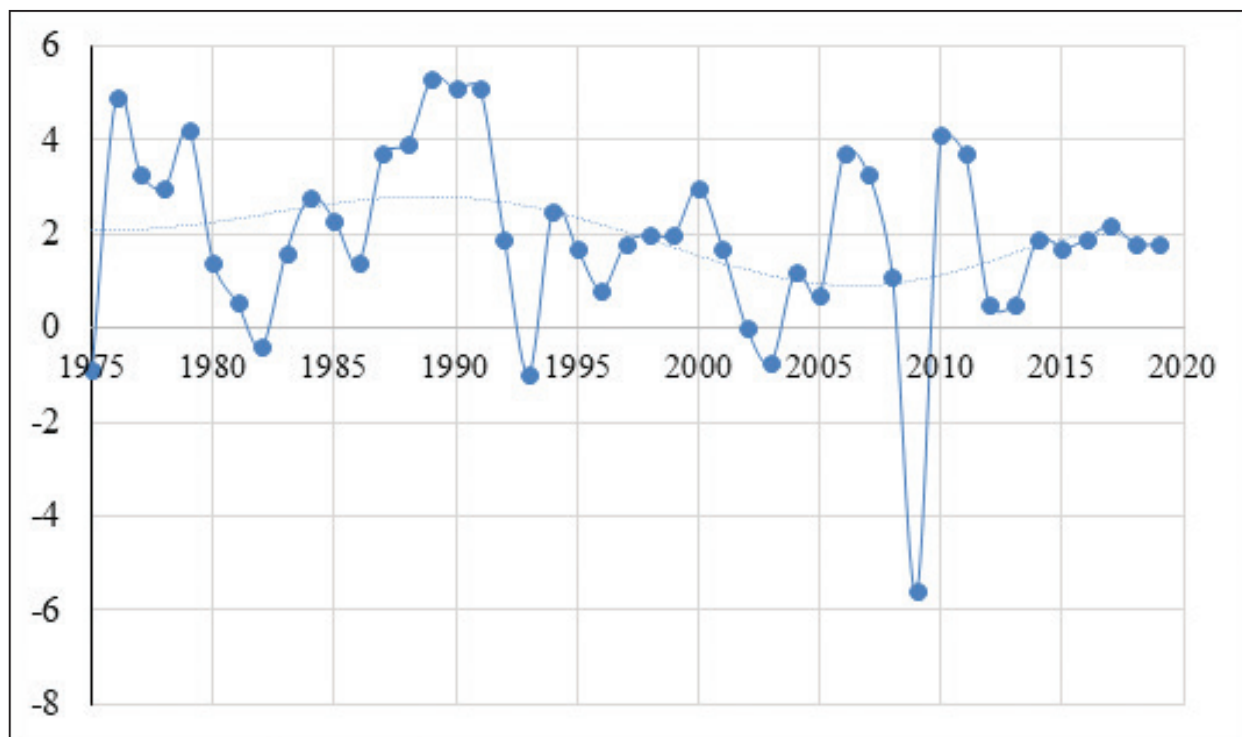
The peculiarity of the economic-geographical approach is the focus on the nature of the countries' reactions with different sets of specialization branches to the business cycles. That, for example, implies the elaboration and application of scientific approaches and methods for analyzing the connection between the specialization of the economy of individual regions, depending on the diversity of the economy branches, the production costs and the conjuncture of products prices. In the previous studies, we discovered that the agriculture, public services and mining industry are the least sensitive, and the process industries, commercial services and trade are the most sensitive. As a model, we used the business cycles of the European Union and Germany as the main participant of this organization. We will consider the dynamics of Germany GDP, as one

БДП-а, као једног од водећих фактора који диктира укупну цикличност и ритам свјетских и регионалних криза.

На Сл. 1 јасно је уочљиво да је за скоро пола вијека економија Њемачке прошла узлазну фазу 5. кондратјевског циклуса (у периоду 1975–2000. године), са постепеним успоравањем стопе раста током три циклуса Жуглар-Маркса (1975–1982, 1982–1993, 1993–2003). Видљиве су и три мање кризе, што је типично за узлазну фазу кондратјевског циклуса. Силазна фаза почела је од мање кризе 2002–2003. године (ехо тзв. Азијске кризе). Послије тога (као што је карактеристично за силазну фазу) уследила је дубока свјетска економска криза 2008–2009. године, да би, након кратког успона, почео дужи период стагнације економије који траје до данас. Анализа динамике БДП-а Њемачке даје могућност да са великим степеном вјероватноће тврдимо да ће се сљедећа криза развити у периоду 2021–2024. године. То се подудара и са крајем 5. кондратјевског циклуса, иако неки истраживачи указују и на њену могућу раније појаву.

of the leading centers that dictates the overall cyclicity and rhythm of the global and regional crisis.

Fig. 1 clearly shows that for half a century, Germany's economy went through the ascendant phase of fifth Kondratieff cycle in the 1975–2000 periods, with a gradual slowdown in growth rates during the three Juglar-Marx cycles (1975–1982, 1982–1993, 1993–2003). It also survived three minor crisis, which is typical for the ascendant phase of Kondratieff cycle. Its descendant phase started with a minor crisis in 2002–2003 (the echo of Asian crisis). After that (just as it is typical for the descending phase), a deep world crisis followed in the 2008–2009 periods, after a short increase, began a longer period of economy stagnation, which continues to this day. The analysis of Germany GDP dynamics gives us the possibility that with a high degree of probability claim the possible development of the next crisis in the 2021–2024 periods, in the exact ending of fifth Kondratieff cycle, although some researchers indicate even earlier deadlines.

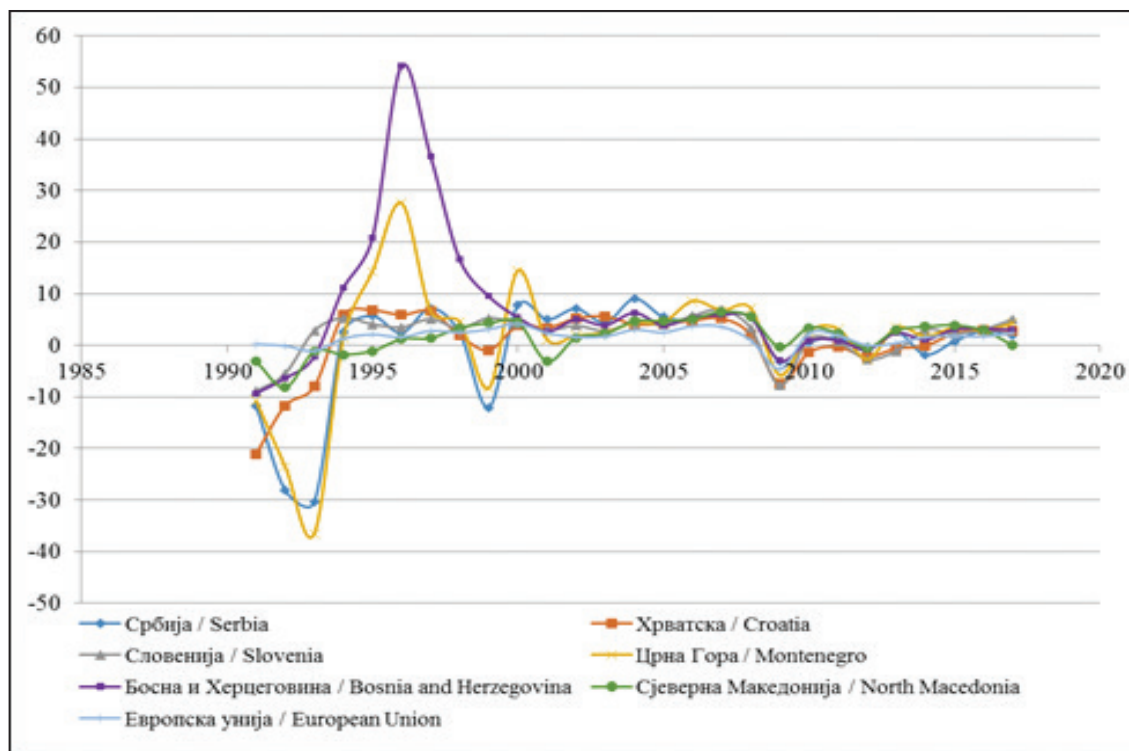


Сл. 1. Динамика БДП-а Њемачке у периоду 1975–2019. године (прогноза) (у %)

Fig. 1. Dynamics of German GDP in the 1975–2019 periods (prognosis) (in %)

Динамика БДП-а бивших република Југославије изгледа другачије (Сл. 2). Иако су генерално пролазиле циклусе Жуглар-Маркса синхронно са Европском унијом и уопште свјетском економијом, максимална амплитуда њихових флукуација изазвана је, ипак, геополитичким промјенама. Процес распада СФРЈ почео је 1991–1992. године када су се отцијепиле Словенија, Хрватска, Босна и Херцеговина и садашња Сјеверна Македонија. Ратна дејства довела су до јаког привредног пада у Црној Гори, Србији, Босни и Херцеговини и у мањој мјери у Словенији и Сјеверној Македонији, чија је периферна позиција омогућила да се држе даље од ратних дејстава. Агресија Сједињених Америчких Држава и неких европских земаља чланица НАТО-а 1999. године јасно се манифестовала у колапсу привреде Србије (пад од 12 %) и у мањој мјери у привреди Црне Горе. С друге стране, за Босну и Херцеговину, због огромне финансијске и економске подршке Европске уније и Сједињених Америчких Држава, карактеристичне су високе стопе раста БДП-а.

GDP dynamics of former Yugoslav republics looks different. Although they have, generally, gone through the Juglar-Marx cycles, synchronized with the European Union and the global economy in general, the fluctuation amplitude has come to a resonance with the geopolitical changes. The process of the disintegration of the SFRY began in the 1991–1992 periods, when Slovenia, Croatia, Bosnia and Herzegovina and North Macedonia seceded. The war has led to a sharp decline in Montenegro, Serbia, Bosnia and Herzegovina, and to a lesser extent in Slovenia and North Macedonia, whose peripheral position enabled them to stay away from warfare. Aggression of the United States of America and some European NATO members in 1999 clearly manifested in the collapse of Serbian economy (-12 %), and to a lesser extent in the Montenegrin economy. Bosnia and Herzegovina, in contrast, due to the great financial and economic support of the European Union and the United States of America, is characterized by high GDP growth rates.



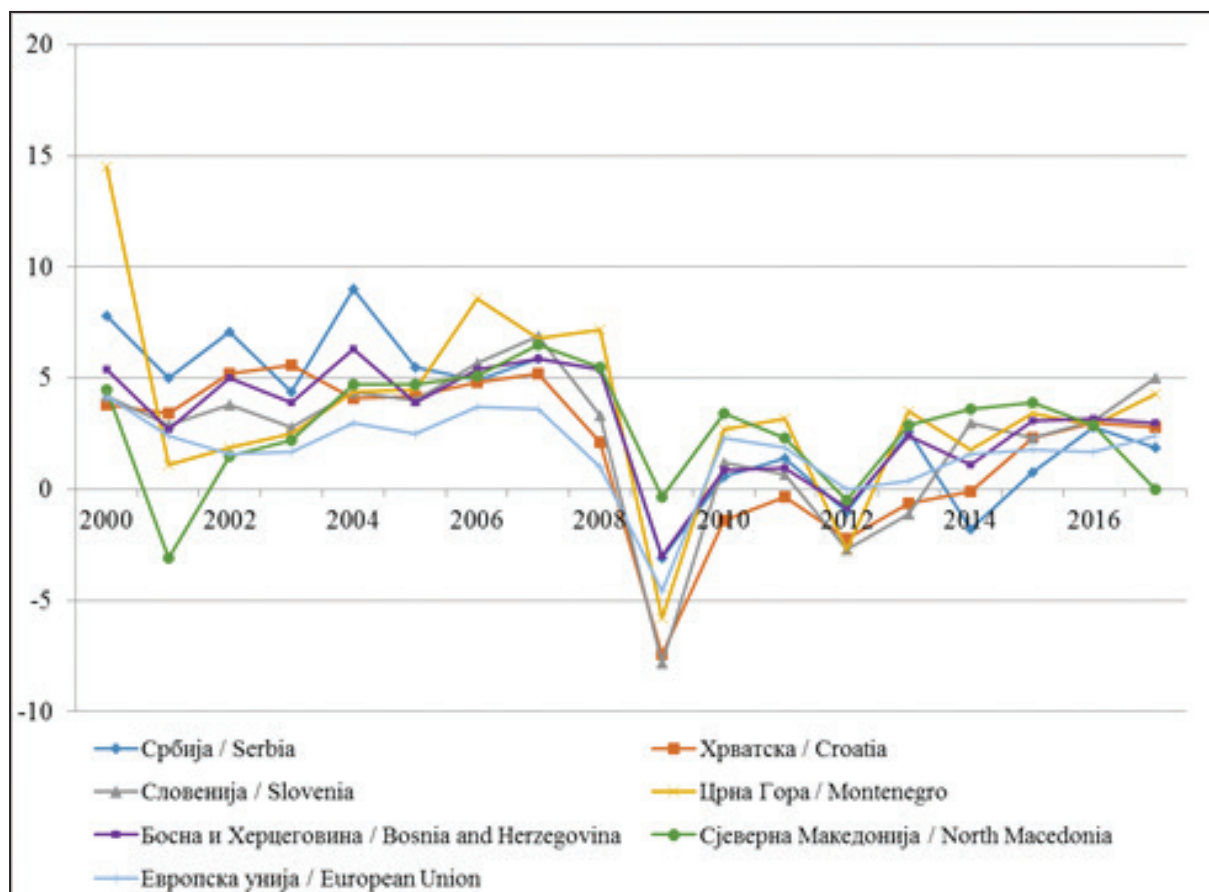
Сл. 2. Динамика БДП-а бивших република Југославије
Fig. 2. GDP dynamics of former Yugoslav republics

Послије 2000. године (Сл. 3) дошло је до прилагођавања економија нових држава, те је динамика њиховог БДП-а почела да се развија у складу са заједничком европском динамиком. Могуће је, ипак, примјетити да се степен осјетљивости њихових привреда значајно разликује. Опадање економије у Словенији и Хрватској 2009. године било је скоро 2 пута веће него у Европској унији. Пад економије у Црној Гори, која се у то вријеме још налазила у саставу савезне државе, био је нешто мањи (на нивоу пада Њемачке). Опадање економије у Србији и Босни и Херцеговини било је много мање, а у Сјеверној Македонији БПД скоро да се није смањио. У наредним годинама раст БДП-а биљежила је једино Словенија. Успоравање раста БДП-а у Европској унији у периоду 2012–2013. године имало је за посљедицу и пад БДП-а у свим бившим југословенским републикама. Минимално опадање економије забиљежено је поново у Сјеверној Македонији, а максимално у Словенији, Хрватској и Црној Гори. Криза је најдуготрајнија била у Хрватској, а пад је 2014. године доживјела и Србија са малим закашњењем у односу на Њемачку. Криза 2015–2016. године готово да није утицала на државе на постјугословенском простору, али већ 2017. године све бивше републике, осим Словеније и Црне Горе, доживјеле су опадање економије. Генерално у 21. вијеку максимална нестабилност (амплитуда флукуација динамике БДП-а) економије била је карактеристична за Црну Гору, Словенију и Хрватску, а минимална за Босну и Херцеговину, Сјеверну Македонију и Србију. Хрватску и Словенију, такође, карактеришу и минималне стопе раста у посматраном периоду.

У свјетлу ових закључака поставља се питање да ли су оваква кретања у оквиру простора постјугословенских држава аналогна кретањима забиљеженим у другим регионима (Бабурин, 2019а). Анализа показује да је у Словенији и Хрватској удио пољопривреде, као фактора стабилизације, минималан, док је удио трговине и услуга висок (Сл. 4). Наведена структура за посљедицу има веома

The adaptation of new countries' economies started after the year 2000, which caused their GDP dynamics to develop in accordance to mutual European Union dynamics, nevertheless, degree of their sensitivity differs significantly. Decline in Croatian and Slovenian economy in 2009 was almost two times deeper than in the European Union. Decline in the economy of Montenegro, which was, at the time, still part of the federal country, was somewhat smaller (on the Germany's level). Decline of economy in Serbia and Bosnia and Herzegovina was much lower, and North Macedonia GDP has barely decreased. In the next few years, the only country that had shown some sort of progress was Slovenia. The slowdown of GDP's growth in the European Union in the 2012–2013 periods was manifested by real decline in all former Yugoslav republics. The minimal decline of the economy has been, once again, recorded in North Macedonia, and the maximum in Slovenia, Croatia and Montenegro. The longest-lasting crisis occurred in Croatia, and Serbia's economy also faced decline, with a short delay after Germany. The 2015–2016 crisis has barely affected the post-Yugoslav countries, but in 2017, all the former republics faced the economy decline, except for Slovenia and Montenegro. In that case, European Union's help had a great impact. Generally, in the 21st century, the maximum instability (the amplitude of GDP dynamics fluctuation) of the economy was characteristic for Montenegro, Slovenia and Croatia, and the minimal for Bosnia and Herzegovina, North Macedonia and Serbia. Croatia and Slovenia are characterized by growth minimum rates in the observed period.

In the light of these conclusions, the question arises whether such changes within the territory of post-Yugoslav countries are analogous to changes recorded in other regions (Бабурин, 2019а). The analysis showed that in Slovenia and Croatia, the agriculture's contribution is minimal (the stabilizing sector), and the contribution of trade and services is

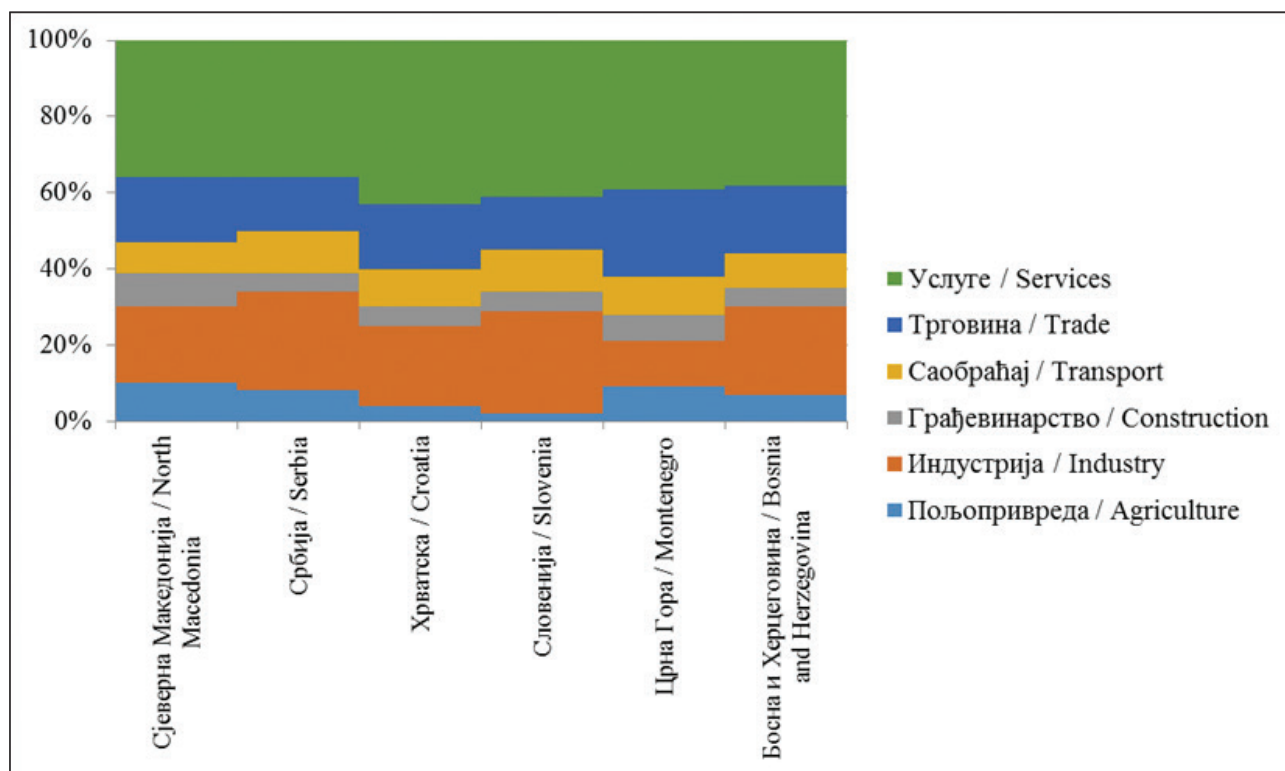
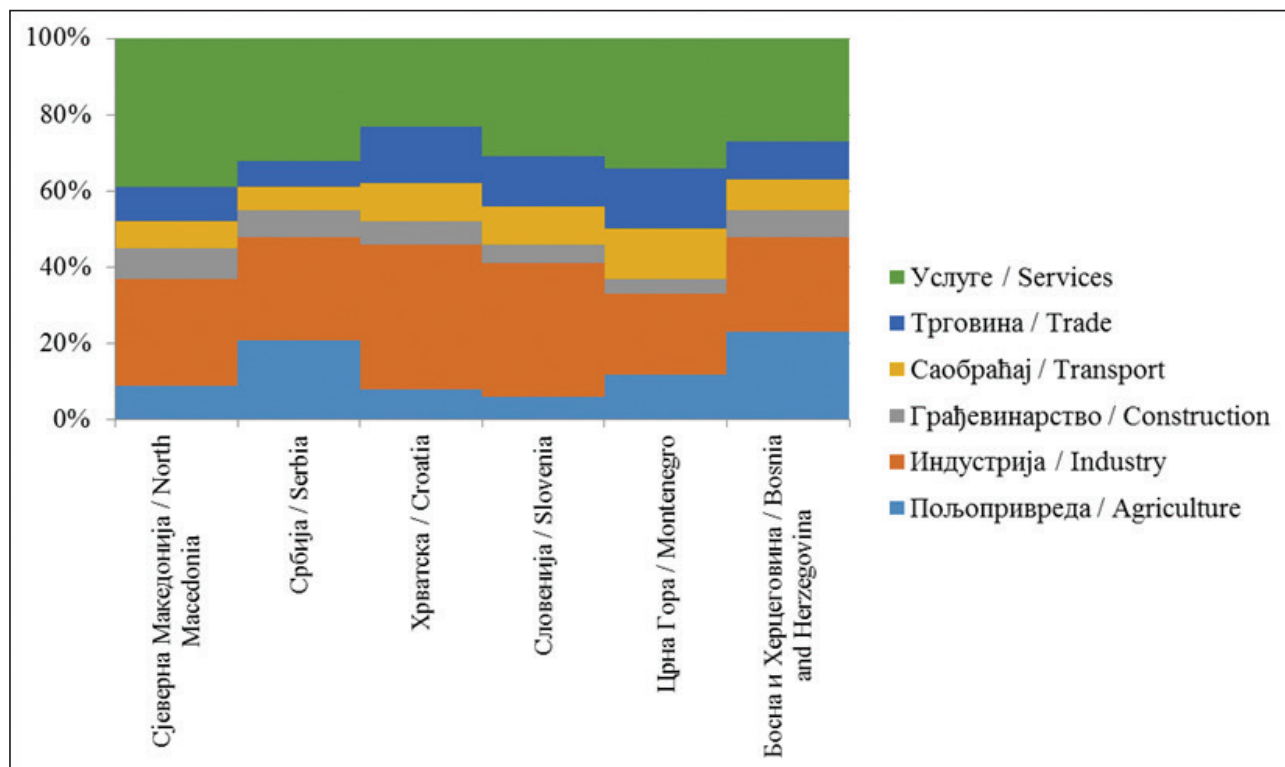


Сл. 3. Динамика БДП-а бивших република Југославије у 21. вијеку

Fig. 3. GDP dynamics of former Yugoslav republics in the 21st century

високу осјетљивост привреда тих држава на циклусе конјунктуре. Њих прати Црна Гора, чију привредну структуру карактеришу максимално учешће услужне дјелатности, најмањи удио индустрије од свих држава на простору бивше Југославије, као и високи удио пољопривредног сектора. Привреда Црне Горе је ради тог синхронизована са приморским државама према циклограму и њена осјетљивост много је мања (једна од најмањих). Сјеверна Македонија, ако се не разматра криза 2001–2002. године, у посљедњих 20 година има најстабилнију економију која се добро синхронизује са Србијом. Она је једина земља у којој је удио аграрног сектора порастао и на свом је максимуму. Удио сектора услуга остаје непромијењен. Због тога се може закључити да стабилност привреде Сјеверне Македоније почива на њеној структури и ослоњености на стабилишући сектор пољопривреде.

high (Fig. 4). As a result, the sensitivity to business cycles is quite high. They are followed by Montenegro, with maximum participation of service sector and minimum of industry from all the former Yugoslav countries, as well as a high share of agriculture sector. As a result, Montenegro is synchronized with coastal countries according to the cyclogram and its sensitivity is much smaller (one of the smallest). The economy of North Macedonia, excluding the 2001–2002 crisis, has the most stable economy in the last 20 years, which synchronizes well with Serbia. It is the only country in which the share of the agrarian sector has grown and it is in its own maximum. The service sector share has not changed. Therefore, it can be concluded that the stability of the North Macedonia economy is based on its structure and reliance on a stabilizing agricultural sector.



Сл. 4. Промјена структуре економије постјугословенских држава:
1990. година (горе) и 2016. година (доле)
Fig. 4. The change of the economic structure of post-Yugoslav countries:
1990 (upper) and 2016 (down)

Израчунавање индекса сусједства (Таб. 1) показало је да Србија заузима централну позицију у систему регионалне економије, док се привреда Хрватске налази одмах уз њу. Најизолованије су Словенија и Сјеверна Македонија. Може се претпоставити, с обзиром на вектор удаљености од језгра Европске уније, да ове двије државе треба да имају минимални ниво синхронизације, а да су им разлике у амплитуди осцилација максималне. Ова претпоставка потврђена је provedеном анализом.

На тај начин можемо да урадимо интегралну подјелу економија нових држава на регије према сљедећим особинама: степен синхронизације, амплитуде флукуација БДП-а (осјетљивост), величина економије, структура економије (Таб. 2).

The neighborhood index (Tab. 1) shows that Serbia takes the central position in the regional economy system and that it is followed by Croatia. Slovenia and North Macedonia are the most isolated. We can assume that, given the distance vector from the European Union's core, their level of synchronization should be the lowest, and differences in the oscillation amplitude are maximal. This assumption is confirmed by the performed analysis.

In this way we can do an integral division of the new states economies into the regions according to a set of characteristics such as: degree of synchronization, GDP fluctuation amplitude (sensitivity), size of economy and structure of the economy (Tab. 2).

Таб. 1. Индекс сусједства постјугословенских држава
Tab. 1. The neighborhood index of post-Yugoslav countries

Држава / Country	Сусједи 1. реда / 1st order neighbors	Сусједи 2. реда / 2nd order neighbors	Сусједи 3. реда / 3rd order neighbours	Индекс сусједства / Neighborhood index
БиХ / B&H	Србија / Serbia Хрватска / Croatia Црна Гора / Montenegro	Словенија / Slovenia С. Македонија / N. Macedonia		11
С. Македонија / N. Macedonia	Србија / Serbia	БиХ / B&H Хрватска / Croatia Црна Гора / Montenegro	Словенија / Slovenia	10
Србија / Serbia	БиХ / B&H С. Македонија / N. Macedonia Хрватска / Croatia Црна Гора / Montenegro	Словенија / Slovenia		14
Словенија / Slovenia	Хрватска / Croatia	БиХ / B&H Србија / Serbia	С. Македонија / N. Macedonia Црна Гора / Montenegro	9
Хрватска / Croatia	БиХ / B&H Србија / Serbia Словенија / Slovenia	С. Македонија / N. Macedonia Црна Гора / Montenegro		13
Црна Гора / Montenegro	БиХ / B&H Србија / Serbia	С. Македонија / N. Macedonia Хрватска / Croatia	Словенија / Slovenia	11

Таб. 2. Типологија постјугословенских држава према величини економија и степену њихове интеграције у тржиште Европске уније
Tab. 2. Typology of countries based on the size of their economies and their level of integration to the European Union market.

Држава / Country	Величина економије (ВЕ) / Economy Size (ES)	Синхронизација са Европском унијом / Synchronization with the European Union	Осјетљивост / Sensitivity	Структура економије (пољопривредни сектор према услужном) / Economy structure (agricultural sector relating to services sector)	Интегрални индекс (3+4+5) (ИИ) / Integration index (3+4+5) (II)
1	2	3	4	5	6
Словенија / Slovenia	1	3	2	3	8
Србија / Serbia	1	1	2	2	5
Хрватска / Croatia	2	3	2	3	8
БиХ / B&H	1	1	1	2	4
Црна Гора / Montenegro	3	3	3	2	8
С. Македонија / N. Macedonia	3	2	1	1	4

Може се рећи да су приморске земље Словенија, Хрватска и Црна Гора највише интегрисане у економију Европске уније. Најмање интегрисане су Босна и Херцеговина и Сјеверна Македонија. Србија, са својом релативно великом економијом, заузима средишњи положај. Ово одговара њеној максималној повезаности са осталим бившим републикама и њеном централном положају. Земље на самој периферији, Словенија и Сјеверна Македонија, налазе се у дијаметрално супротним групама (Таб. 3).

Највећи БДП по глави становника има Словенија (34. мјесто у свијету), затим слиједе Хрватска (56), Црна Гора (77), Србија (87), Сјеверна Македонија (92) и Босна и Херцеговина (95). Као што се види из горе наведених података о БДП-у по

It can be concluded that the coastal countries like Slovenia, Croatia and Montenegro are the most integrated in the European Union economy, with a large difference in the size of their economies compared to their distance from the core of the European Union. The least integrated are Bosnia and Herzegovina and North Macedonia. Serbia, with its relatively large economy, takes a mid position. This corresponds to its maximum connection with other former Yugoslav republics and its central position. Peripheral countries like Slovenia and North Macedonia are found in diametrically opposite groups (Tab. 3).

Slovenia has the highest GDP per capita (34th in the world). It is followed by Croatia (56th), Montenegro (77th), Serbia (87th), North Macedonia (92nd) and Bosnia and Herzegovina (95th). As seen in the above-mentioned data

Таб. 3. Величина економије (ВЕ) и интегрални индекс (ИИ)

Tab. 3. Economy Size (ES) and Integration index (II)

ВЕ/ИИ / ES/II	4	5	8
1	БиХ / B&H	Србија / Serbia	Словенија / Slovenia
2			Хрватска / Croatia
3	С. Македонија / N. Macedonia		Црна Гора / Montenegro

глави становника, земље се редају у истом редослиједу као и у наведеној типологији: Босна и Херцеговина и Сјеверна Македонија најмање су интегрисане и имају најмањи БДП по глави становника, а Словенија, Хрватска и Црна Гора су највише интегрисане и имају најбоље параметре.

ЗАКЉУЧАК

Проведена анализа потврдила је хипотезу о повезаности динамике економије постјугословенских држава са географским факторима – њиховим међусобним географским положајем (положај центар–периферија), као и њиховим односом према језгру Европске уније.

Структура економије директно утиче на њену стабилност. Што је већи удио пољопривреде и што је мање учешће сектора услуга, то је економија стабилнија, и обрнуто.

Приморске државе (Словенија, Хрватска и Црна Гора) највише су интегрисане у економију Европске уније и имају већи БДП по глави становника. Најудаљенија Сјеверна Македонија и „дубинска“ Босна и Херцеговина најмање су интегрисане и имају најмањи БДП по глави становника. Србија као средишња држава заузима централни положај по свим параметрима.

about the GDP per capita, countries are following the same order as in the mentioned typology: Bosnia and Herzegovina and North Macedonia are the least integrated and have the lowest GDP per capita, whereas Slovenia, Croatia and Montenegro are the most integrated and have the best parameters.

CONCLUSION

The research confirmed the hypothesis on the connection of former-Yugoslav republics' economy dynamics with geographic factors: their mutual geographical position (center–periphery), as well as with their relation towards the European Union's core.

Economy's structure directly affects its stability. The greater the agriculture share and the lower the service sector share is, the economy is more stable and vice versa.

The coastal countries (Slovenia, Croatia and Montenegro) are the most integrated into the European Union's economy and have higher GDP per capita. The farthest North Macedonia and the „deep-positioned“ Bosnia and Herzegovina are the least integrated and have the lowest GDP per capita. Serbia, as a central country, takes the mid position in all the parameters.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Бабурин, В. Л. (2010). *Инновационные циклы в российской экономике* (Изд. 4-е, испр. и доп.). Москва, Россия: КРАСАНД.
- Бабурин, В. Л. (2012). Развитие территориальных природно-хозяйственных систем как основы экономики. *Вестник Московского университета, Серия 5: География*, 5, 5–13.
- Бабурин, В. Л. (2018). Совокупные издержки как базовая категория оценки хозяйственной деятельности в Арктике. *Известия Российской академии наук, Серия географическая*, 3, 18–25. doi:10.7868/S2587556618030032
- Бабурин, В. Л. (2019а). Устойчивость экономик стран „Большого“ Балтийского региона к циклам конъюнктуры. *Балтийский Регион*, 11(1), 4–13. doi:10.5922/2079-8555-2019-1-1
- Бабурин, В. Л. (2019б). Устойчивость экономики регионов России к конъюнктурным циклам. *Вестник Московского университета, Серия 5: География*, 1, 5–13.
- Бакланов, П. Я. (1983). *Линейно-узловые системы промышленности (структурные особенности и возможности учёта в планировании и управлении)*. Владивосток, Россия: ДВНЦ АН СССР.
- Balassa, B. (1962). *The Theory of Economic Integration*. London, England: Georgi Alien & Unwin.
- Бандман, М. К. (1980). *Территориально-производственные комплексы: теория и практика предплановых исследований*. Новосибирск, Россия: Издательство Наука.
- Carlino, G., & Sill, K. (1998). *The Cyclical Behavior of Regional Per Capita Income in the Post War Period*. Philadelphia, PA: Federal Reserve Bank of Philadelphia.
- Frankel, J., & Rose, A. (1998). Endogeneity of Optimal Currency Zone Criteria. *Economic Journal*, 108, 1009–1025. doi:10.1111/1468-0297.00327
- Frenkel, M., & Nickel, C. (2005). How Symmetric are the Shocks and the Shock Adjustment Dynamics between the Euro Area and Central and Eastern European Countries? *Journal of Common Market Studies*, 43(1), 53–74. doi:10.1111/j.0021-9886.2005.00546.x
- Fujita, M., & Krugman, P. (2004). The New Economic Geography: Past, Present and the Future. *Papers in Regional Science*, 83(1), 139–164. doi:10.1007/s10110-003-0180-0
- Gianelle, C., Montinari, L., & Salotti S. (2017). Interregional Trade, Specialization, and the Business Cycle: Policy Implications for the EMU. *Journal of Business Cycle Research*, 13(1), 1–27. doi:10.1007/s41549-017-0012-y
- Гладкий, Ю. Н., & Чистобаев, А. И. (1998). *Основы региональной политики*. Санкт-Петербург, Россия: Издательство Михайлова В. А.
- Гранберг, А. Н. (1985). *Динамические модели народного хозяйства*. Москва, Россия: Экономика.
- Imbs, J. (2004). Trade, Finance, Specialization, and Synchronization. *Review of Economics and Statistics*, 86(3), 723–734. doi:10.1162/0034653041811707
- Krugman P. (1991a). *Geography and Trade*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Krugman P. (1991b). Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483–499. doi:10.1086/261763
- Krugman, P. (1999). The Role of Geography in Development. *International Regional Science Review*, 22(2), 142–161. doi:10.1177/016001799761012307

- Lucas, R. (1977). Understanding Business Cycles. In K. Brunner & A. Meltzer (Eds.), *Stabilization of the Domestic and International Economy, vol 5 of Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (pp. 7–29). Amsterdam, the Netherlands: North-Holland.
- McKinnon, R. (2002). Optimum Currency Areas and the European Experience. *Economics of Transition and Institutional Change*, 10(2), 343–364. doi:10.1111/1468-0351.00115
- Montoya, L. A., & de Haan, J. (2007). Regional Business Cycle Synchronization in Europe? *International Economics and Economic Policy*, 5(1), 123–137. doi:10.1007/s10368-008-0106-z
- Мошков, А. В. (2008). *Структурные изменения в региональных территориально-отраслевых системах российского Дальнего Востока*. Владивосток, Россия: Дальнаука.
- Пробст, А. Е. (1982). *Проблемы размещения социалистической промышленности*. Москва, Россия: Экономика.
- Rosamond, B. (2000). *Theories of European Integration*. London, England: MacMillan Education.
- Salas, V., & Saurina J. (2002). Credit Risk in Two Institutional Regimes: Spanish Commercial and Savings Banks. *Journal of Financial Services Research*, 22(3), 203–224. doi:10.1023/A:1019781109676
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2014). Estimating Turning Points Using Large Data Sets. *Journal of Econometrics*, 178(2), 368–381. doi:10.1016/j.jeconom.2013.08.034
- Субетто, А. И. (1994). *Социогенетика: системогенетика, общественный интеллект, образовательная генетика и мировое развитие*. Москва, Россия: Международный фонд Н.Д. Кондратьева, ИЦ ПКПС.
- Шаблий, О. И. (1976). *Межотраслевые территориальные системы (проблемы методологии и теории)*. Львов, Украина: Вища школа.
- Шарыгин, М. Д. (2007). Современные проблемы территориальной организации общества. *Известия Русского географического общества*, 139(1), 30–36.
- Venables, A. J. (1996). Equilibrium Locations of Vertically Linked Industries. *International Economic Review*, 37(2), 341–359. doi:10.2307/2527327
- Яковец, Ю. В. (1999). *Циклы, кризисы, прогнозы*. Москва, Россия: Экономика.

ГЕОГРАФСКЕ ПРЕДСТАВЕ О БАЛКАНСКОМ ПОЛУОСТРВУ НА КАРТИ ИСТОКА СВЕТОГ ЈЕРОНИМА

Мирко Грчић^{1*}

¹Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд, Србија

Сажетак: У овом раду аутор је анализирао Карту Истока чији је аутор Свети Јероним (Eusebii Hieronymi), један од црквених отаца и најобразованијих људи свога доба (IV–V век). У фокусу пажње је Балканско полуострво, Црноморски регион, Мала Азија и Блиски исток. Карта је шематски нацртана, препознају се контуре обала, острва и полуострва, речних токова. Нема картографску мрежу, исток је на горњој страни карте, што је особина средњовековних монашких карата. Карта обилује митолошким библијским представама. Из мноштва топонима на карти се види да је Свети Јероним имао доста добре географске представе, али му је приоритет био библијски контекст карте, а не географска прецизност. Био је пореклом са Балканског полуострва, из римске провинције Далмације, али су га као теолога и оца цркве више занимала места за античке и библијске митове, места везана за путовања Светог Павла и историјска места ширења раног хришћанства. Овај рад кроз тумачења топонима открива садржину и контекст карте, и на тај начин даје упутство за читање и разумевање карте. Анализирани су топоними који се односе на рељеф, острва, мора, реке, области и градове. Тумачење топонима представља научни допринос историјској картографији и историјској географији Балканског полуострва и Блиског истока античког доба.

Кључне речи: Свети Јероним, историјска картографија, географија, Балканско полуострво, топонимастика, монашке карте.

Original scientific paper

GEOGRAPHICAL PERCEPTION OF THE BALKAN PENINSULA ON THE MAP OF EAST BY ST. JEROME

Mirko Grčić^{1*}

¹University of Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade, Serbia

Abstract: The paper analyzes the Map of East designed by St. Jerome (Eusebii Hieronymi), a Christian priest and confessor and one of the most knowledgeable people of his time (IV–V A.D.). The map focuses on the Balkan Peninsula, the Black Sea region, Asia Minor and Middle East. The schematic outline of the map reveals the contours of shores, islands, peninsulas and river flows. As typical of maps designed by medieval monks, the east is located on the upper side of the map and there is abundance of mythological biblical presentations. A great body of toponyms on the map suggests that St. Jerome had great geographical perception but his priority was the biblical context of the map not geographical accuracy. He originated from the Balkan Peninsula, the Roman province of Dalmatia, but having been a priest and the church leader he was more interested in locations of ancient and biblical myths, places visited by St. Paul and historical sites from where the early Christianity had spread. By interpreting toponyms, the paper analyzes the content and context of the map, and provides instructions for further reading and understanding. The analyzed toponyms refer to relief, islands, seas, rivers, regions and cities. The interpretation of toponyms represents a scientific contribution to historical cartography and historical geography of the ancient Balkan Peninsula and Middle East.

Key words: St. Jerome, historical cartography, geography, the Balkan Peninsula, toponomastics, monk maps.

* Аутор за кореспонденцију: Мирко Грчић, Универзитет у Београду, Географски факултет, Студентски трг 3/III, 11000 Београд, Србија, E-mail: mirko@gef.bg.ac.rs

Corresponding author: Mirko Grčić, University of Belgrade, Faculty of Geography, Studentski trg 3/III, 11000 Belgrade, Serbia, E-mail: mirko@gef.bg.ac.rs

УВОД

Свети Јероним Стридонски (Eusebii Hieronymi, 341–420), био је један од отаца цркве и један од најобразованијих људи свога доба. Проучавао је хришћанске списе у Риму, путовао у Свету земљу, писао теолошке расправе и превео Библију са хебрејског и грчког на латински језик. У својој биографији записао је да је рођен у Стридону, граду у пограничном подручју римске провинције Далмације према Панонији (лат. „confinium“). Где се тачно налазио његов родни град до данас није са сигурношћу утврђено. Птоlemeј у својој „Географији“ средином II века помиње Сидрону, за коју се претпоставља да је исто што и Стридон (Grčić, 2018). Неки ранији аутори су убицирали тај град код данашње Стрмице (Bulić, 1920; Jelić, 1898a, 1898b). Има претпоставки да је *Salvia* данашње Грахово, а да је *Sidrona* данашња Стрмица и да је то заправо *Stridon* (или *Stridona*), родно место Светог Јеронима (Bulić, 1920). На Граховској планини између Стрмице и Грахова, нађен је натпис из 283–284. године, о означавању границе између *Salvia[t]ae* и *S[tr]ido[n]e[n]ses* (Corpus Inscriptionum Latinarum III., 9860). Натпис је објављен у Билтену Далмације (Bull. Dalm., V., 136). Jelić (1898a, 1898b) сматра да је *Sidrona*, или боље речено *Xidrona*, како бележи исправљени Урбински текст (Urbanis 82), исто што и *Stridona*, за коју се зна само да је била на некадашњој граници између Далмације и Паноније, или како је сам Јероним записао „*Oppido Stridonis quod Dalmatiae quondam Pannoniaeque confinium fuit*“ (Viri illustres 135). На основу координата које је навео Птоlemeј за *Xidronu* (43°30', 44°10'), Јелић закључује да се то место налазило западно од Грабског Растела код Стрмице. „Св. Јероним је себе сматрао генетичким Далматинцем, те је *Stridona* лежала на далматинској граници, спрам *Salviae* која је припадала Панонцима, односно племену Дициона (*Ditiones*). Наведене речи св. Јеронима односе се дакле на некадашњу етнографску границу међу Далматима и Панонима“ (Jelić, 1898a, 1898b).

INTRODUCTION

St. Jerome of Stridon (Eusebii Hieronymi, 341–420) was one of the founding fathers of the Christian church and among the best educated people of his time. He studies Christian documents in Rome, traveled to the Holy Land, wrote theological debates and translated the Bible from Hebrew and Greek into Latin. He wrote, in his biography, that the place of his birth was Stridon, a town in the Roman province of Dalmatia bordering with Pannonia (lat „confinium“). The exact location of his hometown remains uncertain up to now. It was Ptolomeus who mentioned Sidrona in his „Geography“ in mid 2nd century which is assumed to be the same as Stridon (Grčić, 2018). Some earlier authors located the town near modern day Strmica (Bulić, 1920; Jelić, 1898a, 1898b). There are hypotheses that *Salvia* is the modern day Grahovo and that *Sidrona* is the modern day Strmica, which actually represents *Stridon* (or *Stridona*), the birthplace of St. Jerome (Bulić, 1920). An inscription about the borderline between *Salvia[t]ae* and *S[tr]ido[n]e[n]ses* from 283–284 was discovered on the Grahovo mountains between Strmica and Grahovo (Corpus Inscriptionum Latinarum III., 9860). The inscription was published in Dalmatian Bulletin (Bull. Dalm., V., 136). Jelić (1898a, 1898b) believed that Sidrona, or better to say *Xidrona* as was corrected by Urbanis (Urbanis 82), was the same as *Stridona* for which we know was once a bordering town between Dalmatia and Pannonia; Jerome himself wrote down that „*Oppido Stridonis quod Dalmatiae quondam Pannoniaeque confinium fuit*“ (Viri illustres 135). Based on the *Xidrona* coordinates provided by Ptolomeus (43°30', 44°10'), Jelić inferred that it was located west from Grabski Rastel near Strmica. „St. Jerome thought of himself as having been a genetic Dalmatian so Stridona must have been positioned on the Dalmatian border across *Salviae* which belonged to Pannonia, i.e. the tribe of *Ditiones*. These words by St. Jerome refer to an earlier ethnographic borderline between Dalmatia and Pannonia“ (Jelić, 1898a, 1898b).

Карта света која се приписује Јерониму Блаженом нацртана је као прилог његовом спису „Књига јеврејских питања о Постању“ (*Liber Quaestionum hebraicarum in Genesim*), који је сачуван у препису из 1150. године и чува се у Апостолској библиотеци у Ватикану (Eusebii Hieronymi, 1865). У Британском музеју чува се препис те карте, која је израђена на основу карата „оца црквене историје“ Св. епископа Еузебија Кесаријског (270–338). Карту је открио немачки историчар Конрад Милер и публиковао у трећем тому „Mappaemundi. Die ältesten Weltkarten“ у Штутгарту (Miller, 1895) (Сл. 1 и Сл. 2).

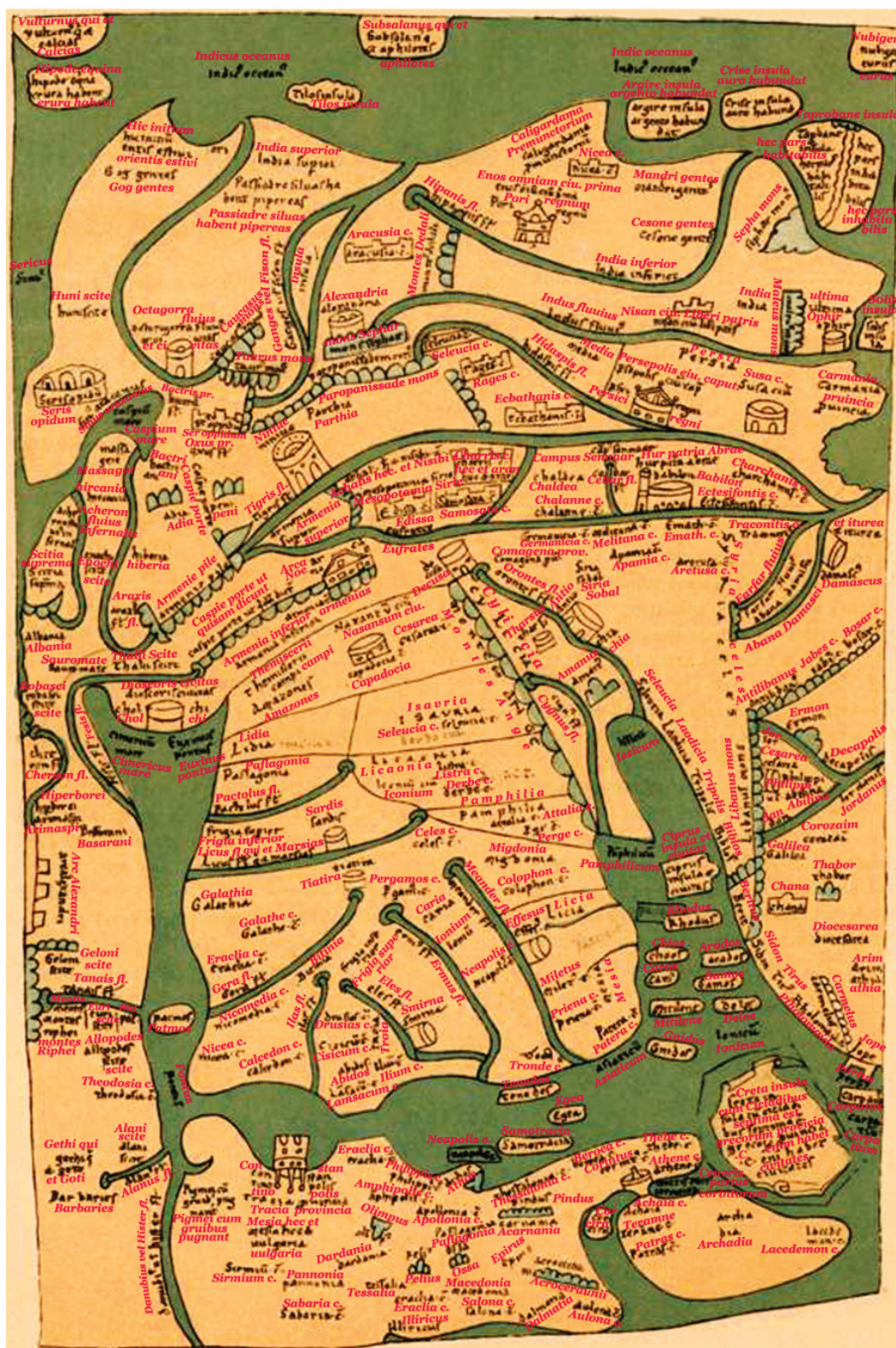
Карта Светог Јеронима, као и касније средњовековне монашке карте, била је увелико контекстуална (Woodward, 1987). Према томе, није довољно само читати текст карте као географску реалност, него истражити и њен контекст (Harley, 1990; Vuolteenaho & Berg, 2009). Контекстуалност картографије уопште може се схватити у два смисла: у ширем смислу, у којем контекст означава *социо-културне услове живота и рада*, тј. географску реалност, и у ужем смислу, где контекст означава *философску рационалност*. Избор топонима открива субјективне мотиве и намену карте (Vuolteenaho & Ainiala, 2010). У овом случају, топоними откривају теолошки контекст карте. Јеронимова карта представља пројекцију јудејско-хеленско-римске историје у простору. Она је „асинхрона“, што значи да приказује места и области који су по нечему били значајни не само у једном временском пресеку, него у различитим епохама, кумулативно.

Назив на карти *Mesia hec a Uulgaria* („Мезија која је у Бугарској“) изазива сумње у вези са датовањем карте. Јероним је могао знати за римску провинцију Мезију, али не и за Бугарску, јер су према историјским изворима Бугари дошли у Мезију 678. године и примили хришћанство 864. године. То значи да је додатак „и Бугарска“ дописан неколико векова после Јеронима. Сви остали топоними су из античке историје и митологије или из општехришћанске номенклатуре везане за

The world map claimed to have been designed by St. Jerome was an appendix to his document „The Book of Jewish questions on Genesis“ (*Liber Quaestionum hebraicarum in Genesim*) which is a transcript from 1150 and is kept at the Vatican Apostolic Library (Eusebii Hieronymi, 1865). The British Museum keeps a copy of the map designed on the basis of the maps by „the father of church history“ St. Bishop Eusebius of Caesarea (270–338). The map was discovered by Konrad Miller, a German historian, who published it in the third volume of „Mappaemundi. Die ältesten Weltkarten“ in Stuttgart (Miller, 1895) (Fig. 1 and Fig. 2).

Map of St. Jerome, as well as later medieval monastic cartography was largely contextual (Woodward, 1987). Therefore, it is not enough simply to read the map text as a geographic presentation, but to research its context. Contextuality of cartography in general can be understood in two ways: in a wider sense, in which context means the *socio-cultural conditions of life and work*, i.e. geographical reality, and in the narrow sense, where the context means *philosophical rationality*. Choices of toponyms reveal a subjective motive and map purpose (Vuolteenaho & Ainiala, 2010). In this case, toponyms reveal the theological context of the map. The St. Jerome map is a projection of Jewish–Hellenic–Roman history within space. The map is „asynchronous“ which means that it displays places and regions which were distinguishable in different epochs cumulatively.

A map notice reading *Mesia hec a Uulgaria* („Mesia which is in Bulgaria“) raises doubts about the map date. Jerome may have known about the Roman province of Mesia but he could not have had notion about Bulgaria. According to historical sources, it was in 678 that the Bulgarians came to Mesia and adopted Christianity in 864. This can only mean that the ‘and Bulgaria’ notice was added several centuries after Jerome. All other toponyms come either from ancient mythology and history or from general Christian nomenclature in line with apostolic works, foundation of first



Сл. 1. Карта Истока из књиге Св. Јеронима, препис око 1150. г. н. е. (транскрипција црвеним словима М. Грчић). (Miller, Mappemundi III. Димензије: 35.6 x 22.9 cm). (препис у: British Library, London)

Fig. 1. Map of the East from the book of St. Jerome, transcription around 1150 A.D. (red letters transcription M. Grčić). (Miller, Mappemundi III. Dimensions: 35.6 x 22.9 cm). (Transcription in: British Library, London)



Сл. 2. Део карте света Јеронима Блаженог (исечак са Сл. 3), на којем се види Балканско полуострво, у препису из 1150 године (транскрипција црвеним словима: М. Грчић)
 Fig. 2. Fragment of the world map by St. Jerome (fragment of Fig. 1) showing the Balkan Peninsula, transcription in 1150 A.D. (red letters transcription M. Grčić)

Дела апостолска, оснивање првих цркава и страдања за веру. Информација о њима потиче највероватније из IX књиге „Етимологија“ Исидора Севилског, који их је црпио из Јеронимовог „Мартирологија“ и из „Књиге питања“.

churches and religious martyrdom. Information about the toponyms probably originated from the 9th book of „Etymology“ by Isidore of Seville, who drew them from Jerome’s „Martyrology“ and „Book of Questions“.

ПРЕДСТАВЕ О РЕЉЕФУ

PERCEPTION OF RELIEF

Рељеф и контуре Балканског полуострва означени су шематски. Планине су одабране према митолошком значењу. Сличан контекст можемо наћи у различитим типовима средњовековних манастирских карата света (*mappaemundi*), о којима је писао Дестомбес (Destombes, 1964).

Olimp[us] – Олимп, највиша планина у Грчкој (2,917 м. н. в.). Само име значи „светла планина“, а у грчкој митологији то је планина богова, дом дванаест најважнијих богова грчког пантеона.

Pindus – планина Пинд (2,637 м. н. в.), између Епира и Тесалије, развође између егејског и јонског слива. Митолошки на њој је боравиште Аполона и муза, заштитница уметности и посебно поезије, па је због тога

The relief and contours of the Balkan Peninsula were marked schematically. The mountains were selected in line with their mythological meanings. We may encounter a similar context in different types of medieval monastery world maps (*mappaemundi*) mentioned by Destombes (Destombes, 1964).

Olimp[us] – the Olympus, the highest mountain in Greece (2,917 m altitude). The name itself means “light mountain” and the Greek mythology treats it as a mountain of gods, the home of twelve most relevant gods of the Greek pantheon.

Pindus – the Pindus mountain range (2,637 m altitude) located between Epirus and Thessaly is a parting between the Aegean and Ionian watersheds. It is a mythological dwelling of Apollo

била симбол песничке уметности.

Peli[us] (Pelion) – планина Пелион (1,651 м. н. в.), на југу Тесалије, близу Олимпа. Добила име по Пелеју, митском цару, оцу Ахила. По легенди, ова планина је дом кентаура Хирона, учитеља многих грчких хероја.

Ossa – Оса (други назив је *Kissavos* – кишна планина) у региону Ларисе, у Тесалији, између планина Пелион на југу и Олимп на северу, од којег је одвојена долином реке Пиниос. Највиши врх је Пророк Илија (1,978 м. н. в.). У митологији, планину Оса подигла су два кентаура који су имали надљудску снагу и у жељи да се попну на Олимп, да би се оженили Артемидом и Хером, навалили су неколико планина једну на другу, тако да се планина Пелион нашла на планини Оса.

Athos – Атос, најисточније од три полуострва на већем полуострву Халкидик, у Егејској Македонији. На њему се налази Света Гора, један од центара манастирског живота у православљу. Планина (2,033 м. н. в.) је посвећена као врт Мајке Божје у који није дозвољен приступ другим женама.

Acro cerau[nii] – Кераунске планине (*Cēraunī Montes*) у Епиру, са Акрокераунским полуострвом (*Acroceraunia pr.*). Плиније Старији помиње *Acroceraunio Epiri finitus promontorio* (III, 97); *montes Acroceraunia* (III, 145); *promontorium Acroceraunium* (III, 150); *sinus Acrocerauniis* (IV, 1); *Epiros in universum appellata a Cerauniis incipit montibus* (IV, 2); *in Epiri ora castellum in crocerauniis Chimera* (IV, 4); *Acrocerauniis* (IV, 52); Овај локалитет по Плинију Старијем припада провинцији Македонији. Појам *Ceraunii montes* код Страбона и Птолемеја односи се на обалске планине Јонског мора у залеђу Валоне. Постојало је и племе Керауни (*Cerauni*) у планинском подручју између горњих токова Дрине, Таре и Неретве, у провинцији Далмацији, значи и у Илирику (Cass. Dio L, 9, 2, 12, 2; Pomp. Mela, II, 48; Romer, 1998).

and Muses, the patrons of art and poetry, which is why the mountain was a symbol of poetry art.

Peli[us] (Pelion) – the Pelion mountain (1,651 m altitude) located in south Thessaly near the Olympus, was named after mythological emperor Peleus, the father of Achilles. According to the legend, the mountain was a home of centaur Chiron, the teacher of many Greek heroes.

Ossa – the Ossa (or *Kissavos* – the rainy mountain) located in Larissa, Thessaly, between mountains of Pelion in south and Olympus in north from which it is separated by the Pionis River valley. The highest peak is the Iliah Prophet (1,978 m altitude). According to mythology, the Ossa Mountain was erected by two superhuman centaurs who attempted to climb the Olympus in order to wed Artemis and Hera. They pressed several mountains against each other so the Pelion Mountain leans against the Ossa Mountain.

Athos – the most eastern of the three peninsulas on Halkidiki, Aegean Macedonia. The Athos, one of the centers of Orthodox monasteries is located there. The mountain (2,033 m altitude) is a sacred garden of Holy Mother and no woman is allowed to enter.

Acro cerau[nii] – the Ceraunian Mountains (*Cēraunī Montes*) in Epirus, with Acroceraunia peninsula (*Acroceraunia pr.*). Pliny the Elder mentioned *Acroceraunio Epiri finitus promontorio* (III, 97); *montes Acroceraunia* (III, 145); *promontorium Acroceraunium* (III, 150); *sinus Acrocerauniis* (IV, 1); *Epiros in universum appellata a Cerauniis incipit montibus* (IV, 2); *in Epiri ora castellum in crocerauniis Chimera* (IV, 4); *Acrocerauniis* (IV, 52); According to Pliny the Elder, the site belonged to the province of Macedonia. The term *Ceraunii montes* was used by both Strabon and Ptolomeus to refer to shore mountains of the Ionian Sea behind Valona. There was also a tribe of Cerauni in the highland between upper streams of the Drina, Tara and Neretva rivers in the province of Dalmatia, i.e. Ilirica (Cass. Dio L, 9, 2, 12, 2; Pomp. Mela, II, 48; Romer, 1998).

ОСТРВА

Tenedos – Тенед, сада турско острво Бозџада у Тракијском мору, поред Троје. Има стратешки важан положај близу улаза у Дарданеле. Код Тенеда је 86. г. п. н. е. била поморска битка између флота Рима и босфорског царства Митридата Евпатора (Понтског).

Egea – Aegaeas, данашњи Агијасос на острву Лесбос (Митилена). Апостол Павле је 56 г. н. е. ту боравио на повратку са његовог трећег мисионарског путовања (Дела апостолска, 20:14). Око 80 km северозападно је острво Ајос Ефстратиос (гр. agios – свети), на којем је живео испоснички Свети Евстратије. Егејско море је добило име по Егеју, старогрчком краљу Атине.

Samotracia – Самотраки („тракијски Самос“), грчко острво у северном делу Егејског мора. По Хомеровој Илијади, са планинског врха на том острву (грч. Фенгарија – Месец, 1,611 м. н. в.), бог мора Посејдон је посматрао битку за Троју. У миту о Аргонаутима помиње се Самотраки на њиховом путу према Црном мору и Кавказу у потрази за „Златним руном“. Посетио га је апостол Павле на свом другом и трећем путовању.

Corcira – Крф, грчко острво у Јонском мору. Према легенди острво је добило име по нимфи Коркири, кћерки речног бога Асопа, коју је отео бог мора Посејдон. Према Хомеровом епу, Одисеј је на овом острву наишао на гостопримство краља Алкиноса и његове кћерке Нафсике.

МОРА И РЕКЕ

Мора у саставу Средоземног мора су означена као „Issicum“, „Pamphilicum“, „Ionicum“ (Miller, 1895, Том. 3). Црно море означено је као „Pontus“.

Danubius ut Hister fl. – Истрос, трачки назив за реку Дунав. Средњи и горњи ток Дунава, узводно од ушћа Тимока, називао се Данубиус, а доњи део тока реке – Истрос. Истрос је син титана Океануса и богиње

ISLANDS

Tenedos – Tened, modern day Bozjada island in the Thracian Sea, near Troy. It is a strategically pertinent position near the entrance to Dardanelli. In 86 B.C., there was a sea battle of Tenedos between the Roman fleets and the Bosphor Empire of Mithridates Eupator.

Egea – Aegaeas, modern day Agiasos in the island of Lesbos (Mitilena). Paul the Apostle visited it on his way back from the third missionary journey in 56 B.C. (Acts of the Apostles, 20:14). Around 80 km north-west, there is the island of Agios Efstratios (Greek agios – saint) where St. Efstratios lived his ascetic life. The Aegean Sea was named after Aegeus, the old king of Athens.

Samotracia – Samotracia („Samos of Tracia“), a Greek island in north Aegean Sea. According to Homer's Iliad, Poseidon, the god of sea, watched the battle of Troy from a mountain top on this island (Greek Fengaria – Moon, 1,611 m altitudes). The myth of Argonauts mentioned Samotracia on their journey towards the Black Sea and Caucasus in the search of „Golden Fleece“. Paul the Apostle visited it on his second and third journeys.

Corcira – Corfu, a Greek island in the Ionian Sea. The legend says that it was named after nymph Korkira, daughter of the river god Asop, who was kidnapped by Poseidon, the god of sea. Homer's epic poem states that Odyssey was welcomed on the island by king Alkinos and his daughter Nafsika.

SEAS AND RIVERS

Seas which were parts of the Mediterranean were marked as „Issicum“, „Pamphilicum“, „Ionicum“ (Miller, 1895, Vol. 3). The Black Sea was marked as „Pontus“.

Danubius ut Hister fl. – Istros, a Thracian name for the Danube River. Middle and upper Danube stream, upper from the Timok delta, was named Danubius and the lower stream was named Istros. Istros was son of titan Oceanus and goddess

Тетиде (Тетис). Он је Бог и персонификација реке Истер. Назив Данубиус такође је изведен из сложене митологије.

Alan[us] fl. – Аланска река, притока Црног мора источно од ушћа Дунава. Највећа аланска река била је *Tyras* (Дњестар). Источније је означена река *Tanais* (Дон).

ОБЛАСТИ

Thracia p[ro]uincia – Тракија провинција, или савремена Источна Тракија, обухватала је полуострвски простор окружен Мраморним морем и Босфором, Егејским морем и Црним морем. Диоклецијановом реформом 314. године уједињене су провинције Доња Мезија и Тракија у једну дијецезу („Dioecesis Thracia“), са главним градом *Philippopolis* (данашњи Пловдив). Дијецеза је подељена на шест мањих провинција од којих је провинција *Europa* (Европа) одговарала приморској Тракији или приближно данашњој Европској Турској. Њен главни град био је *Perinthus* (Перинт), касније познат као Хераклеја (*Heraclea*), данашња Мармара Ерејли (тур. *Marmara Ereğlisi*), на обали Мраморног мора. Тој провинцији припадали су и градови Селимбрија (данашњи *Silivri*), Родосто (садашњи *Tekirdağ*) и *Gallipolis* (данашњи Гелиболу) на Мраморном мору, *Salmydessus* (данашњи Лозенград или Киркларели) на Црном мору и *Enos* (данашњи Енес) на обали Егејског мора.

Mesia hec a Uulgaria – Мезија која је у Бугарској. После прихватања хришћанства Бугара и Срба у IX веку, Балканско полуострво привлачи интерес европске манастирске картографије. Уместо римских назива Горње и Доње Мезије, на картама се појављују Србија и Бугарска. Појављује се назив Грчка, којим католички аутори почињу означавати Источну римску империју. Све то се рефлектовало на манастирску картографију, тако да западни монаси у својим картографским радовима толеришу као балканску реалност Краљевину Угарску, уводе Грчку као замену за Византију, а истичу и Бугарску, зато што су знали, да је Свети кнез Борис I Михаил био закључио

Tetis. *Istros* was a god and a personification of the Ister River. The name *Danubius* also originated from mythology.

Alan[us] fl. – the Alanus River flows into the Black Sea, east from the Danube delta. The longest river of Alanus is *Tyras* (the Dnjestar River). East from it is the *Tanais* (the Don River).

REGIONS

Thracia p[ro]uincia – The province of Thracia, or the modern day east Trakia, covered the peninsula surrounded by the Sea of Marmara, the Bosphorus, the Aegean Sea and the Black Sea. The 314 Diocletian's reform merged the provinces of Lower Mesia and Thracia into Dioecesis Thracia with *Philippopolis* (modern day Plovdiv) as its capital. The dioecesis was divided into six minor provinces in which the province of *Europa* matched Thracia or approximately modern day European Turkey. The capital was *Perinthus* later known as *Heraclea*, modern day *Marmara Ereğlisi* at the shore of the Sea of Marmara. The province included cities of *Selimbria* (modern day *Silivri*), *Rodosto* (modern day *Tekirdağ*) and *Gallipolis* (modern day *Gelibolu*) at the shore of the Sea of Marmara; *Salmydessus* (modern day *Kirklareli*) at the shore of the Black Sea; and *Enos* (modern day *Enes*) at the shore of the Aegean Sea.

Mesia hec a Uulgaria – Mesia in Bulgaria. Once the Bulgarians and Serbs adopted Christianity in 9th century, the Balkan Peninsula became a focus of European monastery cartography. Instead of Roman names for Upper and Lower Mesia, the maps read Serbia and Bulgaria. The term Greece also appeared and the Catholic authors started to use it for the East Roman Empire. It all affected the monastery cartography so that the western monks in their works tolerated the Kingdom of Hungary as a Balkan reality; they used Greece instead of Byzantium and Bulgaria was in the limelight as they knew that St. Duke Boris Mihail I united with the Roman curia (Орачев, 2005). Nevertheless, the old

унију с Римском куријом (Орачев, 2005). Међутим, још дуго су копиране старе карте из периода пре средине IX века, које немају уцртана имена Бугарске и Србије, а имају на пример, Македоније и Тракије. Таква је и Беатусова карта. Карта Св. Јеронима је старија од Бугарске, што указује да је овај назив додат у каснијем препису.

Pigmei cu[m] gruib[us] pugnans – Пигмеји који се боре са ждраловима. Овај натпис је позициониран на простору данашње Добруце и ушћа Дунава, који су припадали римској провинцији *Scythia minor* (Мала Скитија), насељеној бројним малим племенима. У Хомеровој Илијади (3, 6) и другим античким легендама *Pygmaios* (Пигмеји) су нека митска раса патуљастих људи негде на крају света, малих попут шаке, који су тако слаби да сваке јесени ратују са ждраловима који их прождиру. Помињу се и у миту о Хераклу, који је лако победио њихове четири армије, потрпао их у лављу кожу и поклатио Еуристеју, слабом и плашљивом краљу Тебе. Свифт је ову легенду користио за свој путописни роман „Гуливерова путовања“. Назив се данас односи на племена ниског раста у Екваторијалној Африци.

Scite – Скити, назив уписан два пута у залеђу Црног мора (*Pontus*). Скити су били група народа и племена иранског порекла, који су насељавали велике просторе у залеђу северне обале Црног мора (*Pontus*), до Дунава. Постојала је „Велика Скитија“ на простору између Дунава и Дона, коју је помињао грчки историчар Херодот око 440 г. п. н. е., и „Мала Скитија“ на територији данашње Добруце. Сармати су били народ скитског порекла у западном делу Скитије.

Alani – Алани, група номадских скитско-сарматских племена, сродна Роксоланима. У I веку пре нове ере населили су се источно од Дунава, у данашњој Украјини. Западно од Скита и Алана, око изворишта Аланске реке (Дњестар), забележени су *Goti qu et Gete* (Готи и Гети) и *Barbaries* (Барбари).

Illiricus – Илирикум, област насељена Илирима у планинском подручју Динарида, на западном Балкану. Илирик је био римска

maps dating earlier than mid-9th century were still used but they had no marks of Bulgaria and Serbia and had names for Macedonia and Thracia. One such map is the map of Beatus.

Pigmei cu[m] gruib[us] pugnans – Pygmies who fight cranes. This inscription designates the location of modern day Dobruja and the Danube delta, which used to belong to the Roman province of *Scythia minor* (Small Scitia) populated by many pygmy peoples. Homer's *Iliad* (3, 6) and other ancient legends claimed that *Pygmaios* were some sort of a mythical dwarf-like fist-sized race living at the end of the world, who were so weak that each autumn they fought cranes that devoured them. They were also mentioned in the Myth of Heracles who easily defeated their four armies, packed them in a lion skin and gifted them to Euristeus, the weak and fearful king of Teba. Swift used this legend for his picturesque novel *Guliver's journeys*. Nowadays, the name is used to refer to the dwarf-sized tribes in Equatorial Africa.

Scite – Scites, the name mentioned twice on the map in the Black Sea area (*Pontus*). The Scites were a group of peoples and tribes of Iranian origin who populated large regions behind the northern shores of the Black Sea (*Pontus*) all the way to the Danube River. There was a „Large Scitia“ covering the area between the Danube and Don Rivers, mentioned by Herodot, the Greek historian in around 440 B.C. and a „Small Scitia“ at the territory of modern day Dobruja. The Sarmatians were a people of Scite origin in west part of Scitia.

Alani – a group of nomadic Scite-Sarmatian tribes close to Roxolans. In the 1st century B.C. they inhabited the area east from the Danube in modern day Ukraine. West from the Scites and Alans, near the well of the Alana river (the Dnjestar River) there was a mention of *Goti qu et Gete* (Goths and Geths) and *Barbaries* (Barbarians).

Illiricus – Iliricum, the area populated by Ilirians in the mountain region of the Dinarides in the west Balkans. Iliricum was a Roman province which was divided into two new

провинција која је након слома илирског устанка (6–9 г. н. е.) подељена на две провинције – *Illyricum Inferius* (Панонија) и *Illyricum Superius* (Далмација).

Panonia – Панонија, римска провинција у средњем Подунављу, која се граничила на западу са Нориком, на југу са Далмацијом и Горњом Мезијом.

Dalmatia – Далмација, бивша римска провинција у средњем Јадранском приморју, названа по илирском племену Далмати.

Dardania – Дарданија, провинција Римског царства коју је формирао Диоклецијан 284. године, са главним градом Naisus (Ниш), потом Scupi (Скопље).

Macedonia – Македонија, у античко доба била грчка област и држава. У првом веку наше ере Македонијом се није називао само северни део Грчке као данас, већ готово цео континентални део ове земље. Године 146. постала је римска провинција, која је обухватала и делове суседних области (Епира, Тесалије, Илирије и Тракије).

Tessalia – Тесалија (у микенском периоду Еолија), историјска и географска област у античкој Грчкој. Била је позната по узгоју коња, међу којима је био и Букефал, прослављени коњ Александра Македонског. У римском периоду била је укључена у провинцију Македонију заједно са Епиром (*Epirus vetus*).

Epir[us] – област и античка држава у северозападној Грчкој.

Carnania – Акарнанија, најзападнија област Грчке, на северу се граничи са Акарнанским заливом, на североистоку Амфилохијом, на западу и југозападу Јонским морем, и на истоку Етолијом.

Achaia – Ахаја, област на северозападу Пелопонеза.

Paflagonia – Пелагонија, област у Македонији, која се граничила са Дарданијом на северу и Илириком на западу. Помињу је Страбон, Плиније, Птоlemeј. Овде није реч о античкој регији Пелагонија која се простирала у данашњој северној Анадолији.

provinces after the failure of the Iliric rise (6–9 A.D.) – *Illyricum Inferius* (Pannonia) and *Illyricum Superius* (Dalmatia).

Pannonia – Pannonia, a Roman province in the middle Danube section bordering with Norick in west and Dalmatia and Upper Mesia in south.

Dalmatia – Dalmatia, a former Roman province in midle part of the Adriatic shoreline, named after the Iliric tribe of Dalmati.

Dardania – Roman empire province established by Emperor Diocletian in 284, first with Naissus (Niš) as capital and then Scupi (Skoplje).

Macedonia – In the ancient times Macedonia was the Greek province and also the state. In the first century A.D. Macedonia was not only name for the northern part of Greece as today, but for almost the entire continental part of the country. In 146, Macedonia became a Roman province, which included parts of neighboring areas (Epirus, Thessaly, Illyria, and Thrace).

Tessalia – Thessaly (the Mycenaean period Aeolis), historical and geographic area in ancient Greece. It was known for horse breeding, among whom was the Bucephalus, the celebrated horse of Alexander the Great. In the Roman period it was part of the Macedonia province together with Epirus (*Epirus vetus*).

Epir[us] – region and ancient state in northwestern Greece.

Carnania – Acarnania, the westernmost region of Greece. It is bordered by the Akarna Bay to the north, Amfilochia to the northeast, Ionian Sea to the west and southwest, and Etolia to the east.

Achaia – Achaea, a region in the northwestern part of Peloponnese.

Paflagonia – Pelagonia, a region in Macedonia that bordered Dardania to the north and Illyricum to the west. Strabo, Ptolemy and Pliny reffered to it in their works. This is not ancient region of Pelagonia which was located in the area of today's northern Anatolia.

ГРАДОВИ (CIVITAS)

Constantinopolis – Константинопољ, данашњи Истанбул. Означен је вињетом царске круне. До почетка IX века сви западни краљеви су признавали примат римског императора у Константинопољу. После крунисања Карла Великог 800. године формира се дијархија хришћанског света, која се појачала после 962. године, када је у Риму папа прогласио Отона I за германског императора и поставио темељ „Светог римског царства“, а још више после шизме између православне и католичке цркве 1054. године.

Eraclia – Хераклеја, данашња Marmara Ereğli у Турској, западно од Истанбула на обали Мраморног мора. Латинизовани облик имена је *Perinthus* (Перинт). Позната у историји по јаком отпору Филипу II Македонском 340. г. п. н. е. и по хришћанској бискупији (епископији) у доба апостола. Перинт је био неко време и главни град римске провинције Европе (Europa).

Neapolis – данашњи град Кавала у Грчкој. Био је лука за македонску престоницу Филипи у залеђу. Одатле су кренули 42. г. п. н. е. цезарови атентатори Брут и Касије у битку код Филипа против Антонија и Октавијана, коју су изгубили. Свети апостол Павле искрцао се 49. г. н. е. у Кавали на свом другом путовању (првом по Европи). Ту му се прикључио и Лука, који у Делима апостолским описује догађаје у првом лицу множине.

Philippis – Филипи, град у источној Македонији, у близини Кавале. Основали су га колонисти са острва Тасос 1360. г. п. н. е., а утврдио Филип II. У апостолско време био је римски војни град. Август га је претворио у Колонију Августа Јулиа Филипензис (*Colonia Augusta Julia Philippiensis*) за своје легионаре и ветеране који су у бици код Филипа 42. г. п. н. е. поразили убице Јулија Цезара. Нешто касније ту је сместио и ветеране из битке код Акцијума који су нанели пораз војсци Антонија и Клеопатре. Филипи су значајно место за историју хришћанства. Апостол Павле ту је стигао са осталим мисионарима

CITIES (CIVITAS)

Constantinopolis – Constantinople, today's Istanbul. It is marked by a vignette of the imperial crown. By the beginning of the ninth century all western kings recognized the primacy of the Roman emperor in Constantinople. After the coronation of Charles the Great in 800 a diarchy of the Christian world was formed, which was intensified after 962, when the Pope proclaimed Otto I the German Emperor and laid the foundations of the „Holy Roman Empir“. The diarchy has been reinforced even more after the schism between the Orthodox and Catholic churches in 1054.

Eraclio – Heraclea, today Marmara Ereğli in Turkey, on the shores of the Sea of Marmara west of Istanbul. The Latinized form of the name is Perinthus. Known in the history for its strong resistance to Philip II of Macedon 340 B.C. and by the Christian diocese (episcopacy) in the time of the apostles. It was the capital of the Roman province of Europe.

Neapolis – modern Kavala in Greece. It was the port for the Macedonian capital Filippi in the hinterland. From there 42 B.C. Caesar's assassins Brutus and Cassius went in the battle of Philippi vs. Antonio and Octavian, whom they lost. The Holy Apostle Paul landed in 49 A.D. in Kavala on his second journey (first in Europe). There he was joined by Luke, who in the Book of Acts describes the events in the first-person plural.

Philippis – Philippi, a city in eastern Macedonia, near Kavala. It was founded by colonists from the island of Thassos in 1360 B.C. and fortified by Philip II. In apostolic times, it was a Roman military city. Augustus turned it in *Colonia Julia Augusta Philippiensis* for his legionnaires and veterans who defeated Julius Caesar's assassins in battle with Philip 42 B.C. A later on, he also settled the veterans from the Battle of Actium, which inflicted defeat army of Antony and Cleopatra. Philippi is an important place for the history of Christianity. The Apostle Paul arrived there with the other missionaries in 49–50 A.D. and founded the first Christian church on European soil. On the bank of the

49–50. године нове ере и основао прву хришћанску цркву на европском тлу. На обали реке око 1.5 km од града, први пут је обавио крштење једне Европљанке, под именом Света Лидија из Тијатире. Тако је Лидија, која се бавила изработом пурпурне тканине, постала прва хришћанка у Европи, а њена црква прва хришћанска црква Европе. Позната је Посланица Апостола Павла Филиплјанима, упућена тамошњим хришћанима. Павле је наставио путовање преко Амфиполиса и Аполоније до Солуна, затим посетио Бер, Атину, Коринт (одатле је упутио Посланицу Солуњанима). Из Коринта одлази у Ефес, и даље у Кесарију у Палестини, можда и Јерусалим, да би се вратио у Антиохију.

Ber или *Bereja* – Бер или Верија, град у западном делу приморске равнице у Егејској Македонији, подно планине Веримиона. Први пут се помиње 432. г. п. н. е. У време античке Македоније био је други град по важности, одмах иза престонице Пеле, а и у римско доба био је прилично важан град. Посетио га је Апостол Павле.

Apolonia – Неа Аполонија је град у античкој Македонији, на путу од Солуна до Амфиполиса. Помиње се у „Делима апостола“ (XVII. 1), код Плинија Старијег (IV. 10. s. 17. § 38) и на Појтингеровој карти (Grčić, 2017).

A'phipolis – Амфиполис, град на северу Грчке (у региону Едониса, код Сереза), где се одиграла битка између Спартанаца и Атињана 422. г. п. н. е. Ту се Александар Македонски припремао за поход на исток, а после његове смрти ту су били заточени и убијени његова супруга и малолетни син. Епископ Амфиполиса први пут помиње се 533. године. Има неколико импресивних базилика изграђених између петог и шестог века.

Thessalonica – Солун (Thessalonika или Salonika), лучки град у античкој Македонији, данашњи други град по величини у Грчкој. Основан 315. године и добио име по Тесалоники, полусестри Александра Македонског. У апостолско време био је један од центара раног хришћанства. Свети апостол Павле на свом другом путовању утемељио је

river, about 1.5 km from the city, for the first time, he performed the baptism of a European woman, under the name of St. Lydia of Thyatira. Thus, Lydia, who was a seller of purple textile, became the first Christian woman in Europe, and her church was the first Christian Church of Europe. Paul's letter to the Philippians, sent to the local Christians, is well known. St. Paul continued his journey through Amphipolis and Apollonia to Thessalonica, then visited Veria, Athens, and Corinth (from there he sent Letters to Thessalonians). From Corinth he went to Ephesus, and continued to Caesarea in Palestine, perhaps Jerusalem, to returned to Antioch.

Ber or Bereia – Veria, a town in the western part of the coastal plain in Aegean Macedonia, at the foot of Vermio Mountains. The city was mentioned in 432 B.C. for the first time. At the time of ancient Macedonia was the second-most important city, behind capital Pella, and in Roman times was quite an important city. Visited by the Apostle Paul.

Apollonia – Nea Apollonia is a city in ancient Macedonia, on the road from Thessaloniki to Amphipolis. It is mentioned in *Acts of the Apostles* (XVII. 1), in Pliny the Elder (IV. 10. p. 17, § 38) and the Peutinger Map (Grčić, 2017).

A'phipolis – Amphipolis, a city in the northern Greece (in the region of Edonis, near Serres), where the battle between the Spartans and Athenians took place in 422 B.C. Here, Alexander the Macedonian was preparing to his march to the east. Here in Amphipolis, after his death, were detained and killed his wife and minor son. The bishop of Amphipolis was first mentioned in 533. There are several impressive basilicas built between the fifth and sixth centuries.

Thessalonica – Thessaloniki (Salonika), a port city in ancient Macedonia, today the second largest city in Greece. Founded in 315, it was named after Thessaloniki, the half-sister of Alexander the Macedonian. In Apostolic Age, it was one of the early Christianity centers. On his second journey, the Holy Apostle Paul set up the first Christian church in Thessaloniki and wrote two letters to the Thessalonians,

прву хришћанску цркву у Солуну и написао две посланице Солуњанима, за које се сматра да су најстарије књиге Новог завета. У том граду је рођен Свети Димитрије Солунски (убијен 306. године). У Солуну су у VIII веку рођени Тирило и Методије, „словенски апостоли“ и творци писма глагољице.

Theodosia – Теодосија (Феодосија), град на Криму. Основали су га грчки колонисти из Милета у шестом веку пре нове ере, а разорили га Хуни у четвртм веку нове ере.

Beroea – Бер или Верија је град у Македонији из хеленистичког и римског периода, данашња Береја или Вероја у северној Грчкој. У бици код Пидне, неколико километара јужно од Бера, 168. п. н. е., римска војска је победила последњег македонског владара Персеја. Бер се помиње у Новом завету (Дела Светих апостола, 17:10–15) као место где се Апостол Павле склонио пред противницима из Солуна.

Athena – Атина, највећи град у Грчкој од античког доба до данас. Апостол Павле је дошао у Атину из Береје да проповеда хришћанство.

Thebe – Теба, древни град у Беотији. Играо је значајну улогу у грчкој историји и митологији, као место легендарних Кадмуса, Едипа, Диониса и других.

Therapne – град Therapne у Лаконији, источно од Спарте преко реке Еуроте којег Паусанија описује као „тврђаву Менелаја“ из Хомеровског доба (Miller, 1895).

Patras – Патрас, лучки град између Патраског и Коринтског залива. Био један од центара раног хришћанства. У њему је проповедао хришћанство и 62. године разапет на крст Свети Андреј Првозвани.

Corinto[s] – Коринт, био је грчки полис, а потом важан римски трговачки центар и саобраћајни чвор. Колико је био важан у историји раног хришћанства сведоче у Новом завету две посланице Светог апостола Павла упућене Коринћанима.

Aulona – данашња Валона у Албанији. Близу села Појани постојао је велики грчки град Аполонија у којем је основана епископија

which are considered to be the oldest books of the New Testament. In this city was born in St. Demetrius of Thessaloniki (killed in 306). Cyril and Methodius, the „Slovene apostles“ and the creators of the Glagolitic script were born in Thessaloniki in the 8th century.

Theodosia – Feodosia, city in Crimea. It was founded by Greek colonists from Miletus in the sixth century B.C. and destroyed by Huns in the fourth century A.D.

Beroea – a city in Macedonia from the Hellenistic and Roman periods, today's Berea or Veria in northern Greece. In the battle near Pidna, a few miles south of Berea, in 168 B.C. the Roman army defeated the last Macedonian king Perseus. Berea is mentioned in the New Testament (Acts of the Holy Apostles, 17: 10–15) as the place where the Apostle Paul hid from his opponents from Thessaloniki.

Athena – Athens, the largest city in Greece since the ancient times to date. The Apostle Paul came to Athens from Berea to preach Christianity.

Thebe – Thebes, the ancient city of Beotia. It played a very important role in Greek history and mythology, as a legendary city of Cadmus, Oedipus, Dionysus and others.

Therapne – the city of Therapne in Lakonia, east of Sparta via the Eurotas River. Pausanias describes it as „Menelaus' fortress“ in Homeric Age (Miller, 1895).

Patras – Patras, a port city between the gulfs of Patras and Corinth. It was one of the centers of early Christianity. In Patras, St. Andrew the First-called preached Christianity and in 62 was tortured and crucified there.

Corinto[s] – Corinth, first it was the Greek polis and then an important Roman trade center and transport hub. This city importance for the history of early Christianity is testified by two New Testament epistles sent by the apostle Paul to the Corinthians.

Aulona – today's Valona in Albania. Near the village of Pojann there was a large Greek city of Apollonia, in which the episcopate was founded around 400 A.D. The Bishop of Apollonia participated in the First Assembly in Ephesus

око 400. године. Епископ из Аполоније учествовао је у Првом сабору у Ефесу (431) и на Сабору у Калцедону (451). Хришћанска заједница је саградила на оближњем брду цркву Успења Богородице, као део манастира Арденица. После земљотреса у 3 веку н. е. услед спуштања земљишта околина је постала мочварна и маларична, што је узроковало постепену депопулацију и дало предност оближњој Авлони.

Salona – Салона, данашњи Солин код Сплита, у римско доба био главни град и надбискупско средиште Далмације. Уништили га Авари и Словени у првој половини VII века.

Eraclia – Хераклеја Линкестис, антички град код данашњег Битоља. Добио је име по Хераклу, митском јунаку. Био је важна станица и раскрсница на путу *Via Egnatia* између Драча и Константинопоља.

Sirmium – Сремска Митровица, био у IV веку главни град римске провинције Паноније Inferior и дијецезе Паноније. У доба раног хришћанства био седиште епископа. На Артемидином мосту преко Саве, су 304. године, због проповедања хришћанства, погубљени први епископ Сирмијума Иринеј и његов ђакон Димитрије, са групом присталица (сирмијумских мученика), међу којима је била и Св. Анастасија, пореклом Римљанка. Откривени су остаци осам ранохришћанских храмова, посвећених Св. Иринеју, Св. Димитрију и Св. Синеноту. Данашње име добио је по цркви и манастиру Светог Димитрија. Уништили су га Авари 505. године.

Sabaria – Сомбатхел (Szombathely), најстарији град у Мађарској, близу аустријске границе. Био је главни град римске провинције Горње Паноније, где су живели Боји. Познат је као родно место Светог Мартина, бискупа из Тура у Француској. Према Јеронимовом мартирологију *Sabaria* је место погубљења Светог Квирина Сисачког.

На обали данашње Турске означени су градови у којима су одржани хришћански сабори: Никеја (*Nicaea*) (318, 325), Халкидон (*Chalcedon*) (451), Лампсак (*Lampsakus* – место где је сахрањен Свети Трифун након мучења у

(431) and at the Parliament in Chalcedon (451). The Christian community built the Church of the Assumption of the Virgin in the nearby hills as part of the Ardenica monastery. After the earthquake in the 3rd century A.D., the land became swampy and malarized due to land descent, which caused gradual depopulation and gave priority to nearby Aulona.

Salona – Salona, today's Solin near Split, was the capital and the archdiocese of Dalmatia in the Roman period. It was destroyed by the Avars and the Slavs in the first half of the seventh century.

Eraclia – Heraclea Lyncestis, the ancient city near today's Bitola. It was named after a mythical hero Heracles. It was an important center and intersection on the *Via Egnatia* route between Durres and Constantinople.

Sirmium – Sremska Mitrovica, in the 4th century was the capital of the Roman province of Pannonia Inferior and the diocese of Pannonia. In the time of early Christianity it was the headquarter of the bishop. On Artemis Bridge over the Sava River, in 304 A.D., for the preaching of Christianity, the first Sirmium bishop Irenaeus and his deacon Demetrius were executed with a group of supporters (sirmium martyrs), among them was St. Anastasia who had Roman origin. The remains of eight early Christian churches, dedicated to St. Irenaeus, St. Demetrius and St. Sinenot were discovered. Today's name was given after the church and monastery of St. Demetrios. It was destroyed by Avars in 505 A.D.

Sabaria – Szombathely, the oldest town in Hungary, close to the Austrian border. It was the capital of the Roman province of Upper Pannonia, where Boima used to live. It is known as the birthplace of St. Martin, the Bishop of Tours in France. According to martirology of St. Jerome, Sabaria is the place of execution of the St. Quirinus of Sescia.

On the shores of today's Turkey are marked cities where the Christian congregations were held: Nicaea (318, 325), Chalcedon (451), Lampsakos (the place where St. Tryphon was buried after torture in Nica in 325 and place

Никеји 325. године и одржан савет епископа 364. године), Абидос (*Abidos*) (епископија у римској провинцији Хелеспонт, код данашњег Чанак-кале), Илиј (*Ilium*) – архаични назив за предкласичну Троју, у доба Византије био седиште епископије.

ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду наслов овог рада, намеће се питање: шта је био контекст Карте Истока Светог Јеронима, на којој је приказано и Балканско полуострво као део „Истока“. То нису историјске, економске, културне и друге околности, у којима је црква живела и у којем су црквени оци писали своје списе и цртали географске карте. Праве околности за њихова географска истраживања и картографске представе нећемо пронаћи у социо-културном, него у философском контексту. Карта Истока Светог Јеронима има изразито теолошки контекст, као и већина средњовековних монашких карата. Њена садржина је више везана за библијске митове и представе црквене елите, него за географску стварност. Научна истина и прецизност није примарни циљ, већ пре свега, приказ простора прилагођеног хришћанском погледу на свет, са центром у Јерусалиму. На карти су шематски приказана историјска и легендарна места, са митским библијским сижеима. Прави теолошки контекст је философија, и то не као неки философски систем, него као философско разумевање света. Поред тога, јасно је да карта Светог Јеронима није без-културна, него је јудејско-хеленско-римском културом условљена. Сама карта представља један културни простор који се назива „Исток“ и разликује се од „Запада“. Географски називи на Истоку, укључујући и Балканско полуострво, су већ постојећи називи јудејског или грчког порекла, често старији и од саме Библије. Разумевајући значење тих назива, Свети Јероним им је дао место на својој карти и у свом географском погледу на свет. Према томе, не може се оспоравати ни филозофско-теолошки контекст ни улога културе у разумевању света Светог Јеронима.

where the council of the bishops was held in 364), Abidos (episcopacy in the Roman province of Hellespont, today's Çanakkale), Ilium (the archaic name for the pre-classical Troy, in Byzantium period was the headquarter of the episcopate).

CONCLUSION

Considering the title of this paper, the question arises: what was the context of the Map of the East of St. Jerome, where the Balkan Peninsula was presented as a part of the „East“. These are not historical, economic, cultural nor other circumstances, in which the church existed and in which church fathers wrote their records and drawn maps. The real circumstances for their geographical research and cartographic display will not be found in socio-cultural, but in the philosophical context. The Map of the East of St. Jerome has a distinctly theological context, as well as most of the medieval monastic maps. Its content is more related to biblical myths and representations of the church elite, rather than geographical reality. Scientific truth and precision are not a primary goals, but above all, a view of the space adapted to the Christian view of the world, with the center in Jerusalem. The map shows schematic historical and legendary places with mythical biblical topics. The real theological context is philosophy, not as a philosophical system but rather than a philosophical understanding of the world. In addition, it is clear that the map of St. Jerome is not without cultural origin, but is conditioned by the Judeo-Hellenic-Roman culture. The map itself represents a cultural space called „East“ and differs from the „West“. Geographical names in the East, including the Balkan Peninsula, are already existing names of Jewish or Greek origins, often older than the Bible itself. Understanding the meaning of these names, St. Jerome has given them a place on his map and in his geographical view of the world. For that reason, neither the philosophical-theological context nor the role of culture in the understanding of the holy world of the St. Jerome can be disputed.

Захвалница: Рад је део резултата истраживања на пројекту број 176017 Министарства за просвету, науку и технолошки развоја Републике Србије.

Acknowledgement: This paper is part of the research results on the project 176017 of the Ministry of Education, Science and Technological Development (Republic of Serbia).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Bulić, F. (1920). *Stridon (Grahovo polje u Bosni), rodno mjesto Svetog Jeronima: Rasprava povijesno-geografska*. Sarajevo, Bosna i Hercegovina: Zemaljska štamparija.
- Destombes, M. (1964). *Mappe mondes, A. D. 1200–1500, Imago mundi, Supl. 4*. Amsterdam, the Netherlands: N. Israel.
- Eusebii Hieronymi. (1865). *Liber Hebraicorum Questionum in Genesim 1150*. Paris, France: Migne. Plat.
- Grčić, M. (2017). West Balkan Roads and Settlements on Peutinger's Map – Itinerary. *Herald*, 21, 17–38. doi:10.7251/HER2117017G
- Grčić, M. (2018). The Balkans on the Geographical Maps of Claudius Ptolemy. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 98(2), 83–117. doi:10.2298/GSGD1802083G
- Harley, J. B. (1990). Introduction: Text and Contexts in the Interpretation of Early Maps. In D. Buisseret (Ed.), *From Sea Shirts to Satellite Images: Interpreting North American History through Maps* (pp. 3–15). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Jelić, L. (1898a). Najstariji kartografski spomenik o rimskoj pokrajini Dalmaciji. *Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini*, 10(2), 227–245.
- Jelić, L. (1898b). Najstariji kartografski spomenik o rimskoj pokrajini Dalmaciji. *Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini*, 10(3), 531–559.
- Miller, K. (1895). *Mappaemundi die ältesten Weltkarte* (Heft. 1–3). Stuttgart, Germany: J. S. Rotsche Verlagshandlung.
- Орачев, А. (2005). *България в европейските картографски представи*. София, България: „Борина“.
- Romer, F. E. (1998). *Mela's Pomponius Description of the World*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press.
- Vuolteenah, O. J., & Berg, L. D. (2009). Towards Critical Toponymies. In J. Vuolteenaho (Ed.), *Critical Toponymies: The Contested Politics of Place Naming* (pp. 1–18). London, England: Routledge.
- Vuolteenaho, J., & Ainiala, T. (2010). Naming and Making Places: Excavating the Connection Between Nation-Building and Toponymic Research. In N. Jänicke & F. Lenehan (Eds.), *Language and the Moulding of Space: An Interdisciplinary Discussion* (pp. 11–32). Magdeburg, Germany: Maine Verlag.
- Woodward, D. (1987). Medieval Mappaemundi. In J. B. Harley & D. Woodward (Eds.), *The History of Cartography, Vol. 1, Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean* (pp. 286–370). Chicago, IL: University of Chicago Press.

**САВРЕМЕНЕ КЛИМАТСКЕ ПРОМЈЕНЕ НА ПОДРУЧЈУ
СЕМБЕРИЈЕ – УТИЦАЈИ НА АГРАРНУ ПРОИЗВОДЊУ****Татјана Попов^{1*} и Драгица Делић¹**¹Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска

Сажетак: Рад анализира савремене климатске промјене на подручју Семберије и њихов утицај на аграрну производњу. На основу мјесечних података о температури и падавинама са метеоролошке станице Бијељина, утврђени су трендови температуре ваздуха, падавина, хидротермичког коефицијента према Сељанинову и индекса суше према Де Мартону у периоду 1961–2017. године. Резултати показују да температура ваздуха има тенденцију раста током цијеле године, док су трендови падавина сезонски промјенљиви (најизраженији су негативан тренд у сезони лјето и позитиван у јесен). Негативни трендови хидротермичког коефицијента и индекса суше у сезони лјето указују на повећање аридности климе. Приноси пољопривредних култура показују снажну зависност климатских услова, а првенствено од температуре ваздуха и доступне количине падавина у критичним фазама њиховог развоја. Утврђена је значајна негативна корелација између приноса кукуруза у Семберији и температуре у вегетационом периоду (а нарочито у сезони лјето), те значајна позитивна корелација са количином падавина и вриједностима хидротермичког коефицијента и индекса суше у наведеним периодима године. Очекује се да ће климатске промјене негативно утицати на принос усјева и глобалну производњу хране, стога ће бити нужно предузети низ мјера и активности у циљу адаптације и митигације пољопривредне производње у једном од најважнијих аграрних подручја у Републици Српској и Босни и Херцеговини.

Кључне ријечи: климатске промјене, аграрна производња, приноси кукуруза, Семберија.

Original scientific paper

**RECENT CLIMATE CHANGE IN THE SEMBERIJA
REGION – IMPACT ON AGRICULTURAL PRODUCTION****Tatjana Popov^{1*} and Dragica Delić¹**¹University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska

Abstract: The paper analyzes recent climate change over the Semberija region and their impact on agricultural production. Based on monthly temperature and precipitation data from the Bijeljina meteorological station, trends in temperature, precipitation, Selyaninov hydrothermal coefficient and De Marton drought index in the period 1961–2017 were determined. The results showed increasing temperature tendency throughout the year, whereas the precipitation trends were seasonally variable (the most prominent were a negative trend in summer season and a positive trend in autumn). Negative trends in the hydrothermal coefficient and drought index in the summer season indicate an increase in climate aridity. Crop yields show a strong dependence on climatic conditions, primarily on temperature and the available precipitation in the critical stages of their development. A significant negative correlation between the corn yields in Semberija and temperatures in the growing season (and particularly in the summer season) was determined, as well as a significant positive correlation with the precipitation, the hydrothermal coefficient and the drought index in these parts of the year. It is expected that climate change will negatively affect crop yields and global food production. Therefore, it will be necessary to undertake a range of measures and activities aimed at the adaptation and mitigation of agricultural production in one of the most important agrarian areas in the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina.

Key words: climate change, agricultural production, corn yields, Semberija.

* 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

Глобалне промјене средњих температура и температурних екстрема (њихове учесталости, интензитета и/или дужине трајања), које нису забиљежене посљедњих деценија и вијекова, утврђене су током друге половине 20. вијека и почетком 21. вијека (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). С друге стране, промјене средњих и екстремних падавина генерално мање су кохерентне (просторно и временски присутни су трендови различитог знака), али углавном слабог интензитета и са ниским нивоом статистичке значајности (Alexander et al., 2006). Слични трендови присутни су и на подручју Републике Српске и Босне и Херцеговине (Popov, Gnjato, & Trbić, 2018a, 2019b; Popov, Gnjato, Trbić, & Ivanišević, 2018c; Trbić, Popov, & Gnjato, 2017; Vidić & Delić, 2019). Промјене температуре и падавина, али и екстремних климатских догађаја, као што су топли таласи, суше, поплаве, циклони, олује и шумски пожари, откривају значајну рањивост и изложеност бројних природних и социо-економских система (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). Климатске промјене снажно ће утицати на све на кључне секторе економије у Републици Српској и Босни и Херцеговини, као што су пољопривреда, шумарство, енергетика и туризам (Radusin et al., 2013).

Ова студија представља наставак истраживања климатских промјена у Босни и Херцеговини (Popov et al., 2018a, 2018c, 2019b; Trbić et al., 2017) и њиховог утицаја на пољопривредну производњу (Popov, Gnjato, & Trbić, 2019a), која представља један од кључних сектора привреде у Босни и Херцеговини. За истраживање одабрана је Семберија, једно од најважнијих пољопривредних подручја у Републици Српској и Босни и Херцеговини. Ранија истраживања у перипанонском региону утврдила су да је на подручју Семберије присутно загријавање климатског система. У периоду 1961–2016. године средње, максималне и минималне температуре порасле су за 0.3°C–0.5°C, 0.4°C–0.6°C и 0.3°C–5°C по

INTRODUCTION

Global changes in mean temperatures and temperature extremes (their frequency, intensity and/or duration) that have not been observed in recent decades and centuries have been determined during the second half of the 20th century and at the beginning of the 21st century (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). On the other hand, changes in mean and extreme precipitation were generally less coherent (spatially and temporally trends of different signs occurred), but mostly weak and with a lower level of statistical significance (Alexander et al., 2006). Similar trends were also present in the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina (Popov, Gnjato, & Trbić, 2018a, 2019b; Popov, Gnjato, Trbić, & Ivanišević, 2018c; Trbić, Popov, & Gnjato, 2017; Vidić & Delić, 2019). Changes in temperature and precipitation, but also extreme climate events, such as heat waves, droughts, floods, cyclones, storms and forest fires, reveal a significant vulnerability and exposure of many natural and socio-economic systems (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). Climate change will strongly affect all key economy sectors in the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina, such as agriculture, forestry, energy and tourism (Radusin et al., 2013).

This study is a continuation of research on climate change in Bosnia and Herzegovina (Popov et al., 2018a, 2018c, 2019b; Trbić et al., 2017) and their impact on agricultural production (Popov, Gnjato, & Trbić, 2019a), which is one of the key economy sectors in Bosnia and Herzegovina. Semberija, one of the most important agrarian areas in the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina, was selected as the study area. Previous research in the Peripannonian region found that the climate system warming is present over the Semberija region. During the period 1961–2016, mean, maximum and minimum temperatures increased by 0.3°C–0.5°C, 0.4°C–0.6°C and 0.3°C–5°C per decade, respectively (Popov et al., 2019b;

деценији, респективно (Popov et al., 2019b; Trbić et al., 2017). Иако је тренд пораста температуре присутан током цијеле године, загријавање је најизраженије у сезони лјето, а затим у сезонама зима и прољеће, док су промјене у сезони јесен знатно слабијег интензитета (Popov et al., 2019b; Trbić et al., 2017). Позитивни трендови индекса топлих екстрема и негативни трендови индекса хладних екстрема такође потврђује тенденцију пораста загријавања (Popov et al., 2019b). Трендови средњих и екстремних падавина просторно и сезонски су различитог знака и углавном још нису статистички значајни (Popov et al., 2018a). Ипак, треба истакнути да су уочени трендови који указују на промјене ка интензивнијим падавинама (Popov et al., 2018a).

Потенцијални утицаји климатских промјена на приносе пољопривредних култура постају све важније питање, које изазива велику забринутост у свијету посљедњих деценија због уочених негативних утицаја на производњу усјева и сигурност снабдијевања човјечанства храном (He et al., 2018; Zhang, Zhao, Chen, Guo, & Wang, 2015). Бројне студије истраживале су ефекте климатских промјена на производњу усјева (Cai, Wang, & Laurent, 2009; Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012; Deryng, Conway, Ramankutty, Price, & Warren, 2016; He et al., 2018; Kang, Khan, & Ma, 2009; Knox, Daccache, Hess, & Haro, 2016; Lobell & Gourdji, 2012; Matiu, Ankerst, & Menzel, 2017; Olesen et al., 2011; Rosenzweig et al., 2014; Ummenhofer et al., 2015; Zhang et al., 2015). Ипак, у Босни и Херцеговини ово питање још је недовољно истражено.

Значајан дио напретка у пољопривредној производњи резултат је технолошког прогреса у генетици, агрономији и начину коришћења ресурса (примјена ђубрива, начини обрађивања, селекција хибрида, управљање наводњавањем, плодоред, вријеме и дубина сијања итд.) (Kukal & Irmak, 2018). Ипак, и вријеме и клима такође су важни фактори који утичу на пољопривредне производне системе, јер су истраживања показала да су недавне промјене климатских варијабли утицале на трендове приноса усјева упркос напретку технологије (Kukal & Irmak,

Trbić et al., 2017). Although the increasing temperature trend was present throughout the year, warming was most prominent in the summer season, and then in winter and spring seasons, whereas changes in autumn were with a considerably lower rates (Popov et al., 2019b; Trbić et al., 2017). Positive trends in the warm-related extreme indices and negative trends in the cold-related extreme indices also confirm a warming tendency (Popov et al., 2019b). Trends in mean and extreme precipitation were spatially and seasonally incoherent, but yet not statistically significant (Popov et al., 2018a). However, it should be noted that observed trends indicate changes towards more intense precipitation (Popov et al., 2018a).

The potential impacts of climate change on crop yields are becoming an increasingly important issue, which has been a source of great concern in the world in recent decades due to the observed negative effects on crop production and the security of global food supply (He et al., 2018; Zhang, Zhao, Chen, Guo, & Wang, 2015). Numerous studies have analyzed the effects of climate change on crop production (Cai, Wang, & Laurent, 2009; Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012; Deryng, Conway, Ramankutty, Price, & Warren, 2016; He et al., 2018; Kang, Khan, & Ma, 2009; Knox, Daccache, Hess, & Haro, 2016; Lobell & Gourdji, 2012; Matiu, Ankerst, & Menzel, 2017; Olesen et al., 2011; Rosenzweig et al., 2014; Ummenhofer et al., 2015; Zhang et al., 2015). However, in Bosnia and Herzegovina, this issue has not yet been sufficiently researched.

A significant portion of the advances in agricultural production is a result of technological advances in genetics, agronomic and resource use practices (fertilizer applications, tillage, crop hybrid selection, irrigation management, plant rotation, planting date and depth, etc.) (Kukal & Irmak, 2018). However, weather and climate are also prominent drivers of agricultural production systems; hence, studies showed that recent climate change substantially affected crop

2018). Климатске промјене утичу на приносе усјева на различите начине, зависно од подручја, врсте усјева и могућности наводњавања (Kukal & Irmak, 2018). Међугодишња варијабилност приноса усјева у великој мјери узрокована је варијабилношћу климатских услова (првенствено температуре и падавина). Повећање температуре и недовољна влажност значајно су смањили приносе кукуруза, пшенице и соје на глобалном нивоу (Matiu et al., 2017). Суше и екстремни топли таласи значајно су смањили националну производњу житарица за 9–10 % – губици у производњи услед суша били су повезани са смањењем и пожњевене површине и приноса, док је екстремна топлота углавном смањила приносе житарица (Lesk, Rowhani, & Ramankutty, 2016). Климатске промјене и повећање концентрације атмосферског угљен-диоксида (CO_2) у протеклих неколико деценија били су прилично брзи у многим пољопривредним регионима свијета (Lobell & Gourdji, 2012). Очекује се да ће пројектоване промјене учесталости и интензитета екстремних климатских догађаја негативно утицати на принос усјева и глобалну производњу хране (Deryng et al., 2016).

Дакле, главни циљ ове студије је да се анализирају савремене климатске промјене на подручју Семберије и да се размотре ефекти утврђених образаца промјена климе на аграрну производњу, првенствено на производњу кукуруза, најважније културе на овом подручју, а за коју су истраживања (Deryng et al., 2016; He et al., 2018; Knox et al., 2016; Olesen et al., 2011; и др.) показала да ће у односу на друге културе бити знатно угроженија промјенама климе.

МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Анализа савремених климатских промјена на подручју Семберије у периоду 1961–2017. године извршена је на основу података о средњим мјесечним температурама и падавинама са метеоролошке станице Бијељина лоциране на 44°47' с. г. ш., 19°16' и. г. д. и 90 м. н. в., које је обезбиједио Републички хидрометеоролошки завод

yield trends despite the advances in technology (Kukal & Irmak, 2018). Climate change effects on crop yields are highly dependent on location, crop type and irrigation (Kukal & Irmak, 2018). Interannual crop yield variability is driven in large parts by climate variability (particularly temperature and precipitation). Increasing temperatures and insufficient moisture significantly reduced corn, wheat and soy yields globally (Matiu et al., 2017). Droughts and intense heat waves significantly reduced national cereal production by 9–10 % – production losses due to droughts were associated with a reduction in both harvested area and yields, whereas extreme heat mainly decreased cereal yields (Lesk, Rowhani, & Ramankutty, 2016). Climate change and increases in atmospheric carbon dioxide (CO_2) over the past few decades have been very rapid in many agricultural regions around the world (Lobell & Gourdji, 2012). Projected changes in the frequency and severity of extreme climatic events are expected to negatively affect crop yields and global food production (Deryng et al., 2016).

Given the stated, the main aim of this study is to analyze recent climate change in the Semberija region and to investigate the effects of the determined climate change patterns on agricultural production, primarily on the production of corn, the most important crop over this area, and for which studies (Deryng et al., 2016; He et al., 2018; Knox et al., 2016; Olesen et al., 2011; etc.) found that it will be much more vulnerable to climate change in relation to other crops.

MATERIALS AND METHODS

Analysis of recent climate change over the Semberija region for the period 1961–2017 was carried out based on data on average monthly temperatures and precipitation at the Bijeljina meteorological station, which is located at 44°47' N, 19°16' E and 90 a. s. l. Data were provided by the Republic Hydrometeorological Institute of the Republic of Srpska. Given that

Републике Српске. С обзиром на то да на метеоролошкој станици постоје прекиди мјерења у ратном и послјератном периоду (1991–1996), екстраполација недостајућих података извршена је коришћењем података са најближе станице са расположивим мјерењима у одговарајућем периоду (Лозница). Осим температуре и падавина, анализирана су два индекса која се израчунавају на основу температуре ваздуха и количине падавина, па на добар начин одражавају њихов комбиновани утицај. Хидротермички коефицијент према Сељанинову (Сељанинов, 1966) израчунат је према формули:

$$HTC = \frac{10 \sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n T_i (T > 10^{\circ}\text{C})}$$

гдје су: P_i сума падавина и T_i сума температуре за мјесеце са средњом температуром $> 10^{\circ}\text{C}$. За одређивање типа климе коришћена је класификација мало модификована за наше услове: < 0.5 – суво, $0.5\text{--}0.7$ – врло сушно, $0.7\text{--}1.0$ – сушно, $1.0\text{--}1.3$ – недовољно влажно, $1.3\text{--}1.5$ – умјерено влажно, $1.5\text{--}2.0$ – влажно, $2.0\text{--}3.0$ – врло влажно, > 3.0 – прекомјерно влажно (Otopec, 1991).

Годишње и мјесечне вриједности индекса суше према Де Мартону (De Martonne, 1926) израчунате су према формулама:

$$I_{DM} = \frac{P}{T+10} \quad I_{mDM} = \frac{12 P_m}{T_m+10}$$

гдје су: I_{DM} и I_{mDM} годишњи и мјесечни индекс суше, P и P_m средња годишња и мјесечна количина падавина, T и T_m средња годишња и мјесечна температура ваздуха. Тип климе одређен је према сљедећој класификацији: < 10 – аридна, $10\text{--}20$ – семиаридна, $20\text{--}24$ – медитеранска, $24\text{--}28$ – семихумидна, $28\text{--}35$ – хумидна, > 35 – перхумидна.

За све параметре извршена је анализа тренда у цијелом анализираном периоду, као и у два потпериода: у стандардном климатолошком

there were interruptions in measurements at the meteorological station in the war and post-war period (1991–1996), the extrapolation of missing data was performed using data from the nearest station with the available measurements in the corresponding period (Loznica). In addition to temperature and precipitation, two indices calculated based on temperature and precipitation were used because they well reflect their combined effect. Selyaninov hydrothermal coefficient (Сељанинов, 1966) was calculated following the formula:

$$HTC = \frac{10 \sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n T_i (T > 10^{\circ}\text{C})}$$

where: P_i is precipitation and T_i is temperature sums for months with mean temperature $> 10^{\circ}\text{C}$. For determination of climate type, a slightly modified to our conditions classification was used: < 0.5 – extremely dry, $0.5\text{--}0.7$ – very dry, $0.7\text{--}1.0$ – dry, $1.0\text{--}1.3$ – insufficiently wet, $1.3\text{--}1.5$ – moderately wet, $1.5\text{--}2.0$ – wet, $2.0\text{--}3.0$ – very wet, > 3.0 – extremely wet (Otopec, 1991).

The annual and monthly values of the De Marton drought index (De Martonne, 1926) were calculated according to the following formulas:

$$I_{DM} = \frac{P}{T+10} \quad I_{mDM} = \frac{12 P_m}{T_m+10}$$

where I_{DM} and I_{mDM} are annual and monthly drought indices, P and P_m are mean annual and monthly precipitation, T and T_m are mean annual and monthly temperatures. The climate type is determined according to the following classification: < 10 – arid, $10\text{--}20$ – semiarid, $20\text{--}24$ – mediterranean, $24\text{--}28$ – semihumid, $28\text{--}35$ – humid, > 35 – perhumid.

For all parameters, trends were estimated for the full analyzed period, and for two subperiods: standard climatological period

периоду (1961–1990) и у периоду након обнављања мјерења (1997–2017). За утврђивање постојања тренда у временској серији, те његове статистичке значајности, коришћени су непараметријски Ман-Кендал тест и Сенов метод.

Приноси кукуруза, најважније ратарске културе у Семберији, у периоду 1997–2017. године анализирани су на основу података преузетих из публикација Републичког завода за статистику Републике Српске – *Статистички годишњак Републике Српске* за 2009, 2014. и 2015. годину и *Градови и општине Републике Српске, 2018*. Утврђени су трендови производње и приноса у Бијељини, у којој се налази метеоролошка станица, како би се анализирао утицај уочених промјена климе на аграрну производњу. Приноси пољопривредних култура показују снажну зависност од температуре ваздуха и доступне количине падавина у критичним фазама њиховог развоја. У циљу испитивања њихове повезаности, корелационом анализом утврђена је зависност приноса кукуруза од годишње температуре ваздуха, температуре ваздуха у вегетационом периоду и у сезони лјето, те од количине падавина у наведеним периодима године, као и од хидротермичког коефицијента и индекса суше у вегетационом периоду и у сезони лјето. За квантификацију зависности коришћен је Пирсонов коефицијент корелације. Сви израчуни извршени су у XLSTAT верзији 2014.5.03.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Средња годишња температура ваздуха у Бијељини у анализираном периоду 1961–2017. године износи 11.5°C (Таб. 1). Најхладнији мјесец је јануар (0.3°C), а најтоплији јули (21.9°C). Највећа годишња амплитуда температура на цијелом подручју Републике Српске присутна је управо у Семберији, која и представља њен најконтиненталнији дио (Попов, 2017). Максимум од 43.0°C измјерен је у јулу 2007. године, а минимум од -28.2°C забиљежен је 24. јануара 1963. године.

(1961–1990) and the period after the re-establishing the measurements (1997–2017). To determine the possible existence of a trend in the time series and its statistical significance, the nonparametric Man-Kendal test and Sen's method were used.

Yields of corn, the most important crop in the Semberia region, in the period 1997–2017, were analyzed based on data from the publications of the Republic of Srpska Institute of Statistics – *Statistical Yearbook of the Republic of Srpska for 2009, 2014 and 2015* and the *Cities and Municipalities of the Republic of Srpska, 2018*. Trends in corn production and yields were determined for Bijeljina, where the meteorological station is located, in order to analyze the impact of observed climate change on agricultural production. Crop yields show a strong dependence on temperature and available precipitation at critical stages of their development. In order to examine their relationships, the correlation analysis was performed to determine the dependence of corn yields on annual, growing season and summer temperature and precipitation, as well as the hydrothermal coefficient and drought index in the growing season and in the summer season. Pearson correlation coefficient was used to quantify these relationships. All calculations were made in XLSTAT version 2014.05.03.

RESULTS AND DISCUSSION

Mean annual temperature in Bijeljina in the analyzed period 1961–2017 was 11.5°C (Tab. 1). The coldest month was January (0.3°C) and the hottest July (21.9°C). The highest annual temperature amplitude over the entire territory of the Republic of Srpska is a characteristic of the Semberija region, which represents its most continental part (Popov, 2017). Maximum temperature of 43.0°C was recorded in July 2007, whereas minimum of -28.2°C was recorded on January 24, 1963. Analysis of seasonal

Анализа сезонских температура показује да је лјето најтоплија сезона (21.2°C), а зима најхладнија (1.4°C) (Таб. 2). У сјеверном дијелу Републике Српске, не постоје велике разлике у температури у сезонама прољеће и јесен (у Бијељини 11.8°C напрема 11.7°C). Средња годишња количина падавина у Бијељини износи 741.4 mm . Максимална количина падавина излучи се крајем прољећа и почетком лјета – у јуну (90.0 mm), док се минимум јавља у фебруару (45.6 mm). Падавине су релативно равномјерно распоређене током године. Ипак, највећа количина падавина излучи се у сезони лјето (29 % укупних годишњих падавина), а најмања у сезони зима (21 %). У вегетационом периоду, када су пољопривредним културама и најпотребније, излучи се 412.2 mm , што представља 55 % укупне годишње количине падавина. Годишњи индекс суше (34.5) указује да је на територији Семберије клима хумидна, тј. да на наведеном подручју доминира егзореизам, са сталним периферним одводњавањем, а када је ријеч о природној вегетацији, највећи простор заузимају слабе шуме. Мјесечни индекс суше показује да је клима перхумидна и хумидна током већег дијела године (перхумидна у периоду новембар–март, а хумидна у периоду април–јуни и у октобру). Клима је семихумидна једино у периоду јули–септембар. Вриједности хидротермичког коефицијента почетком и крајем вегетационог периода (у априлу и октобру) указују на влажне услове средине у том периоду. Влажни услови владају до јуна, док је период јули–септембар недовољно влажан.

temperature showed that the warmest season is summer (21.2°C), and the coldest is being winter (1.4°C) (Tab. 2). Over the northern part of the Republic of Srpska, there are no major differences in temperature in spring and autumn seasons (in Bijeljina 11.8°C vs. 11.7°C). The average annual precipitation in Bijeljina was 741.4 mm . Maximum precipitation occurs in late spring and early summer – in June (90.0 mm), whereas the minimum is a characteristics of February (45.6 mm). Precipitation is relatively evenly distributed throughout the year. However, the highest precipitation occurs in the summer season (29 % of total annual precipitation), and the lowest in the winter season (21 %). During the growing season, when most needed to agricultural crops, there are on average 412.2 mm , which represents 55 % of the total annual precipitation. The annual value of drought index (34.5) indicates that over the Semberija region the climate is humid, i.e. that this area is dominated by external runoff, with constant peripheral drainage, and when it comes to natural vegetation, the largest area is covered by forests. The monthly drought index shows that the climate is perhumid and humid during most of the year (perhumid in the period November–March and humid during the period April–June and in October). The climate is semihumid only in the period July–September. The values of the hydrothermal coefficient at the beginning and at the end of the growing season (in April and October) indicate humid climate during that period. Humid conditions prevail until June, whereas the period July–September is insufficiently humid.

Таб. 1. Средње мјесечне и годишње температуре (t), падавине (P), хидротермички коефицијент (HTC) и индекс суше (I_{DM}) у Бијељини у периоду 1961–2017. године
Tab. 1. Average monthly and annual temperatures (t), precipitation (P), hydrothermal coefficient (HTC) and drought index (I_{DM}) in Bijeljina in the period 1961–2017

Индекс / Index	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	г / y
t ($^{\circ}\text{C}$)	0.3	2.5	6.8	11.8	16.8	20.2	21.9	21.4	17	11.7	6.4	1.6	11.5
P (mm)	51.8	45.6	55.0	62.5	73.7	90.0	69.9	59.1	56.9	54.6	63.9	59.3	741.4
HTC				1.8	1.5	1.5	1.1	0.9	1.2	1.6			
I_{DM}	66.8	47.7	40.6	34.9	33.5	36.3	26.6	23	25.7	30.7	47.8	64	34.5

Таб. 2. Средње сезонске температуре (t) и падавине (P) у Бијељини у периоду 1961–2017. године
Tab. 2. Average seasonal temperatures (t) and precipitation (P) in Bijeljina in the period 1961–2017

Индекс / Index	Зима / Winter	Прољеће / Spring	Љето / Summer	Јесен / Autumn	Бег. период / Growing season
t (°C)	1.4	11.8	21.2	11.7	18.2
P (mm)	157.7	191.2	219.0	175.4	412.2

У анализираном периоду 1961–2017. године присутни су значајни трендови пораста температуре ваздуха у свим годишњим добима (Таб. 3). Годишња температура порасла је за 0.4°C по деценији. Тренд загријавања очигледан је у свим сезонама, али је најизраженији у сезони љето – 0.6°C по деценији, а затим у сезонама зима и прољеће (0.4°C по деценији), док је у сезони јесен забиљежен само незнатан пораст температуре (0.2°C по деценији) (Таб. 4). Осим повећања средњих температура, на подручју Семберије присутни су и позитивни трендови екстремних температура. Средње годишње максималне и минималне температуре ваздуха значајно су порасле за 0.4°C и 0.3°C по деценији, респективно, а апсолутно максималне и минималне температуре за 0.6°C и 0.5°C по деценији, респективно (Попов, 2017). За разлику од температуре ваздуха, трендови падавина сезонски су веома промјенљиви, али углавном несигнификантни. У сезонама љето и зима присутан је негативан тренд, док су падавине у порасту у јесен и прољеће. На годишњем нивоу, падавине биљеже тренд пораста за 7.1 mm по деценији, док су падавине у вегетационом периоду смањене за 2.4 mm по деценији. Пораст температуре ваздуха и смањење количине падавина у сезони љето, имали су за последицу негативне трендове НТС и I_{DM} у периоду јуни–август. То указује да у овом периоду године долази до повећања аридности климе. Негативни трендови I_{DM} утврђени су и током новембра и децембра. С друге стране, почетком и крајем вегетационог периода повећава се влажност климе (Таб. 5).

During the analyzed period 1961–2017, significant positive temperature trends in all seasons were determined (Tab. 3). Annual temperature increased by 0.4°C per decade. The warming trend was apparant in all seasons, but most prominent was in the summer season (0.6°C per decade), then in winter and spring seasons (0.4°C per decade), whereas in autumn only a slight increase in temperature was recorded (0.2°C per decade) (Tab. 4). In addition to the mean temperatures increase, positive trends in extreme temperatures were also found in the Semberija region. Annual mean maximum and minimum temperatures increased significantly by 0.4°C and 0.3°C per decade, respectively, whereas the absolute maximum and minimum temperatures increased by 0.6°C and 0.5°C per decade, respectively (Попов, 2017). Unlike temperature, precipitation trends were seasonally very incoherent, but mainly insignificant. During the summer and winter seasons, the negative trend was found, whereas precipitation increased in autumn and spring. Annual precipitation increased by 7.1 mm per decade, whereas precipitation during the growing season decreased by 2.4 mm per decade. The increase in temperature and decrease in precipitation in the summer season resulted in negative trends in HTC and I_{DM} in the period June–August. This indicates that in this part of the year aridity is increasing. The negative I_{DM} trends were also determined in November and December. On the other hand, at the beginning and at the end of the growing season humidity was increasing (Tab. 5).

Таб. 3. Декадни трендови мјесечних и годишњих температура (t) и падавина (P) у Бијељини у периоду 1961–2017. године

Tab. 3. Decadal trends in monthly and annual temperatures (t) and precipitation (P) in Bijeljina in the period 1961–2017

Индекс / Index	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	г / y
t (°C)	0.6 ^b	0.3	0.4 ^c	0.4 ^b	0.3 ^b	0.5 ^a	0.7 ^a	0.7 ^a	0.1	0.2 ^d	0.2	0.4 ^b	0.4 ^a
P (mm)	2.3	1.5	3.1	2.6	5.1 ^d	-3.7	-1.2	-0.2	0.6	6.8 ^c	-2.4	-3.4	7.1

Статистички значајно на нивоу 99.9 % (a), 99 % (b), 95 % (c) и 90 % (d)
Statistical significance at the 99.9 % (a), 99 % (b), 95 % (c) and 90 % (d) level

Таб. 4. Декадни трендови сезонских температура (t) и падавина (P) у Бијељини у периоду 1961–2017. године

Tab. 4. Decadal trends in seasonal temperatures (t) and precipitation (P) in Bijeljina in the period 1961–2017

Индекс / Index	Зима / Winter	Прољеће / Spring	Лјето / Summer	Јесен / Autumn	Бер. период / Growing season
t (°C)	0.4 ^c	0.4 ^a	0.6 ^a	0.2 ^d	0.5 ^a
P (mm)	-2.1	8.5 ^d	-6.4	6.0	-2.4

Статистички значајно на нивоу 99.9 % (a), 99 % (b), 95 % (c) и 90 % (d)
Statistical significance at the 99.9 % (a), 99 % (b), 95 % (c) and 90 % (d) level

Таб. 5. Декадни трендови мјесечног хидротермичког коефицијента (HTC) и индекса суше (I_{DM}) у Бијељини у периоду 1961–2017. године

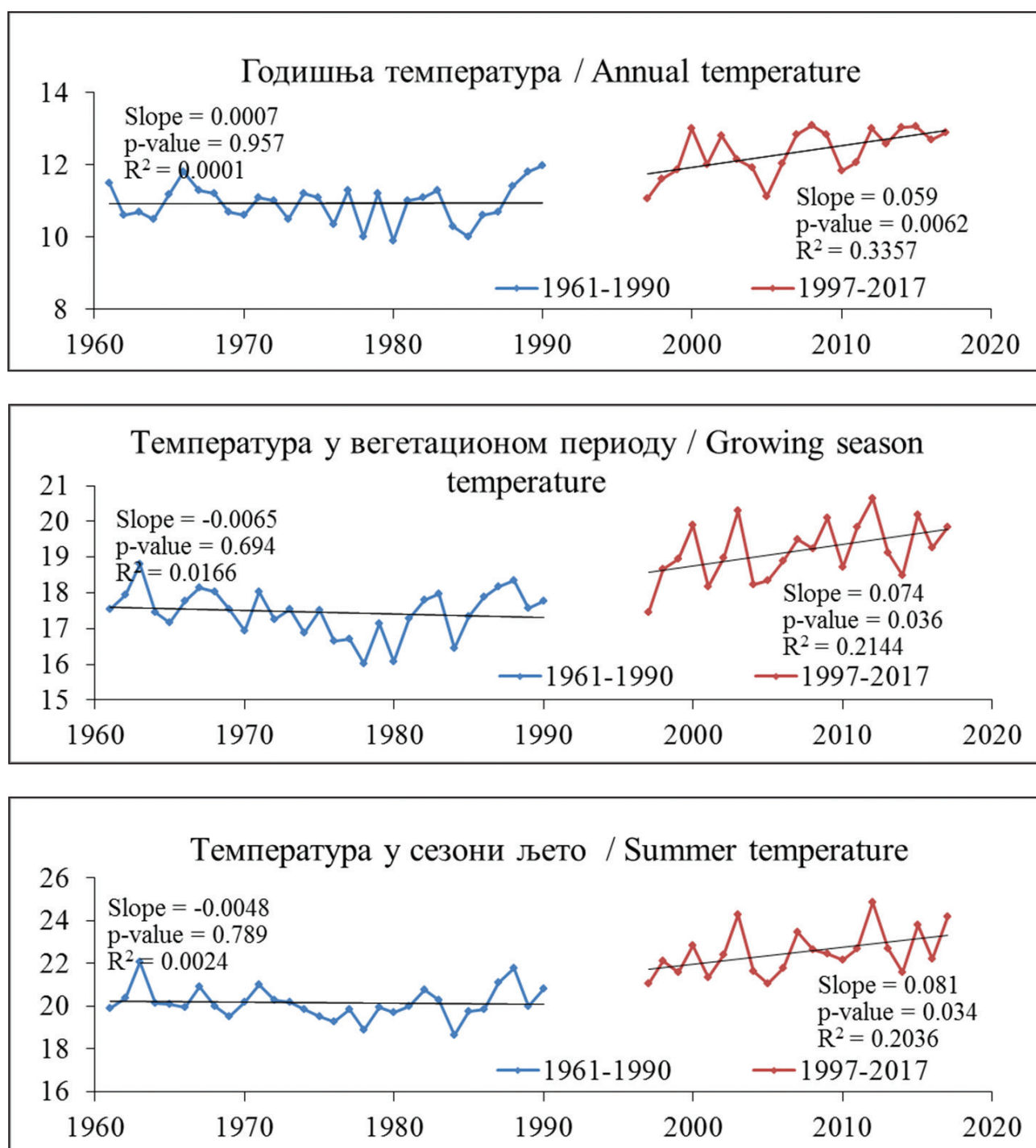
Tab. 5. Decadal trends in monthly hydrothermal coefficient (HTC) and drought index (I_{DM}) in Bijeljina in the period 1961–2017

Мјесец / Month	HTC	I _{DM}	Мјесец / Month	HTC	I _{DM}	Мјесец / Month	HTC	I _{DM}
I		0.42	V	0.078	1.92	IX	0.017	0.22
II		1.48	VI	-0.097 ^d	-2.09	X	0.152 ^d	3.33 ^c
III		1.47	VII	-0.05	-0.99	XI		-2.19
IV	0.012	0.86	VIII	-0.03	-0.59	XII		-5.05 ^d

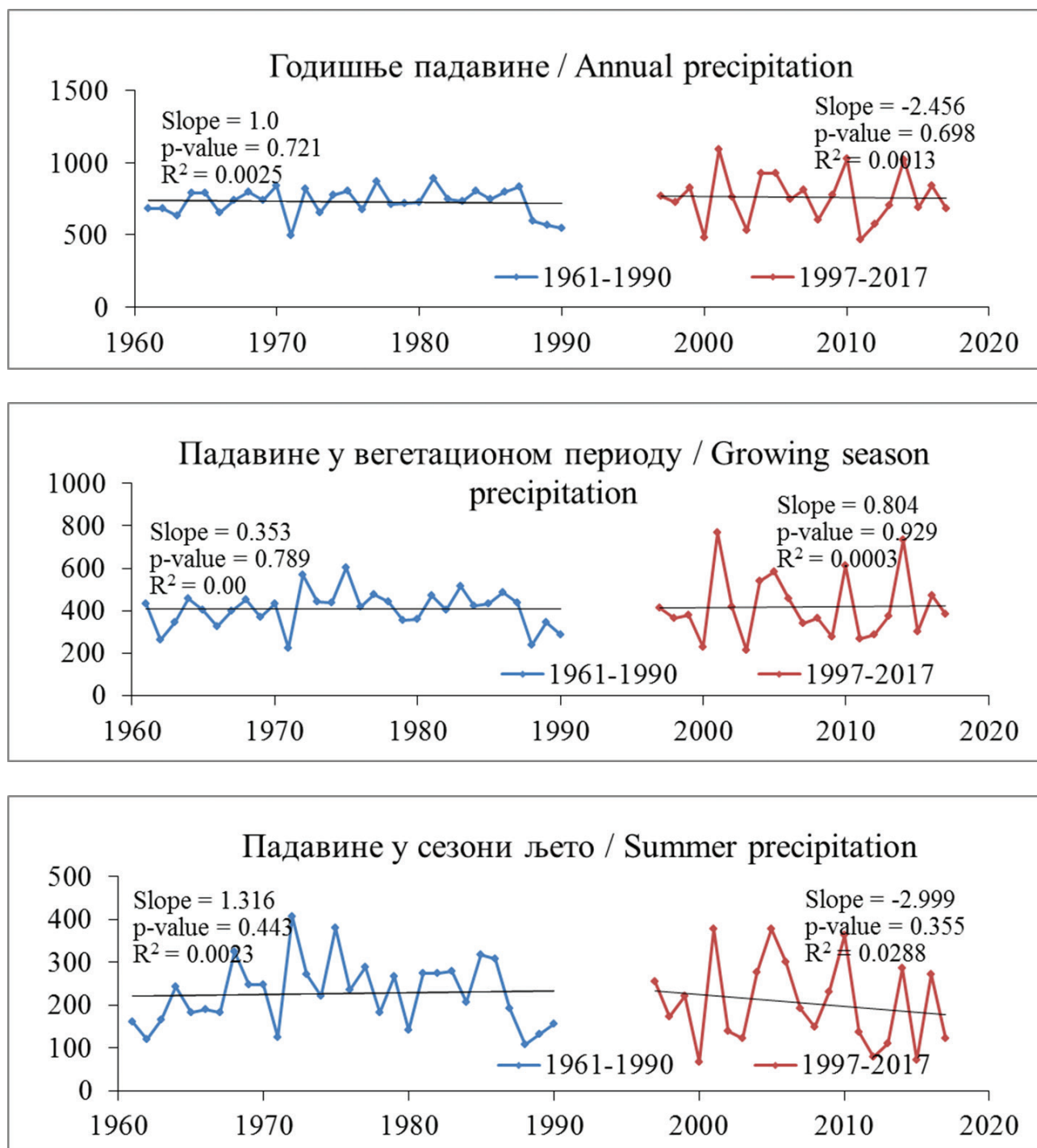
Статистички значајно на нивоу 99.9 % (a), 99 % (b), 95 % (c) и 90 % (d)
Statistical significance at the 99.9 % (a), 99 % (b), 95 % (c) and 90 % (d) level

Трендови температуре ваздуха и падавина на годишњем нивоу, у вегетационом периоду и у сезони лјето (када су најважнији за оптимални развој пољопривредних култура) у Бијељини у периоду 1961–1990. и 1997–2017. године приказани су на Сл. 1 и Сл. 2. Приказан је нагиб тренда (Slope), његова статистичка значајност (p-value) и коефицијент детерминације (R²).

Trends in annual, growing season and summer season temperature and precipitation (when they are crucial for the optimal development of agricultural crops) in Bijeljina in the periods 1961–1990 and 1997–2017 are shown in Fig. 1 and Fig. 2. Trend estimate (Slope), its statistical significance (p-value) and determination coefficient (R²) are displayed.



Сл. 1. Трендови температуре у Бијељини у периоду 1961–1990. и 1997–2017. године
Fig. 1. Temperature trends in Bijeljina in the 1961–1990 and 1997–2017 periods



Сл. 2. Трендови падавина у Бијељини у периоду 1961–1990. и 1997–2017. године
 Fig. 2. Precipitation trends in Bijeljina in the 1961–1990 and 1997–2017 periods

Резултати показују да је у периоду 1961–1990. године температура само незнатно расла, а у неким дијеловима године чак је био присутан опадајући тренд. С друге стране, у периоду 1997–2017. године присутан је веома изражен и статистички значајан позитиван тренд. У наведеном периоду, температура ваздуха у сезони љето порасла је

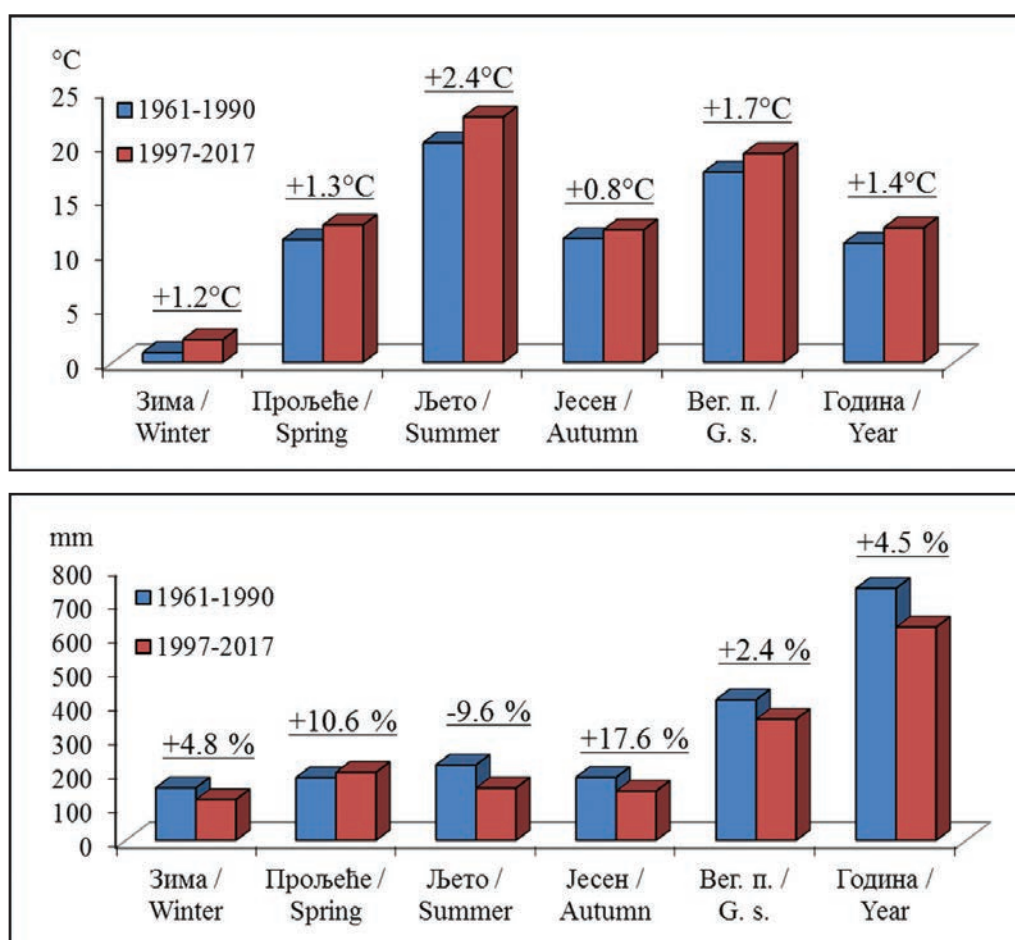
The results show that in the period 1961–1990 temperature only slightly increased, and in some parts of the year there was even a downward trend. On the other hand, in the period 1997–2017, very prominent and statistically significant positive trends were found. During this period, temperature in the summer season increased by even 0.8°C per

за чак 0.8°C по деценији. Просјечна годишња температура између два периода порасла је за 1.4°C (Сл. 3). У периоду 1997–2017. године, повећане су просјечне температуре ваздуха у свим сезонама (у сезони лјето за чак 2.4°C).

У наведена два периода утврђени су трендови падавина различитог знака. За разлику од референтног периода, у периоду 1997–2017. године присутни су негативни трендови годишњих падавина и падавина у сезони лјето, од 24.6 mm и 30.0 mm по деценији, респективно. Просјечна количина падавина у сезони лјето смањена је између два периода за готово 10% .

decade. The average annual temperature between the two periods increased by 1.4°C (Fig. 3). In the period 1997–2017, average temperatures increased in all seasons (in the summer season by even 2.4°C).

In these two periods, trends of different sign were determined for precipitation. In contrast to the reference period, during the period 1997–2017 negative trends in annual and summer precipitation, in the range of 24.6 mm and 30.0 mm per decade, respectively, were determined. The average precipitation in the summer season had been reduced between two periods by almost 10% .



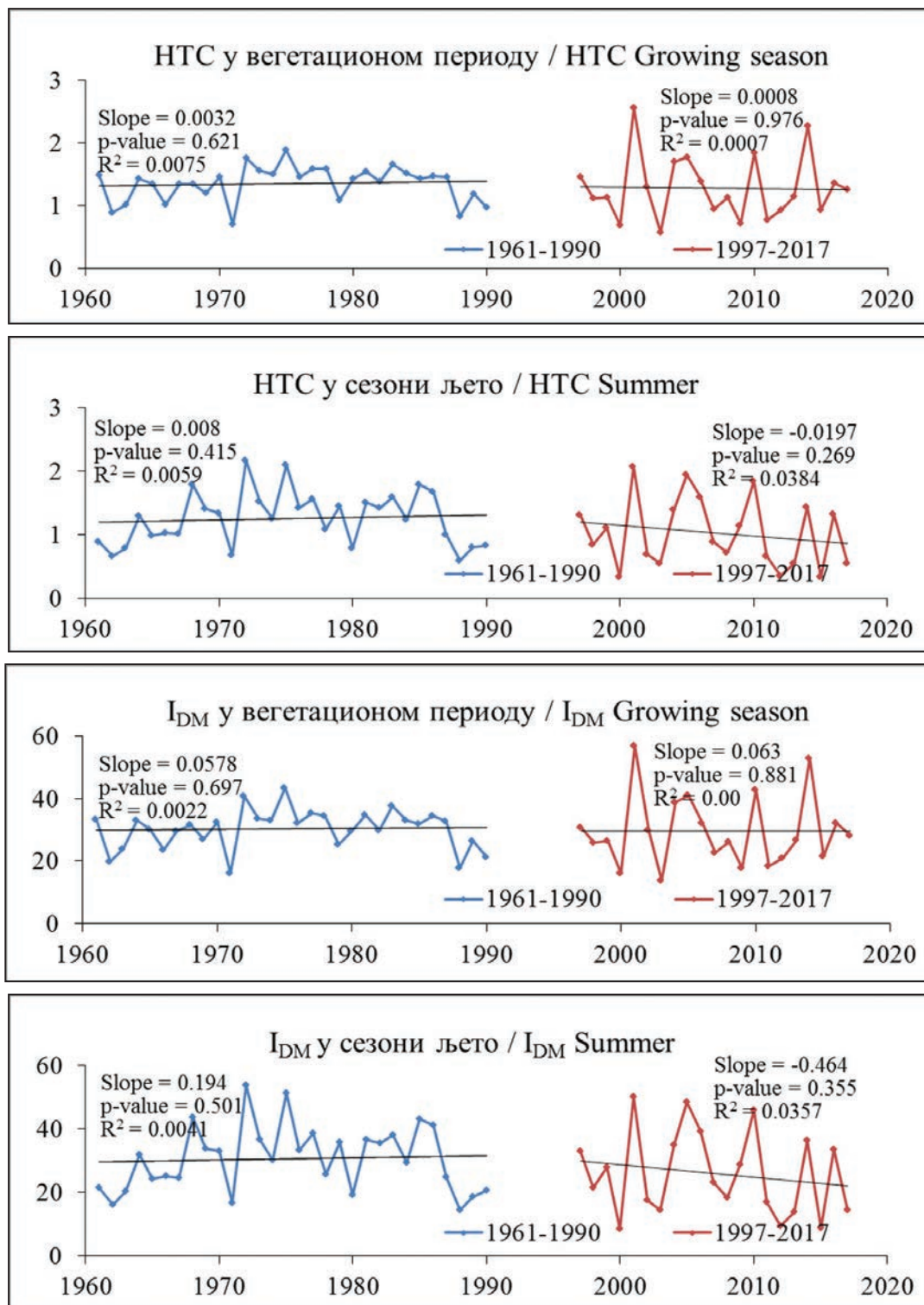
Сл. 3. Разлика између просјечних вриједности сезонских и годишњих температура и падавина у Бијелјини у периоду 1997–2017. године у односу на период 1961–1990. године
Fig. 3. The difference between the average values of seasonal and annual temperatures and precipitation in Bijeljina in the period 1997–2017 in relation to the period 1961–1990

Трендови HTC и I_{DM} у Бијелјини у периоду 1961–1990. и 1997–2017. године приказани су на Сл. 4. За оба индекса у наведеним периодима утврђени су незнатни позитивни трендови у вегетационом периоду (као последица

Trends in HTC and I_{DM} in Bijeljina during the periods 1961–1990 and 1997–2017 are shown in Fig. 4. During these two periods, slight positive trends in the growing season (as a consequence of trends of different signs in spring and summer

трендова различитог знака у прољеће и лјето). Посебно је забрињавајући негативни тренд и HTC и I_{DM} у сезони лјето присутан у периоду 1997–2017. године.

seasons) were determined for both indices. Particularly worrying is the negative trend in the summer season in both HTC and I_{DM} determined in the period 1997–2017.



Сл. 4. Трендови HTC и I_{DM} у Бијелјини у периоду 1961–1990. и 1997–2017. године
Fig. 4. Trends in HTC and I_{DM} in Bijeljina in the 1961–1990 and 1997–2017 periods

С обзиром на то да клима има директан утицај на биљни свијет, најосјетљивији сектор привреде на климатска колебања управо је пољопривредна производња. Семберија као важно аграрно подручје у Републици Српској и Босни и Херцеговини нарочито је изложено савременим и пројектованим климатским промјенама.

Укупна пољопривредна површина у Семберији износи 818,907,279 ха – од тога обрадиве површине заузимају 96.9 %, а пашњаци свега 3.1 %.

У структури обрадивих површина доминирају оранице и баште (90 %), док знатно мање површине заузимају воћњаци (9 %) и ливаде (1 %). Од ратарских култура највише се узгајају кукуруз (103,096 t), пшеница (78,968 t) и јечам (14,421 t), а од повртларских кромпир (20,057 t).

Најзаступљенија житарица на подручју Бијељине је кукуруз. Знатно мање узгајају се пшеница, јечам, овас, раж и др. Просјечна производња кукуруза у периоду 1997–2017. године износила је 114,950.7 t годишње. Годишње се просјечно произведе 47,187.4 t пшеница и 6,721.1 t јечма. Нешто бољи приноси са једног хектара засијане површине остварују се у производњи кукуруза (4.48 t/ha) у односу на пшеницу (3.81 t/ha) и јечам (4.03 t/ha).

Од повртларских култура највише се узгаја и производи кромпир – годишње се просјечно произведе 23,953.0 t, што представља просјечан принос од 21.23 t/ha. Знатно мање површине заузимају паприка, парадајз, краставац, купус и др.

У анализираном периоду 1997–2017. године у Бијељини присутан је тренд смањења производње кукуруза (за 1,148.3 t годишње), као и благи несигнификантни тренд смањења приноса кукуруза за 17.2 kg/ha годишње (Сл. 5).

Given that climate has a direct impact on the plants, the most sensitive economy sector to climate change is precisely agricultural production. Semberija as an important agrarian region of the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina is particularly vulnerable to the recent and projected climate change.

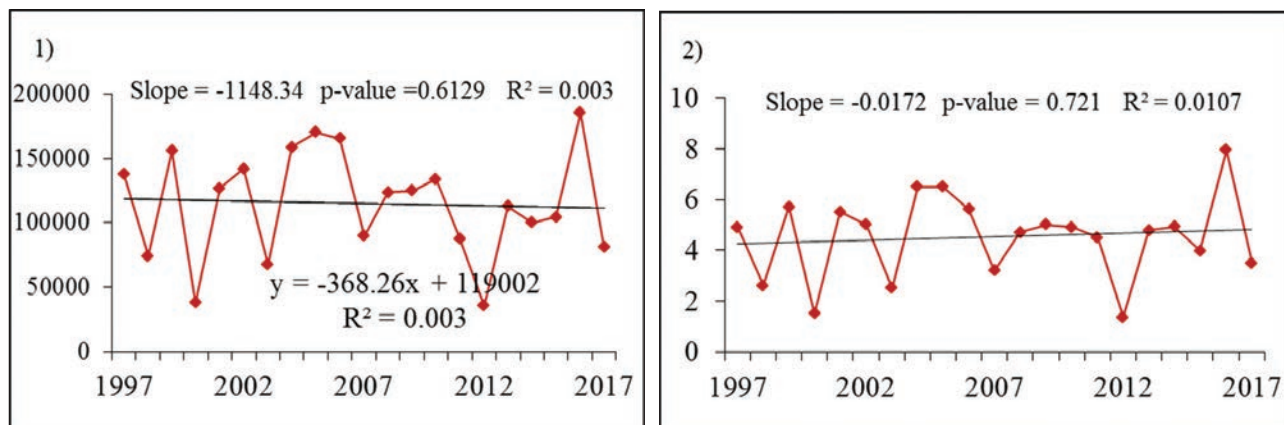
The total agricultural area in Semberija covers 818,907,279 ha – out of which arable land covers 96.9 %, and pastures only 3.1 %.

The arable land is dominated by arable land and gardens (90 %), whereas orchards and meadows cover considerably smaller areas (9 % and 1 %, respectively). Of the field crops, most are grown corn (103,096 t), wheat (78,968 t) and barley (14,421 t), and of the vegetables potatoes (20,057 t).

The most common cereal in the Bijeljina area is corn. Considerably less are grown wheat, barley, oats, rye, etc. In the period 1997–2017, average annual corn production was 114,950.7 t. Annually, an average 47,187.4 t of wheat and 6,721.1 t of barley was produced. Somewhat higher yields from one hectare of sown area are obtained for corn (4.48 t/ha) compared to the wheat (3.81 t/ha) and barley (4.03 t/ha).

Of the vegetable crops, most produced and grown are potatoes – annually 23,953.0 t was produced on average, with an average yields of 21.23 t/ha. Peppers, tomatoes, cucumbers, cabbage, etc. are grown on considerably smaller areas.

In the analyzed period 1997–2017, a decreasing trend in corn production (1,148.3 t per year), as well as a low insignificant negative trend in corn yields (17.2 kg/ha per year) were determined in Bijeljina (Fig. 5).



Сл. 5. Тренд производње у т (1) и приноса кукуруза у т/ха (2) у Бијељини у периоду 1997–2017. године

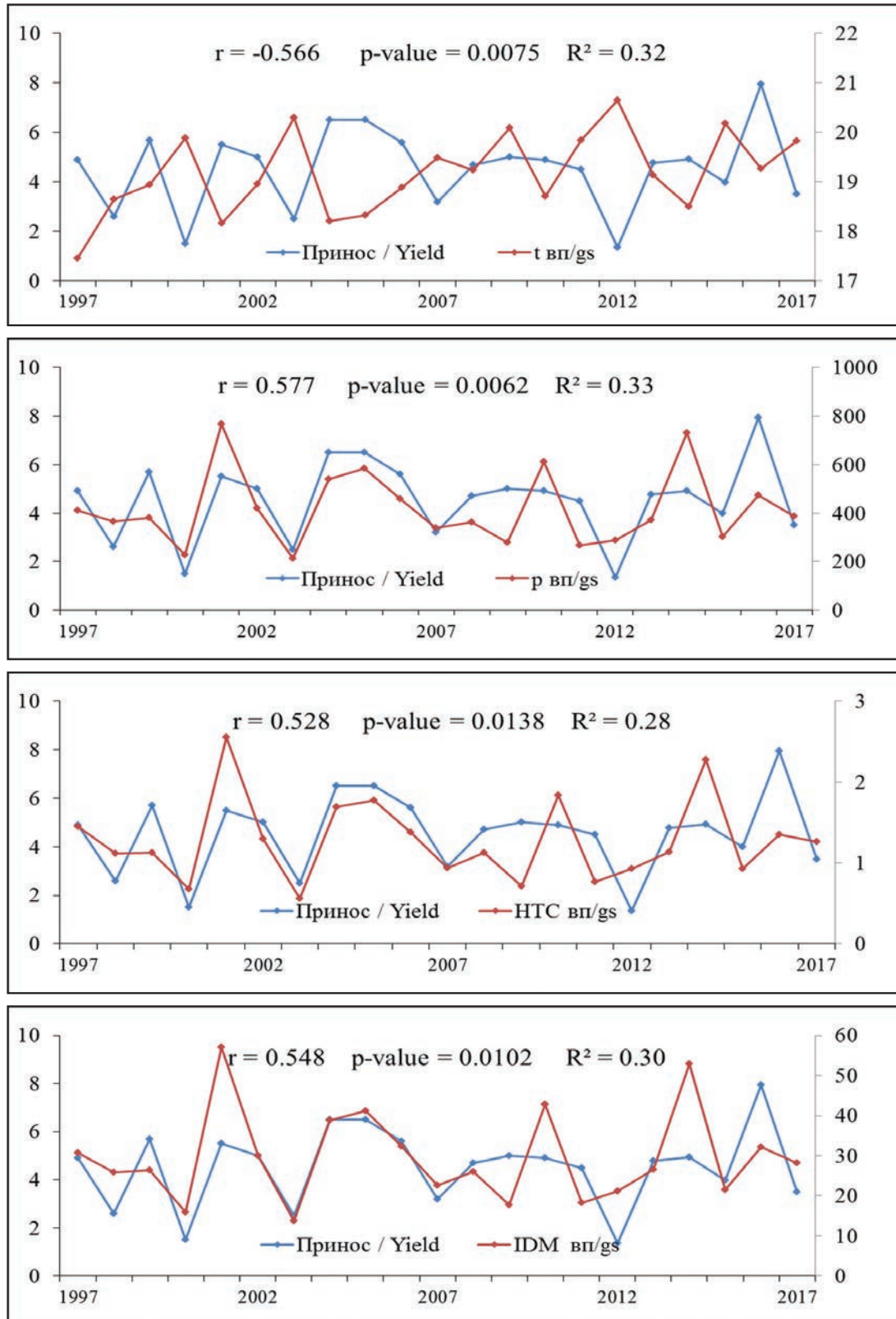
Fig. 5. Trend in corn production in t (1) and corn yield in t/ha (2) in Bijeljina in the period 1997–2017

Наведени трендови приноса и производње кукуруза снажно су условљени температуром и доступном количином влаге у критичним фазама његовог развоја. Принос кукуруза углавном зависи од временских услова у периоду од 90 до 110 дана након сјетве, што се подудара са периодом метличења и свилања (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012). Високе температуре, ниска релативна влажност и мала количина падавина у овом периоду негативно утичу на раст кукуруза (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012). Падавине у вегетационом периоду (а нарочито у љетним мјесецима) имају одлучујући утицај на међугодишњу варијабилност приноса (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012; Milošević, Savić, Stojanović, & Popov-Raljić, 2015). Неповољне временске услове за развој кукуруза представљају температуре ваздуха преко 30°C (и релативна влажност ваздуха испод 60 %) (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012; Milošević et al., 2015).

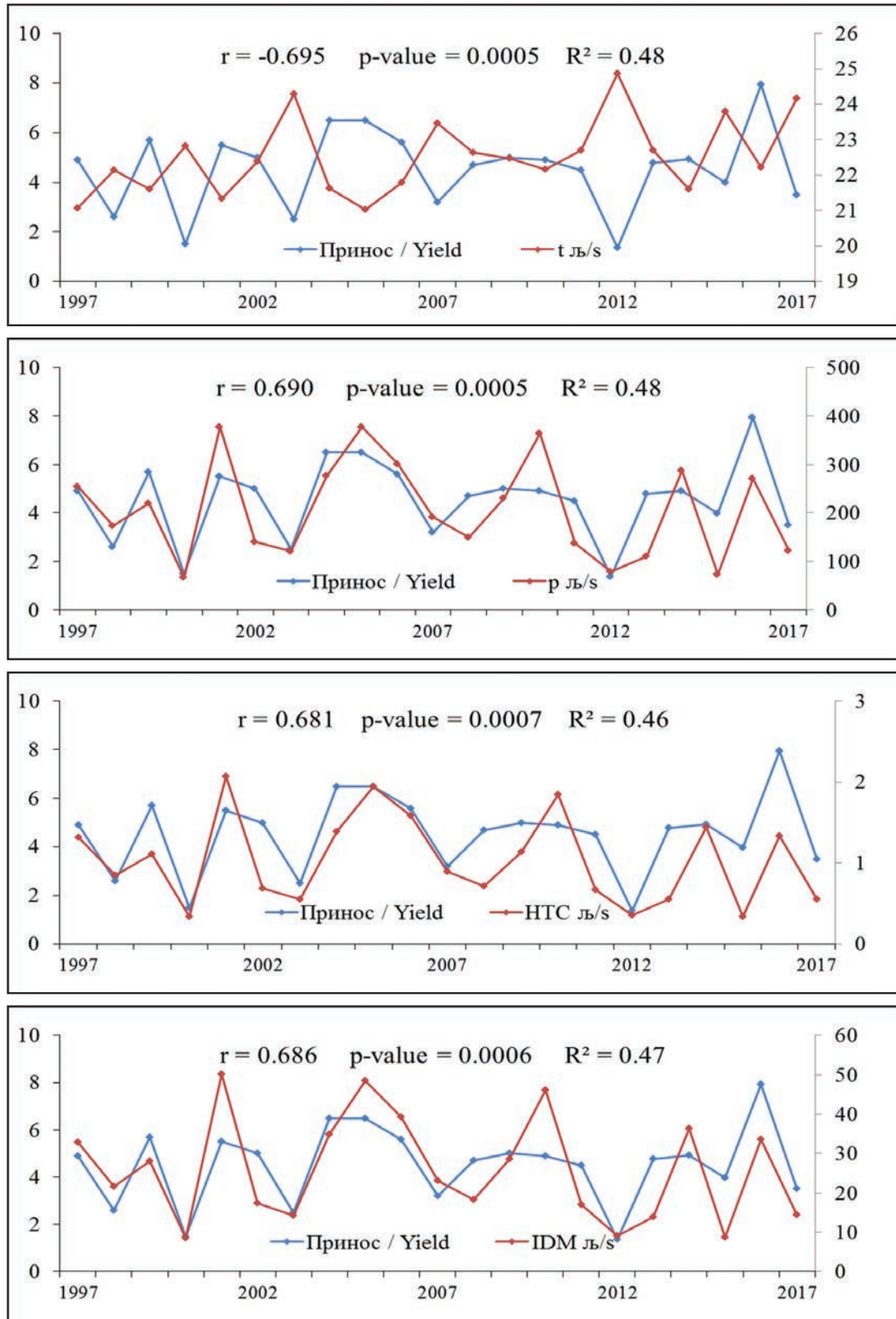
Пирсонов коефицијент корелације (r), његова статистичка значајност (p -value) и коефицијент детерминације (R^2) између просјечних приноса кукуруза у Бијељини и температуре ваздуха и падавина у периоду 1997–2017. године приказани су на Сл. 6 и Сл. 7. Значајна негативна корелација постоји између приноса кукуруза и температуре ваздуха у вегетационом периоду ($r = -0.566$), као и температуре у сезони љето ($r = -0.695$). С друге стране, приноси кукуруза директно зависе од доступне количине падавина у овим периодима критичним за развој кукуруза (статистички значајни коефицијенти корелације износе $r = 0.577$ и $r = 0.690$, респективно).

These trends in corn yield and production are strongly influenced by the temperature and available moisture in the critical stages of its development. Corn yields mainly depend on weather conditions during the period from 90 to 110 days after sowing, which coincides with the silking and tasseling period (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012). High temperatures, low relative humidity and low precipitation during this period negatively affect the corn growth (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012). Precipitation during the growing season (and particularly during the summer months) have a crucial impact on the interannual variability of corn yields (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012; Milošević, Savić, Stojanović, & Popov-Raljić, 2015). Temperatures above 30°C (and relative humidity below 60 %) represent the unfavorable weather conditions for the corn development (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012; Milošević et al., 2015).

The Pearson correlation coefficient (r), its statistical significance (p -value) and the coefficient of determination (R^2) between the average corn yields in Bijeljina and temperature and precipitation in the period 1997–2017 are shown in Fig. 6 and Fig. 7. A significant negative correlation was determined between corn yield and temperature in growing season ($r = -0.566$), as well as in summer ($r = -0.695$). On the other hand, corn yields are directly dependent on the available precipitation during these for corn development critical periods. Statistically significant correlation coefficients in the range of $r = 0.577$ and $r = 0.690$, respectively, were determined.



Сл. 6. Корелација између просјечних годишњих приноса кукуруза и температуре, падавина, HTC и I_{DM} у вегетационом периоду у Бијeljини у периоду 1997–2017. године
Fig. 6. Correlation between the average annual corn yields and temperature, precipitation, HTC and I_{DM} in the growing season in Bijeljina in the period 1997–2017



Сл. 7. Корелација између просјечних годишњих приноса кукуруза и температуре, падавина, HTC и I_{DM} у сезони љето у Бијeljини у периоду 1997–2017. године
 Fig. 7. Correlation between the average annual corn yields and temperature, precipitation, HTC and I_{DM} in the summer season in Bijeljina in the period 1997–2017

У анализираном периоду 1997–2017. године максимални приноси кукуруза у Бијељини забиљежени су у 2016. години, која се налази међу највлажнијим и најтоплијим годинама у посматраном периоду. Најнижи приноси забиљежени су у годинама са највишим температурама и најнижим падавинама у сезони љето – 2017, 2015, 2012, 2011, 2007, 2003, 2000. и 1998. године. У наведеним годинама дуготрајни топли таласи са температурама знатно вишим од просјечних и изузетно малим количинама падавина и појавом суше негативно су се одразили на приносе кукуруза. Минимални приноси (1.36 t/ha – 70 % нижи од просјечних у анализираном периоду) остварени су у 2012. години, години са највишом температуром у сезони љето (за 4.7°C топлијој од просјека у периоду 1961–1990. године) и години терцијарног минимума падавина у овом периоду године (свега 80 mm). Усљед екстремних временских догађаја који су у том периоду захватили Европу, ниски приноси култура забиљежени су и у другим дијеловима Босне и Херцеговине (Trbić, Bajić, Popov, & Oprašić, 2013) и региона (Kovačević, Kovačević, Pepo, & Marković, 2013). Приноси кукуруза показују већу зависност од неопходног минимума падавина у критичним фазама развоја него од максималних падавина. Секундарни минимум приноса (1.5 t/ha – 67 % нижи од просјека) остварен је у години примарног минимума падавина у сезони љето и секундарног минимума у вегетационом периоду (у 2000. години). С друге стране, секундарни и терцијарни максимуми приноса кукуруза забиљежени су у четвртој и петој највлажнијој години (у 2004. и 2005. години). Хидротермички коефицијент и индекс суше, с обзиром на то да се израчунавају на основу температуре ваздуха и количине падавина, на добар начин одражавају њихов комбиновани утицај на приносе култура. Статистички значајна позитивна корелација утврђена је између приноса кукуруза и вриједности оба индекса у вегетационом периоду и у сезони љето. Примарни и секундарни минимум приноса забиљежени су у годинама терцијарног

During the analyzed period 1997–2017, the highest corn yields in Bijeljina was recorded in 2016, which is among the wettest and hottest years in the observed period. The lowest yields were recorded during the years with the highest temperatures and the lowest precipitation in summer season – 2017, 2015, 2012, 2011, 2007, 2003, 2000 and 1998. During these years, long-lasting heat waves with temperatures significantly higher than average and with the extremely low precipitation and drought occurrence had a negative impact on corn yields. The lowest yield (1.36 t/ha – 70 % lower than averaged in the analyzed period) was recorded in 2012, the year with the highest temperature in the summer season (by 4.7°C warmer than the period 1961–1990 average) and the year of tertiary precipitation minimum in this part of the year (only 80 mm). Due to extreme weather conditions that affected Europe in that period, low crop yields were also recorded in other parts of Bosnia and Herzegovina (Trbić, Bajić, Popov, & Oprašić, 2013) and the region (Kovačević, Kovačević, Pepo, & Marković, 2013). Corn yields show greater dependence on the necessary precipitation minimum during the critical development stages than on maximum precipitation. The secondary yield minimum (1.5 t/ha – 67 % lower than the average) was recorded during the year of the primary precipitation minimum in the summer season and the secondary precipitation minimum during the growing season (in 2000). On the other hand, the secondary and tertiary corn yields maximums were recorded in the fourth and fifth wettest years (in 2004 and 2005). Hydrothermal coefficient and drought index, given that they are calculated based on temperature and precipitation, in a good way reflect their combined impact on crop yields. A statistically significant positive correlation was determined between the corn yield and both indices in the growing season and in the summer season. The primary and secondary yields minimums were recorded in the years of tertiary and secondary (primary)

и секундарног (примарног) минимума HTC и I_{DM} у сезони лјето. Терцијарни максимум приноса остварен је у години секундарног максимума HTC и I_{DM} у сезони лјето (и у години примарног максимума остварени су изнадпросјечни приноси).

Имајући у виду утврђену зависност приноса кукуруза од варијабилности климатских варијабли, нарочито је забрињавајућ тренд загријавања (посебно изражен у лјето) и негативни тренд падавина у сезони лјето. Осим тога, неповљну околност представљају значајни трендови повећања годишњег броја лјетних дана (3.8 дана по деценији) и тропских дана (5.2 дана по деценији) (Поров, Gnјato, & Trbić, 2018b), као и позитивни тренд дужине трајања топлих таласа (око 5 дана по деценији) (Поров et al., 2019b). Бијелјина спада у подручја која су највише погођена несташицом воде у земљишту (Radusin et al., 2013). Осим тога, повећање температура узрокује ширење инвазивних термофилних корова као што су *Amorpha fruticosa*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Helianthus tuberosus* и др. (Radusin et al., 2016).

Са повећањем температуре и промјенљивим падавинама, доступност воде и производња усјева у будућности ће се смањити (Kang et al., 2009; Rosenzweig et al., 2014). Очекује се да ће пројектоване промјене учесталости и интензитета екстремних климатских догађаја (нпр. топли таласи, суше, интензивне и дуготрајне падавине, прекомјерне хладноће и врућине, олује са градом, итд.) негативно утицати на принос усјева и глобалну производњу хране (Deryng et al., 2016). Пројекције показују да ће, услед климатских промјена, приноси кукуруза до краја вијека бити смањени и у свим најважнијим областима узгајања – у кукурузном појасу Сједињених Америчких Држава и Канаде (Cai et al., 2009; He et al., 2018; Ummenhofer et al., 2015), Европи (Knox et al., 2016; Olesen et al., 2011) и Кини (Zhang et al., 2015).

Будуће промјене температуре, падавина и влажности земљишта могу да угрозе могућности коришћења пољопривредног земљишта и продуктивност усјева у Европи,

minimum of HTC and I_{DM} in the summer season. The tertiary yield maximum was achieved in the year of secondary maximum of HTC and I_{DM} in the summer season (in the year of primary maximum, the above-average yields were also recorded).

Given the determined corn yield dependence on climate variability, a warming trend (particularly during summer) and a downward precipitation trend in the summer season are concerning. The unfavorable circumstances also represent the significant upward trends in the annual number of summer days (3.8 days per decade) and tropical days (5.2 days per decade) (Popov, Gnјato, & Trbić, 2018b), as well as a positive trend in the warm spell duration (about 5 days per decade) (Popov et al., 2019b). Moreover, Bijeljina area is most affected by the soil water shortage (Radusin et al., 2013). In addition, the increase in temperature causes the spread of invasive thermophilic weeds such as *Amorpha fruticosa*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Helianthus tuberosus* and others (Radusin et al., 2016).

With increasing temperature and variable precipitation, water availability and crop production will be reduced in the future (Kang et al., 2009; Rosenzweig et al., 2014). Projected changes in the frequency and intensity of extreme climate events (e.g. warm spells, droughts, intense and long-term precipitation, excessive cold and heat, hail storms, etc.) are expected to negatively affect the crop yields and global food production (Deryng et al., 2016). Projections show that, due to climate change, corn yields will be reduced in all major growing areas – in the corn belt of the United States of America and Canada (Cai et al., 2009; He et al., 2018; Ummenhofer et al., 2015), Europe (Knox et al., 2016; Olesen et al., 2011) and China (Zhang et al., 2015).

Future changes in temperature, precipitation and soil moisture may endanger the use of agricultural lands and the crop productivity in Europe, with significant

са значајним посљедицама по безбједност снабдијевања храном (Knox et al., 2016). Повећање приноса усјева повезано са климатским промјенама очекује се једино у сјеверној Европи, док се највеће смањење приноса очекује у региону Медитерана и на југозападном Балкану, те на југу европског дијела Русије (Olesen et al., 2011). У јужној Европи, нарочито велика смањења приноса очекују се за прољећне усјеве (нпр. кукуруз, сунцокрет и соју) (Olesen et al., 2011).

Пројекције показују да ће климатске промјене додатно погоршати услове за производњу кукуруза, много више него пшенице, како у свијету (Deryng et al. 2014) тако и у Босни и Херцеговини (Radusin et al., 2016). Области узгајања кукуруза крајем 21. вијека карактерисаће мања учесталост појаве прољећних и јесењих мразева, брже стопе акумулације сума активних температура уз смањење времена потребног за постизање зрелости, већа фреквенција дана са високим температурама (преко 35°C) током кључних фаза раста (као што су као свилање-цвјетање) и већи дефицит воде током репродуктивних фаза (Prasad et al., 2018). Смањење просјечног приноса кукуруза пројектовано за средњу Европу износи 9 % до 2020. године и 15 % до 2080-их; за јужну Европу такође се пројектује нагли пад приноса кукуруза, посебно до 2080-их година (за 28 %) (Knox et al., 2016). Према пројекцијама, у Мађарској ће у наредне три деценије бити присутан тренд благог смањења приноса кукуруза (Fogarasi et al., 2016). У Словенији се очекује да ће се приноси смањити у просјеку 10–16 % до 2050-их година и 27–34 % до 2090-их година; такође очекује се да ће се међугодишња варијабилност приноса повећати у односу на референтни период (1961–1990) (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012). Резултати симулација показују да у Босни и Херцеговини до 2020. године неће бити значајних промјена потреба за наводњавањем и промјена приноса због ранијег датума сјетве и укупног помјерања вегетације у рано прољеће; нешто већи негативни утицај климатских промјена догодиће се до 2050-их година, а знатан до 2080-

consequences for the safety of food supplies (Knox et al., 2016). The increase in crop yields associated with climate change is expected only in the northern Europe, whereas the highest yield reductions are expected to occur over the Mediterranean region, the southwestern Balkans and the southern European part of Russia (Olesen et al., 2011). In the southern Europe, particularly high yield reductions are expected for spring crops (e.g. corn, sunflower and soy) (Olesen et al., 2011).

Projections show that climate change will further exacerbate the conditions for the corn production, much more than for wheat, globally (Deryng et al., 2014) and in Bosnia and Herzegovina (Radusin et al., 2016). Corn growing regions near the end of the 21st century will experience fewer spring and fall freezes, faster rate of growing degree day accumulation with a reduction in time required to reach maturity, greater frequencies of daily high temperature (above 35°C) during key growth stages such as silking-anthesis and greater water deficit during reproductive stages (Prasad et al., 2018). Projections for Central Europe show that the average corn yields would decrease 9 % by 2020 and 15 % by 2080; for southern Europe, a sharp decline in corn yields is also projected, particularly by the 2080s (by 28 %) (Knox et al., 2016). According to projections, a mild decreasing trend in the corn yields will be present in Hungary in the next three decades (Fogarasi et al., 2016). In Slovenia, yields are expected to decrease by an average of 10–16 % by the 2050s and 27–34 % by the 2090s; it is also expected that interannual yield variability will increase in relation to the reference period 1961–1990 (Ceglar & Kajfež-Bogataj, 2012). The simulation results show that in Bosnia and Herzegovina until 2020 there will be no significant changes in the corn irrigation needs as well as in corn yields due to earlier sowing date and the overall shifting of the growing season early in spring; a slightly larger negative impact of climate change will occur by the 2050s, and larger by the

их због смањења падавина у лјетним мјесецима (Stricevic, Stojakovic, Vujadinovic-Mandic, & Todorovic, 2018). У поређењу са референтним периодом, до 2080-их, очекује се повећање потреба за наводњавањем за скоро 100 % (Stricevic et al., 2018). Пројекције Свјетске банке указују да би се принос кукуруза наводњаваног само кишом у најважнијим регионима у којима се узгаја (у сјеверном дијелу територије гдје се налази и Семберија) до 2025. и 2050. године могли смањити за 10–25 % (Radusin et al., 2016). Сви наведени процеси директно ће се одразити на цијену кукуруза, али и цијену стоке у чијој исхрани кукуруз има велики удио.

ЗАКЉУЧАК

Будуће тенденције приноса и производње кукуруза, најзаступљеније житарице у Семберији, у измијењеним климатским условима негативно ће се одразити на укупан развој овог подручја. Сектор пољопривреде има велики удио (око 30 %) у укупном броју запосленог становништва Семберије. Прерађивачка индустрија, уско повезана са пољопривредном производњом, обухвата око 11 % запослених. Дакле, пољопривредна производња представља базну дјелатност у Семберији. Од ефикасности подузетих мјера адаптације и митигације зависиће будућност овог пољопривредног подручја, важног за укупну пољопривредну производњу Републике Српске и Босне и Херцеговине.

Постоји широк спектар могућности прилагођавања како би се ублажили негативни ефекти климатских промјена на производњу усјева као што су: промјене у времену узгоја (укључујући сјетву и жетву); промјене у начинима обраде земљишта, углавном усмјереним на очување воде у земљишту и заштиту од ерозије; промјене пракси фертилизације; увођење нових усјева у плодореду (увођење нових и погоднијих сорти садашњих култура); заштита биљака и мониторинг штеточина и болести; сезонска прогноза времена (промијењени климатски услови и већа вјероватноћа појаве неубичајених

2080s due to reduced precipitation during the summer months (Stricevic, Stojakovic, Vujadinovic-Mandic, & Todorovic, 2018). Compared to the reference period, by the 2080s, an increase in irrigation requirements is expected to be almost 100 % (Stricevic et al., 2018). The World Bank's projections suggest that the rainfed corn yields in the most important growing regions (in the northern part of the territory where Semberija is located) could decrease by 10–25 % by 2025 and 2050 (Radusin et al., 2016). All of these processes will directly affect the corn price, but also the price of corn-fed livestock.

CONCLUSION

Future tendencies in yield and production of corn, most prevalent cereal in the Semberija region, in changed climate conditions will negatively affect the overall development of this area. The agriculture sector has a large share (about 30 %) in the total number of employed people of Semberija. Manufacturing industry, closely linked to agricultural production, accounts for about 11 % of employees. Therefore, agricultural production is the core activity in Semberija. The future of this agrarian area, one of the most important for the overall agricultural production of the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina, will depend on the efficiency of implementation of adaptation and mitigation measures.

There is a wide range of adaptation options to mitigate the negative effects of climate change on crop production, such as: changes in timing of cultivation (including sowing and harvesting); changes in soil cultivation methods, mainly aimed at soil water conservation and erosion protection; changes in fertilization practices; introduction of new crops to the crop rotation (introduction of new and more favorable cultivars of current crops); crop protection and pest and disease monitoring; seasonal weather forecasting (changed climatic conditions and higher

временских прилика истичу њихов значај као алата за адаптацију); осигурање усјева и др. (Olesen et al., 2011). Главне мјере адаптације сектора пољопривреде у Босни и Херцеговини треба да обухвате: промјене времена пољопривредних операција; другачији избор сорти и врста; употребу вјештачких система за побољшавање коришћења воде или доступности воде (изградња или проширивање система за наводњавање); повећање производње у пластеницима; промјене пољопривредних система и пракси (плодоред, промјене у мјешавини уroda и др.); промјене у примјени фертанизације; другачије методе и нови приступи у обради земљишта и друге мјере на терену; нове моделе агроклиматског зонирања; истраживање нових технологија; подизање свијести јавности и доносилаца одлука у процесу креирања развојних политика за адаптацију и ублажавање климатских промјена у сектору пољопривреде и производње хране и др. (Попов, 2017; Radusin et al., 2013).

probability of unusual weather patterns highlight their importance as an adaptation tool); crop insurance, etc. (Olesen et al., 2011). The main adaptation measures for the agriculture sector in Bosnia and Herzegovina should include: changes in timing of agricultural operations; a different selection of cultivars and species; use of artificial systems to improve water use or water availability (irrigation systems construction or expansion); increase in greenhouses production; changes in agricultural systems and practices (seedlings, changes in the plant rotations, etc.); changes in fertilization practices; different methods and new approaches in soil cultivation and other measures in the field; new models of agro-climatic zoning; research on new technologies; raising awareness of the public and decision-makers in creating policies on adaptation and mitigation of climate change on agriculture and food production, etc. (Попов, 2017; Radusin et al., 2013).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., ... Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global Observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature and Precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D5). doi:10.1029/2005JD006290
- Cai, X., Wang, D., & Laurent, R. (2009). Impact of Climate Change on Crop Yield: A Case Study of Rainfed Corn in Central Illinois. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 48, 1868–1881. doi:10.1175/2009JAMC1880.1
- Ceglar, A., & Kajfež-Bogataj, L. (2012). Simulation of Maize Yield in Current and Changed Climatic Conditions: Addressing Modelling Uncertainties and the Importance of Bias Correction in Climate Model Simulations. *European Journal of Agronomy*, 37(1), 83–95. doi:10.1016/j.eja.2011.11.005
- De Martonne, E. (1926). Une nouvelle fonction climatologique: L'indice d'aridité. *La Meteorologie*, 2, 449–458.
- Deryng, D., Conway, D., Ramankutty, N., Price, J., & Warren, R. (2014). Global Crop Yield Response to Extreme Heat Stress under Multiple Climate Change Futures. *Environmental Research Letters*, 9(3). doi:10.1088/1748-9326/9/3/034011
- Fogarasi, J., Kemény, G., Molnár, A., Keményné Horváth, Z., Zubor-Nemes, A., & Kiss, A. (2016). Modelling Climate Effects on Hungarian Winter Wheat and Maize Yields. *Studies in Agricultural Economics*, 118(2), 85–90. doi:10.7896/j.1614
- He, W., Yang, J. Y., Qian, B., Drury, C. F., Hoogenboom, G., He, P., Lapen, D., & Zhou, W. (2018). Climate Change Impacts on Crop Yield, Soil Water Balance and Nitrate Leaching in the Semiarid and Humid Regions of Canada. *PLoS ONE*, 13(11). doi:10.1371/journal.pone.0207370

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Summary for policymakers. In C. B., Field, V. R., Barros, D. J., Dokken, K. J., Mach, M. D., Mastrandrea, T. E., Bilir, M., Chatterjee, K. L., Ebi, Y. O., Estrada, R. C., Genova, B., Girma, E. S., Kissel, A. N., Levy, S., MacCracken, P. R. Mastrandrea, & L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1–32). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Kang, Y., Khan, S., & Ma, X. (2009). Climate Change Impacts on Crop Yield, Crop Water Productivity and Food Security – A Review. *Progress in Natural Science*, 19, 1665–1674. doi:10.1016/j.pnsc.2009.08.001
- Knox, J., Daccache, A., Hess, T., & Haro, D. (2016). Meta-Analysis of Climate Impacts and Uncertainty on Crop Yields in Europe. *Environmental Research Letters*, 11. doi:10.1088/1748-9326/11/11/113004
- Kovačević, V., Kovačević, D., Pepo, P., & Marković, M. (2013). Climate Change in Croatia, Serbia, Hungary and Bosnia and Herzegovina: Comparison the 2010 and 2012 Maize Growing Seasons. *Poljoprivreda*, 19(2), 16–22.
- Kukal, M. S., & Irmak, S. (2018). Climate-Driven Crop Yield and Yield Variability and Climate Change Impacts on the U.S. Great Plains Agricultural Production. *Scientific Reports*, 8. doi:10.1038/s41598-018-21848-2
- Lesk, C., Rowhani, P., & Ramankutty, N. (2016). Influence of Extreme Weather Disasters on Global Crop Production. *Nature*, 529, 84–87. doi:10.1038/nature16467
- Lobell, D. B., & Gourdji, S. M. (2012). The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity. *Plant Physiology*, 160, 1686–1697. doi:10.1104/pp.112.208298
- Matiu, M., Ankerst, D. P., & Menzel, A. (2017). Interactions between Temperature and Drought in Global and Regional Crop Yield Variability during 1961–2014. *PLoS ONE*, 12(5). doi:10.1371/journal.pone.0178339
- Milošević, D. D., Savić, S. M., Stojanović, V., & Popov-Raljić, J. (2015). Effects of Precipitation and Temperatures on Crop Yield Variability in Vojvodina (Serbia). *Italian Journal of Agrometeorology*, 12(18), 35–46.
- Olesen, J. E., Trnka, M., Kersebaum, K. C., Skjelvåg, A. O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., ... Micale F. (2011). Impacts and Adaptation of European Crop Production Systems to Climate Change. *European Journal of Agronomy*, 34(2), 96–112. doi:10.1016/j.eja.2010.11.003
- Otorepec, S. (1991). *Agrometeorologija*. Beograd, Srbija: Naučna knjiga.
- Попов, Т. (2017). *Утицај савремених климатских колебања и потенцијалних промена климе на фитогеографска обиљежја Републике Српске* (Необјављена докторска дисертација). Географски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Popov, T., Gnjato, S., & Trbić, G. (2018a). Analysis of Extreme Precipitation over the Peripannonian Region of Bosnia Hercegovina. *IDŐJÁRÁS – Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 122(4), 433–452. doi:10.28974/idojaras.2018.4.5
- Popov, T., Gnjato, S., & Trbić, G. (2018b). Changes in Temperature Extremes in Bosnia And Herzegovina: A Fixed Thresholds-Based Index Analysis. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 68(1), 17–33. doi:10.2298/IJGI1801017P
- Popov, T., Gnjato, S., & Trbić, G. (2019a). Effects of Changes in Extreme Climate Events on Key Sectors in Bosnia and Herzegovina and Adaptation Options. In W. Leal Filho, G. Trbic, & D. Filipovic (Eds.), *Climate Change Adaptation in Eastern Europe, Managing Risks and Building Resilience to Climate Change* (pp. 213–228). Cham, Switzerland: Springer Nature.
- Popov, T., Gnjato, S., & Trbić, G. (2019b). Changes in Extreme Temperature Indices over the Peripannonian Region of Bosnia and Herzegovina. *Geografije*, 124(1), 19–40.

- Popov, T., Gnjato, S., Trbić, G., & Ivanišević, M. (2018c). Recent Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 13(1), 211–224. doi:10.26471/cjees/2018/013/019
- Prasad, R., Gunn, S. K., Rotz, C. A., Karsten, H., Roth, G., Buda, A., & Stone, A. M. K. (2018). Projected Climate and Agronomic Implications for Corn Production in the Northeastern United States. *PLoS ONE*, 13(6). doi:10.1371/journal.pone.0198623
- Radusin, S., Oprašić, S., Cero, M., Abdurahmanović, I., Vukmir, G., Knežević, A., ... Cupać, R. (2013). *Climate Change Adaptation and Low Emission Development Strategy for Bosnia and Herzegovina*. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina: United Nations Development Programme.
- Radusin, S., Medić, V., Cero, M., Abdurahmanović, I., Avdić, S., Oprašić, S., ... Vujković, Z. (2016). *Third National Communication and Second Biennial Update Report on Greenhouse Gas Emissions of Bosnia and Herzegovina under the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina: United Nations Development Programme.
- Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Müller, C., Arneth, A., ... Jones, J. W. (2014). Assessing Agricultural Risks of Climate Change in the 21st Century in a Global Gridded Crop Model Intercomparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(9), 3268–3273. doi:10.1073/pnas.1222463110
- Stricevic, R. J., Stojakovic, N., Vujadinovic-Mandic, M., & Todorovic, M. (2018). Impact of Climate Change on Yield, Irrigation Requirements and Water Productivity of Maize Cultivated under the Moderate Continental Climate of Bosnia and Herzegovina. *Journal of Agricultural Science*, 156(5), 618–627. doi:10.1017/S0021859617000557
- Trbić, G., Bajić, D., Popov, T., & Oprašić, S. (2013). Drought Issues in Bosnia and Herzegovina. *Herald*, 17, 103–120. doi:10.7251/HER1714103T
- Trbić, G., Popov, T., & Gnjato, S. (2017). Analysis of Air Temperature Trends in Bosnia and Herzegovina. *Geographica Pannonica*, 21(2), 68–84. doi:10.18421/GP21.02-01
- Ummenhofer, C. C., Xu, H., Twine, T. E., Girvetz, E. H., McCarthy, H. R., Chhetri, N., & Nicholas, K. A. (2015). How Climate Change Affects Extremes in Maize and Wheat Yield in Two Cropping Regions. *Journal of Climate*, 28, 4653–4687. doi:10.1175/JCLI-D-13-00326.1
- Vidić, D., & Delić, D. (2019). Analysis of the Climate Change in the Doboj Municipality and Adaptation Options. In W. Leal Filho, G. Trbic, & D. Filipovic (Eds.), *Climate Change Adaptation in Eastern Europe, Managing Risks and Building Resilience to Climate Change* (pp. 43–59). Cham, Switzerland: Springer Nature.
- Zhang, Y., Zhao, Y., Chen, S., Guo, J., & Wang, E. (2015). Prediction of Maize Yield Response to Climate Change with Climate and Crop Model Uncertainties. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 54, 785–794. doi:10.1175/JAMC-D-14-0147.1
- Zimmermann, A., Webber, H., Zhao, G., Ewert, F., Kros, J., Wolf, J., Britz, W., & de Vries, W. (2017). Climate Change Impacts on Crop Yields, Land Use and Environment in Response to Crop Sowing Dates and Thermal Time Requirements. *Agricultural Systems*, 157, 81–92. doi:10.1016/j.agsy.2017.07.007

ЕЛЕМЕНТИ ОДРЖИВОСТИ И КВАЛИТЕТА ВОДЕ КОТЛАНИЧКОГ ЈЕЗЕРА

Слободан Гњато^{1*}, Радослав Декић¹, Свјетлана Лолић¹,
Обрен Гњато² и Марко Иванишевић¹

¹Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска

²Висока школа за туризам и хотелијерство, Требиње, Република Српска

Сажетак: Током љета 2016. године обављена су теренска и лабораторијска испитивања квалитета воде Котланичког језера на Зеленгори, извора којим се језеро напаја водом, те језерске отоке. Утврђени су физичко-хемијски, санитарно-микробиолошки и сапробиолошки параметри узоркованих вода. Резултати анализа показали су висок еколошки статус и одсуство значајнијих параметара еутрофизације. Језерска вода је хиперсатурисана фотосинтетском активношћу макрофита подводне ливаде, а сапробиолошка анализа показује олигосапробна својства. На основу квалитативног и квантитативног састава алги и цијанобактерија у језерској води израчунат је индекс сапробности (1.32) према коме вода Котланичког језера одговара првој класи квалитета површинских вода, односно олиготрофним водама високог еколошког статуса. Вода извора којим се језеро напаја, као и вода језерске отоке, изврсног је квалитета.

Кључне ријечи: Котланичко језеро, Зеленгора, физичко-хемијска и бактериолошка анализа, квалитет воде.

Original scientific paper

ELEMENTS OF SUSTAINABILITY AND WATER QUALITY OF KOTLANIČKO LAKE

Slobodan Gnjato^{1*}, Radoslav Dekić¹, Svjetlana Lolić¹,
Obren Gnjato² and Marko Ivanišević¹

¹University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska

²College of Tourism and Hotel Management, Trebinje, Republic of Srpska

Abstract: During the summer of 2016, field and laboratory examinations were carried out on the quality of the Kotlaničko Lake water, the source by which the lake is supplied with water and on the lake distributary. The physical-chemical, sanitary-microbiological and saprobiological parameters of the sampled waters were determined. The research results showed a high ecological status and the absence of significant parameters of eutrophication. The lake water is hypersaturated by photosynthetic activity of the macrophyte of the submersed meadow, whereas saprobiological analysis determined oligosaprobic characteristics. Based on the qualitative and quantitative composition of algae and cyanobacteria in the lake water, the saprobity index of 1.32 was calculated which suggests that Kotlaničko Lake corresponds to Class I of surface water quality of, i.e. it is characterized by oligotrophic waters of high ecological status. The water of the source that supplies the lake, as well as the water of the lake's distributary, is of an excellent quality.

Key words: Kotlaničko Lake, Zelengora Mountain, physical-chemical and sanitary-microbiological analysis, water quality.

* Аутор за кореспонденцију: Слободан Гњато, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина; E-mail: slobodan.gnjato@pmf.unibl.org

* Corresponding author: Slobodan Gnjato, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, E-mail: slobodan.gnjato@pmf.unibl.org

УВОД

Планина Зеленгора, на којој се налази Котланичко језеро, припада планинском ланцу Унутрашњих Динарида. Смјештена је у југоисточном дијелу Босне и Херцеговине. Њена највиша тачка је Брегоч, и налази се на 2014 m надморске висине. Посебну љепоту овој планини дају бројна ледничка језера у народу позната као „горске очи“. Најпознатија су Котланичко, Штиринско, Орловачко, Црно и Бијело језеро, у централном, те Горње Баре и Доње Баре на југоисточној страни ове планине.

Котланичко језеро најнеприступачније је од свих језера Зеленгоре, па је из тих разлога најмање изложено непосредном антропогеном утицају. У неким дијеловима језера дошло је до интензивног развоја емерзних и субмерзних макрофита које формирају читаве подводне ливаде, што доводи до убрзаног процеса старења воденог екосистема услед повећавања количине органске материје. Томе нарочито доприносе емерзне биљке трска и шаш. Оне усвајају (апсорбују) угљеник из ваздуха и предају га у виду органске материје воденом екосистему (Ћирковић, Јовановић, & Малетин, 2002). Након угибања макрофита таложи се знатна количина органске материје, што доводи до смањења дубине језера и раста слоја муља (Petrović, Gajin, Matavulj, Radnović, & Svirčev, 1998). На овај начин долази до процеса еутрофизације при чему, услед повећане примарне продукције, језеро прелази из олиготрофног у мезотрофно, а затим у еутрофно стање. Процесу еутрофизације доприноси и спирање околног земљишта, као и вјетар који доноси честице прашине и ситног пијеска у језерски базен. На тај начин, слој муља постепено се повећава, што води коначном нестанку воденог екосистема (Sigeo, 2004).

INTRODUCTION

The Zelengora Mountain, where Kotlaničko Lake is located, is a part of the Dinarides mountain range. It is located in the southeastern part of Bosnia and Herzegovina. The highest peak Bregoč is located at 2014 m above the sea level. Specific beauty to this mountain is given by numerous glacial lakes known to the people as „mountain eyes“. The most famous are Kotlaničko, Štirinsko, Orlovačko, Crno and Bijelo Lakes, in the central part, and Gornje Bare and Donje Bare Lakes in the southeastern part of the mountain.

Kotlaničko Lake is the most unapproachable of all Zelengora lakes, and for this reasons is least exposed to a direct anthropogenic impact. In some parts of the lake, there has been an intensive development of emergent and submerged macrophytes that form submersed meadows, which entirely cover the area. This leads to the accelerated process of the aquatic ecosystem aging due to the increase in the amount of organic matter. In addition, eutrophication is particularly fastened by the semiaquatic vegetation, such as reed and sedge. They adopt carbon from the air and transfer it in the form of organic matter to the aquatic ecosystem (Ћирковић, Јовановић, & Малетин, 2002). After macrophytes die, a considerable amount of organic matter decomposes in the decay phase, which leads to the lake depth reduction and to increasing sludge layer (Petrović, Gajin, Matavulj, Radnović, & Svirčev, 1998). This leads to the eutrophication process whereby, due to increased primary production, lake transitions from oligotrophic to mezotrophic and then to eutrophic states. The eutrophication process is also contributed by the erosion of the surrounding land, as well as by the wind that carries particles of dust and fine sand into the lake watershed. Thereby, the sludge layer is gradually increasing, which leads to the final disappearance of the aquatic ecosystem (Sigeo, 2004).

МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

MATERIALS AND METHODS

Котланичко језеро (Сл. 1) налази се у централном дијелу планине Зеленгоре, на 1514 m надморске висине, на 43°21'41.70'' с. г. ш. и 18°29'2'' и. г. д., и припада групи циркних језера. Окружено је планинским врховима: Клек, Домош, Прутача и Зимовица. Језеро је дуго око 400 m, а широко око 200 m. Оно је најдубље језеро на Зеленгори, а највећа измјерена дубина износи 10 m. Напаја се водом из неколико извора укључујући и падавинске воде. Језеро губи воду испаравањем и отоком која понире (Gafić & Džeko, 2008).

Kotlaničko Lake (Fig. 1) is located in the central part of the Zelengora Mountain at 1514 m above sea level, at 43°21'41.70'' N and 18°29'2'' E. It belongs to a group of cirque lakes. It is surrounded by the Klek, Domoš, Prutača and Zimovica mountain peaks. It is about 400 m long and about 200 m wide. This is the deepest lake at the Zelengora Mountain – the greatest measured depth is 10 m. It is supplied with water from several sources and by precipitation. The water loss is due to evaporation and the distributary that flows to subterranean (Gafić & Džeko, 2008).



Сл. 1. Котланичко језеро (Фото: Декић, 2016. г.)

Fig. 1. Kotlaničko Lake (Photo: Dekić, 2016)

Узорци воде за физичко-хемијску и бактериолошку анализу узети су 20. августа 2016. године. Узорковање је извршено употребом стерилних стаклених бочица запремине 500 ml у асептичним условима, из слоја 10–15 cm испод површине, као и из слоја 30–50 cm изнад дна језера. Узорци језерске воде узети су на четири различита

Water samples for physical-chemical and bacteriological analysis were taken on August 20, 2016. Sampling was performed using sterile glass bottles of 500 ml in aseptic conditions, from a layer of 10–15 cm below the surface, and from a layer 30–50 cm above the lake bottom. Lake water samples were collected from four different sites (sites A, B, C and D),

локалитета (А, В, С и D), те са извора којим се језеро напаја водом, као и из језерске отоке. За анализу фитопланктона профилирано је 20 l воде кроз планктонску мрежицу пречника 20 μm . Концентровани узорак је фиксиран киселим луголовим раствором. Дубина воде и њена провидност утврђени су помоћу Secchi диска. Такође, извршено је и мјерење температуре воде, а одређене су и вриједности рН, електропроводљивости, концентрације раствореног кисеоника, те сатурација и турбидитет. Сакупљени узорци транспортовани су у ручном фрижидеру на леду, на температури до +4°C. Анализа осталих параметара извршена је у лабораторији Природно-математичког факултета Универзитета у Бањој Луци. Употребом спектрофотометра HACH DREL Complete Water Lab DR2800, према прописаним процедурама (HACH LANGE, 2008), одређене су концентрације раствореног амонијачног, нитратног и нитритног азота, ортофосфата и сулфата, као и укупне суспендоване материје.

Бројност бактерија одређена је индиректним одгајивачким методама (Benson, 1998; McKane & Kandel, 1996; Wistreich, 2003). Одређена је бројност укупних аеробних хетеротрофа, укупних колиформних бактерија, колиформних бактерија фекалног поријекла и бројност фекалних стрептокока (Petrović et al., 1998; Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока, 2001), при чему су кориштене хранјиве подлоге произвођача BioMérieux и Torlak.

Идентификација алги извршена је помоћу кључева: Hindak (1978, 2005, 2008), John, Whitton, & Brook (2005), Kannan & Lenca (2013), Lange-Bertalot, Hofmann, Werum, & Cantonati (2017) и Lazar (1960). Степен сапробности одређен је на основу релативне бројности индикаторских организама, при чему је кориштена мађарска модификација Pantle-Buck методе (Pál, 1998).

Коначна оцјена квалитета воде дата је на основу релевантне законске регулативе Републике Српске из области квалитета површинских вода (Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока, 2001).

as well as from the source which supplies the lake with water and from the lake's distributary. For phytoplankton analysis, 20 l of water were filtered through plankton net of 20 μm diameter mesh. The concentrated sample was fixed with acidic Lugol's solution. The water depth and transparency were determined using the Secchi disk. In addition, water temperature was measured, and pH values, electroconductivity, dissolved oxygen concentration, saturation and turbidity were also determined. Collected samples were transported in a hand cooler with ice on temperature up to 4°C. Analysis of other parameters was performed in the laboratory of the Faculty of Natural Sciences and Mathematics in Banja Luka. Using the spectrophotometer HACH DREL Complete Water Lab DR2800, following-up user manual (HACH LANGE, 2008), concentrations of dissolved ammonia, nitrate and nitrite nitrogen, orthophosphate and sulphate, as well as the total suspended matter were determined.

The amount of bacteria was determined by using indirect breeding methods (Benson, 1998; McKane & Kandel, 1996; Wistreich, 2003). Quantity of total aerobic heterotrophs, total coliform bacteria, coliform bacteria of faecal origin and the number of faecal streptococci were determined (Petrović et al., 1998; Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока, 2001) using BioMérieux and Torlak nutrient bases.

Identification of algae was carried out using the following keys: Hindak (1978, 2005, 2008), John, Whitton, & Brook (2005), Kannan & Lenca (2013), Lange-Bertalot, Hofmann, Werum, & Cantonati (2017) and Lazar (1960). The degree of saprobity was determined based on relative number of indicator organisms and using the Hungarian modification of the Pantle-Buck method (Pál, 1998).

The final water quality assessment is given based on the relevant legislation of the Republic of Srpska in the field of surface water quality (Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока, 2001).

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Вода извора којим се Котланичко језеро напаја изврсног је квалитета и високог еколошког статуса (Таб. 1). Иако је узорковање извршено у августу, температура воде износила је свега 13.9°C. Вода је била богата раствореним кисеоником, што показује вриједност сатурације од 94.5 %. Биолошка потрошња кисеоника, од свега 0.57 mgO₂/l, показатељ је ниске концентрације органских материја у језерској води. Вода је била благо алкална (pH 7.81), и није била оптерећена суспендованим материјама органског и минералног поријекла. Концентрације основних нутријената у језерској води биле су ниске, а присуство амонијачног азота и сулфата није забиљежено.

На основу праћених општих физичко-хемијских параметара, параметара кисеоничног режима те концентрације присутних нутријената, изворска вода којом се језеро храни припада првој класи површинских вода (Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока, 2001).

На висок еколошки статус изворске воде указују и резултати санитарно-микробиолошких анализа. Укупан број аеробних хетеротрофних бактерија износио је 550 CFU/ml, што је показатељ ниске концентрације органске материје. Наиме, хетеротрофне бактерије хране се органском материјом и њихова бројност директно зависи од присуства овог типа материја у води (Ђukić, Gajin, Matavulj, & Mandić, 2000). У малом броју изоловане су и укупне колиформне бактерије (10 CFU/100 ml), али међу њима није забиљежено присуство фекалних колиформа нити фекалних стрептокока које су индикатор оптерећења воде фекалним материјама. На основу извршених анализа изводи се закључак да изворска вода којом се Котланичко језеро напаја припада првој класи површинских вода.

Мјерења су показала да је температура језерске воде виша у односу на температуру

RESULTS AND DISCUSSION

Water of source, which supplies Kotlaničko Lake with water, is excellent and has a high ecological status (Tab. 1). Although the sampling was carried out in August, the water temperature was only 13.9°C. Saturation value of 94.5 % suggests that it is rich with dissolved oxygen. Biological consumption of oxygen of only 0.57 mgO₂/l is an indicator of low concentration of organic matter in water. The water is slightly alkaline (pH 7.81) and is not loaded with suspended organic and mineral substances. Concentrations of basic nutrients in water were low, and the presence of ammonium nitrogen and sulphate was not recorded in water at all.

Based on all observed general physical-chemical parameters, parameters of the oxygen regime, as well as the concentration of the present nutrients, water of the source corresponds to Class I of surface water quality (Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока, 2001).

The high ecological status of the source is also indicated by the results of sanitary-microbiological analyzes. The total number of aerobic heterotrophic bacteria was 550 CFU/ml, indicating a low concentration of organic matter in water. As a matter of fact, heterotrophic bacteria feed on organic matter and their number depends directly on the presence of this type of matter in water (Ђukić, Gajin, Matavulj, & Mandić, 2000). Total coliform bacteria were isolated in a low number (10 CFU/100 ml). However, among them presence of faecal coliforms or faecal streptococci, which are indicators of water loading with faecal matter, was not determined. Coliforms get into the water with municipal waste materials in larger numbers, but they are also natural inhabitants of surface waters. Based on the performed analysis, it can be concluded that the water of the source which supplies Kotlaničko Lake corresponds

изворске воде, што је и очекивано, јер се ради о стајаћој води чија се површина брже загријава. Измјерене вриједности кретале су се у распону од 18.7°C, колико је измјерено на дну локалитета В, до 20.7°C у површинском слоју на локалитету D. Приликом мјерења није забиљежена велика разлика у температури воде површинског слоја у односу на приземни слој. Ова констатација важи за све локалитете на којима су вршена мјерења, што значи да не постоји температурна стратификација.

Анализе су показале да је језерска вода богата раствореним кисеоником. Концентрација кисеоника на свим локалитетима била је већа од 8 mg/l, изузев отоке гдје је утврђена мања вриједност. Међутим, на локалитету А утврђена је виша концентрација кисеоника у површинском слоју у односу на приземни слој, док је на осталим локалитетима стање обрнуто. Разлог томе су макрофите подводних ливада. Оне интензивно врше процес фотосинтезе при чему се ослобађа кисеоник, што доприноси хиперсатурацији. Повишена вриједност сатурације воде кисеоником сврстава Котланичко језеро у другу класу површинских вода. Мјерења на свим локалитетима показала су да је биолошка потрошња кисеоника релативно ниска. Ипак, нешто више вриједности овог параметра, због интензивнијег процеса микробиолошке разградње органске материје, утврђене су при дну језера, и то на локалитетима А и D, што указује на другу класу квалитета површинских вода.

Котланичко језеро има благо алкалну воду чија се рН вриједност креће у интервалу од 8.22 до 8.48. Анализе су показале да је концентрација јона у води изразито ниска, јер се вриједност електропроводљивости кретала од 122.6 до 253.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Нешто више вриједности овог параметра утврђене су на свим мјерним локалитетима при дну језера. Концентрације суспендованих материја и вриједности турбидитета указују на бистру воду, неоптерећену органским и минералним

to Class I of surface water quality.

The temperature of lake water is higher compared to the temperature of the source water, which is expected, since it is a stagnant water whose surface is being heated faster. The measured values ranged between 18.7°C, measured at the bottom of site B, and 20.7°C at the surface layer of site D. During the measurements, no substantial differences in the temperature of the surface layer and the bottom layer were determined. The stated was found at all sites where measurements were performed, which suggests that there is no temperature stratification.

Analyzes showed that lake water is rich in dissolved oxygen. The concentration of oxygen at all sites was higher than 8 mg/l, except at the distributary where a lower value was determined. However, at site A, a higher concentration of oxygen in the surface layer compared to the bottom layer was determined, whereas at other locations the situation was reversed. Macrophytes of the submersed meadows are reason for this. They intensively perform the process of photosynthesis, whereby oxygen is released, which contributes to hypersaturation. Higher value of water oxygen saturation ranks Kotlaničko Lake in Class II of surface water quality. Analysis showed that biological consumption of oxygen is relatively low at all sites. However, slightly higher values of this parameter were determined for bottom layer at sites A and D, due to more intense process of microbiological degradation of organic matter, indicating Class II of surface water quality.

Kotlaničko Lake has mildly alkaline water, with pH in the range of 8.22–8.48. Analyzes showed that concentration of ions in water is extremely low – the electrical conductivity value ranged from 122.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 253 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Slightly higher values of this parameter were measured at the lake bottom layer at all sites. The concentration of suspended matter

Таб. 1. Физичко-хемијске карактеристике воде Котланичког језера
 Tab. 1. Physical-chemical characteristics of Kotlaničko Lake

Параметар / Parameter	Извор / Source	Локација А површински слој / Site A surface layer	Локација А дно / Site A bottom layer	Локација В површински слој / Site B surface layer	Локација В дно / Site B bottom layer	Локација С површински слој / Site C surface layer	Локација С дно / Site C bottom layer	Локација Д површински слој / Site D surface layer	Локација Д дно / Site D bottom layer	Отока / Distributary
температура воде (°C) / water temperature (°C)	13.9	19.0	19.0	19.2	18.7	20.4	19.8	20.7	19.3	20.0
концентрација раствореног O ₂ (mg O ₂ /l) / dissolved O ₂ concentration (mg O ₂ /l)	8.10	8.83	8.73	8.38	8.68	8.66	9.05	8.22	8.88	6.24*
сатурација (%) / saturation (%)	94.5	114.6*	113.5*	109.3	112.1*	115.9*	119.6*	110.6*	116.3*	82.7
БПК ₅ (mg O ₂ /l) / BOD ₅ (mg O ₂ /l)	0.57	1.74	2.31*	0.77	1.38	1.13	1.68	0.64	2.26*	1.48
класа воде / water class	I	II	II	I	II	II	II	II	II	II
pH	7.81	8.38	8.22	8.42	8.38	8.39	8.29	8.39	8.48	—
електропроводљивост (μS/cm) / electroconductivity (μS/ cm)	306.1	135.2	253.0	127.4	141.9	122.6	142.5	128.2	138.6	125.2
турбидитет (NTU) / turbidity (NTU)	0.80	1.59	1.04	1.23	1.47	0.61	1.06	0.84	0.96	0.00
суспендоване материје (mg/l) / suspended matter (mg/l)	<0.01	1	1	1	1	<0.01	1	<0.01	1	1
класа воде / water class	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
амонијачни азот (mg/l) / ammonia nitrogen (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
нитратни азот (mg/l) / nitrate nitrogen (mg/l)	0.5	0.4	0.7	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
нитритни азот (mg/l) / nitrite nitrogen (mg/l)	0.009	0.005	0.005	0.005	0.007	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006
сулфати (mg/l) / sulphate (mg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ортофосфати (mg/l) / orthophosphate (mg/l)	0.05	0.08	0.07	0.08	0.09	0.07	0.08	0.06	0.07	0.09
класа воде / water class	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
провидност (m) / transparency (m)		1.35		3.3		7.0		6.5		
дубина (m) / depth (m)		1.35		3.3		9.5		6.5		
класа воде / water class						I		I		

Напомена: * означава вриједности које одговарају другој класи квалитета површинских вода

Note: * indicates the values that correspond to the second class of surface water quality

материјама. Из тих разлога провидност на свим мјерним локалитетима била је потпуна, до дна језера. Изузетак представља локалитет С, на ком је измјерена највећа дубина, од 9.5 m, а провидност је била 7 m. Висока провидност воде Котланичког језера указује да она у читавом воденом стубу није оптерећена угинулом органском материјом нити фитопланктоном чије повећање бројности спречава продирање свјетлости и смањује провидност (Dalmacija & Ivančev-Tumbas, 2004).

Концентрације основних нутријената у језерској води биле су изразито ниске, а анализе су показале да нема већих разлика између површинског и приземног слоја воде. Анализом није утврђено присуство амонијачног азота и сулфата.

На основу утврђених параметара изводи се закључак да вода Котланичког језера при дну припада другој, а у површинском слоју првој класи квалитета површинских вода.

Санитарно-микробиолошка анализа показала је да Котланичко језеро има воду одличног квалитета, те да је у мањој мјери оптерећена органском материјом (Таб. 2). У површинском слоју воде, једино на локалитету А, изолован је нешто већи укупан број аеробних хетеротрофних бактерија (1,100 CFU/ml), па је квалитет одговарао другој класи. Локалитет А уједно је и најплићи у језеру, свега 1.35 m, што доприноси повећаној концентрацији органске материје, а самим тим и већем броју бактерија у воденом стубу. На осталим локалитетима укупна бројност бактериопланктона у површинском слоју одговарала је првој класи површинских вода. Повишена бројност ове групе бактерија забиљежена је при дну, и то на свим локалитетима, што је и очекивано. Наше анализе потврдиле су претходна сазнања да муљ садржи знатно већи број бактерија од слободне воде (Sigg, 2004). Такође, бројност аеробних психрофилних и мезофилних бактерија у свим узорцима указује на доминацију аутохтоне водене бактериофлоре.

and turbidity values indicate a clear water which is not loaded with organic or mineral substances. Given the stated, at all measuring sites water transparency was complete, till the bottom of the lake. The exception was the site C where the maximum water depth was 9.5 m, whereas the water transparency was 7 m. The high transparency indicates that water over the entire water column was not loaded with dead organic matter or phytoplankton, whose increase in number prevents the penetration of light and diminishes the value of this parameter (Dalmacija & Ivančev-Tumbas, 2004).

The concentrations of basic nutrients in water are extremely low. Moreover, analyzes showed that there is no significant difference between the surface layer and the bottom layer. The analysis did not found presence of ammonium nitrogen and sulfate.

Based on the determined parameters, it can be concluded that the water of Kotlaničko Lake at the bottom layer corresponds to Class II, whereas at the surface layer corresponds to Class I of surface water quality.

Sanitary-microbiological water analysis showed that Kotlaničko Lake has an excellent quality of water which is less loaded with organic matter (Tab. 2). At the surface layer, only at site A, a slightly larger number of total aerobic heterotrophic bacteria (1100 CFU/ml) was isolated, which corresponds to Class II of surface water quality. It should be noted that this is the most shallow site with a depth of 1.35 m, which certainly contributes to the increased concentration of organic matter, and therefore to the higher number of bacteria over the entire water column. At other sites, the total number of bacterioplankton in the surface layer corresponds to Class I of surface water quality. The increased number of this group of bacteria was recorded at the lake bottom at all sites, which was expected. Our analyzes confirmed previous findings that sludge contains a significantly higher number

Укупни колиформи изоловани су у свим узорцима и њихова бројност у већини узорака била је показатељ друге класе квалитета површинских вода.

Међу укупним колиформима, у површинском слоју на локалитетима В и D, у мањем броју изоловани су фекални колиформи, док су фекалне стрептококе изоловане на локалитетима А и В. Међутим, у оба случаја ради се о малој бројности наведених група бактерија, што указује да вода није оптерећена фекалним материјама.

of bacteria than free water (Sigeo, 2004). Also, the number of aerobic psychophilic and mesophilic bacteria in all samples indicates the dominance of autochthonous aquatic bacteriophore.

Among the total coliforms, at the surface layer of sites B and D, faecal coliforms were isolated in lower numbers, whereas faecal streptococci were isolated at sites A and B. Total coliforms were isolated in all samples and their number in most samples corresponded to Class II of surface water quality.

Таб. 2. Микробиолошке карактеристике воде Котланичког језера
Tab. 2. Microbiological characteristics of Kotlaničko Lake

Карактеристика / Characteristic	Извор / Source	Локација А површински слој / Site A surface layer	Локација А дно / Site A bottom layer	Локација В површински слој / Site B surface layer	Локација В дно / Site B bottom layer	Локација С површински слој / Site C surface layer	Локација С дно / Site C bottom layer	Локација D површински слој / Site D surface layer	Локација D дно / Site D bottom layer	Отока / Distributary
аеробне хетеротрофне психрофилне бактерије (CFU/ml) / aerobic heterotrophic psychrophilic bacteria (CFU/ml)	550	1100*	3200*	800	2500*	840	1400*	760	2833*	800
аеробне мезофилне бактерије (CFU/ml) / aerobic mesophilic bacteria (CFU/ml)	333	433	1500	350	500	500	980	120	666	485
укупне колиформне бактерије (CFU/100 ml) / total coliform bacteria (CFU/100 ml)	10	200*	500*	150*	600*	30	60*	45	50*	50*
фекалне колиформне бактерије (CFU/100 ml) / faecal coliform bacteria (CFU/100 ml)	<1	<1	<1	15	<1	<1	<1	10	<1	<1
фекалне стрептококе (CFU/100 ml) / faecal streptococcus (CFU/100 ml)	<1	10	10	15	10	<1	<1	<1	<1	10
класа воде / water class	I	II	II	II	II	I	II	I	II	II

Напомена: * означава вриједности које одговарају другој класи квалитета површинских вода

Note: * indicates the values that correspond to the second class of surface water quality

Температура воде отоке Котланичког језера износила је 20.0°C. Вода је била бистра и неоптерећена суспендованим материјама органског и минералног поријекла. Вриједности електропроводљивости и концентрације нутријената биле су ниске, а присуство амонијачног азота и сулфата није забиљежено. Међутим, концентрација раствореног кисеоника, од 6.24 mgO₂/l, била је знатно нижа у односу на његову концентрацију у језерској води. За разлику од језерске воде, која је хиперсатурисана, у отоци Котланичког језера утврђено је засићење овим гасом од 82.7 %.

На основу праћених физичко-хемијских параметара и концентрације нутријената, утврђено је да вода отоке Котланичког језера припада првој класи површинских вода, док на основу параметара кисеоничног режима одговара другој класи. Интересантно је поменути да су слични резултати добијени приликом испитивања квалитета воде Црног језера на Зеленгори, укључујући и његову отоку. У ствари, концентрација раствореног кисеоника у језерској води одговарала је првој класи површинских вода, док је вода отоке, по овом параметру, одговарала другој класи (Dekić, Lolić, Gnjado, Gnjado, & Stanojević, 2016).

Санитарно-микробиолошком анализом утврђено је да вода отоке Котланичког језера има изврстан квалитет. Ипак, бројност укупних колиформа била је на граници између прве и друге класе квалитета површинских вода. Вриједности осталих параметара указују на прву класу квалитета. Међу укупним колиформима фекални нису изоловани. Бројност фекалних стрептокока износила је 10 CFU/100 ml.

У оквиру четири раздјела, у води Котланичког језера идентификовано је свега 8 различитих таксона алги заједно са цијанобактеријама (Таб. 3).

Water temperature of Kotlaničko Lake distributary was 20.0°C. The water was clear, not loaded with suspended organic and mineral matters. Value of electroconductivity and concentration of nutrients in the water were low, whereas the presence of ammonium nitrogen and sulphate was not recorded. However, the concentration of dissolved oxygen of 6.24 mgO₂/l is considerably lower than its concentration in the lake water. Unlike the hypersaturated lake, the distributary water saturation with this gas was 82.7 %.

Based on all the observed general physical-chemical parameters and concentrations of nutrients, the water of the distributary corresponds to Class I of surface water quality, whereas based on parameters of the oxygen regime it corresponds to Class II. It is interesting to note that similar results were obtained when examining the water quality of the Black Lake at Zelengora Mountain, including its distributary. In fact, the concentration of dissolved oxygen in the lake water corresponded to Class I of surface water quality, whereas the water of the distributary, based on the value of this parameter, corresponded to Class II (Dekić, Lolić, Gnjado, Gnjado, & Stanojević, 2016).

Sanitary-microbiological analysis determined that the distributary water was of excellent quality. Still, the number of total coliforms was borderline between Class I and Class II of surface water quality. The values of other parameters corresponded to Class I of surface water quality. Among the total coliforms, faecal coliforms were not isolated. Number of faecal streptococci was 10 CFU/100 ml.

In the water of Kotlaničko Lake, within 4 divisions, only 8 different algae taxa together with cyanobacteria were found (Tab. 3).

Таб. 3. Квалитативни састав алги Котланичког језера
 Tab. 3. Qualitative composition of the algae of Kotlaničko Lake

Таксон / Taxon	s	G	h
Cynobacteria			
<i>Anabaena solitaria</i> Klebs	1.60	3	3
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.	1.40	3	1
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.	1.40	3	1
Bacillariophyta			
<i>Asterionella gracillima</i> Heiberg	1.20	4	7
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	1.30	4	1
Chlorophyta			
<i>Mougeotia</i> sp.	1.40	3	1
Pyrophyta			
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Duj.	1.30	4	7
<i>Peridinium bipes</i> F.Stein	1.40	4	3
ИНДЕКС САПРОБНОСТИ / SAPROBITY INDEX			1.32

Напомена: s – сапробна вриједност врсте; G – индикаторска тежина; h – релативна бројност таксона
 Note: s – species saprobic value, G – indicator weight, h – the relative abundance of taxa

Идентификоване су три врсте цијанобактерија, по двије силикатне и ватрене алге и само један таксон зелених алги. Доминирају врсте *Asterionella gracillima* (Сл. 2) и *Ceratium hirundinella* (Сл. 3), које су индикатор чистих олигосапробних вода. Генерално, ради се о веома малом броју таксона, чак и у односу на остала ледничка језера на Зеленгори. У води Црног језера идентификована су 32 различита таксона фитопланктона (Dekić et al., 2016). У води језера Горње Баре идентификовано је укупно 24, а у води језера Доње Баре укупно 26 таксона фитопланктона (Gnjato, Dekić, Trbić, Lolić, Gnjato, & Попов, 2018), при чему нити у једном од њих нису идентификоване *Asterionella* и *Ceratium*, које доминирају у води Котланичког језера.

На основу квалитативног и квантитативног састава алги и цијанобактерија у језерској води израчунат је индекс сапробности (1.32). На основу вриједности овог параметра, вода Котланичког језера одговара првој класи, односно олиготрофним водама високог еколошког статуса (Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока, 2001).

Three types of cyanobacteria, two silicate and fire algae, and only one green algae taxon were identified. Dominate species are *Asterionella gracillima* (Fig. 2) and *Ceratium hirundinella* (Fig. 3), which are indicators of pure oligosaprobic waters. Generally, this is a very small number of taxa, even compared to the other lakes of this type at the Zelengora Mountain. In the water of Black Lake, 32 different phytoplankton taxa were identified (Dekić et al., 2016). In the water of Gornje Bare Lake, a total of 24 phytoplankton taxa were identified, whereas in the waters of the Donje Bare Lake there were a total of 26 phytoplankton taxa (Gnjato, Dekić, Trbić, Lolić, Gnjato, & Попов, 2018). However, *Asterionella* and *Ceratium*, which dominate in the water of Kotlaničko Lake, were not identified in any of these lakes.

Based on the qualitative and quantitative composition of algae and cyanobacteria, a saprobity index of 1.32 was calculated. Based on the this parameter value, the water of Kotlaničko Lake corresponds to Class I of surface water quality, i.e. to oligotrophic waters of high ecological status (Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока, 2001).



Сл. 2. *Asterionella gracillima*
Fig. 2. *Asterionella gracillima*



Сл. 3. *Ceratium hirundinella*
Fig. 3. *Ceratium hirundinella*

Истраживања квалитета воде Котланичког језера показала су да оно у односу на остала језера на Зеленгори има највиши квалитет, те да је његова вода у најмањој мјери оптерећена органским материјама. То потврђује и дистрибуција фитопланктона, јер се неке врсте алги могу наћи у планктону искључиво у хладнијем, а неке искључиво у топлијем дијелу године (Sigee, 2004). За потпунији увид у састав фитопланктона неопходно је узорковање током читаве године.

ЗАКЉУЧАК

Анализа физичко-хемијских, микро-биолошких и сапробиолошких параметара воде Котланичког језера показала је висок еколошки статус и слабе знаке еутрофизације. Утврђене вриједности праћених физичко-хемијских параметара одговарале су првој класи квалитета површинских вода, изузев хиперсатурације кисеоником. Сапробиолошке анализе показале су да језерска вода није оптерећена фитопланктоном. Висока концентрација кисеоника последица је развијених подводних ливада које чине макрофите. Укупан број бактерија у површинском слоју једино на локалитету А одговарао је другој класи површинских вода. Повећана бројност бактерија у слоју изнад дна је

The performed analysis showed that of all the studied lakes at the Zelengora Mountain, Kotlaničko Lake has the water of the highest quality, which is least loaded with organic matter. This is confirmed by the distribution of phytoplankton due to the fact that some types of algae can be found solely during the colder part of the year, and some during the warmer part of the year (Sigee, 2004). For complete insight into the phytoplankton composition, sampling should be performed throughout the year.

CONCLUSION

Analysis of the physical-chemical, microbiological and saprobiological parameters of the Kotlaničko Lake water showed a high ecological status and poor signs of the eutrophication. Determined values of all analyzed physical-chemical parameters correspond to Class I of surface water quality, except oxygen hypersaturation. Saprobiological analysis showed that lake water is not loaded with phytoplankton. The high concentration of oxygen in water is the result of development of submersed meadows formed by macrophytes. The total number of bacteria at the surface layer only at site A corresponded to Class II of surface water quality. The increased number of bacteria at the bottom layer is expected. It is a result of hydrobionates death and deposition and a greater number of

очекивана. Последица је угибања и таложења хидробионата и већег броја бактерија при дну у односу на слободну воду. Укупни колиформи присутни су у свим узорцима, али бројност фекалних колиформа и фекалних стрептокока указује да вода није оптерећена овим типом отпадних материја. Вриједности сапробног индекса, добијене на основу квалитативног и квантитативног састава фитопланктона, указују на олигосапробну воду. Вода извора којим се Котланичко језеро напаја, као и вода отоке, изврсног су квалитета. Сви параметри квалитета изворске воде су одговарали првој класи површинских вода. Језерска отока имала је нешто мање раствореног кисеоника и повишен број укупних колиформних бактерија.

bacteria at the bottom layer compared to the free water. Total coliforms are present in all samples, but the number of faecal coliforms and faecal streptococci indicates that water is not loaded with this type of waste matter. The value of the saprobity index, obtained based on the qualitative and quantitative composition of phytoplankton, indicates the oligosaprobic water. The water of the Kotlaničko Lake source, as well as the water of its distributary, is also of excellent quality. All parameters of the water quality correspond to Class I of surface water quality. Water of the lake's distributary contained a slightly less dissolved oxygen and had higher number total coliform bacteria.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Benson, H. J. (1998). *Microbiological Applications*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Ћирковић, М., Јовановић, Б., & Малетин, С. (2002). *Рибарство*. Нови Сад, Србија: Пољопривредни факултет.
- Dalmacija, B., & Ivančev-Tumbas, I. (2004). *Analiza vode – kontrola kvaliteta, tumačenje rezultata*. Novi Sad, Srbija: Katedra za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne sredine, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu i Budućnost.
- Dekić, R., Lolić, S., Gnjato, O., Gnjato, S., & Stanojević, M. (2016). Black Lake of the Zelengora Mountain – Sustainability Problems. *Herald*, 20, 97–110. doi:10.7251/HER2016097D
- Đukić, D., Gajin, S., Matavulj, M., & Mandić, L. (2000). *Mikrobiologija voda*. Beograd, Srbija: Prosveta.
- Gafić, F., & Džeko, Š. (2008). *Maglić, Volujak, Zelengora*. Sarajevo, Bosna i Hercegovina: Turistička zajednica Kantona.
- Gnjato, R., Dekić, R., Trbić, G., Lolić, S., Gnjato, O., & Popov, T. (2018). Gornje Bare and Donje Bare Lakes – Some Elements of Sustainability and Lake Water Quality. *Herald*, 22, 61–77. doi:10.7251/HER2218061G
- HACH LANGE. (2008). *DR 2800 eco – User Manual* (Second Edition). Düsseldorf, Germany: HACH LANGE GMBH.
- Hindák, F. (1978). *Sladkovodné riasy*. Bratislava, Slovakia: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- Hindák, F. (2005). *Zelene kokálne riasy (Chlorococcales, Chlorophyta)*. Bratislava, Slovakia: Botanický ústav SAV.
- Hindák, F. (2008). *Colour Atlas of Cyanophytes*. Bratislava, Slovakia: VEDA, Publishing House of Slovak Academy of Science.
- John, D. M., Whitton, B. A., & Brook, A. J. (2002). *The Freshwater Algal Flora of the British Isles – An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*. Cambridge, United Kingdom: Natural History Museum.

- Kannan, M. S., & Lenca, N. (2013). *Field Guide to Algae and Other „Scums“ in Ponds, Lakes, Streams and Rivers*. Burlington, KY: Northern Kentucky University.
- Lange-Bertalot, H., Hofmann, G., Werum, M., & Cantonati, M. (2017). *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment*. Schmittgen-Oberreifenberg, Germany: Koeltz Scientific Books.
- Lazar, J. (1960). *Alge Slovenije, Seznam sladkovodnih vrst in ključ za določanje*. Ljubljana, Slovenija: Slovenska akademija znanosti in umetnosti.
- McKane, L., & Kandel, J. (1996). *Microbiology, Essentials and Applications*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Pál, G. (1998). Szaprobiological indikatorfajok jegyzéke. *Vízi természet-es környezetvédelem*, 6, 1–96.
- Petrović, O., Gajin, S., Matavulj, M., Radnović, D., & Svirčev, Z. (1998). *Mikrobiološko ispitivanje kvaliteta površinskih voda*. Novi Sad, Srbija: Institut za biologiju, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu.
- Sigee, D. (2004). *Freshwater Microbiology: Biodiversity and Dynamic Interactions of Microorganisms in the Aquatic Environment*. Chichester, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Уредба о класификацији вода и категоризацији водотока, Службени гласник Републике Српске бр. 42 (2001).
- Wistreich, G. A. (2003). *Microbiology Laboratory, Fundamentals and Applications*. New Jersey, NJ: Prentice Hall.

ЕКСТРЕМНИ ТЕМПЕРАТУРНИ И ПАДАВИНСКИ МЈЕСЕЦИ У ИСТОЧНОЈ ХЕРЦЕГОВИНИ

Татјана Попов^{1*}, Слободан Гњато¹ и Горан Трбић¹

¹Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска

Сажетак: У раду се анализирају промјене учесталости појаве екстремних температурних и екстремних падавинских мјесеци у региону Источне Херцеговине у периоду 1961–2016. године. Екстремни температурни и падавински мјесеци дефинисани су као мјесеци са температурама и падавинама испод/изнад дугогодишњег 10./90. перцентила. Добијени резултати показују да је 77 % екстремно хладних мјесеци забиљежено у периоду 1961–1990. године, а 67 % екстремно топлих мјесеци у периоду 1991–2016. године. То указује да је на истраживаном подручју присутна тенденција загријавања. За разлику од температуре, промјене падавина нису једнообразне нити знатно изражене. Уочене промјене у појави екстремних температурних и екстремних падавинских мјесеци снажно ће утицати на природне и социо-економске системе. С обзиром на наведено, неопходно је имплементирати ефикасне стратегије ублажавања и прилагођавања на климатске промјене.

Кључне ријечи: екстремни температурни и падавински мјесеци, праг 10. и 90. перцентила, климатске промјене, Источна Херцеговина.

Original scientific paper

EXTREME TEMPERATURE AND PRECIPITATION MONTHS IN THE EAST HERZEGOVINA REGION

Tatjana Popov^{1*}, Slobodan Gnjato¹ and Goran Trbić¹

¹University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska

Abstract: The paper analyses changes in the occurrence of extreme temperature and extreme precipitation months over the East Herzegovina region during the period 1961–2016. Extreme temperature and precipitation months are defined as months with temperature and precipitation below/above the long-term 10th/90th percentile. The obtained results showed that 77 % of the extremely cold months was registered in the period 1961–1990, whereas the 67 % of the extremely warm months occurred in the period 1991–2016. This indicates that a warming tendency is present over the study area. Unlike the temperature, changes in extreme precipitation months were not uniform and so much prominent. The observed changes in the occurrence of extreme temperature and precipitation months will have a strong impact on both natural and socio-economic systems. Given the stated, implementation of efficient adaptation and mitigation strategies will certainly be necessary.

Key words: extreme temperature and precipitation months, threshold of 10th and 90th percentile, climate change, East Herzegovina region.

* 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

Регион Медитерана једно је од примарних жаришта климатских промјена (тј. регија са климатским системом који ће нарочито реаговати на глобалне промјене) (Giorgi, 2006). Подручје источног Медитерана у великој мјери под утицајем је климатских промјена, првенствено повећања учесталости појаве и интензитета суша и топлих таласа (Lelieveld et al., 2012). Значајне промјене средњих и екстремних температура у правцу загријавања утврђене су широм Медитерана (Alexander et al., 2006; Burić, Ducić, Mihajlović, Luković, & Dragojlović, 2015; Donat et al., 2013; Espirito Santo, de Lima, Ramos, & Trigo, 2014; Fioravanti, Piervitali, & Desiato, 2016; Fonseca, Carvalho, Marta-Almeida, Melo-Gonçalves, & Rocha, 2016; Kioutsioukis, Melas, & Zerefos, 2010; Popov, Gnjato, & Trbić, 2017). У региону Медитерана преовладавају негативни трендови укупних годишњих падавина (Alpert et al., 2002; de Lima, Santo, Ramos, & Trigo, 2015; Gajić-Čapka, Cindrić, & Pasarić, 2015; Hatzianastassiou, Katsoulis, Pnevmatikos, & Antakis, 2008; Kelley, Ting, Seager, & Kushnir, 2012; Philandras et al., 2011). Међутим, у већини подручја интензитет падавина се повећава (Alpert et al., 2002).

Претходна истраживања спроведена на подручју Источне Херцеговине утврдила су позитивне трендове средњих, максималних и минималних температура током цијеле године – промјене су биле најизраженије лјети, а затим у сезонама зима и прољеће, док су трендови у сезони јесен слаби и углавном инсигнификантни (Popov, Gnjato, & Trbić, 2018; Trbić, Popov, & Gnjato, 2017). Промјене у температурним екстремима такође су у складу са тенденцијом загријавања – учесталост појаве и вриједности топлих индекса порасли су, док су хладни индекси забиљежили негативне трендове (Popov et al., 2018). Треба нагласити да су трендови топлих индекса били израженији – највеће вриједности трендова добијене су за максималне вриједности дневних максималних и минималних

INTRODUCTION

Mediterranean region is one of the primary hotspots of climate change (i.e. a region with climate system particularly responsive to global change) (Giorgi, 2006). The Eastern Mediterranean region is greatly affected by climate change, associated with increases in the frequency and intensity of droughts and hot weather conditions (Lelieveld et al., 2012). Significant changes in mean and extreme temperatures, consistent with a warming tendency were found all over the Mediterranean region (Alexander et al., 2006; Burić, Ducić, Mihajlović, Luković, & Dragojlović, 2015; Donat et al., 2013; Espirito Santo, de Lima, Ramos, & Trigo, 2014; Fioravanti, Piervitali, & Desiato, 2016; Fonseca, Carvalho, Marta-Almeida, Melo-Gonçalves, & Rocha, 2016; Kioutsioukis, Melas, & Zerefos, 2010; Popov, Gnjato, & Trbić, 2017). Over the Mediterranean region decreasing trends in total annual precipitation were predominant (Alpert et al., 2002; de Lima, Santo, Ramos, & Trigo, 2015; Gajić-Čapka, Cindrić, & Pasarić, 2015; Hatzianastassiou, Katsoulis, Pnevmatikos, & Antakis, 2008; Kelley, Ting, Seager, & Kushnir, 2012; Philandras et al., 2011). However, in numerous regions, rainfall intensity has been increasing (Alpert et al., 2002).

Previous studies carried out for the East Herzegovina region determined positive trends in mean, maximum and minimum temperatures throughout the year – changes were most prominent in summer season, and then in winter and spring, whereas autumn trends were low and mainly insignificant (Popov, Gnjato, & Trbić, 2018; Trbić, Popov, & Gnjato, 2017). Changes in temperature extremes were also consistent with a warming tendency – warm-related indices increased, whereas cold-related indices showed a downward trend (Popov et al., 2018). It should be noted that, warm-related indices showed much more prominent trends – the highest trend values were obtained for maximum value

температура, топле ноћи, топле дане, трајање топлих периода, љетне дане и тропске дане (Popov et al., 2018). Резултати показују да су у цијелом региону присутни негативни трендови годишњих падавина (Popov, Gnjato, & Trbić, 2019a). Сушни период започео је почетком 1980-их и још траје. Анализа сезонских трендова показала је да су негативни трендови присутни током цијеле године (осим у сезони јесен) (Popov et al., 2019a). Ипак, добијене вриједности трендова биле су углавном ниске и инсигнификантне. На повећање аридности указују и смањење количине падавине на веома влажне дане и смањење учесталости дана са фиксним праговима падавина (0.1 mm, 1 mm, 10 mm и 20 mm), те продужено трајање сушних периода у цијелом региону Источне Херцеговине (Popov, Gnjato, Trbić, & Ivanišević, 2019b). Растућа тенденција индекса јаких падавина (као што су максималне једнодневне падавине, максималне петодневне падавине, стандардни дневни интензитет падавина и веома влажни дани) указује на промјене према интензивнијим падавинама (Popov et al., 2019b).

Ова студија представља наставак истраживања климатских промјена у Источној Херцеговини, а посебно промјена екстремних температура и падавина. Главни циљ рада јесте да се анализира појава екстремних температурних и падавинских мјесеци у региону Источне Херцеговине у периоду 1961–2016. године. Истраживање промјена екстремних температура и падавина од велике је важности због њиховог несразмјерно великог утицаја на природне и социо-економске системе у односу на промјене средњих вриједности климатских варијабли. С обзиром на наведено, студија ове врсте може бити користан извор података у различитим примијењеним истраживањима, прије свега у области пољопривреде, шумарства, управљања хазардима, заштите биодиверзитета, хидроенергије, одрживог туризма итд.

of daily maximum and minimum temperatures, warm nights, warm days, warm spell duration, summer days and tropical days (Popov et al., 2018). Results showed that a downward trend in annual precipitation was present over the entire region (Popov, Gnjato, & Trbić, 2019a). A dry period started in the early 1980s and it is still going on (Popov et al., 2019a). Seasonal trend analysis showed that negative trends prevailed throughout the year (except in autumn) (Popov et al., 2019a). However, a majority of estimated trend values were weak and insignificant. Decrease in precipitation on wet days and reduced frequency of days with fixed precipitation thresholds (0.1 mm, 1 mm, 10 mm and 20 mm) and increasing duration of dry spells also suggest the increase in aridity over the entire East Herzegovina region (Popov, Gnjato, Trbić, & Ivanišević, 2019b). The upward tendency of heavy precipitation events (such as maximum 1-day precipitation, maximum 5-day precipitation, simple precipitation intensity index and very wet days) indicates changes towards more intense precipitation (Popov et al., 2019b).

This study represents a continuation of the research on climate change in the East Herzegovina, and in particular the changes of extreme temperatures and precipitation. The main aim of this study was to analyze occurrence of extreme temperature and precipitation months over the East Herzegovina region in the period 1961–2016. Study on changes in extreme temperature and precipitation events is of great importance because of their disproportionately large impact on natural and socio-economic systems compared to changes in mean climate variables. Given the stated, study of this kind can be a useful source of data in a variety of applied research, primarily in the fields of agriculture, forestry, hazard risks management, biodiversity conservation, hydropower, sustainable tourism, etc.

МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Истраживано подручје Источне Херцеговине налази се у југоисточном дијелу Републике Српске и Босне и Херцеговине, на $42^{\circ}33'23''$ – $43^{\circ}29'22''$ с. г. ш. и $17^{\circ}55'23''$ – $18^{\circ}43'3''$ и. г. д. Обухвата дио регије Херцеговина источно од ријеке Неретве, унутар граница Републике Српске. Захвата укупну површину од $3,756 \text{ km}^2$, што представља 7 % укупне површине Босне и Херцеговине и 15 % површине Републике Српске.

Анализа екстремних температурних и падавинских мјесеци у периоду 1961–2016. године извршена је на основу података о дневним температурама и падавинама са 14 метеоролошких и падавинских станица, лоцираних у све три морфолошке цјелине Источне Херцеговине (Сл. 1):

- Хумине (до око 400 m): Горица (GO), Требиње (TR) и Гранчарево (GR);
- Рудине (400–600 m): Моско (MK), Билећа (BI) и Берковићи (BE);
- планинско подручје у сјеверном и југоисточном дијелу регије (преко 600 m): Тула (TU), Убла–Богојевић село (UB), Мека Груда–Хоџићи (MG), Степен (ST), Гацко (GA), Оцак–Раст (OR), Невесиње (NE) и Чемерно (ЋЕ).

Одабране станице покривају широк распон надморских висина. Релативна висинска разлика између најниже лоциране станице Требиње (276 m) и највише станице Чемерно (1,304 m) износи 1,028 m. Податке су обезбиједили Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске и Јавно предузеће Хидроелектране на Требишњици а.д. С обзиром на то да је на већини станица дошло до одређених прекида у мјерењима (нарочито у ратном и послератном периоду), недостајући подаци екстраполирани су помоћу података са станице Мостар, најближе станице са континуираним мјерењима у посматраном периоду.

Екстремни мјесеци дефинисани су као мјесеци са вриједношћу испод/изнад

MATERIALS AND METHODS

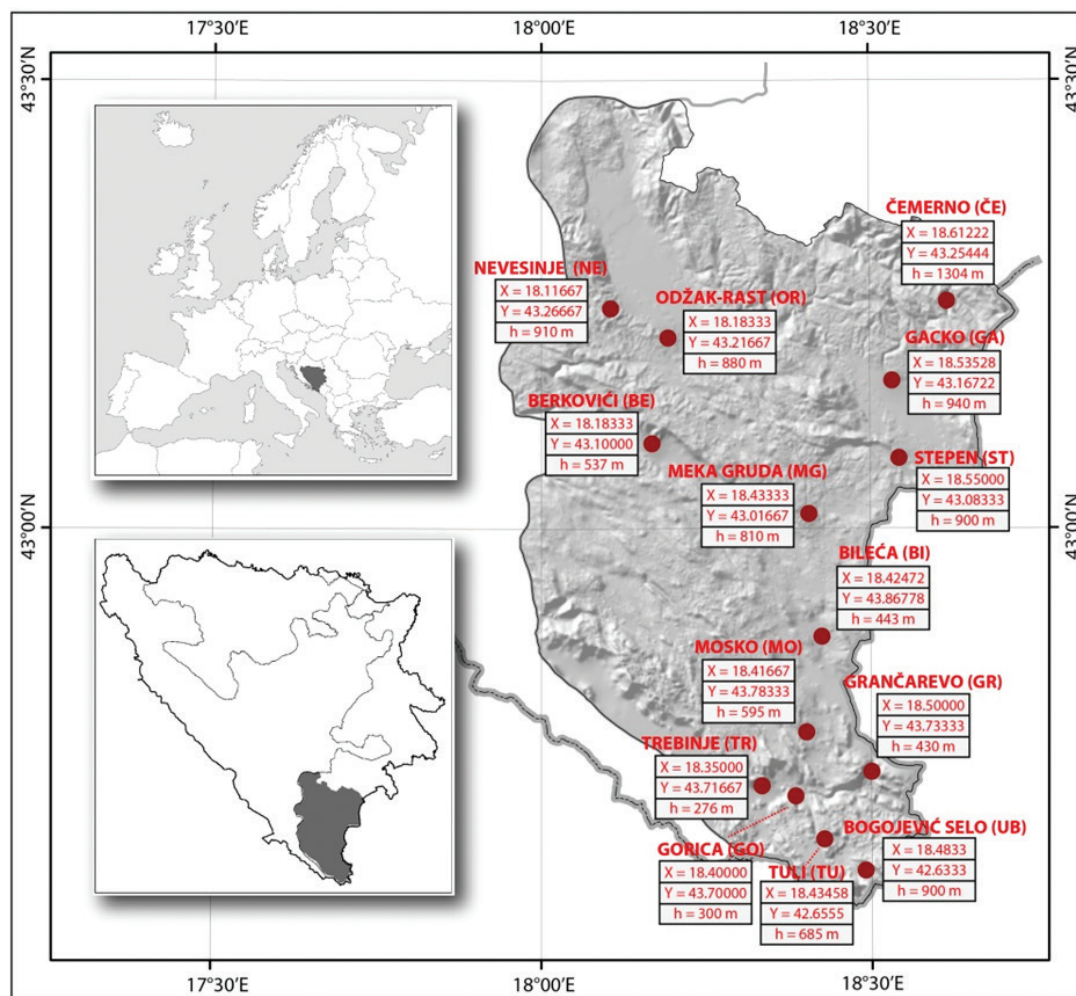
Study area covers the East Herzegovina region located at $42^{\circ}33'23''$ – $43^{\circ}29'22''$ N and $17^{\circ}55'23''$ – $18^{\circ}43'3''$ E, in the southeastern part of Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina. It encompasses the part of the Herzegovina region east of the Neretva River, within the boundaries of the Republic of Srpska. It covers a total area of $3,756 \text{ km}^2$, which represents 7 % of the Bosnia and Herzegovina territory and 15 % of the Republic of Srpska total area.

Analysis of extreme temperature and precipitation months during the period 1961–2016 was carried out based on data sets of daily temperature and precipitation from 14 meteorological stations and rain-gauge stations located in all parts of the East Herzegovina region (Fig. 1):

- Humine (up to about 400 m): Gorica (GO), Trebinje (TR) and Grančarevo (GR);
- Rudine (400–600 m): Mosko (MK), Bileća (BI) and Berkovići (BE);
- mountainous area in the southeastern and northern part of the region (over 600 m): Tula (TU), Ubla–Bogojević selo (UB), Meka Gruda–Hodžići (MG), Stepen (ST), Gacko (GA), Odžak–Rast (OR), Nevesinje (NE) and Čemerno (ČE).

Selected stations cover a wide range of altitudes. A relative height difference between the lowest-located station Trebinje (276 m) and the highest-located station Čemerno (1,304 m) is being 1,028 m. Data were provided by the Republic Hydrometeorological Service of the Republic of Srpska and the Public Company Hydropower Plants on the Trebišnjica River A.D. Given that there were certain interruptions in measurements at majority of stations (particularly in the war and post-war periods), missing data were extrapolated using data from the Mostar station, nearest station with continuous measurements during the observed period.

Extreme months are defined as months with a value below/above the long-term 10th/90th



Сл. 1. Географски положај метеоролошких станица коришћених у истраживању
Fig. 1. Geographical location of meteorological stations used in the study

дугорочног 10./90. перцентила (Nikolova, Laporte, & Tomova, 2018). Како би се одредили екстремни мјесеци, 10. и 90. перценти емперијске расподеле података о мјесечној температури и падавинама у периоду 1961–2016. године израчунати су за сваку станицу. Екстремно хладним мјесецима сматрани су мјесеци са температуром нижом од вриједности 10. перцентила, док су екстремно топлим мјесецима сматрани мјесеци са температуром вишом од вриједности 90. перцентила. Исто тако, екстремно сушни мјесеци су мјесеци са падавинама нижим од вриједности 10. перцентила, а екстремно влажни са падавинама изнад вриједности 90. перцентила. Екстремни температурни мјесеци анализирани су на основу података са 6 станица, а падавински

percentile (Nikolova, Laporte, & Tomova, 2018). To determine the extreme months, the 10th and 90th percentiles of empirical distribution of the monthly temperature and precipitation data were calculated for each station for the period 1961–2016. As extremely cold months were considered months with monthly temperature lower than the 10th percentile and as the extremely warm ones the months with the temperature higher than the 90th percentile value. Similarly, extremely dry months are the months with precipitation below 10th percentile and extremely wet ones with precipitation above 90th percentile. Extreme temperature and extreme precipitation months were analyzed based on data from 6 and 14 stations

мјесеци на основу података са 14 станица са доступним дугогодишњим мјерењима. Анализа учесталости појаве екстремних температурних и падавинских мјесеци на подручју Источне Херцеговине извршена је за период 1961–2016. године. Осим тога, истраживане су промјене у њиховој учесталости појаве између два потпериода: стандардног климатолошког периода (1961–1990) и периода након његовог завршетка (1991–2016).

with available long-term measurements, respectively. Analyses of occurrence of extreme temperature and precipitation months over the East Herzegovina region was carried out for the period 1961–2016. Moreover, changes in their occurrence between two subperiods were investigated: the standard climatological period (1961–1990) and period thereafter (1991–2016).

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

RESULTS AND DISCUSSION

Просјечна годишња температура на подручју Источне Херцеговине расте од око 6°C у сјеверном планинском дијелу (на највишој станици Чемерно) до 14–15°C у нижим предјелима на југу региона (Таб. 1). Најхладнији мјесец је јануар са просјечном температуром између -2.8°C–-1.1°C у вишим и 3.3–5.7°C у нижим подручјима региона. Јул је најтоплији мјесец са просјечном температуром од 15.5–18.3°C у вишим планинским до 22.1–24.1°C у нижим дијеловима.

Average annual temperature in the East Herzegovina region increases from about 6°C in the northern mountainous area (at the highest-located station Čemerno) to a 14–15°C in lowlands in the south (Tab. 1). The coldest month is January with an average temperature between -2.8–-1.1°C in the upper part of the region to 3.3–5.7°C in the lower areas. July is the warmest month with an average temperature of 15.5–18.3°C in the higher mountainous areas and 22.1–24.1°C in the lower areas.

Таб. 1. Просјечне мјесечне и годишње температуре у периоду 1961–2016. године
Tab. 1. Average monthly and annual temperatures in the period 1961–2016

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	г / y
ЋЕ	-2.8	-2.1	0.8	4.8	9.9	13.3	15.5	15.7	11.7	7.4	2.9	-1.4	6.3
GA	-1.1	-0.1	3.1	7.3	12.3	15.8	18.3	17.9	13.7	9.3	4.4	1.3	8.5
BE	-2.8	-2.1	0.8	4.8	9.9	13.3	15.5	15.7	11.7	7.4	2.9	-1.4	6.3
BI	3.3	4.2	7.2	11.0	15.7	19.4	22.1	21.8	17.4	12.9	8.2	4.4	12.3
GR	3.8	4.9	7.8	11.6	16.2	20.0	22.8	22.4	18.0	13.5	8.9	4.9	12.9
TR	5.7	6.6	9.2	12.7	17.3	21.2	24.1	24.0	19.6	15.2	10.7	6.9	14.4

На већини станица забиљежена је појава најмање једног изузетно хладног мјесеца у свакој години, осим у неколико најтоплијих година (углавном у периоду након 1990. године) (Сл. 2). Године без појаве екстремно хладних мјесеци биле су 2015, 2014, 2013, 2011, 1994,

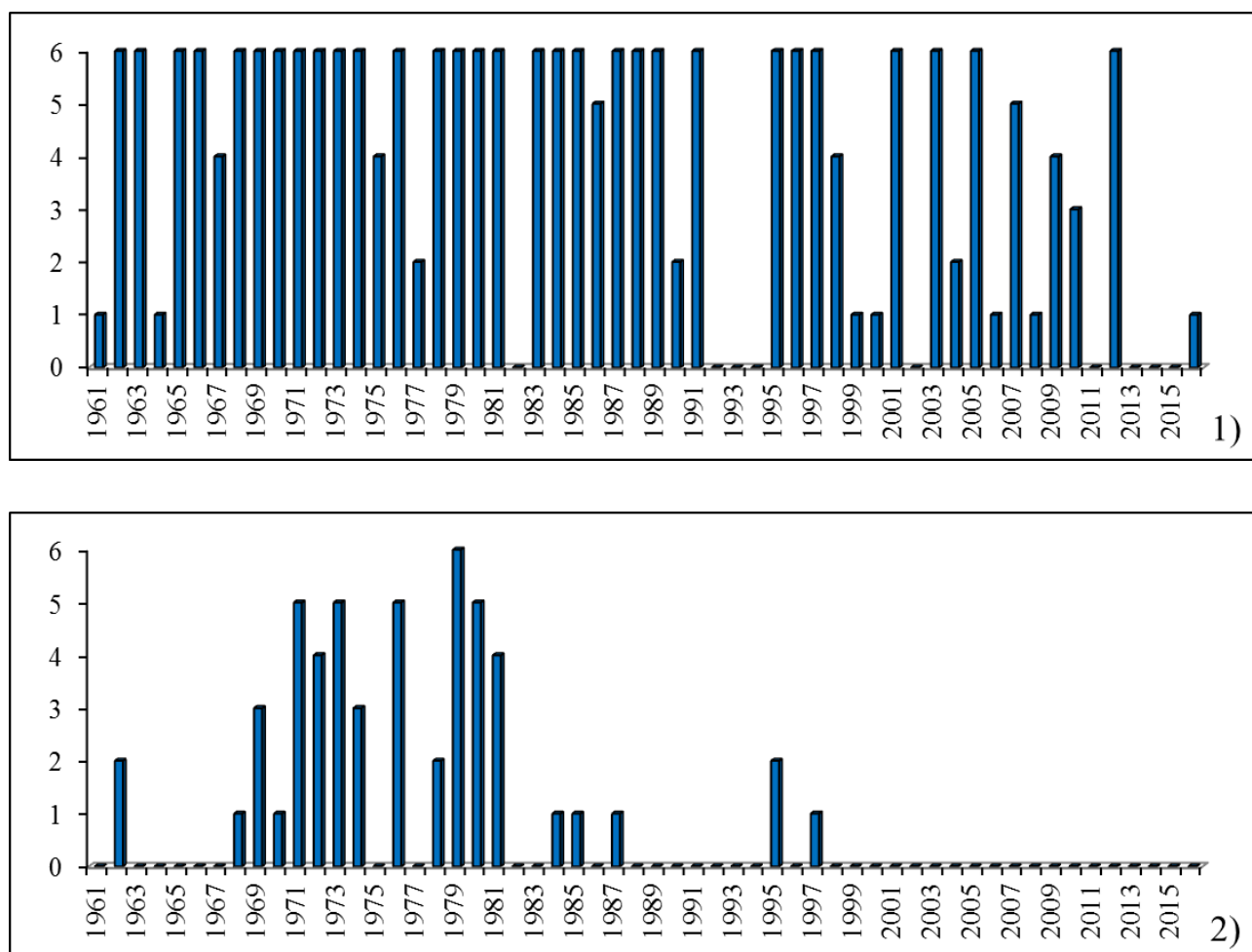
The occurrence of at least one extremely cold month in each year was observed at most stations, except in the few warmest years (mostly in the period after the 1990) (Fig. 2). Years with no single occurrence of extremely cold months were 2015, 2014, 2013, 2011, 1994, 1993, 1992

1993, 1992. и 1982. година. Већина година са највећим бројем екстремно хладних мјесеци (3–4 мјесеца у току године) забиљежена је прије 1990-их. На свим анализираним станицама, 1979. године забиљежена су више од три екстремно хладна мјесеца, а на већини станица и у периоду 1971–1973, 1976. и 1980–1981. године.

Током девет година није било екстремно топлих мјесеци (у само двије након 1990. године) (Сл. 3). У цијелом региону, екстремно топле године са више од три екстремно топла мјесеца биле су 2012, 2003, 2001. и 2000. година.

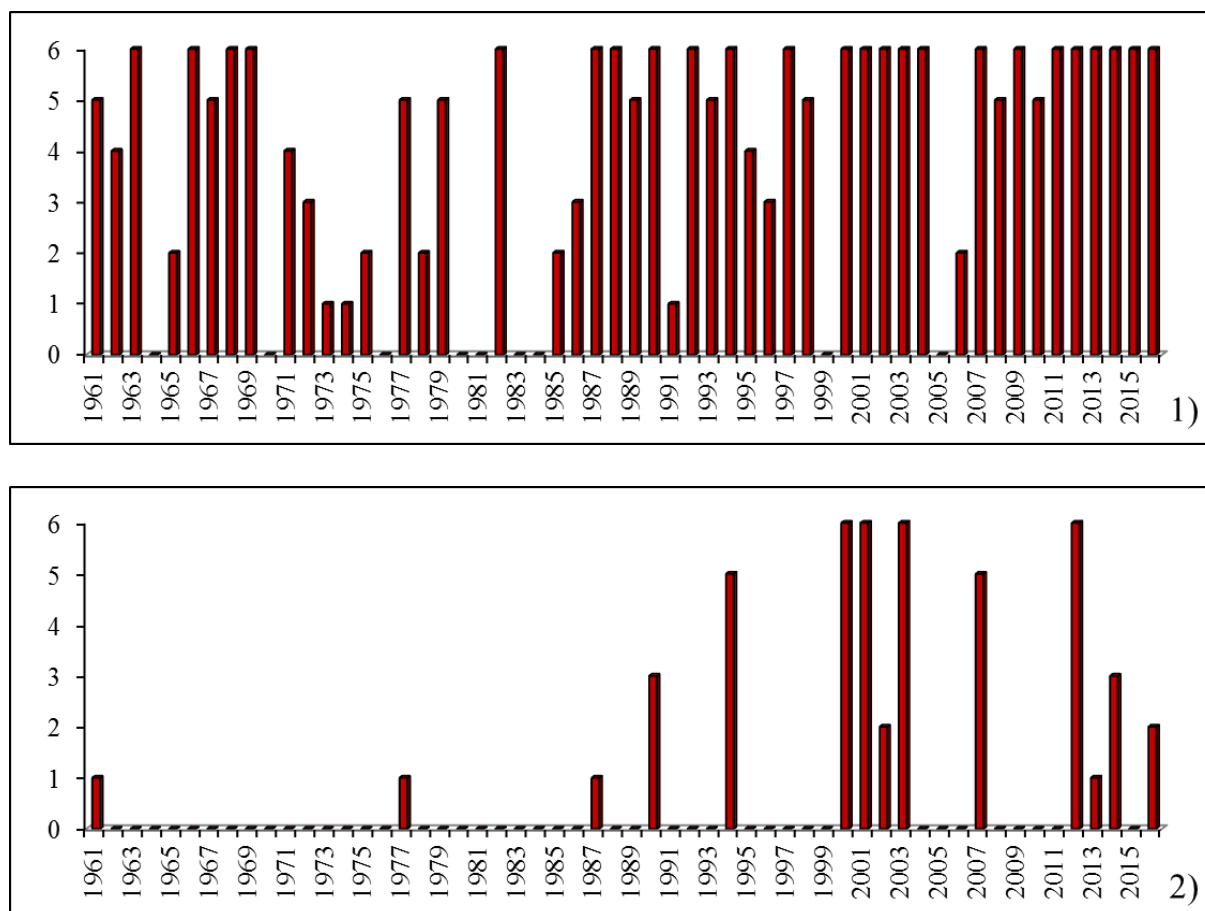
and 1982. Majority of years with the highest number of extremely cold months (3–4 months during the year) were recorded before 1990s. In 1979, more than three extremely cold months were recorded at all analyzed stations. At most stations, the extremely cold years with more than three extremely cold months were also registered in the period 1971–1973, 1976 and 1980–1981.

During the nine years, there were no extremely warm months (only two of them have occurred since the 1990) (Fig. 3). Over the entire region, extremely warm years with more than three extremely warm months were 2012, 2003, 2001 and 2000.



Сл. 2. Број станица са најмање једним екстремно хладним мјесецем (1) и најмање три екстремно хладна мјесеца (2) у години

Fig. 2. Number of stations with at least one extremely cold month (1) and at least three extremely cold months (2) in the year

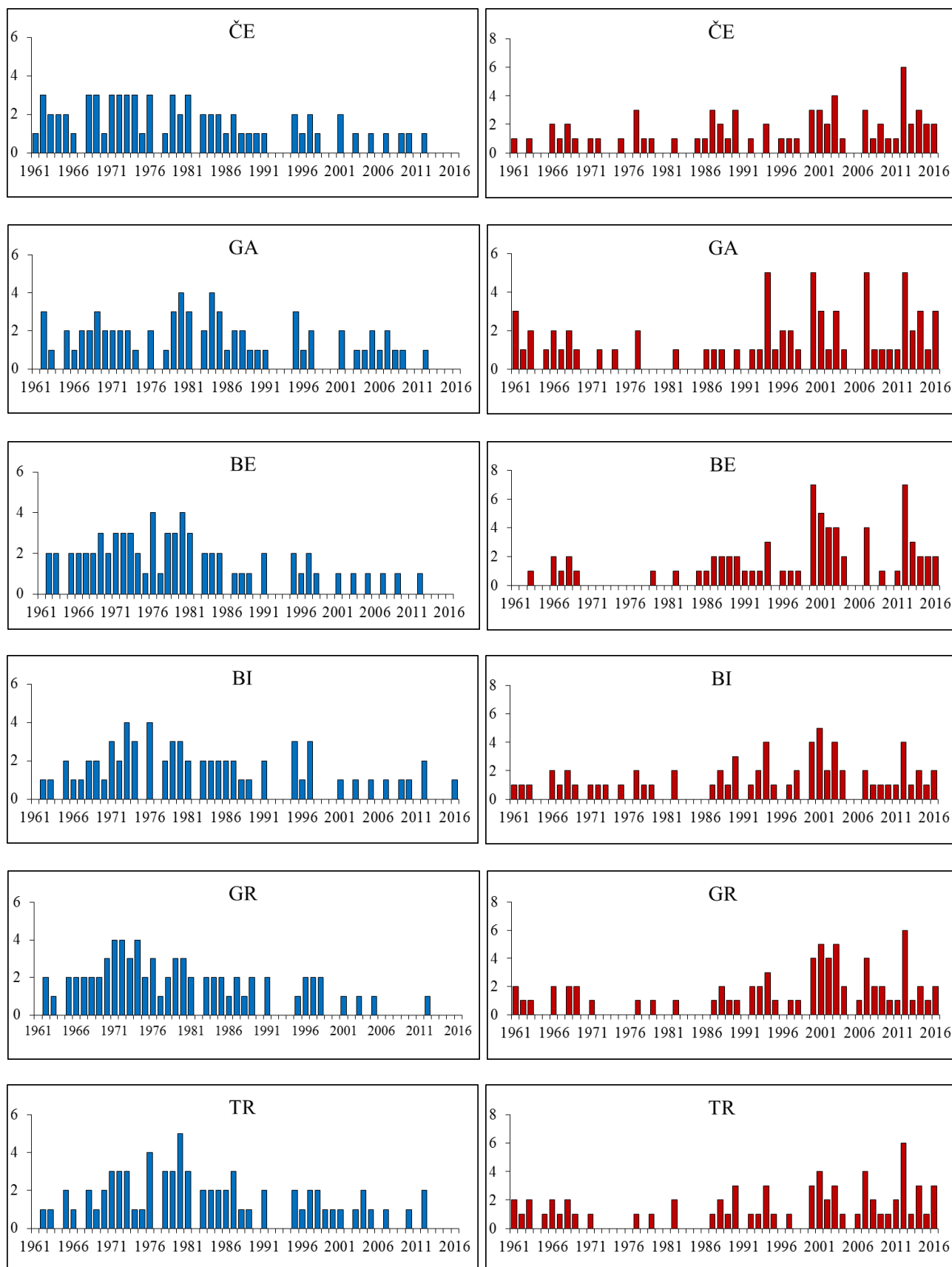


Сл. 3. Број станица са најмање једним екстремно топлим мјесецом (1) и најмање три екстремно топла мјесеца (2) у години

Fig. 3. Number of stations with at least one extremely warm month (1) and at least three extremely warm months (2) in the year

На пет од шест станица, три или више екстремно топлих мјесеци забиљежено је 1994. и 2007. године. Година 1994. била је најтоплија година на подручју Источне Херцеговине у анализираном периоду (Попов, 2017). Један од најинтензивнијих и најдужих топлих таласа у овом дијелу Европе забиљежен је 2007. године (Unkašević & Tošić, 2015). У овим годинама утврђено је 3–7 екстремно топлих мјесеци (Сл. 4 и Таб. 2). У 2012. години било је чак 5–7 екстремно топлих мјесеци (једино у Билећи 4 мјесеца) – на већини станица, изузетно топли били су љетни и јесењи мјесеци, те март. Три или више екстремно топла мјесеца регистрована су на двије или више станица током 10 година (све након 1990. године) и током 4 године на једној станици (у 2013. години и током три године прије 1990. године).

At five out of six stations, three or more extremely warm months were also registered in 1994 and 2007. Year 1994, was the hottest year in the East Herzegovina region during the observed period (Попов, 2017). In 2007, one of the most intense and long-lasting heat waves in this part of the European continent occurred (Unkašević & Tošić, 2015). In these years, there were 3–7 extremely warm months (Fig. 4 and Tab. 2). In 2012, there were 5–7 extremely warm months (only in Bileća 4 months) – at majority stations, extremely warm were summer and autumn months and March. Three or more extremely warm months were registered at two or more stations in 10 years (all since the 1990) and in 4 years at one station (in 2013 and during the three years prior to 1990).



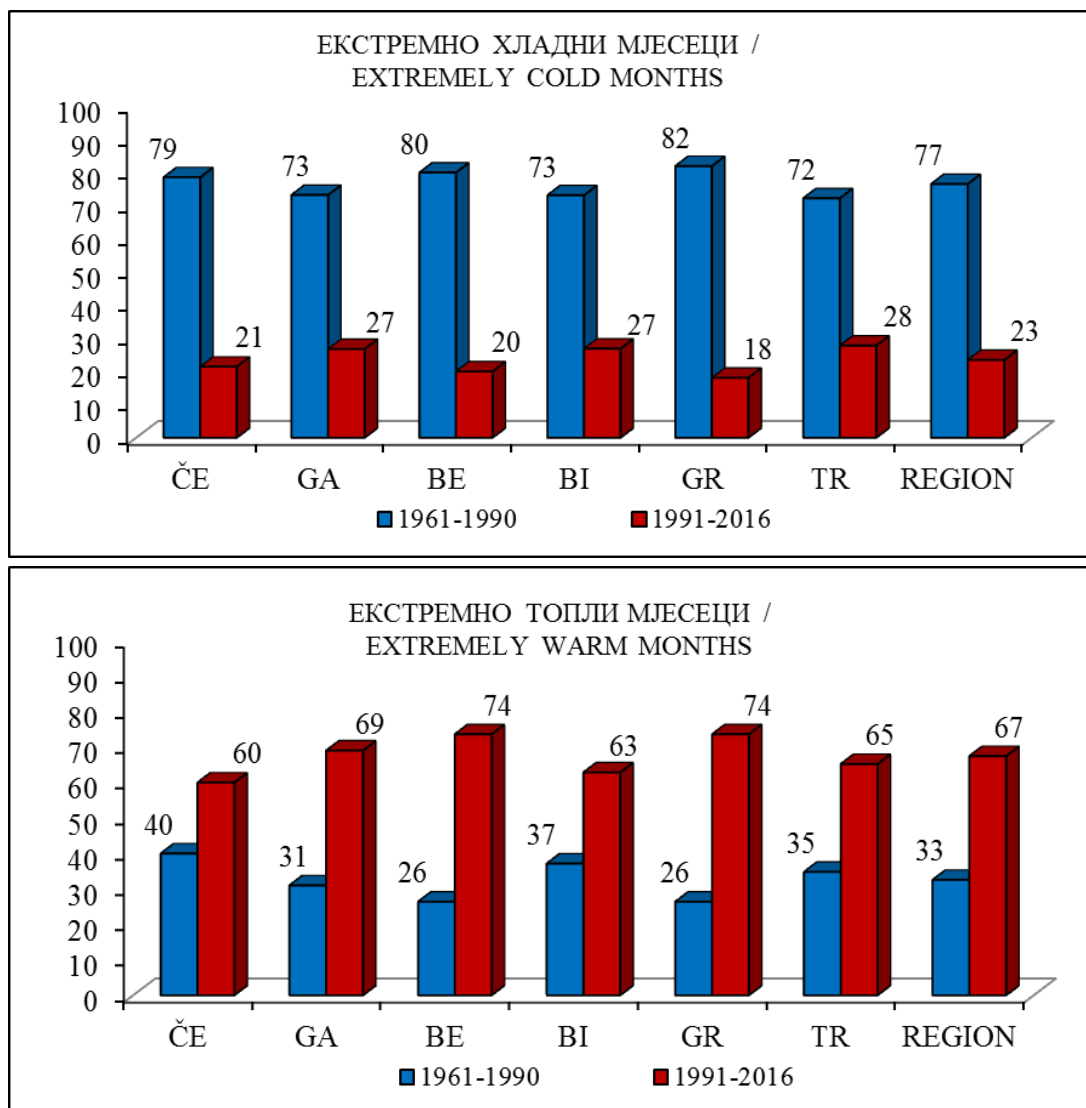
Сл. 4. Годишњи број екстремно хладних (лијево) и топлих (десно) мјесеци
 Fig. 4. Annual number of extremely cold (left) and warm (right) months

Таб. 2. Године са највише екстремно хладних (1) и екстремно топлих (2) мјесеци
Tab. 2. Years with the highest number of extremely cold (1) and extremely warm (2) months

1)	ЋЕ		GA		BE		BI		GR		TR	
	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N
1.	1962	3	1980	4	1976	4	1973	4	1971	4	1980	5
2.	1968	3	1984	4	1980	4	1976	4	1972	4	1976	4
3.	1969	3	1962	3	1969	3	1971	3	1974	4	1971	3
4.	1971	3	1969	3	1971	3	1974	3	1970	3	1972	3
5.	1972	3	1979	3	1972	3	1979	3	1973	3	1973	3
6.	1973	3	1981	3	1973	3	1980	3	1976	3	1978	3
7.	1974	3	1985	3	1978	3	1995	3	1979	3	1979	3
8.	1976	3	1995	3	1979	3	1997	3	1980	3	1981	3
9.	1979	3	1965	2	1981	3	1965	2	1962	2	1987	3
10.	1981	3	1967	2	1962	2	1968	2	1965	2	1965	2
2)	ЋЕ		GA		BE		BI		GR		TR	
	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N
1.	2012	6	1994	5	2000	7	2001	5	2012	6	2012	6
2.	2003	4	2000	5	2012	7	1994	4	2001	5	2001	4
3.	1977	3	2007	5	2001	5	2000	4	2003	5	2007	4
4.	1987	3	2012	5	2002	4	2003	4	2000	4	1990	3
5.	1990	3	1961	3	2003	4	2012	4	2002	4	1994	3
6.	2000	3	2001	3	2007	4	1990	3	2007	4	2000	3
7.	2001	3	2003	3	1994	3	1966	2	1994	3	2003	3
8.	2007	3	2014	3	2013	3	1968	2	1961	2	2014	3
9.	2014	3	2016	3	1966	2	1977	2	1966	2	2016	3
10.	1966	2	1963	2	1968	2	1982	2	1968	2	1961	2

Од укупног броја екстремно хладних мјесеци у Источној Херцеговини, 72–82 % забиљежено је у периоду 1961–1990. године (Сл. 5). С друге стране, 60–74 % екстремно топлих мјесеци забиљежено је након 1990. године. Добијени резултати о учесталости појаве екстремно топлих и хладних мјесеци у два анализирана потпериода (1961–1990. и 1991–2016. године) потврђују резултате претходних студија (Попов, 2017; Popov et al., 2018; Trbić et al., 2017) да је у Босни и Херцеговини присутна тенденција загријавања, нарочито изражена од 1990-их година. Тренд загријавања очигледан је током цијеле године, али најизраженији је у сезони лјето. Годишње и лјетње температуре порасле су за 0.2–0.3°C и 0.4–0.5°C по деценији, респективно (Попов, 2017; Trbić et al., 2017).

Out of the total number of extremely cold months in the East Herzegovina region, 72–82 % was recorded in the period 1961–1990 (Fig. 5). On the other hand, 60–74 % of extremely warm months were recorded after 1990. The obtained results on variability of extremely warm and cold months occurrence during the two analyzed subperiods (1961–1990 and 1991–2016) follow the results of the previous studies (Попов, 2017; Popov et al., 2018; Trbić et al., 2017) that determined a warming tendency (particularly prominent since the 1990s) all over the East Herzegovina region. The warming trend was apparant throughout the year, but most pronounced in summer season. Annual and summer temperatures increased by 0.2–0.3°C per decade and 0.4–0.5°C per decade, respectively (Попов, 2017; Trbić et al., 2017).



Сл. 5. Број екстремно хладних и екстремно топлих мјесеци у периоду 1961–1990. и 1991–2016. године (у %)

Fig. 5. Number of extremely cold and extremely warm months in 1961–1990 and 1991–2016 (in %)

Посматрано по годишњим сезонама, највеће смањење учесталости појаве екстремно хладних мјесеци, као и највеће повећање учесталости појаве екстремно топлих мјесеци, присутно је у сезони љето (Таб. 3). У овом дијелу године, број екстремно топлих мјесеци повећан је између 4 и 16 пута у односу на референтни период. Готово сви екстремно топли мјесеци у сезони љето забиљежени су након 1990. године – у периоду 1961–1990. године регистровано је само 1–3 екстремно топла мјесеца, а након тога 15–17 мјесеци.

Seasonally, the greatest reduction in the occurrence of extremely cold months as well as the highest increase in the frequency of occurrence of extremely warm months was present in summer season (Tab. 3). In this part of the year, the number of extremely warm months increased between 4-fold and 16-fold in relation to the reference period. Almost all extremely warm months recorded in summer season occurred after the 1990 – during the period 1961–1990 only 1–3 extremely warm months were registered, whereas thereafter 15–17 such months occurred.

Таб. 3. Промјене броја екстремно хладних и екстремно топлих мјесеци по сезонама у периоду 1991–2016. у односу на период 1961–1990. године (у %)
Tab. 3. Changes in seasonal number of extremely cold and extremely warm months in 1991–2016 compared to 1961–1990 (in %)

	Екстремно хладни мјесеци / Extremely cold months				Екстремно топли мјесеци / Extremely warm months			
	Зима / Winter	Прољеће / Spring	Лјето / Summer	Јесен / Autumn	Зима / Winter	Прољеће / Spring	Лјето / Summer	Јесен / Autumn
ЋЕ	-50	-87	-100	-11	0	-200	1200	400
GA	-58	-71	-88	0	367	13	400	25
BE	-50	-86	-100	-50	100	100	700	160
BI	-45	-86	-85	-36	-11	25	1500	25
GR	-50	-71	-100	-80	100	100	700	160
TR	-20	-62	-100	-36	-20	83	1600	29

Највише падавина у Републици Српској и Босни и Херцеговини излучи се управо на подручју Источне Херцеговине – просјечно између 1,500 mm и 2,500 mm (Таб. 4). Падавине су веома неравномјерно распоређене током године – максимум падавина јавља се у новембру и децембру, док је минимум карактеристичан за сезону лјето (тј. јули).

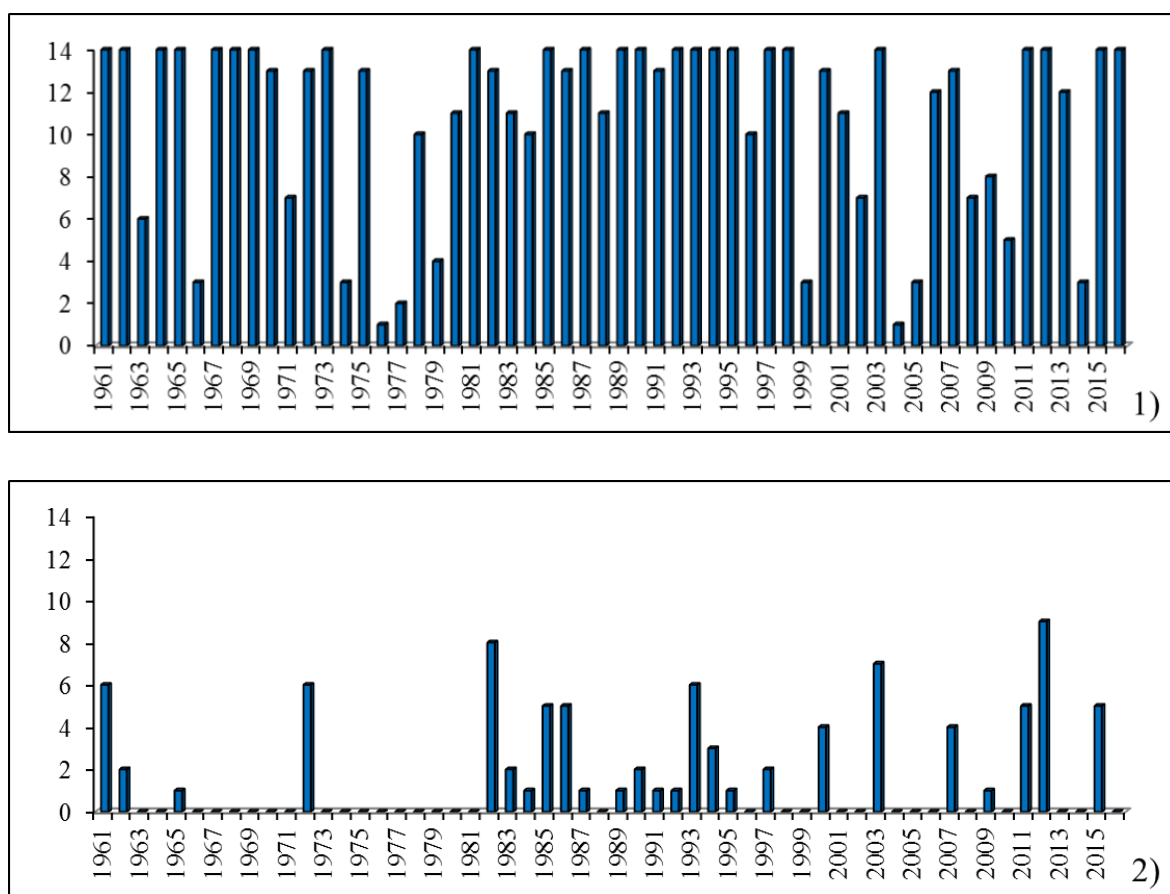
The highest precipitation in the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina occur precisely in the East Herzegovina region. Over this region annually occurs between 1,500 mm and 2,500 mm (Tab. 4). Precipitation is very unevenly distributed throughout the year – precipitation maximum occurs in November and December, whereas minimum is characteristic of summer season (i.e. July).

Таб. 4. Просјечне мјесечне и годишње падавине у периоду 1961–2016. године
Tab. 4. Average monthly and annul precipitation in the period 1961–2016

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	г / y
ЋЕ	160	144	151	157	125	107	69	79	138	195	247	224	1796
NE	178	152	146	161	118	87	69	74	126	173	234	214	1732
OR	155	130	127	136	97	86	56	72	121	175	219	194	1568
GA	170	136	137	140	106	92	54	68	134	194	239	212	1682
BE	155	141	129	128	99	85	54	68	124	184	216	175	1557
ST	154	137	131	133	100	85	64	66	122	171	205	190	1558
MG	168	145	138	140	102	80	61	67	128	191	223	205	1648
BI	157	148	138	134	95	83	55	67	126	176	220	197	1597
МК	206	184	165	167	92	83	47	74	143	210	276	245	1893
GR	155	143	122	117	81	65	46	61	122	166	232	183	1493
TR	175	151	143	138	89	80	48	73	140	192	234	215	1678
GO	172	158	148	135	89	66	44	61	131	171	242	203	1619
TU	248	215	189	168	99	75	52	69	142	210	306	283	2057
UB	358	296	264	222	117	89	55	76	171	250	411	386	2695

На већини станица осматрена је појава најмање једног екстремно сушног и влажног мјесеца у свакој години (Сл. 6 и Сл. 7). Већина година са три или више екстремно сушна мјесеца забиљежена је након раних 1980-их година када је у Источној Херцеговини почео сушни период. На половини или трећини станица, екстремно сушне године (са најмање 3 екстремно сушна мјесеца) биле су 1982, 1985, 1986, 1993, 2000, 2003, 2007, 2011, 2012. и 2015. година (Сл. 8 и Таб. 5).

The occurrence of at least one extremely dry and wet month in each year was observed at most stations (Fig. 6 and Fig. 7). Most of the years with three or more extremely dry months were recorded after the early 1980s when a dry period began in the East Herzegovina region (Popov et al., 2019a). At the half or third of the station, extremely dry years (with at least 3 extremely dry months) were 1982, 1985, 1986, 1993, 2000, 2003, 2007, 2011, 2012 and 2015 (Fig. 8 and Tab. 5).

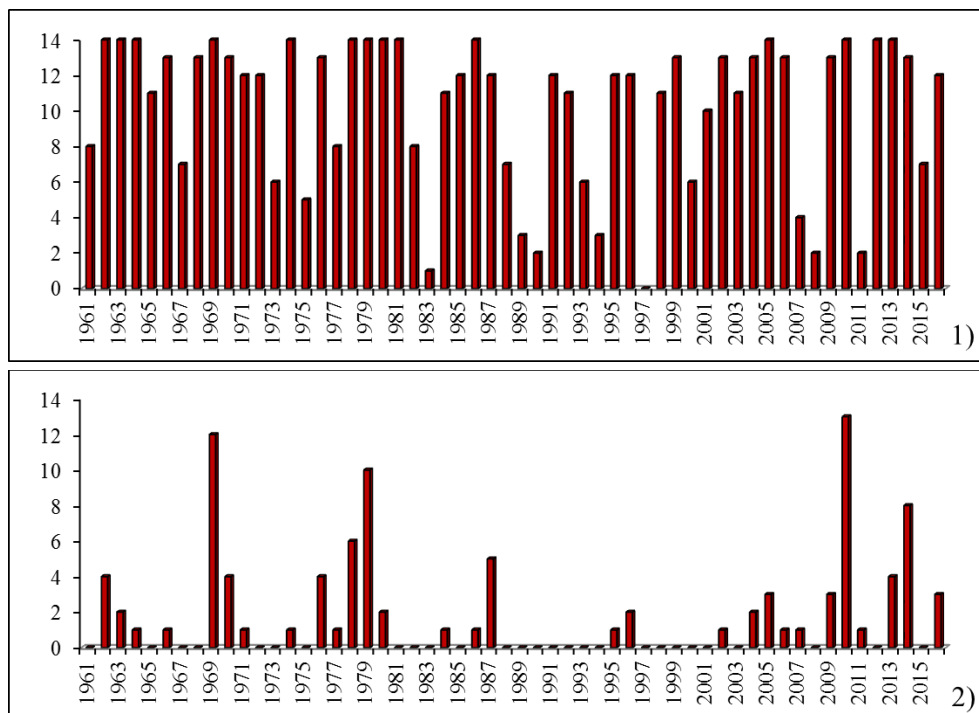


Сл. 6. Број станица са најмање једним екстремно сушним мјесецом (1) и најмање три екстремно сушна мјесеца (2) у години

Fig. 6. Number of stations with at least one extremely dry month (1) and at least 3 extremely dry months (2) in the year

Таб. 5. Године са највише екстремно сушних мјесеци
Tab. 5. Years with the highest number of extremely dry months

	ЋЕ		NE		OR		GA		BE		ST		MG	
	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y
1.	3	1972	5	1984	4	1994	4	2015	5	1982	5	1993	4	1961
2.	3	1997	4	1983	4	1995	3	1961	4	2009	3	1961	3	1972
3.	3	2003	4	1986	4	2012	3	1972	3	1961	3	1972	3	1982
4.	3	2011	3	1961	3	1985	3	1993	3	1994	3	1986	3	1983
5.	3	2015	3	1982	3	1993	3	2011	3	2000	3	1990	3	1986
6.	2	1961	3	1985	3	1997	3	2012	3	2012	3	2003	3	1989
7.	2	1962	3	1993	2	1961	2	1962	2	1962	3	2007	2	1967
8.	2	1965	3	2007	2	1962	2	1965	2	1965	3	2012	2	1973
9.	2	1967	3	2012	2	1965	2	1968	2	1967	2	1963	2	1985
10.	2	1968	2	1962	2	1973	2	1973	2	1970	2	1965	2	1990
	BI		MK		GR		TR		GO		TU		UB	
	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y
1.	4	1986	3	1962	4	1982	4	1985	4	2000	4	1982	4	1982
2.	4	1991	3	1982	3	1972	4	1987	3	1982	4	2011	3	1961
3.	4	1994	3	1990	3	1985	3	1972	3	1986	4	2015	3	1962
4.	3	1965	3	2003	3	1992	3	2000	3	1993	3	1985	3	2003
5.	3	1993	3	2007	2	1961	3	2003	3	2003	3	2003	3	2011
6.	3	2000	3	2012	2	1962	3	2007	3	2015	3	2012	3	2012
7.	3	2011	2	1961	2	1965	3	2012	2	1961	2	1961	2	1964
8.	2	1967	2	1963	2	1973	3	2015	2	1962	2	1962	2	1965
9.	2	1972	2	1965	2	1975	2	1961	2	1972	2	1972	2	1971
10.	2	1973	2	1967	2	1984	2	1962	2	1973	2	1973	2	1973



Сл. 7. Број станица са најмање једним екстремно влажним мјесецом (1) и најмање три екстремно влажна мјесеца (2) у години

Fig. 7. Number of stations with at least one extremely wet month (1) and at least 3 extreme wet months (2) in the year

Таб. 6. Године са највише екстремно влажних мјесеци
Tab. 6. Years with the highest number of extremely wet months

	ЋЕ		NE		OR		GA		BE		ST		MG	
	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y
1	4	1979	4	1969	4	1978	5	2010	3	1962	5	2010	5	2010
2	4	2010	4	2010	4	1979	4	1979	3	1969	4	1978	4	1976
3	3	1969	3	1979	3	1969	4	2009	3	1976	4	1979	3	1962
4	3	1977	3	1980	3	1980	3	1969	3	1978	4	2005	3	1969
5	3	1984	3	1987	3	1986	3	1970	3	1979	3	1969	3	1978
6	3	2002	3	2013	3	1987	3	2013	3	1987	3	1996	3	2016
7	3	2004	3	2014	3	1995	2	1963	3	2006	2	1962	2	1963
8	2	1962	2	1962	3	2010	2	1964	3	2007	2	1964	2	1964
9	2	1963	2	1964	3	2016	2	1965	3	2011	2	1967	2	1966
10	2	1964	2	1966	2	1962	2	1968	2	1963	2	1968	2	1970
	BI		MK		GR		TR		GO		TU		UB	
	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y	N	г / y
1	4	1978	6	2010	4	1979	6	2010	5	1969	5	1963	4	2014
2	4	2010	3	1969	4	2010	4	2014	4	2010	4	1969	3	1970
3	4	2014	3	1971	4	2014	3	1962	4	2014	4	1979	3	1974
4	3	1966	3	1976	3	1976	3	1963	3	1979	4	2010	3	2004
5	3	1969	3	1978	3	2005	3	1969	3	1987	4	2014	3	2009
6	3	1970	3	1987	3	2013	3	1979	3	1996	3	1962	3	2010
7	3	2016	3	2014	2	1962	2	1964	3	2005	3	1964	3	2013
8	2	1962	2	1962	2	1963	2	1966	2	1962	3	1970	2	1962
9	2	1963	2	1963	2	1964	2	1972	2	1964	3	2009	2	1963
10	2	1964	2	1964	2	1965	2	1974	2	1965	2	1966	2	1964



Сл. 8. Годишњи број екстремно сушних мјесеци
Fig. 8. Annual number of extremely dry months



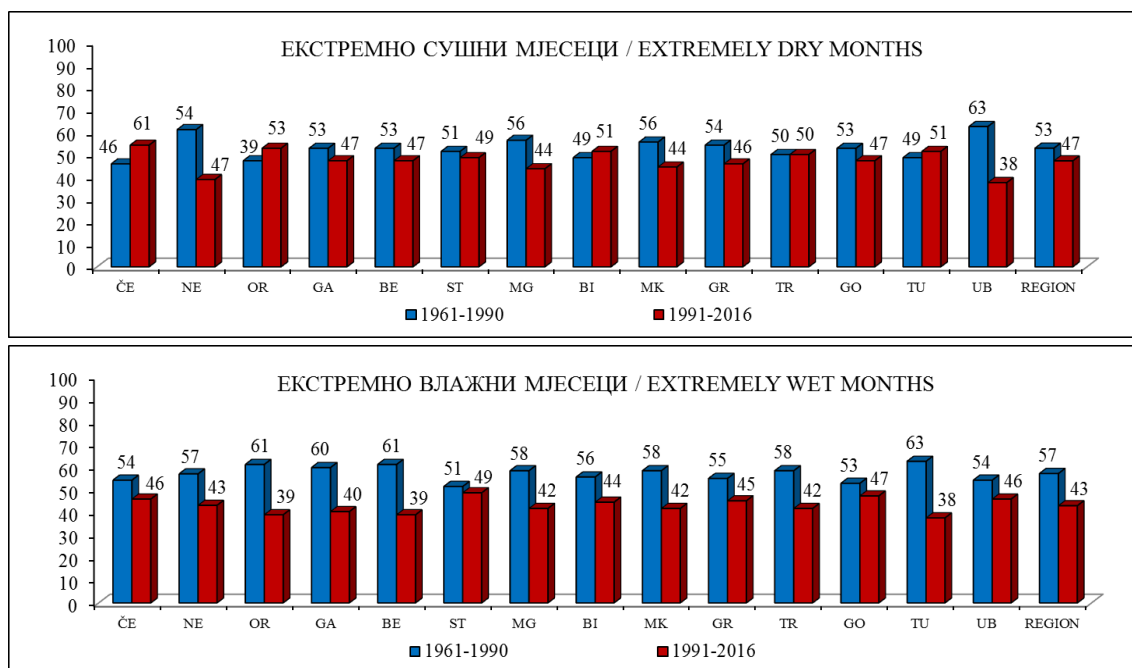
Сл. 9. Годишњи број екстремно влажних мјесеци
 Fig. 9. Annual number of extremely wet months

Године са највећим бројем екстремно влажних мјесеци по станицама приказане су у Таб. 6. На већини станица, екстремно влажне године биле су 1969, 1978, 1979, 1987, 2010. и 2014. година (Сл. 9). Година 2010. била је година са највећом количином падавина у анализираном периоду, током које су у многим подручјима Источне Херцеговине забиљежене велике поплаве.

Учесталост појаве екстремно сушних и влажних мјесеци у периоду 1991–2016. године у односу на референтни период не показује једнообразне промјене (Сл. 10). С обзиром на то да промјене нису биле великог интензитета, треба узети у обзир и да је други период краћи за пет година. Ипак, мањи број екстремно влажних мјесеци забиљежен је на свим станицама у другом периоду.

Years with the highest numbers of extremely wet months by stations are shown in Tab. 6. At most meteorological stations, extremely wet years were 1969, 1978, 1979, 1987, 2010 and 2014 (Fig. 9). Year 2010 was one of the years with the highest precipitation in the observed period. During this year, in many areas of the East Herzegovina a significant flooding has been reported.

Frequency of occurrence of extremely dry and wet months in the period 1991–2016 compared to the reference period do not show uniform patterns of change (Fig. 10). Given that the changes were not of high intensity, it should be noted that the second period is five years shorter. However, a lower number of extremely wet months was registered at all stations in latter period.



Сл. 10. Број екстремно сушних и екстремно влажних мјесеци у периоду 1961–1990. и 1991–2016. године (у %)

Fig. 10. Number of extremely dry and extremely wet months in 1961–1990 and 1991–2016 (in %)

На половини станица у периоду 1991–2016. године забиљежен је већи број екстремно сушних мјесеци у сезони лјето, док је на свим станицама смањен број екстремно влажних мјесеци (Таб. 7). То је у складу са резултатима претходних студија (Popov et al.,

At half of the stations, a higher number of extremely dry months in summer season were recorded in the period 1991–2016, whereas at all stations number of extremely wet months was reduced (Tab. 7). This is in accordance with results of the previous studies (Popov et al.,

2019a; Popov et al., 2019b), које су утврдиле да су најизраженији негативни трендови сезонских падавина присутни управо у сезони љето.

2019a; Popov et al., 2019b), which determined that most prominent negative trends in seasonal precipitation were found particularly in summer season.

Таб. 7. Промјене броја екстремно сушних и екстремно влажних мјесеци по сезонама у периоду 1991–2016. у односу на период 1961–1990. године (у %)

Tab. 7. Changes in seasonal number of extremely dry and extremely wet months in 1991–2016 compared to 1961–1990 (in %)

	Екстремно сушни мјесеци / Extremely dry months				Екстремно влажни мјесеци / Extremely wet months			
	Зима / Winter	Прољеће / Spring	Љето / Summer	Јесен / Autumn	Зима / Winter	Прољеће / Spring	Љето / Summer	Јесен / Autumn
ЋЕ	43	160	0	-50	-36	25	-20	-20
NE	-22	-20	-20	-71	0	-36	0	-50
OR	13	100	25	-50	-20	-50	-50	-20
GA	0	25	0	-50	-20	-20	-50	-36
BE	-40	25	0	-20	-20	-50	-36	-36
ST	0	57	25	-62	25	-20	-36	25
MG	0	-30	-20	-36	-20	-50	-36	0
BI	13	0	57	-36	25	-36	-36	-20
MK	0	0	-20	-50	0	-36	-50	-20
GR	-55	25	0	-20	43	25	-62	-36
TR	-22	25	100	-50	100	-50	-50	-50
GO	-11	-20	57	-50	25	0	-20	-36
TU	-40	25	100	-20	0	-50	-50	-50
UB	-40	-20	-50	-50	57	-50	-36	0

ЗАКЉУЧАК

Неупитне глобалне климатске промјене током друге половине 20. вијека и на почетку 21. вијека манифестују се у промјенама како средњих, тако и екстремних температура и падавина. У раду су анализиране промјене у учесталости појаве екстремних температурних и падавинских мјесеци (дефинисаних као мјесеци с температуром и падавинама испод/изнад дугорочног 10./90. перцентиља) у региону Источне Херцеговине у периоду 1961–2016. године. Добијени резултати показали су да је 77 % екстремно хладних

CONCLUSION

Unequivocal global climate change during the second half of the 20th century and at the beginning of the 21st century is manifested in widespread changes in both mean and the extreme temperature and precipitation events. The paper analyses changes in occurrence of extreme temperature and precipitation months (defined as months with a temperature and precipitation below/above the long-term 10th/90th percentile) over the East Herzegovina region during the period 1961–2016. The obtained results showed that 77 % of the extremely cold months was registered in

мјесеци регистровано у периоду 1961–1990. године, док је 67 % екстремно топлих мјесеци забиљежено у периоду 1991–2016. године. Повећање учесталости појаве екстремно топлих мјесеци и смањење учесталости појаве екстремно хладних мјесеци указују на тенденцију загријавања на истраживаном подручју. За разлику од температуре, промјене падавина нису толико изражене. Ипак, треба напоменути да је на свим станицама у периоду 1991–2016. године смањен број екстремно влажних мјесеци, а на половини станица повећан број екстремно сушних мјесеци. Промјене учесталости појаве како екстремних температурних мјесеци тако и екстремних падавинских мјесеци најизраженије су у сезони лјето.

Утврђене промјене учесталости појаве екстремних температурних и екстремних падавинских мјесеци имаће снажан утицај на природне и социо-економске системе. Имајући у виду наведено, неопходна су додатна истраживања која ће се фокусирати на студије процјене утицаја, а нарочито на анализу утицаја климатских промјена на кључне секторе привреде у Источној Херцеговини као што су енергетика, туризам, пољопривреда и др.

Захвалница: Истраживање представљено у овом раду дио је пројекта „Анализа плувиометријског режима на подручју Источне Херцеговине у контексту савремених климатских промјена“ (Бр.19/6-020/961-18/18) који финансира Министарство за научнотехнолошки развој, високо образовање и информационо друштво Републике Српске.

the period 1961–1990, whereas the 67 % of the extremely warm months occurred in the period 1991–2016. Increase in the annual occurrence of extremely warm months and decrease in frequency of extremely cold ones indicate that a warming tendency is present over the study area. Unlike the temperature, changes in precipitation were not so much prominent. However, it should be noted that at all stations number of extremely wet months was reduced in the period 1991–2016. During this period, at half of the stations number of extremely dry months increased. Changes in both extreme temperature and extreme precipitation months were most prominent in summer season.

Observed changes in the occurrence of extreme temperature and extreme precipitation months will have a strong impact on both natural and socio-economic systems. Given the stated, a further research focusing on impact assessment studies, particularly on the analysis of climate change effects on key economic sectors in the East Herzegovina region such as energy, tourism, agriculture etc. Moreover, adoption and implementation of efficient adaptation and mitigation strategies is certainly necessary.

Acknowledgements: The research presented in this paper was performed as a part of the project „Analysis of the pluviometric regime in the East Herzegovina region in the context of recent climate change“ (No.19/6-020/961-18/18) supported by the Ministry for Scientific and Technological Development, Higher Education and Information Society of the Republic of Srpska.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- | | |
|---|--|
| Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., ... Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global Observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature and Precipitation. <i>Journal of Geophysical Research: Atmospheres</i> , 111(D5). doi:10.1029/2005JD006290 | Alpert, P., Ben-Gai, T., Baharad, A., Benjamini, Y., Yekutieli, D., Colacino, M., ... Manes, A. (2002). The Paradoxical Increase of Mediterranean Extreme Daily Rainfall in Spite of Decrease in Total Values. <i>Geophysical Research Letters</i> , 29(11), 311–314. doi:10.1029/2001GL013554 |
|---|--|

- 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. doi:10.2298/GSGD140626002B
- de Lima, M. I. P., Santo, F. E., Ramos, A. M., & Trigo, R. M. (2015). Trends and Correlations in Annual Extreme Precipitation Indices for Mainland Portugal, 1941–2007. *Theoretical and Applied Climatology*, 119(1–2), 55–75. doi:10.1007/s00704-013-1079-6
- Donat, M. G., Alexander, L. V., Yang, H., Durre, I., Vose, R., Dunn, R. J. H., ... Kitching, S. (2013). Updated Analyses of Temperature and Precipitation Extreme Indices since the Beginning of the Twentieth Century: The Hadex2 Dataset. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(5), 2098–2118. doi:10.1002/jgrd.50150
- Espirito Santo, F., de Lima, M. I. P., Ramos, A. M., & Trigo, R. M. (2014). Trends in Seasonal Surface Air Temperature in Mainland Portugal, since 1941. *International Journal of Climatology*, 34(6), 1814–1837. doi:10.1002/joc.3803
- Fioravanti, G., Piervitali, E., & Desiato, F. (2016). Recent Changes of Temperature Extremes over Italy: An Index-Based Analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, 123(3), 473–486. doi:10.1007/s00704-014-1362-1
- Fonseca, D., Carvalho, M. J., Marta-Almeida, M., Melo-Gonçalves, P., & Rocha, A. (2016). Recent Trends of Extreme Temperature Indices for the Iberian Peninsula. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 94, 66–76. doi:10.1016/j.pce.2015.12.005
- 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. doi:10.1007/s00704-014-1217-9
- Giorgi, F. (2006). Climate Change Hot-Spots. *Geophysical Research Letters*, 33(8). doi:10.1029/2006GL025734
- Hatzianastassiou, N., Katsoulis, B., Pnevmatikos, J., & Antakis, V. (2008). Spatial and Temporal Variation of Precipitation in Greece and Surrounding Regions Based on Global Precipitation Climatology Project Data. *Journal of Climate*, 21, 1349–1370. doi:10.1175/2007JCLI1682.1
- Kelley, C., Ting, M., Seager, R., & Kushnir, Y. (2012). Mediterranean Precipitation Climatology, Seasonal Cycle, and Trend as Simulated by CMIP5. *Geophysical Research Letters*, 39(21). doi:10.1029/2012GL053416
- Kioutsoukis, I., Melas, D., & Zerefos, C. (2010). Statistical Assessment of Changes in Climate Extremes over Greece (1955–2002). *International Journal of Climatology*, 30(11), 1723–1737. doi:10.1002/joc.2030
- Lelieveld, J., Hadjinicolaou, P., Kostopoulou, E., Chenoweth, J., El Maayar, M., Giannakopoulos, C., ... Xoplaki, E. (2012). Climate Change and Impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East. *Climatic Change*, 114(3–4), 667–687. doi:10.1007/s10584-012-0418-4
- Nikolova, N., Laporte, J., & Tomova, G. (2018). Extreme Temperature Months in Rila Mountain, Bulgaria (1960–2012). *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 98(1), 49–59. doi:10.2298/GSGD180415007N
- Philandras, C. M., Nastos, P. T., Kapsomenakis, J., Douvis, K. C., Tselioudis, G., & Zerefos, C. S. (2011). Long Term Precipitation Trends and Variability within the Mediterranean Region. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11, 3235–3250. doi:10.5194/nhess-11-3235-2011

- Попов, Т. (2017). *Утицај савремених климатских колебања и потенцијалних промјена климе на фитогеографска обиљежја Републике Српске* (Необјављена докторска дисертација). Географски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Popov, T., Gnjato, S., & Trbić, G. (2017). Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina: A Case Study of Mostar. *Herald*, 21, 107–132. doi:10.7251/HER2117107P
- Popov, T., Gnjato, S., & Trbić, G. (2019a). Precipitation Change over the East Herzegovina Region (1961–2016). *Bulletin of the Serbian Geographical Society*. Advance online publication. <http://www.glasniksgd.rs/index.php/home/index>
- Popov, T., Gnjato, S., Trbić, G., & Ivanišević, M. (2018). Recent Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 13(1), 211–224. doi:10.26471/cjees/2018/013/019
- Popov, T., Gnjato, S., Trbić, G., & Ivanišević, M. (2019b). Analysis of Extreme Precipitation Indices in the East Herzegovina Region (Bosnia and Herzegovina). *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 69(1), 1–16. doi:10.2298/IJGI1901001P
- Trbić, G., Popov, T., & Gnjato, S. (2017). Analysis of Air Temperature Trends in Bosnia and Herzegovina. *Geographica Pannonica*, 21(2), 68–84. doi:10.18421/GP21.02-01
- Unkašević, M., & Tošić, I. (2015). Seasonal Analysis of Cold and Heat Waves in Serbia during the Period 1949–2012. *Theoretical and Applied Climatology*, 120(1–2), 29–40. doi:10.1007/s00704-014-1154-7

ИСТОРИЈСКО-ГЕОГРАФСКИ, ЕТНОГЕОГРАФСКИ И ДРЖАВОТВОРНИ СУБЈЕКТИВИТЕТ СРБА ЗАПАДНЕ СЛАВОНИЈЕ

Миленко Живковић^{1*} и Мира Мандић¹

¹Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска

Сажетак: Радом се дефинишу кључни историјско-географски процеси у развоју српске популације Западне Славоније, њена улога у Војној крајини и значај у формирању културног идентитета простора. Тежиште рада је на историјском, етничком и државотворном континуитету и субјективитету српског народа на посматраном геопростору, као дијелу српског етничког простора у данашњој Хрватској. Биолошки и етнодуховни (културни и национални) развој српског становништва у простору данашње Хрватске детерминисан је процесима вишевијековних културних и политичких асимилација, етноцида, и геноцида у новијој историји, проузрокујући његово биолошко слабљење, као и промјене у културном идентитету. На примјеру Западне Славоније могу се пратити укупни историјско-географски, геополитички, државно-правни, етнокултурни и демографски процеси унутар српског етничког простора у данашњој Хрватској и Хрватској уопште.

Кључне ријечи: Западна Славонија, Војна крајина, културни идентитет, државотворност, етнодемографски процеси.

Original scientific paper

HISTORICAL-GEOGRAPHICAL, ETHNIC-GEOGRAPHICAL AND STATEHOOD INDIVIDUALITY OF THE WEST SLAVONIA SERBS

Milenko Živković^{1*} and Mira Mandić¹

¹University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska

Abstract: The paper defines fundamental historical-geographical processes during the growth of Serbian population in West Slavonia, their role in the Military Border and the pertinence in formation of cultural identity of the region. The focus is on the historical, ethnic and statehood continuity and subjectivity of the Serbian people within the observed geospace, which represents a part of the Serbian ethnic space in modern day Croatia. The biological and ethnic-religious (cultural and national) development of Serbian population within the area of modern day Croatia has been determined by centuries of cultural and political assimilation as well as recent ethnocide and genocide causing biological attenuation and changes in the cultural identity. The example of West Slavonia accounts for the overall historical-geographical, geopolitical, statehood-wise, ethnic-cultural and demographic processes underwent by the Serbian population within their ethnic space in modern day Croatia and Croatia in general.

Key words: West Slavonia, Military Border, cultural identity, statehood, ethno-demographic processes.

* Аутор за кореспонденцију: Миленко Живковић, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина, E-mail: milenko.zivkovic@pmf.unibl.org
Corresponding author: Milenko Živković, University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, E-mail: milenko.zivkovic@pmf.unibl.org

УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Од примарне славенске колонизације Балканског полуострва и првих облика просторно-функционалног организовања (економског, социјалног, политичког, територијалног, ...), практично све до данас, српско становништво у простору данашње Хрватске, ствара своје материјалне и духовне вриједности, изграђујући своје национално биће. Према томе, вјековно стварано „геопросторно јединство културних и духовних вриједности“ (Живковић, 2017, стр. 562) српског етноса јасно дефинише његову етнотериторијалност. У конкретном, историјски и етнички простор српског народа територијализован је у подручју историјско-географских области: Славонији (Западна и Источна), Западном Сријему, Банији, Кордуну, Лици и сјеверној Далмацији. Турбулентни историјско-географски процеси уз политичке, културно-цивилизацијске, религијске и друге утицаје, локалног, регионалног и савременог глобалног карактера, континуирано утичу на укупно формирање националног бића и етнотериторијалности дефинисаног српског историјског и етничког простора на територији данашње Хрватске. У принципу, ради се о вјековним процесима деструктивног карактера које детерминишу процеси етноцида (културна и етничка асимилација, процеси унијаћења, покатоличења, кроатизације и др.), у новијој историји и геноцида над српским народом, његовим материјалним добрима и духовним вриједностима.

Укупни историјско-географски процеси потврђују историјско-географски, етнодемографски и државотворни субјективитет Срба у дефинисаном српском етничком простору данашње Хрватске, те самим тим и српског етноса у простору Западне Славоније, што јесте један од основних циљева рада. У том контексту Војна крајина, која је углавном захватала српски етнички простор, имала је посебну улогу и значај. Поред тога, радом се указује на савремене развојне процесе, проблеме и могућност ревитализације српског историјског и етничког простора Западне Славоније и тим укупног српског историјског и етничког простора у данашњој Хрватској.

INTRODUCTION

Serbian population in modern day Croatia have been generating their material and spiritual values and creating their national identity ever since the Slavic colonization of the Balkan Peninsula and their pioneer forms of spatial-functional organizations (economic, social, political, territorial, etc.). Hence, „the geospatial unity of cultural and religious values’ of the Serbian ethnos“ (Живковић, 2017, p. 562), which had been created for centuries, is precisely what defines their ethnic territoriality. More specifically, the historical and ethnic space of the Serbian people covers the territories within the following historical-geographical regions: Slavonia (West and East), West Srijem, Bania, Kordun, Lika and North Dalmatia. The tumultuous historical-geographical processes accompanied by political, civilization, cultural, religious and other local, regional and global impacts, have been constantly affecting the formation of nationhood and ethnic territoriality within the defined Serbian historical and ethnic space in modern Croatia territory. Basically, there have been centuries of destructive processes which have recently obtained evident elements of ethnocide (cultural and ethnic assimilation, Catholicization, Croatization, etc.) over the Serbian population, their material goods and religious values.

General historical and geographical processes accounted for the historical, geographical, ethnic, and demographic identity and statehood of the Serbs within the defined ethnic space in modern day Croatia, including the territory of West Slavonia, which is one of the primary goals of the paper. In this regard, the Military Border, which mostly covered the Serbian ethnic space, played a pertinent part. In addition, the paper points out modern development processes, problems, and revitalization potential with reference to the Serbian ethnic and historical space in West Slavonia and also addresses the position of Serbs in entire modern day Croatia.

ИСТОРИЈСКО-ГЕОГРАФСКИ КОНТЕКСТ
ЕТНОДЕМОГРАФСКОГ СУБЈЕКТИВИТЕТА
СРБА ЗАПАДНЕ СЛАВОНИЈЕ

HISTORICAL AND GEOGRAPHICAL
CONTEXT OF THE ETHNIC-
DEMOGRAPHIC IDENTITY OF WEST
SLAVONIA SERBS

Славонија је историјско-географска област смјештена у дијелу панонског простора у међурјечју Драве на сјеверу и Саве на југу, ријеке Илове на западу и сријемске области на истоку. Геопростор Славоније мијењао је у прошлости просторни обухват углавном на западу. Данашња Славонија представља дио некад знатно већег територија. Западна граница била јој је на ријеци Сутли (граница са данашњом Словенијом). Простор западно од ријеке Илове називао се Горња Славонија (простор данашње сјеверне Хрватске), за разлику од Доње Славоније, источно од Илове. Уношењем хрватског елемента у доминантну старосједилачку словинску и српску популацију и неке неславенске народе Горње Славоније (Мађари, Нијемци, Чеси, Талијани, ...), константним досељавањем хрватског становништва (XV–XVIII вијек), политичке власти Хабзбуршке монархије све чешће идентификују овај простор са Хрватском на југу (Грујић, 1996, стр. 14–15). На тај начин, током XVIII вијека, устаљује се постепено назив Хрватска за Горњу Славонију. Појам Славонија остаје за простор Доње Славоније, источно од ријеке Илове. Њен западни дио, као вјековни српски етнички простор, са доминантном српском популацијом до 90-их година прошлог вијека, предмет је изучавања овог рада.

Појам Славонија датира вјековима, а српски етнос у њеном простору, и у другом српском етничком простору данашње Хрватске, са духовним, културним и материјалним вриједностима, развија се у континуитету од примарне славенске колонизације. Аутохтоност српског народа потврђују бројни историјски, картографски и статистички извори: франачки, византијски, аустријски, угарски и др. У прилог томе

Slavonia represents a historical-geographical area located in a part of the Pannonia region rimmed by the Drava River in north, the Sava River in south, the Ilova River in west and Srijem region in east. Over the course of history, the Slavonia geo-space mostly expanded westwards so modern day Slavonia is practically only a fraction of a once larger territory. The west borderline was along the Sutla River (present day Slovenia–Croatia borderline) and the entire space west from the Ilova River was referred to as Upper Slavonia (present day north Croatia) and should be distinguished from Lower Slavonia which was located east from the Ilova River. The constant settlement of Croats (15–18th centuries) and the their impact within the dominant aboriginal Slavic and Serbian populations and some non-Slavic peoples in Upper Slavonia (Hungarians, Germans, Czechs, Italians) led the politicians in the Austria-Hungary to identify this region with Croatia in south (Грујић, 1996, p. 14–15). Hence, name Croatia gradually became a regular name for Upper Slavonia in 18th century. On the other hand, Slavonia remained the name for Lower Slavonia east from the Ilova River. Its west part, the centuries old Serbian ethnic space predominantly populated by the Serbs up until 1990s, is the subject matter of this paper.

The term Slavonia has been present for centuries and the Serbian people populating the region and other parts of modern day Croatia have constantly grown along with their religious, cultural and material heritage ever since the primary Slavic colonization. The autochthony of the Serbian people has been corroborated by numerous historical, cartographic, and statistical reports:

наводимо неколико историјских чињеница. Један од најстаријих познатих извора је „Спис о народима“ византијског цара и историографа Константина Порфирогенита VII, настао средином X вијека, на бази чијих података је француски картограф Гијом Делил (Gijom De Lil) 1778. године издао карту „Источна империја и сусједни региони по Константину Порфирогениту“ („*Imperii Orientalis et circumjacentium regionum fub Constantino Porphyrogenito et ejus praedecesforibus Descriptio*“). Према наведеном извору, Срби на Балкану, између осталог, насељавају и простор сјеверно од Саве који је назначен као *Alba Serbia* (Бјела Србија), односно некрштена Србија (Сл. 1). Сјеверно је Мађарска, на карти означена као *Turcia* због мишљења да су Мађари народ турског поријекла (Грчић & Грчић, 2012, стр. 12). Дакле, Срби у том времену насељавају простор Славоније што је супротно тези неких хрватских аутора о досељавању Срба на ове просторе са турским освајањима. У принципу, присуство српског етноса у Славонији подударно је са примарном славенском колонизацијом о чему говоре и историјска дјела Ф. Ваничека (Ваничек, 1878), Р. Новаковића (Новаковић, 1981), Т. Богавца (Богавец, 1998), као и других домаћих и страних аутора, заснована на релевантној историјској грађи. Генерално, наведени извори потврђују аутохтоност српског народа на много ширем простору од дефинисаног српског етничког простора у данашњој Хрватској, као и његову континуираност постојања и конститутивност у развоју географског простора.

Претходне констатације потврђују и турски пописи побрдског подручја Западне Славоније (Мала Влашка), крајем XVI и почетком XVIII вијека, у којима се говори о насељености овог простора са око 5,000 домаћинстава, од којих 3,000 српских (Pavičić, 1953).

Frankish, Byzantine, Austrian, Hungarian, etc. Therefore, several historical facts will be outlined. One of the oldest known sources is „the Document on Peoples“ by Constantine Porphyrogenitus, a Byzantine emperor and historian, dating back from 10th century, based on which cartographer Gijom De Lil published a map „Eastern Empire and neighboring regions of Constantine. Porphyrogenitus“ („*Imperii Orientalis et circumjacentium regionum fub Constantino Porphyrogenito et ejus praedecesforibus Descriptio*“) in 1778. According to the source, the Serbs in the Balkan Peninsula also occupied the region north from the Sava River named *Alba Serbia* (White Serbia), i.e. non-christened Serbia (Fig. 1). In the map, Hungary was located north from the Sava River and was referred to as *Turcia* as Hungarians were believed to have had Turkish origins (Грчић & Грчић, 2012, p. 12). Hence, it was back then that the Serbs already populated Slavonia, which confronted the hypothesis of some Croatian authors on Serbian occupation of the region in time of Turkish conquest. Basically, the presence of the Serbian ethos in Slavonia matches the primary Slavic colonization as it was corroborated by relevant historical works of F. Vanicek (Ваничек, 1878), R. Novakovic (Новаковић, 1981), T. Bogavac (Богавец, 1998) and other local and foreign authors. In general, these sources confirm the autochthony of the Serbs within a much wider space than the defined Serbian ethnic space in modern day Croatia as well as their constant existence and growth within this geographical space.

These claims are deep-rooted in the Turkish population censuses in highland region of West Slavonia (Mala Vlačka) back in late 16th and early 18th centuries, according to which there were 3,000 Serbian households out of 5,000 total households in the area (Pavičić, 1953).

год ти тако одговара, Ваши стари јесу књигу знали, Српски штили а српски писали.“ (Reljković, 1909, стр. 63).

Са више вјеродостојности о етнотериторијалности Срба у Западној Славонији, Славонији уопште, српском етничком простору у Хрватској и Хрватској у цјелини, може се говорити на основу званичних државних статистика од средине XIX вијека. Тако се за простор Славоније и Далмације, заједно са славонском Војном границом, наводи више од 1,100,000 Срба, а са тадашњом Хрватском и хрватском Војном границом више од 1,750,000 настањеног српског живља (Purin & Spasevič, 1880 како је наведено у Илић, 1993, стр. 29), што је у сваком случају нереално. У конкретном, највјероватније је да су поред Срба-православаца, сви Словени унијати и римокатолици рачунати као Срби, што додатно аргументује претходну констатацију о етничком поријеклу Словена-унијата и католика на овим просторима. Водећи мађарски и аустријски научници и статистичари етничке Хрвате не налазе уопште или их налазе у малом броју на просторима Славоније, Далмације, Босне, Херцеговине (Илић, 1993, стр. 31), „што потврђује домицилност српског етничког корпуса у Хрватској“ ... и ... „чињеницу о српском геопростору западно од Дрине и Дунава“ (Живковић, 2017, стр. 563). Бечки професор статистике Брахели (Brachelli, 1861) наводи да на простору Хабзбуршке монархије живи више Срба него Хрвата, које углавном наводи као Словено и Србо-Хрвате. Исти извор наводи у Славонији и Далмацији, без дијела њима припадајуће Војне крајине, преко 600,000 Срба, не помињући Хрвате (Brachelli, 1861). Напомињемо, да је у становништву Славоније појам Хрват непознаница до друге половине XIX вијека, о чему говоре и хрватски ономастичари, кад се Словинци кроатизацијом претапају у нови етнос, Хорвате (мађарски појам), односно Хрвате (Šimunović, 1983). Изнесене чињенице указују

your old folk were very well read, as Serbian was the language of their own“ (Reljković, 1909, p. 63).

The official government statistics dating back from mid-19th century add even more authenticity to the ethnic territoriality of the West Slavonia Serbs, Slavonia in general and, finally, about the Serbian ethnic space in Croatia. The records display the number of more than 1,100,000 Serbs in the territory of Slavonia and Dalmatia along with the Slavonia Military Border; on the other hand, there were more than 1,750,000 Serbs occupying Croatia and Croatian Military Border back then (Pypin & Spasevič, 1880 as cited in Илић, 1993, p. 29), which was certainly difficult to believe. There is a high possibility that, apart from Orthodox Serbs, other Catholicized Slavs and Roman Catholics were registered as Serbian, which serves as another argument to support the aforementioned fact about the ethnic origins of the Catholicized Slavs and Catholics in the region. The distinguished Hungarian and Austrian scientists and statisticians identified either few or no ethnic Croats in Slavonia, Dalmatia, Bosnia, Herzegovina (Илић, 1993, p. 31) „which corroborates the fact that the Serbian ethnic corps were the domicile population in Croatia“ ... and ... „the fact that the geo-space west from the Drina and Danube rivers is Serbian“ (Живковић, 2017, p. 563). It was Brachelli (Brachelli, 1861), a Vienna statistics professor, who claimed there were more Serbs than Croats living in Austria-Hungary and who referred to Croats as Slavic Croats or Serbian Croats. The same source reported more than 600,000 Serbs living in Slavonia and Dalmatia, without the Military Border territory, and the Croats were not mentioned at all (Brachelli, 1861). We would like to point out that the term Croat had been unfamiliar among Slavonia population up until the second half of 19th century as advocated by Croatian scientists in onomastics. It was in late 19th century that Croaticized Slovins

и на процесе вјештачких етногенеза и самим тим етничко поријекло већег дијела хрватског становништва.

Наведене чињенице потврђују континуитет у развоју српског етноса и његову аутохтоност у простору данашње Хрватске, односно Западне Славоније. Истовремено одвијају се динамични, врло комплексни, етнодемографски процеси деструктивног карактера по укупни развој српског етничког бића.

Српски етнос, и поред турбулентних демографских кретања, континуираних процеса унијаћења, покатоличења и кроатизације, као и претрпљеног геноцида у XX вијеку, остаје доминантан на српском етничком простору у Хрватској све до 90-их година прошлог вијека. Просторна хомогеност српског етноса углавном је подударна с територијом Војне крајине (Сл. 2 и Сл. 3). У периоду дезинтеграције Југославије новоформирана хрватска држава протјерала је аутохтоно српско становништво и провела етничко чишћење.

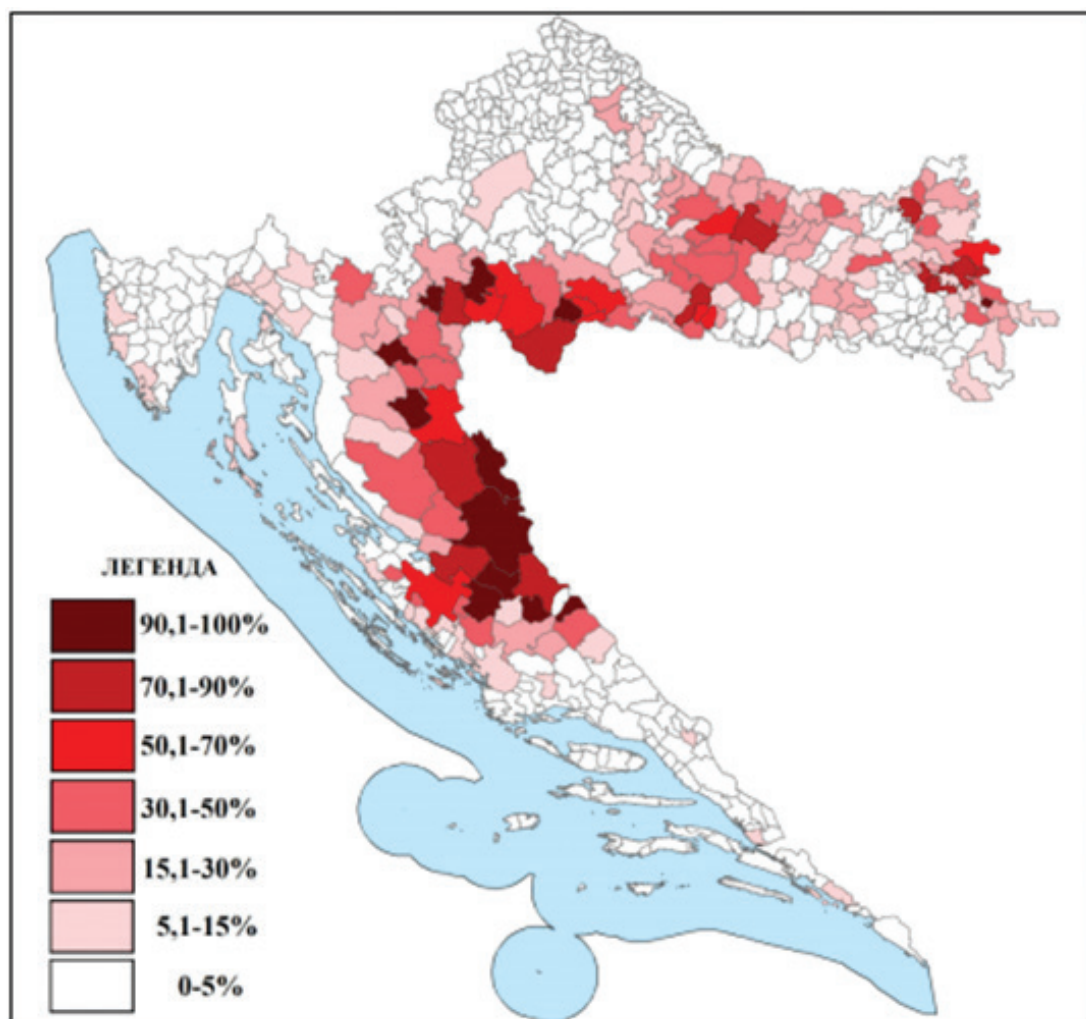
Ради бољег разумијевања укупних, врло комплексних демографских процеса, неопходно је додатно појаснити одређене историјско-географске појаве и процесе. Урушавање српског националног бића (биолошког, укупног интегритета) детерминисано је низом различитих процеса: етноцидом, геноцидом, миграцијама и ниским природним прираштајем посљедњих деценија. Етноцидност је испољена различитим видовима асимилације (културна, етничка, ...), отуђењем и присвајањем културних и других вриједности српског етноса (језика, писма, историје, ...). Наглашавамо, најпогубније посљедице по нестанак српског народа имали су процеси поунијаћења, покатоличења и кроатизације, континуирано спровођени од стране католичке цркве, преко Аустрије и Угарске, касније и Хрватске. Наведени процеси присутни су и данас над преосталим дијелом српске популације у данашњој Хрватској. Сви покатоличени Срби у другој половини XIX вијека прихватају хрватско име (Ивић, 1926, стр. 180). Према попису становништва, 1910. године у Хрватској и Славонији регистровано је 17,592

merged into a new ethnic group – Horvats (Hungarian) or Croats (Šimunović, 1983). These facts clearly indicate the processes of artificial ethnic genesis including the ethnic origin of a large part of Croatian population.

These facts verify the continuity of the growth of the Serbian ethnos and their autochthony in modern day Croatia, i.e. West Slavonia. Concurrently, there have been dynamic, complex and destructive ethnic-geographical processes affecting the development of the Serbian ethnicity.

Despite turbulent demographic shifts, continuous processes of Catholicization and Croatization and the genocide suffered in 20th century, the Serbs had preserved domination within the Serbian ethnic space in Croatia up until 1990s. The spatial homogeneity of the Serbian ethnos largely matches the Military Border territory (Fig. 2 and Fig. 3). During the Yugoslavia disintegration process, the newly-formed Croatian state banished the Serbian population and conducted ethnic cleansing.

In order to better understand the general and complex demographic processes, it is crucial to provide additional explanation of the historical and geographical phenomena and processes. The decline of the Serbian national identity (biological and the overall integrity) was caused by a whole range of different processes: ethnocide, genocide, migrations and low birth rates over the past few decades. By ethnocide we mean different types of assimilation (cultural, ethnic, etc.), appropriation and misuse of cultural and other values of the Serbian population (language, script, history, etc.). It is pertinent to point out that the most disastrous consequences resulted from the processes of Catholicization and Croatization which had been constantly conducted by the Catholic Church in Austria-Hungary and, finally, Croatia. These processes are evident even nowadays and keep affecting the remaining Serbian population in Croatia. All catholicized Serbs adopted the Croatian affiliation in second half of 19th century



Сл. 2. Територијални размјештај Срба у Хрватској по општинама 1991. године – процентуални удио (Републички завод за статистику Србије, 2009)

Fig. 2. Territorial distribution of the Serbs in Croatia per municipalities in 1991– population percentage (Републички завод за статистику Србије, 2009)

грко-католика, односно унијата (Илић, 1993, стр. 32). Дакле, процеси унијаћења и покатоличења, односно вјерске асимилације, настављени су и у новијој историји, све до данас. Према томе, хрватска народност, њен етнокултурни и етнонационални простор углавном су посљедица наведених процеса. Конкретније речено, савремена хрватска државност почива у великој мјери на процесима вјештачке етногенезе из окриља српског етноса, његове етнокултуралности и етнотериторијалности (Гњато & Станојевић, 2012, стр. 3).

Развојем националне свијести код Хрвата од XIX вијека долази и до појаве националистичко-шовинистичких идеја (Анте Старчевић) које се

(Ивић, 1926, p. 180). According to the 1910 population census, there were 17,592 Greek-Catholics (catholicized population) in Croatia and Slavonia (Илић, 1993, p. 32). Processes of Catholicization, i.e. religious assimilation, have been present up to now. Therefore, Croatian statehood and their ethnic-cultural and ethnic-national space are a direct result of these processes. More specifically, the modern Croatian statehood largely rests upon the processes of artificial ethno-genesis suffered by the Serbian ethnos, ethnic culture and ethnic territoriality (Гњато & Станојевић, 2012, p. 3).

The rise of Croatian national awareness

у датим историјским околностима манифестују геноцидом над српским народом и неким другим народима (Јевреји, Роми). Геноцид над Србима испољава се у биолошком затирању и физичком уништавању материјалних, културних и духовних вриједности. Геноцидност је наглашено испољена у вријеме Другог свјетског рата. У том периоду у простору Западне Славоније уморено је на различите начине преко 19,500 становника српске националности (Бјеловитић, 1995, стр. 39). Сав ужас наведених, као и других страдања, превазилазе страдања у концентрационом логору Јасеновац. Одређени видови геноцида поновљени су и у рату 1991–1995. године.

Негативним процесима нестајања српског етноса на простору Хрватске, тиме и Западне Славоније, доприносе и укупна миграциона кретања. Процесима индустријализације покренуте су миграције из српског етничког простора, углавном руралних одлика, ка већим индустријским средиштима, што је утицало на бржу асимилацију Срба у већинској хрватској средини. Поред социоекономских на миграциона кретања значајно утичу и национално-политички фактори. Према званичним пописима, у периоду од завршетка Другог свјетског рата до 1981. године, миграциони биланс српског становништва у Хрватској био је за око 300,000 мањи. Већи дио исељене српске популације одселио се на простор Србије (око 88 %). У контексту наведених општих миграционих кретања треба посматрати и српски етнички простор у Западној Славонији. Емиграција српског етноса са овог простора добија на динамици непосредно после Другог свјетског рата и после политичких дешавања у Хрватској 1971. године. Регресивности демографских кретања српске популације доприноси и природно кретање. Природни прираштај се од 1950-их година са 18 ‰, своди на негативан крајем 1980-их година (Илић, 1993, стр. 123). Дакле, сви наведени развојни процеси, деструктивни у својој основи, детерминишу укупно савремено стање српског националног бића у оквиру српског етничког

in 19th century resulted in nationalist-chauvinist ideas (Ante Starcevic) which later on manifested through the genocide over the Serbs and some other populations (Jews, Roma). Croatian genocide over the Serbs targeted at the biological and physical annihilation of material, cultural and religious values. The genocidal intentions reached the climax during the World War II. During that time, more than 19,500 Serbian people were executed in different manners in West Slavonia (Бјеловитић, 1995, p. 39). The horror of these and other sufferings were exceeded by the sufferings in the Jasenovac concentration camp. Specific types of genocide were repeated in 1991–1995 war.

Migrations also contribute to the negative demographic processes in terms of the Serbian ethnos in Croatia and West Slavonia. Industrialization triggered migrations from the Serbian ethnic space, mostly rural areas, towards larger industrial centers which only accelerated assimilation of the Serbs within the majority of Croatian population. Apart from the social-economic factors, there are also national and political factors which largely affect population migrations. According to the official census, during the period between World War II and 1981, there was a more than 300,000 people negative migration balance among Serbian population in Croatia. Most Serbian emigrants moved to Serbia (around 88 %). The Serbian ethnic space in West Slavonia should be discussed in the context of these general migrations. The Serbian emigration increased immediately after World War II and after political affairs in Croatia back in 1971. The demographic regression of the Serbian population is also affected by the natural population statistics. The birth rates were 18 ‰ back in 1950s but they turned negative in late 1980s (Илић, 1993, p. 123). To conclude, all these aforementioned development processes, which were principally destructive, determine the current state of the Serbian nation within

простора и уопште простора данашње Хрватске.

Деструктивни развојни процеси, уз негативни миграциони биланс и низак природни прираштај посљедњих деценија, посљедично утичу на све мањи апсолутни и процентуални удио српске популације у укупном становништву српског етничког простора у Западној Славонији, као и у Хрватској уопште, све до његовог свођења на националну мањину и незнатни процентуални удио 2011. године, од свега 4.4 % у укупном становништву Хрватске (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2013). Према званичној статистици, српска апсолутна већина у српском етничком простору Западне Славоније (1910. године око 90,000 и 1931. године око 110,000 Срба) своди се на релативну већину 1991. године (62,500 или 43 % становника српске националности).

Генерално, наведени деструктивни развојни процеси резултирали су апсолутним и процентуалним увећањем хрватског становништва и осипањем српске популације, доводећи у питање њен биолошки опстанак и етнотериторијалност. У периоду 1910–1991. године укупно становништво Хрватске увећало се за 38 % уз истовремено смањење српске популације за 4.8 % (Илић, 1993, стр. 121).

ИСТОРИЈСКО-ГЕОГРАФСКИ КОНТЕКСТ ДРЖАВОТВОРНОГ СУБЈЕКТИВИТЕТА СРПског НАРОДА ЗАПАДНЕ СЛАВониЈЕ

„Појам Славонија постоји вјековима не само као историјско-географска категорија, већ и као геополитичка са одређеним облицима државно-правног својства“ (Живковић, 2001, стр. 11). Дакле, кроз више вјекова Славонија је историјско-географска категорија која у геополитичком и државно-правном смислу има своју аутономност и аутентичност. Треба нагласити да је у највећем дијелу свог историјско-географског развоја потпуно независна од државно-правног система Хрватске, док данас представља само географски појам (одредницу унутар Хрватске

the Serbian ethnic space and in modern day Croatia.

The destructive development processes, negative migrations and low birth rates over the past few decades consequently caused the decreasing percentage of the Serbian population among the total population within the Serbian ethnic space in West Slavonia and Croatia in general. The result were Serbs as a national minority with only 4.4 % of total Croatian population back in 2011 (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2013). According to the official statistics, the Serbian absolute majority in West Slavonia (round 90,000 Serbs in 1910 and around 110,000 in 1931) became a relative majority in 1991 (62,500 or 43 % Serbian citizens).

Generally, these destructive processes resulted in the absolute percentage increase of Croatian population and weakening of Serbian population, which threatens their biological survival and ethnic territoriality. In 1910–1991 periods, the total Croatian population increased per 38 % whereas Serbian population decreased per 4.8 % (Илић, 1993, p. 121).

HISTORICAL AND GEOGRAPHICAL CONTEXT OF THE SERBIAN STATEHOOD IDENTITY IN WEST SLAVONIA

„Throughout history, the term Slavonia was used not only as a historical-geographical category but as a geopolitical one with its specific state and legal characteristics“ (Живковић, 2001, p. 11). In other words, Slavonia had had its geopolitical and statehood autonomy and authenticity for centuries. It should be pointed out that, during its historical and geographical development, Slavonia had been fully independent of the Croatian government and legal system but nowadays it represents nothing but a geographical term (a unit within the Croatian

државе). Компарацијом историјских извора, од Константина Порфирогенита у раном средњем вијеку, бројних њемачких и угарских извора (неких већ навођених у раду) до хрватске историчарке Наде Клаић у XX вијеку (Klaić, 1990), јасно су разграничени историјско-географски појмови Хрватске и Славоније.

Унутар феудалне просторно-функционалне организације Угарске, највећи дио Западне Славоније, од XI вијека, као засебне политичко-територијалне цјелине, у саставу је жупе Светачје. У XIII вијеку Славонија има своје законе, порески систем и новац (куна), са државном ковницом (Пакрац) у једном периоду (Crkvenčić, 1974, стр. 36; Грујић, 1996, стр. 140). Славонија од XII до XVI вијека има свој сабор у склопу Угарске и бана (половином XII вијека Белаш, син српског жупана Уроша, био је славонски бан), као и статус краљевине у једном периоду (Грујић, 1913, стр. 155; Krleža, 1988, стр. 18; Владисављевић, 1939, стр. 24). Дио Западне Славоније, одлуком Матије Корвина 1469. године, у посједу је српског деспота Вука Бранковића (Змај Огњени Вук) са сједиштем у Белој Стени (данас насеље Бијела Стијена). Овај дио Западне Славоније у посједу је српских деспота све до пада под турску власт (1543). Простор је насељен Србима-православне и Словинцима-католичке оријентације. Због све доминантнијег српског етноса у Славонији, још 1309. године у Будиму на засједању католичке цркве један од закључака био је да треба свим римокатолицима забранити женидбу с невјерницима, са нагласком на Раце, односно Србе и још неке народе (Грујић, 1989, стр. 20), чиме се указује на велику подијељеност хришћанске популације. Због изражене доминантности српског етноса Западне Славоније, овај вјековно хомоген српски етнички простор називан је у периоду XVI–XVIII вијека и у разним географским картама назначаван као Рашка (*Rascia*), односно Мала Влашка (асоцијација на Србију), како су Турци називали побрдски дио Западне Славоније, од Пожешке котлине до ријеке Илове. Под турском управом Славонија је била више од 150

state). Historical-geographical terms of Croatia and Slavonia have been defined as completely separate notions through the comparison of the historical sources, ranging from Constantine Porphyrogenitus in early Middle Ages, many German and Austrian-Hungarian sources (aforementioned in the paper) to Nada Klaić, a Croatian historian from 20th century (Klaić, 1990).

In 11th century, most West Slavonia (an independent political-territorial unit) became a part of the parish of Svetacje within a larger feudal spatial-functional organization of Hungary. By 13th century, Slavonia had its own laws, taxation, currency (kuna), and state mint (Pakrac) (Crkvenčić, 1974, p. 36; Грујић, 1996, p. 140). Between 12th to 16th centuries, Slavonia had its own parliament and governor within Hungary (in mid-12th century, Belos, son of Serbian county prefect Uros, was Slavonian governor) and had the status of a kingdom for a short period (Грујић, 1913, p. 155; Krleža, 1988, p. 18; Владисављевић, 1939, p. 24). By the decision of Matija Korvin, it was in 1469 that the control over a part of West Slavonia was transferred to Vuk Brankovic (Zmaj Ognjeni Vuk), a Serbian despot, and had its headquarters in Bela Stena (modern day town of Bijela Stijena). This part of West Slavonia had been ruled by Serbian despots until the Turkish colonization (1543). The region was populated by Orthodox Serbs and Catholic Slovins. Due to the growing Serbian domination, the Catholic Church assembly (Budim, 1309) adopted a conclusion that all Roman Catholics should be banned from wedding infidels (particularly Rasci), i.e. the Serbs and some other peoples (Грујић, 1989, p. 20); this fact indicated a large presence of the Orthodox Serbs as well as the Christian disunion. It was because of the intense Serbian domination in West Slavonia that this ancient homogeneous Serbian ethnic space was referred to as Rascia in 16th–18th century periods, or Little Rascia (implication to Serbia) which was the Turkish name for the

година (XVI–XVII вијек), међутим тај период није оставио трагове на културни идентитет становништва и простора. У том периоду, Западну Славонију карактеришу динамичне миграције и просторно преразмјештање становништва из овог простора у подручје данашње сјеверозападне Хрватске. На наведено указују и kajkавском дијалекту прилагођени топоними више села (нпр. Ширинци и Цаге у Западној Славонији, односно Ширинец и Цагинци у сјеверозападној Хрватској). Више података о претходној констатацији може се пронаћи у историјским документима Војне крајине, радовима бројних аутора (Грујић, 1913, 1996; Pavičić, 1953), архиву Музеја православне цркве и др. Турски период у Западној Славонији датира од пада утврде Бела Стена 1543. године до ослобођења Градишке (Стара Градишка, пр. аут.) и Пакрачког краја 1691. године. Јединствени териториј Славоније подијељен је између Турске и Аустрије на Горњу Славонију (аустријску) и Доњу Славонију (турску), те су се на оба простора формирале Војне крајине насељене претежно Србима. У опустјеле крајеве Турци насељавају ново становништво, углавном Србе, у различитим изворима мартолози, Власи, Раци, шизматици (Smičiklas, 1891, стр. 37, 86, 148). Потискивањем Турака јужно од Саве 1691. године и Сремскокарловачким миром 1699. године граница између Аустрије и Турске устаљена је на ријеци Сави. Сјеверно од ње простире се Војна крајина, са Славонијом као њеним дијелом, у функцији одбране Хабзбуршке монархије, односно хришћанске средње и западне Европе (Сл. 3).

Новом просторно-функционалном организацијом, послје више реорганизација, формирана је Посавска крајина (генералат) с три пуковније: градишка (Западна Славонија), бродска и петроварадинска. У формирању Градишке (њем. Friedrichsdorf, данас Нова Градишка, пр. аут.), као новог насеља и средишта пуковније у склопу Војне крајине, учествује 30 српских и 10 њемачких породица (Pavičić, 1953). Хрватско становништво

highland parts of West Slavonia, covering the area between Pozega basin and the Ilova River. Slavonia was under the Turkish rule for more than 150 years (16th–17th centuries) but the cultural identity of the population and space was not affected. During the period, Slavonia witnessed dynamic migrations characterized by population redistribution towards modern day north-west Croatia. We find evidence to support this fact in toponyms of many villages which adjusted to the kajkavian speech (Sirinci and Cage in West Slavonia versus Sirinec and Caginci in north-west Croatia). Even more evidence may be found in the historical documents of the Military Border, works of many authors (Грујић, 1913, 1996; Pavičić, 1953), Archives of the Orthodox Church Museum, etc. The Turkish period in West Slavonia started in 1543 upon the fall of the Bela Stena fortress and ended with the liberation of Gradiska (Stara Gradiska, authors' comment) and Pakrac area in 1691. The once united Slavonia territory was divided between Turkey (Lower Slavonia) and Austria (Upper Slavonia) while the Military Border mostly populated by the Serbs were formed in both regions. The Turks settled deserted areas with new population, mostly Serbs, differently referred to by different sources (Martolosi, Vlasi, Rasci, schismatics) (Smičiklas, 1891, p. 37, 86, 148). It was in 1691 that the Turks were banned south from the Sava River and the Treaty of Karlowitz from 1699 set the borderline between Austria and Turkey along this river. North from the Sava River was the Military Border including Slavonia as its part, the purpose of which was to defend Austria-Hungary, i.e. Christians in central and west Europe (Fig. 3).

After multiple reorganizations, the new spatial-functional organization resulted in formation of the Posavina Military Border (generalat) with three regiments: Gradiska (West Slavonia), Brod and Petrovaradin. There were 30 Serbian and 10 German families participating in the formation of Gradiska



Сл. 3. Војна крајина у XVIII вијеку (Вулетић, 1996)

Fig. 3. The Military Border in 18th century (Вулетић, 1996)

се не помиње. Бечки професор статистике Брахели наводи да је средином XIX вијека у простору славонске Војне границе настањено 310,964 становника српске народности (Brahelli, 1861), други народи се не наводе. Дио Западне Славоније, односно Посавина с јужним дијелом побрђа улази у састав Војне крајине, а сјеверни побрдски простор егзистира у феудалној организацији (Сл. 3). Према томе, културолошки јединствен простор и становништво Западне Славоније подјељени су у два различита друштвена система и различите системе просторно-функционалне организације. Ова подјела

(Friedrichsdorf, Germ. Modern day Nova Gradiska, authors' comment), which was a new settlement in the regiment center within the Military Border (Pavičić, 1953). There was no record of Croatian population. Brachelli, a Vienna professor of statistics, inferred that 310,964 Serbs occupied Slavonia Military Border in mid-19th century (Brahelli, 1861), but was no mention of other populations. A part of West Slavonia, i.e. Posavina and south highland areas, belonged to the Military Border whereas north highland area remained a part of the feudal organization (Fig. 3). Therefore, the culturally unique space and the

утицала је на различит социјални статус становништва и његов укупни друштвени положај, неуједначен културни развој и даљњу етногенезу. Простор славонске Војне крајине, као и Војне крајине уопште, под директном је управом Беча, строгом војном организацијом, гарантованом слободом вјероисповјести и другим колективно гарантованим слободама и правима (Ваничек, 1878). У простор Војне крајине константно се досељава српско становништво укључујући се у њен војно-привредни систем. Истовремено, унаточ Влашким статутима (*Statuta Valachorum* 1630. године) и другим повељама загарантованим правима слободе вјероисповјести и статуса слободних сељака, одвијала се константна борба српског православног становништва за очување вјероисповјести, националног бића и социјалног статуса. Под константним притисцима католичке цркве и државних структура одвијали су се постепено процеси унијаћења и покатоличења српског православног становништва, а крајем XIX вијека кроатизације која укључује и дио других етноса наведеног простора. Ови процеси мијењали су однос у бројности и просторном размјештају етничких група, односно српског становништва и новонасталог хрватског. Генерално, српско православно становништво у Западној Славонији битно је, између осталог, сагледавати и с аспекта крајње западне границе српског етничког простора и западне границе православља с одређеним државотворним елементима.

Укидањем Војне крајине 1881. године мијења се укупни статус наведеног геопростора (геополитички, правни, друштвени и економски). У промјенама унутрашње политичке и територијалне организације, дефинисани геопростор доведен је у положај политичког надметања између појединих политичких актера с наглашеном тежњом Банске Хрватске да га политички integriше. У том периоду Хрватска се простире на подручју кајкавског и чакавског

population of West Slavonia were divided into two different social systems and two different systems of spatial-functional organization. The division resulted in the stratified social status, the population position in general, the unbalanced cultural development and further ethnic-genesis. The Slavonia Military Border and the Military Border in general were under direct Austrian jurisdiction; the military organization was strict, the religious freedom was guaranteed as well as collective freedom and rights (Ваничек, 1878). The Military Border region was constantly being settled by the Serbian population who participated in the military and commercial systems. At the same time, despite *Statuta Valachorum* (1630) and other acts which guaranteed religious freedom and other rights to the free peasants, there was a constant fight of the Orthodox Serbs for the preservation of their religious affiliation, national being and social status. The regular pressure by the Church of Rome and government bodies resulted in gradual processes of Catholicization of Orthodox Serbs. The end of 19th century witnessed the process of Croatization, which included not only Serbs but some other population as well. These processes impinged on the population and spatial distribution of ethnic groups, i.e. Serbs and newly-formed Croats. Generally, it is crucial to observe the Serbian Orthodox population in West Slavonia as the ending west borderline of the Serbian ethnic space and the west borderline of Orthodoxy which at the time had its specific statehood elements.

The abolishment of the Military Border in 1881 completely changed this geospace (geopolitically, legally, socially, and economically). The new internal political and territorial organization put this region into a position of being a subject of competition among different political actors; the Banovina of Croatia displayed strong ambition to politically integrate the whole region. In that period Croatia covered areas

дијалекта. Територијално проширење остварује 1881. године интегрисањем Војне крајине у оквиру Хабзбуршке монархије, затим 1939. године у склопу административно-територијалне подјеле Краљевине Југославије и 1945. године у саставу социјалистичке Југославије. Послије укидања Војне крајине, одређени државотворни елементи на простору Славоније и Далмације сачувани су, што потврђује и више законодавних уредби Аустроугарске монархије којима се наводи да се именоване уредбе односе на земље Хрватске, Славоније и Далмације. Између осталог тиме се потврђује да не постоји правна државотворна цјеловитост Хрватске, како то данас хрватска историографија тврди, већ више политичких субјективитета унутар Аустроугарске монархије.

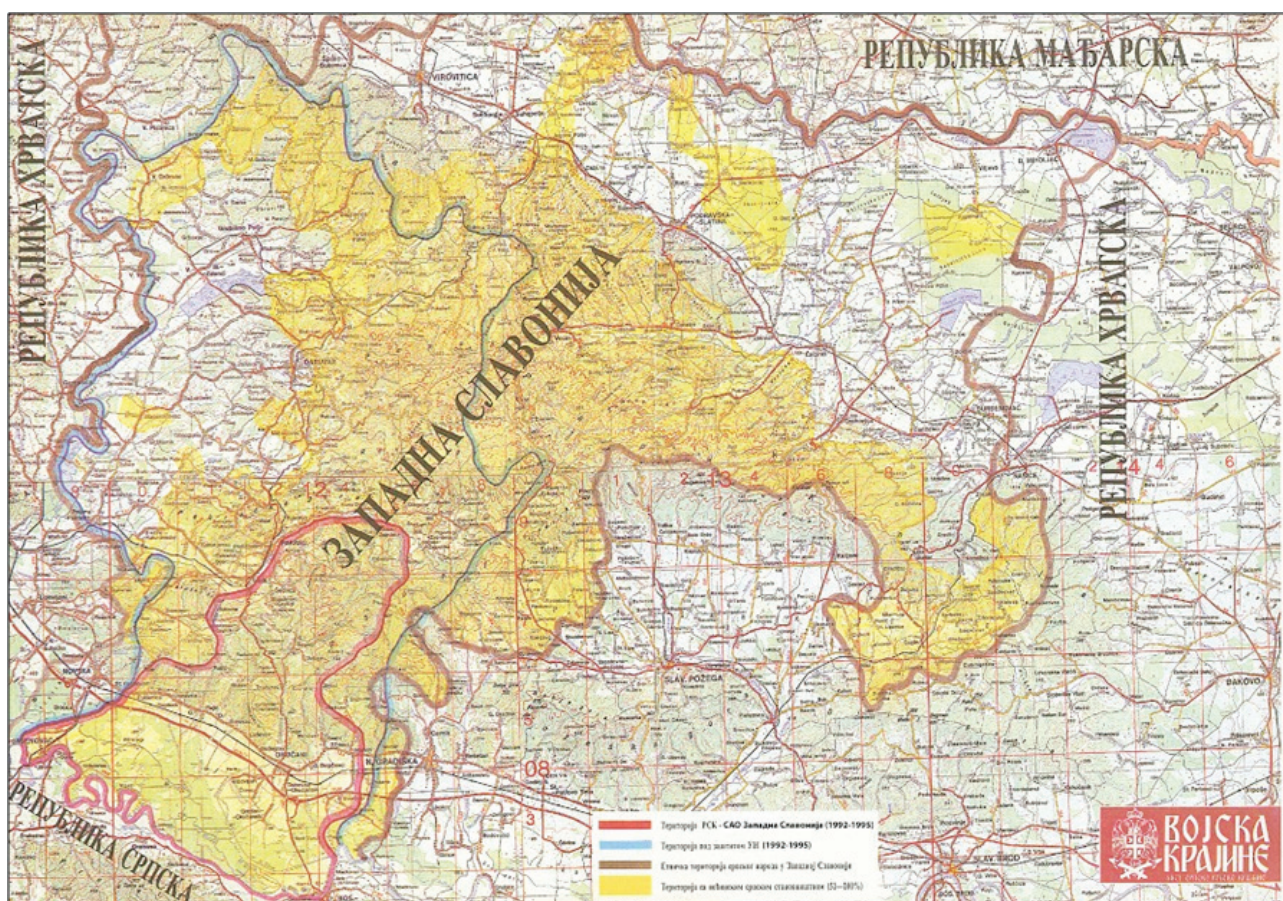
Завршетком Првог свјетског рата, нестајањем Аустроугарске монархије и оснивањем Краљевине, Срба, Хрвата и Словенаца (Краљевина Југославија од 1929. године), Срби у тадашњој Хрватској су државотворни народ. Правно-политичка равноправност Срба с Хрватским народом прекинута је за вријеме Другог свјетског рата у оквиру Независне државе Хрватске (1941–1945), као фашистичке творевине, у којој се одвијао највећи прогон и уништење Срба у историји. У социјалистичкој Југославији поново је успостављена конститутивност српског народа у Хрватској. Учешће Срба у антифашистичкој борби, у простору данашње Хрватске, даје јој легитимитет антифашистичке државе унаоч фашистичког одређења у рату. Правни статус Славоније у савременој Хрватској замијењен је регионалним идентитетом, те нема државотворне елементе. У савременој регионализацији Хрватске и у административно-територијалној подјели појам Славонија нестаје, а приликом употребе потенцира се у смислу регионалнокултурног идентитета. Конститутивност Срба у Хрватској укинута је 1990. године, преименовањем

of kajkavian and čakavian dialect. The territorial extension took place in 1881 as the Military Border became an integral part of Austria-Hungary; other expansions took place within the administrative-territorial division of the Kingdom of Yugoslavia in 1939 and within socialist Yugoslavia in 1945. Once the Military Border was abolished, some statehood elements were preserved in Slavonia and Dalmatia and the evidence may be found in several legal decisions of Austria-Hungary which referred to countries of Croatia, Slavonia and Dalmatia. This only confirms that there was no legal statehood unity of Croatia (as advocated by modern Croatian historiography) but only several different political subjects within Austria-Hungary.

Once the World War I ended, Austria-Hungary ceased to exist and the Kingdom of Serbs, Croats and Slovenians (the Kingdom of Yugoslavia from 1929) was created. As a result, the Serbs in Croatia were a constitutive nation. The Serbs lost their constitutional rights during the World War II within the Independent State of Croatia (1941–1945), which was a fascist entity responsible for the largest exile and holocaust of the Serbs in history. In SFR Yugoslavia, the Serbs reclaimed their constitutional rights in Croatia. The fact that the Serbs in Croatia participated in the anti-fascist movement gave this country an anti-fascist status despite the clear fascist affiliation of the Croats during the war. Legally, in modern day Croatia Slavonia has the status of a region and has no statehood elements. The modern regionalization and administrative-territorial division of Croatia does not recognize the term Slavonia and only uses it to refer to the regional-cultural values. The Serbs finally lost their constitutional status in Croatia in 1990 and they have been a national minority ever since. The 1990 events resulted in a referendum and proclamation of the Republic

српског народа у националну мањину. То је резултирало референдумом и проглашењем Републике Српске Крајине на српском историјском и етничком простору, углавном подударном са границама Војне крајине. Унутар Републике Српске Крајине, која има неколико конститутивних историјско-географских области, у периоду 1991–1995. године, егзистирала је Српска аутономна област Западна Славонија (Сл. 4). Простор Српске аутономне области Западне Славоније настањивало је 1991. године 145,132 становника, од чега 62,500 или 43.3 % Срба (релативна већина) и преко 6,000 Југословена (Savezni zavod za statistiku SFRJ, 1991), углавном српског поријекла.

of Srpska Krajina within the historical and ethnic Serbian areas that mostly matched the Military Border territory. The Serbian Autonomous Region of West Slavonia existed within Republic of Srpska Krajina (which comprised of several constitutional historical-geographical regions) from 1991 to 1995 (Fig. 4). In 1991, the Serbian Autonomous Region of West Slavonia had the population of 145,132 people of which 62,500 (43.3 %, relative majority) were the Serbs and more than 6,000 declared themselves as Yugoslavs who were mostly of Serbian origin (Savezni zavod za statistiku SFRJ, 1991).



Сл. 4. Српска аутономна област Западна Славонија (“Српска аутономна област Западна Славонија,” 1993)

Fig. 4. Serbian Autonomous Region of West Slavonia (“Српска аутономна област Западна Славонија,” 1993)

Почетком ратних сукоба 1991. године простор Српске аутономне области Западна Славонија сведен је на подручје Окучанско-пакрачког краја (Сл. 4) и последња је фаза у нестајању државотворности Срба Западне Славоније. Војном интервенцијом у мају 1995. године Хрватска је насилно, кршећи норме међународног права, интегрисала овај простор у државно-правни систем Хрватске прогоневши око 20,000 преосталих Срба. Систематским етничким чишћењем српског историјског и етничког простора Западне Славоније и других дијелова данашње Хрватске, „девастацијом, отуђењем и присвајањем материјалних и културних добара, вјековно ствараних од српског народа, урушава се српско национално биће, његов идентитет и етнотериторијалност“ (Живковић, 2017, стр. 567) у савременој Хрватској.

СТАЊЕ И ПЕРСПЕКТИВА СРПСКОГ НАРОДА У СРПСКОМ ИСТОРИЈСКОМ И ЕТНИЧКОМ ПРОСТОРУ ЗАПАДНЕ СЛАВОНИЈЕ

Губитком политичко-правног статуса и државотворности положај српског народа у данашњој Хрватској суштински је измијењен. Немогућност довољне заштите националних интереса последиочно је манифестована низом проблема (политичко-правним, социоекономским и културолошким) што у крајњем продукује урушавање националног идентитета и етнотериторијалности. Наведени проблеми детерминисани су у основи историјско-географским развојем, али и савременим развојним факторима, који одређују стварност битисања српског етноса, условно и перспективу његовог националног бића.

Српски етнички простор Западне Славоније, у савременој административно-територијалној диференцијацији, подјељен је на више жупанија са хрватском етничком већином чиме се ниподаштава етнотериторијалност српског народа у Западној Славонији, доводећи у питање положај и перспективу његовог националног бића.

As the war started 1991, Serbian Autonomous Region of West Slavonia was narrowed down to Okučani-Pakrac area (Fig. 4) which represented the final step towards the abolition of statehood of the Serbs in West Slavonia. During the May 1995 military intervention, Croatia violently broke international legal norms and integrated the region into its own state and legal system after prosecuting around 20,000 surviving. The systematical ethnic cleansing of the historical and ethnic Serbian space of West Slavonia and other parts of modern day Croatia as well as „the devastation, dispossession and appropriation of material and cultural Serbian heritage impair the Serbian national being, their identity and ethnic territoriality“ (Живковић, 2017, p. 567) in Croatia nowadays.

THE CONDITION AND PERSPECTIVE OF THE SERBIAN POPULATION IN THEIR HISTORICAL AND ETHNIC SPACE IN WEST SLAVONIA

The loss of their political-legal status of a constituent people essentially altered the position of Serbs in modern day Croatia. The inability to protect their national interests resulted in a whole range of problems (political, legal, social-economic, and cultural) which eventually caused deterioration of Serbian national identity and ethnic territoriality. All these problems are primarily determined by the historical-geographical growth as well as modern factors which define the Serbian ethnic being and the people's perspective.

The modern administrative-territorial differentiation divides Serbian ethnic space in West Slavonia into several counties with Croatian ethnic majority which annuls Serbian ethnic territoriality in West Slavonia and threatens the position and perspective of Serbs and their national existence.

Укупни савремени демогеографски процеси српског етноса у подручју српског етничког простора у данашњој Хрватској, односно српског етничког простора Западне Славоније, те Хрватске уопште, карактеришу:

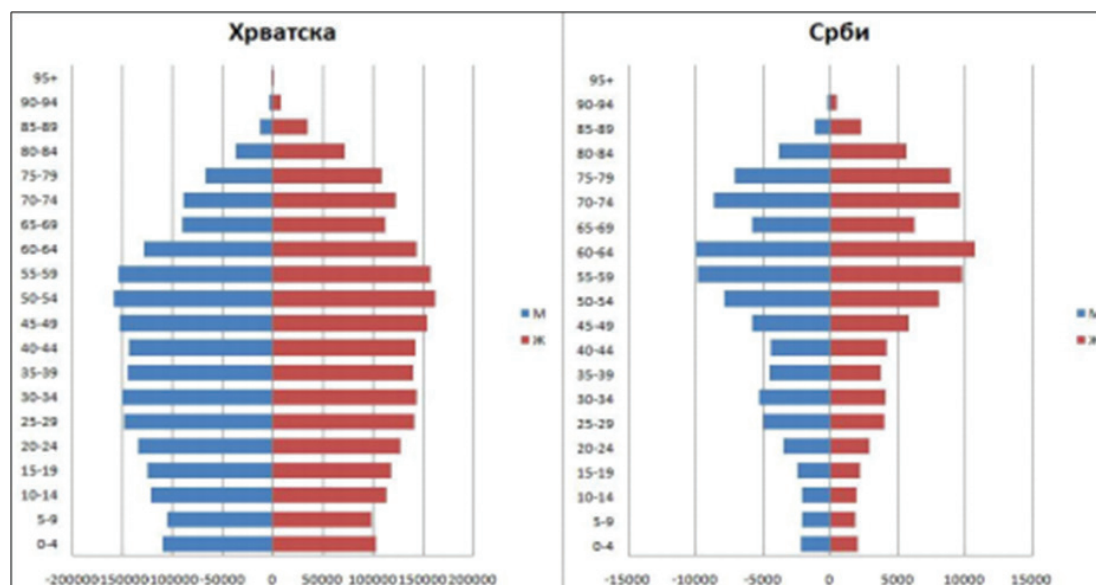
- крајња демографска угроженост српског народа – питање биолошке одрживости,
- културна и етничка асимилација,
- отуђење и присвајање врло вриједне културне, материјалне и духовне баштине,
- девастирање вјековно ствараних историјско-културних вриједности и материјалних добара.

Према званичним резултатима посљедњег пописа становништва у Хрватској је 2011. године живјело 186,633 становника српске националности, односно мање од једне трећине српске популације у односу на 1991. годину. Иако се ради о званичним пописима, наведене податке о настањеним Србима у Хрватској треба узети с великом резервом. Истраживања више различитих институција и организација показују да у Хрватској живи знатно мање припадника српског народа, с чиме су сагласни и аутори рада. У прилог томе говоре и подаци хрватске владе, по којима од 130,220 регистрованих Срба повратника, сваки трећи живи у Хрватској (Mesić & Bagić, 2011). Дакле, у Хрватској егзистира око 95,000 Срба, односно у пола мање од података које презентују званични статистички извори. Разлика у представљеним подацима је у формалном пријављивању мјеста сталног боравка Срба „повратника“ ради остваривања основних грађанских права (регулisaње имовине, радног стажа, пензионог и здравственог осигурања, ...). У контексту наведених демографских кретања треба посматрати и српски етнички простор у Западној Славонији. У наведеном простору егзистира свега неколико хиљада Срба (око 6,000), односно сваки десети становник у односу на 1991. годину. Присутно становништво је изразито високе старосне доби, више од просјечне старости укупне српске популације у Хрватској (Сл. 5) која прелази 53 године (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2013a).

The overall demographic and geographical processes which the Serbs undergo within their ethnic space in West Slavonia and Croatia nowadays are characterized by the following features:

- the urging demographic threat to the Serbs whose national biological existence is on the verge of sustainability,
- cultural and ethnic assimilation,
- expropriation and usurpation of extremely valuable cultural, material and religious heritage,
- devastation of historical-cultural and material goods generated for centuries.

According to the latest official population census results in Croatia (2011), the Serbian population was 186,633 people which meant less than one third of the 1991 Serbian population. Despite the fact that these are official records, the data on the number of Serbs in Croatia should be taken with precaution. Namely, studies run by many different institutions and organizations inferred a much lesser number of Serbs living in Croatia, which is also an opinion shared by authors of this paper. This conclusion is supported by the fact that out of 130,220 Serbian returnees registered by the Croatian government every third of them lives in the country (Mesić & Bagić, 2011). Therefore, the real number of Serbs living in Croatia is around 95,000 or less than half presented in the official records. The disparity in the figures is caused by the formal permanent residence of many Serbs who are trying to materialize their basic civil rights (property ownership, years of service, retirement and health insurance, etc.). The Serbian ethnic space in West Slavonia should be analyzed in terms of this demographic statistics. The region is populated by only several thousand Serbs (around 6,000), i.e. every tenth citizen when compared with 1991 statistics. The population in question comprises people of extremely old age (Fig. 5) who are above the average age of Serbs in Croatia (53) (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2013a).



Сл. 5. Старосна структура укупног становништва Хрватске и српског становништва у 2011. години (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2013b)

Fig. 5. Age structure of overall Croatian population and Serbian population in 2011 (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2013b)

Развојни процеси одвијају се у правцу старења и изумирања српске популације у српском етничком простору Западне Славоније и уопште српском етничком простору данашње Хрватске. Дакле, може се закључити да српски етнос у Хрватској карактерише демографска депресија, као последица ратних збивања (1991–1995), те свеукупног политичког, правног, социјалног и културног положаја Срба.

Губљењу националног идентитета (језик, писмо, вјероисповјест, ...) доприноси непоштовање основних грађанских и националних права Срба, који уз Роме, представљају највише маргинализоване и социјално искључене друштвене групе (Gjenero, 2012). Процеси асимилације и различити видови притисака на српско становништво, уз говор мржње, континуирано су присутни.

Различити аспекти процеса глобализације, све присутнији на геопростору Југоисточне Европе, доприносе однарођавању и убрзаном губљењу националног идентитета, додатно подстичући наведене процесе у српској популацији. Духовни развој и надградња, те укупна саборност српског националног бића у српском геопростору, претпоставка је његове перспективности. У том контексту потребно је посматрати и српску популацију у данашњој Хрватској.

Currently, there is a tendency of aging and extinction of the Serbian population within their ethnic space in West Slavonia and Croatia in general. Hence, we may infer that the Serbian ethnos in Croatia is affected by demographic depression and weakened political, legal, social and cultural positions, which is a consequence of 1991–1995 war.

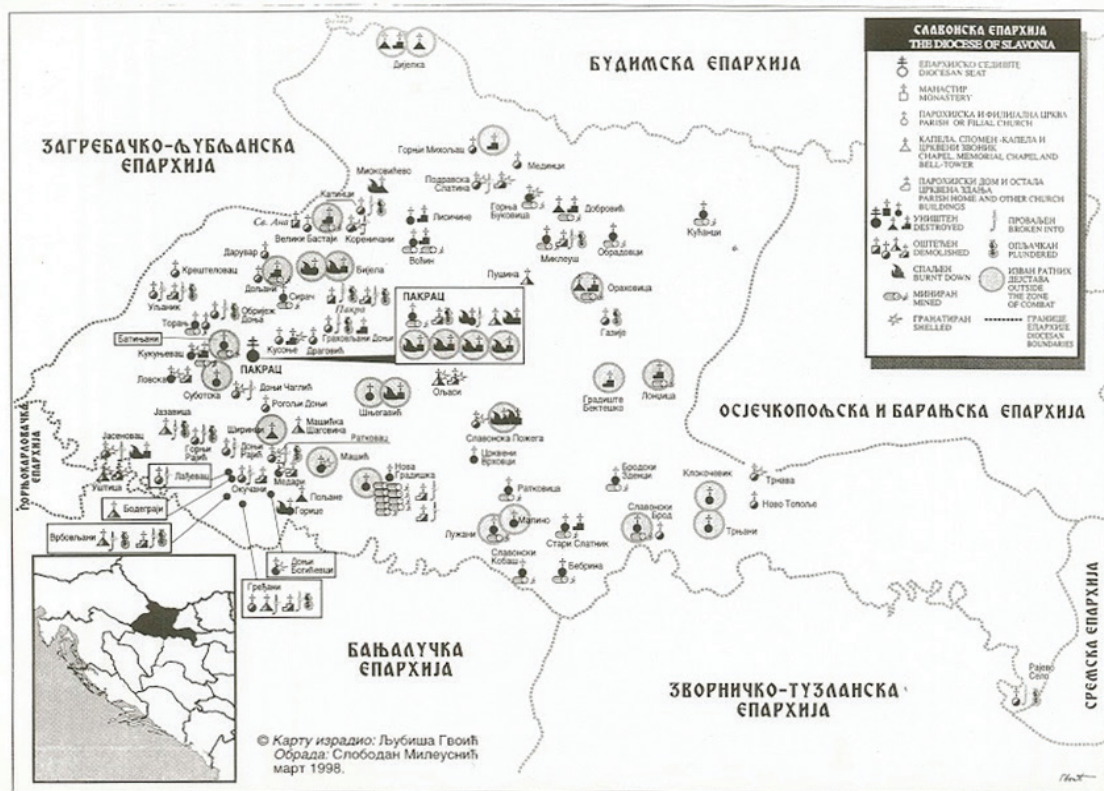
Disrespect of basic human rights of the Serbs, who are along with the Roma the most marginalized and socially excluded group, leads towards a loss of national identity (alphabet, language, religion) (Gjenero, 2012). Processes of assimilation and different types of pressure, along with hatred speech, are constantly present.

Different aspects of globalization present in South-East Europe only add to the alienation and loss of national identity, which in turn fastens the aforementioned processes faced by the Serbian population. It is crucial for the nation's perspective in general to turn back to religious practice as the national religious affiliation has always been a bond between the people. The perspective of the Serbs in modern day Croatia should also be regarded from this point of view.

The position of Serbs in Croatia is nowadays threatened by severe material

Укупни положај Срба у савременој Хрватској угрожен је размјерама разарања српских насеља, уништавањем и отуђењем српске имовине, уништавањем, девастирањем и отуђењем културних, духовних и материјалних добара српског народа (цркве, музеји, библиотеке, гробља, споменици), чиме се затире историјско присуство и допринос српског народа развоју изучаваног геопростора. Отуђењем и присвајањем културних добара и прекрајањем историјских чињеница слаби српско национално биће, а надограђује се и јача хрватски идентитет. Наведени видови деструкције наглашено су испољени у српском историјском и етничком простору Западне Славоније. Почетком грађанског рата порушено је и спаљено 129 западнославонских села (Маслић, 1993, стр. 344). У духовном погледу културни идентитет нарушен је, између осталог, разарањем вјерских објеката и уништавањем библиотеке Пакрачко-славонске епархије, једне од највриједнијих ризница Српске православне цркве (Сл. 6).

devastation of Serbian settlements, demolition and expropriation of property, cultural and religious heritage (churches, museums, libraries, cemeteries, monuments) which represents an attempt to conceal their historical presence and contribution to this geo-space. The expropriation of cultural heritage and modification of historical facts weaken the Serbian national being and strengthen Croatian national identity. All these types of destruction are evident within the Serbian historical and ethnic space in West Slavonia. As the civil war started, 129 villages were burned to the ground in West Slavonia (Маслић, 1993, p. 344). Speaking of religion, the cultural identity was impaired by the demolition of many religious facilities along with the library of Eparchy of Pakrac-Slavonia, which was one of the most valuable treasures of the Serbian Orthodox Church (Fig. 6).



Сл. 6. Славонска епархија – порушени и девастирани вјерски православни објекти у периоду 1991–1992. године (Милеуснић, 1997, стр. 197)

Fig. 6. The Eparchy of Slavonia – demolished and devastated Orthodox facilities in the 1991–1992 periods (Милеуснић, 1997, р. 197)

У складу с важећим европским законодавством и захтјевима у поштовању људских права, хрватска држава одређеним законским уредбама (Закон о подручјима посебне државне скрби, реституција власништва, дјелимична обнова порушених кућа, обнова појединих српских националних институција и организација) у одређеној мјери, ни приближно довољној, често само декларативно, дјелује у правцу побољшања услова живота Срба у Хрватској. Развој политичко-правних и других националних институција претпоставка је опстанку и одрживом развоју српског националног бића, очувања идентитета и етнотериторијалности.

Проблеме српског етноса у Западној Славонији и Хрватској није могуће рјешавати без сагледавања српског националног питања у цјелини, као кључног геополитичког и културног развојног фактора Балкана, о чему је својевремено писао и Јован Цвијић. Уважавањем релевантних актуелних и потенцијалних фактора развоја, унутрашњег и спољашњег карактера, могуће је рјешење бројних проблема српског народа у његовом етничком простору и тиме његове ревитализације. Дефинисање српског етничког простора, чување и развијање националног идентитета и чврсти односи националне матице и српске дијаспоре претпоставка су националном развоју (Мандић, 2013). У конкретном, успостављање културне аутономије српског народа у његовом историјском и етничком простору у данашњој Хрватској и трансграничне сарадње српског етничког простора у Хрватској са Србијом и Републиком Српском почетни су и неопходни кораци у претпоставци рјешавања наведених проблема српског народа и његове етнотериторијалности. Генерално, централно питање српске политичке праксе, између осталог, је и у наведеним констатацијама.

To a certain extent but not nearly adequately, Croatia hypothetically operates in order to improve life conditions for the Croatian Serbs in line with the existing European legislation and demands on human right protection through certain legal regulations (the Law on Areas of Special State Concern, ownership restitution, partial reconstruction of devastated households, renovation of some Serbian national institutions and organizations). The development of political-legal and other national institutions is a condition for the survival, preservation and sustainable growth of Serbian nationhood, identity and ethnical territoriality.

Problems encountered by the Serbs in West Slavonia and Croatia cannot be solved without taking into consideration the Serbian national question which represents a crucial geopolitical and cultural development factor of the Balkans as was advocated by Jovan Cvijic. Appreciation of relevant existing and potential development factors, both internal and external, might help solve many Serbian problems within their ethnic space, which would eventually lead to the nation's revitalization. Prerequisites for the national development are the definition of Serbian ethnic space, preservation and strengthening of national development, and strong connection between the national homeland and diaspora (Мандић, 2013). More specifically, the starting points for solving Serbian national issues are the cultural autonomy within the historical Serbian ethnic space in Croatia as well as the cross-boundary cooperation among the Serbian ethnic space in Croatia, the Republic of Srpska and Serbia. More generally, all these facts represent the central issue of Serbian political practice.

ЗАКЉУЧАК

Српски етнички и духовни простор је крајем XX вијека значајно смањен, а укупни положај српског народа, у европској савременој историји, склоној прекрајању, политички маргинализован. Дезинтеграцијом СФР Југославије проблематизован је национални статус Срба изван Србије. Тиме је нужно констатовање историјских чињеница, потенцирање доприноса Срба у укупном историјско-географском развоју, као и преиспитивање укупног положаја српског народа у новонасталим државама и перцепцији међународне политичке јавности. У контексту наведеног је и положај Срба у Хрватској и Западној Славонији. Из наведених разлога неопходно је констатовати:

- Западна Славонија је српски домицилни и вјековни етнички простор;
- Српско становништво је аутохтоно, ненасилно насељено, демографски већинско до краја XX вијека;
- Српско становништво је кључни фактор историјско-географског развоја Западне Славоније;
- Водећи је конститутивни и државотворни елемент током историје Западне Славоније;
- Нестаје из Западне Славоније процесима етноцида и геноцида.
- Наведене констатације потврђују историјске чињенице и на њима засноване бројне историјске изворе.

Опстанак и ревитализација српског етничког простора и српског националног бића у Хрватској је у правним и општеприхваћеним цивилизацијским вриједностима, јединству српског националног бића, у чему важну улогу има Српска православна црква, и јасном дефинисању националног програма у реалним геополитичким приликама и савременим развојним процесима.

CONCLUSION

In late 20th century, Serbian ethnic and religious space was evidently narrowed down and the position of the Serbs in modern European history, inclined to customization, was politically marginalized. The disintegration of SFR Yugoslavia raised the issue of the Serbian national status outside the Serbia borders. Hence, it is crucial to put forward the historical facts, stress out the contribution of the Serbs in the overall historical-geographical development, as well as to revise position of the Serbs in the newly-formed states and the perception of the nation held by the international political public. In this regard, the position of the Serbs in Croatia and West Slavonia should be observed. Based on the aforementioned, the following observations are made:

- West Slavonia is a Serbian domicile and centuries old ethnic space;
- The Serbian population is autochthonous; they settled in peace and represent demographic majority by the end of the 20th century;
- The Serbian population is a key factor of the historical-geographical development of West Slavonia;
- The nation has been a constituent and statehood element during the history of West Slavonia;
- The nation vanished from West Slavonia during the processes of ethnocide and genocide.
- These facts corroborate historical facts and historical sources based on them.

The survival and revitalization of the Serbian ethnic space and national being in Croatia lie in the legal and generally accepted civilization values, the unity of the Serbian national being governed by the Serbian Orthodox Church, and finally, in a clearly defined national program within the framework of current geopolitical circumstances and modern development processes.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Бјеловитић, М. (1995). Западна Славонија. *Земља и људи: Популарни научни зборник*, 45, 36–41.
- Бобавац, Т. (1998). *Нестајање Срба*. Ниш, Србија: Просвета.
- Brachelli, H. F. (1861). *Handbuch der Geographie und Statistik des Kaiserthums Oesterreich*. Leipzig, Oesterreich: Hinrichs.
- Crkvenčić, I. (Ur.). (1974). *Geografija SR Hrvatske, Središnja Hrvatska* (Knj. 2). Zagreb, Hrvatska: Školska knjiga.
- Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. (2013a). *Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011: Stanovništvo prema državljanstvu, narodnosti, vjeri i materinjem jeziku* (Statističko izvješće 1469). Zagreb, Hrvatska: Autor.
- Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. (2013b). Stanovništvo prema narodnosti, starosti i spolu, popis 2011. Preuzeto sa http://www.dzs.hr/Hrv/censuses/census2011/results/htm/H01_01_18/H01_01_18.html
- Gjenero, D. (2012). *Ostvarivanje prava na zapošljavanje pripadnika nacionalnih manjina u javnim službama i osiguravanje rodne ravnopravnosti u 2012. godini*. Zagreb, Hrvatska: Srpski demokratski forum.
- Гњато, Р., & Станојевић, М. (2013). Геополитичке последице вјештачких етногенеза на простору бивше СФР Југославије. *Гласник*, 16, 1–24. doi:10.7251/HRLD1316001G
- Грчић, М., & Грчић, Љ. (2012). Први насељени градови покрштене Србије X вијека према К. Порфирогениту на карти Гијом Делила. *Гласник српског географског друштва*, 92(2), 1–13. doi:10.2298/GSGD1202001G
- Грујић, Р. (1913). Најстарија српска насеља по сјеверној Хрватској до 1597. год. *Гласник српског географског друштва*, 2(2), 153–166.
- Грујић, Р. (1989). *Апологија српског народа у Хрватској и Славонији*. Београд, Србија: Просвета.
- Грујић, Р. (1996). *Споменица о српском православном владичанству пакрачком (према истоименом дјелу 1930)*. Београд, Србија: Музеј Српске православне цркве.
- Илић, Ј. (1993). Број и размјештај Срба на територији авнојске Хрватске. У Ј. Илић & В. Б. Рудић (Ур.), *Срби у Хрватској – насељавање, број и територијални размјештај* (стр. 7–172). Београд, Србија: Географски факултет Универзитета у Београду.
- Ивић, А. (1926). *Миграције Срба у Славонији током 16, 17. и 18. столећа*. Суботица, Србија: Српска краљевска академија.
- Karger, A. (1963). *Die entwicklung der siedlungen im westlichen Slawonien – Ein Beitrag zur Kulturgeographie des Save–Drau–Zwischenstromlandes*. Wiesbaden, Germany: Franz Steiner Verlag.
- Klaić, N. (1990). *Hrvatska u srednjem vijeku*. Zagreb, Hrvatska: Globus.
- Krleža, M. (Ur.). (1988). *Enciklopedija Jugoslavije* (Knj. 5). Zagreb, Hrvatska: Jugoslovenski leksikografski zavod.
- Мандић, М. (2013). Српски етнички геопростор и национална свијест између перцепције и стварности. У Р. Гњато (Ур.), *Зборник радова обиљежавања 20. годишњице Географског друштва Републике Српске* (стр. 37–47). Бања Лука, Босна и Херцеговина: Географско друштво Републике Српске.
- Маслић, А. (Прир.). (1993). *Злочин је злочин прећутати: Избор докумената највиших државних органа Југославије о ратним злочинима геноцида и другим страдањима српског народа у Хрватској и Босни и Херцеговини 1991–1992*. Нови Сад, Србија: Мегилот.

- Mesić, M., & Bagić, D. (2011). *Manjinski povratak u Hrvatsku – Studija otvorenog procesa*. Zagreb, Hrvatska: UNHCR.
- Милеуснић, С. (1997). *Духовни геноцид – Преглед порушених, оштећених, обесвећених цркава, манастира и других црквених објеката у рату 1991–1995*. Београд, Србија: Музеј Српске православне цркве.
- Новаковић, Р. (1981). *Где се налазила Србија од 7. до 12. века*. Београд, Србија: Историјски институт, Народна књига.
- Pavičić, S. (1953). *Podrijetlo hrvatskih i srpskih naselja i govora u Slavoniji*. Zagreb, Hrvatska: Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti.
- Reljković, M. A. (1909). *Satir iliti Divji čovik*. Zagreb, Hrvatska: Književna izdanja Društva hrvatskih srednjoškolskih profesora s potporom Kraljevske hrvatsko-slavonsko-dalmatinske vlade.
- Републички завод за статистику Србије. (2009). Становништво према националној припадности и површина насеља. Преузето са <http://pod2.stat.gov.rs/ObjavljenePublikacije/G1991/pdf/G19914018.pdf>
- Savezni zavod za statistiku SFRJ. (1991). *Popis stanovništva Republike Hrvatske 1991: Stanovništvo Hrvatske prema narodnosti po naseljima*. Beograd, Srbija: Autor.
- Smičiklas, T. (1891). *Dvjestogodisnjica oslobođenja Slavonije*. Zagreb, Hrvatska: Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti.
- Српска аутономна област Западна Славонија. (1993, септембар). *Војска Крајине*, 1(6), 39–40.
- Šimunović, P. (1983). *Najbrojnije hrvatsko prezime Horvat – Zbornik za narodni život i običaje Južnih Slavena*. Zagreb, Hrvatska: Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti.
- Ваничек, Ф. (1878). *Историја Војничке крајине или Историја васцелог српског народа са ове и оне стране Дунава, Саве, Уне, Врбаса тако и приморја (од 1538 до 1873), по изворима и изворним делима*. Нови Сад, Србија: Штампарија А. Пајевића.
- Владисављевић, М. (1939). *Хрватска аутономија под Аустро-Угарском*. Београд, Србија: Политика.
- Вулетић, Д. (1996). *Војна граница*. Београд, Србија: Завод за заштиту споменика културе Сремска Митровица.
- Живковић, М. (2001). *Западна Славонија – окупанско-накрачки крај – регионалногеографски приступ*. Бања Лука, Босна и Херцеговина: Географско друштво Републике Српске.
- Живковић, М. (2017). Демогеографски процеси и проблеми обнове српског етничког простора у Републици Хрватској. У Р. Ђато & А. Г. Дружинин (Ур.), *Зборник радова међународне научне конференције „Геополитички процеси у савременом евроазијском простору“* (стр. 561–574). Бања Лука, Босна и Херцеговина: Географско друштво Републике Српске, Асоцијација руских друштвених географа, Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци.

УЛОГА НАСЕЉА У ПРОСТОРНО-ФУНКЦИОНАЛНОМ ИНТЕГРИСАЊУ РЕГИОНА ПОДРИЊЕ

Драгица Делић^{1*}

¹Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Бања Лука, Република Српска

Сажетак: Савремени геополитички и транзициони процеси огледају се у динамичним и интензивним промјенама у географском простору. Њихове очигледне посљедице су промјена административно-територијалне организације простора и просторног размјештаја становништва. У условима наведених процеса долази до концентрације становништва око појединих развојних осовина, које најчешће заобилазе погранични простор који демографски слаби и добија карактер проблемског. Управо такве карактеристике има погранични простор Босне и Херцеговине, то јесте Републике Српске. Имајући у виду да је за регионално повезивање од кључног значаја погранични простор, у овом раду разматра се улога насеља у трансграничном повезивању и формирању потенцијалног трансграничног региона Подриње између Републике Српске и Србије. Анализом демографских карактеристика, као предуслова за одрживост, утврђен је проблемски карактер пограничног простора. Резултати просторно-функционалне анализе указују на постојећа кореспондентна насеља као кључне развојне полове, али препознају и друга погранична насеља у простору као потенцијалне носиоце развоја и трансграничног повезивања.

Кључне ријечи: кореспондентна насеља, погранични простор, трансгранични регион, трансгранична сарадња, проблемско подручје, Подриње.

Original scientific paper

THE ROLE OF SETTLEMENTS IN SPATIAL-FUNCTIONAL INTEGRATION OF THE PODRINJE REGION

Dragica Delić^{1*}

¹University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka, Republic of Srpska

Abstract: Contemporary geopolitical and transition processes are reflected in dynamic and intense changes in the geographical area. Changes in spatial administrative-territorial organization and population distribution are their evident consequences. In terms of these processes, the population is concentrated around some developmental axes that most often circumvent the border area which weakens them demographically and gives them the character of a problematic one. The border area of Bosnia and Herzegovina, i.e. of the Republic of Srpska, has such characteristics. Having in mind that the border areas are crucial for regional integration, this paper discusses the role of border settlements in cross-border integration and the formation of the potential Podrinje cross-border region between the Republic of Srpska and Serbia. Analysis of demographic characteristics, as a prerequisite for sustainability, suggests the problematic character of this border area. The results of spatial-functional analysis showed that existing correspondent settlements are key development nodes, but other border settlements that could have leading role in the development and cross-border integration were also recognized.

Key words: correspondent settlements, border area, cross-border region, cross-border cooperation, problem area, Podrinje.

*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

Иако одавно актуелна у оквирима Европске уније, трансгранична сарадња на простору Југоисточне Европе добија на значају тек у посљедње двије деценије. Том периоду претходиле су геополитичке и административно-територијалне промјене које су довеле до економске, социјалне и културолошке трансформације у границама датог простора. Некада територијално јединствен простор, обједињен у границама СФРЈ, након насилне дезинтеграције губи своју дотадашњу функционалност. Одређивањем нових граница између новонасталих држава, прекинути су економски токови, долази до нових миграционих помјерања, те некада отворене границе постају „тврде“ и затворене. Државе Југоисточне Европе теже ка интеграцији у Европску унију. Како би успјешно прошле кроз процес стабилизације и придруживања, један од задатака јесте формирање трансграничних региона, који представљају најчешћи облик трансграничне сарадње (Živković, Mandić, Papić, & Stanojević, 2016a).

Босну и Херцеговину карактерише комплексна и за развој ограничавајућа, територијално-административна структура. Њен ентитет, Република Српска, у односу на Федерацију Босне и Херцеговине, има повољније услове за развој трансграничне сарадње што је условљено географским положајем и обликом територије Републике Српске. Вањска републичка граница Републике Српске, уједно је државна граница Босне и Херцеговине. Управо на тој граници важно је препознати пограничне просторе који би послужили као потенцијалне зоне трансграничне сарадње са окружењем. Исту важност има препознавање комплементарног прекограничног простора у сусједним државама како би могли да заживе у трансграничне (прекограничне) регионе. Имајући у виду да Република Српска на истоку већим дијелом граничи са Србијом, те да са обе стране границе живи иста (српска) етничка група која говори истим (српским) језиком и има

INTRODUCTION

Although a current issue within in the European Union for a long time, the cross-border cooperation in the Southeast Europe region had gained importance during the last two decades. That was preceded by geopolitical and administrative-territorial changes which led to the economic, social and cultural transformation of this region. Once one single territorial unit within the boundaries of the SFRY, after violent disintegration, it loses functionality. By establishing new boundaries among the newly formed countries, the economic flows were interrupted, new migrations began, and open borders became „hard“ and closed. The Southeast European countries are aspiring to integrate into the European Union. In order to successfully pass the stabilization and association process, one of the tasks before them is to form cross-border regions, which are the most common form of transnational cooperation in the European Union (Živković, Mandić, Papić, & Stanojević, 2016a).

Bosnia and Herzegovina is characterized by a complex territorial-administrative structure that is a limiting factor for development. Its entity, the Republic of Srpska (in relation to the Federation of Bosnia and Herzegovina), due to its geographical location and shape of the territory, has more favorable conditions for cross-border cooperation. The external border of the Republic of Srpska is at the same time the state border of Bosnia and Herzegovina. It is important to identify, precisely at that border, the border areas that could be potential cross-border cooperation zones with the surrounding regions. It is equally important to identify complementary cross-border areas in the neighboring countries so that they can outgrow into cross-border regions. Bearing in mind that the Republika Srpska's eastern border for the most part is the border with Serbia, and that on both sides of the border lives the same ethnic group (Serbs) that speaks the same (Serbian) language and has a mutual history, i.e. that it is an integral ethnic Serbian region (Živković,

заједничку историју, то јест да се ради о етнички јединственом српском геопростору (Živković, Mandić, Papić, & Stanojević, 2016b), намеће се закључак да управо на овом простору постоје реалне претпоставке за формирање трансграничног региона. „На основу заједничке историје, културе и језика, погранична подручја имају више шанси да се интегришу и створе привлачан погранични регион“ (Székely, 2013, стр. 64). Политички и економски уситњен простор, сличних развојних проблема, кроз концепт трансграничне сарадње има веће могућности за њихово рјешавање, те се успостављање сарадње између пограничних региона сусједних земаља намеће као нужност. Погранични простори често носе епитет „мање развијеног“, „запостављеног“, „проблемског“ дијела територије која припада једној држави. Босна и Херцеговина карактерише се управо таквим пограничним простором (Živković et. al., 2016b). У Републици Српској већи дио проблемског подручја обухвата управо њен источни погранични простор (Живковић, Папић, & Станојевић, 2013). Његове основне карактеристике су: привредна заосталост, инфраструктурна изолованост, демографско старење и депопулација. С обзиром на административно-територијалну организацију, погранични простор Босне и Херцеговине чини читав ентитет Република Српска. „По природи своје територије РС у цјелости има карактер пограничног простора и изражен карактер периферије“ (Живковић, 2007, стр. 153). Погранични простори држава са којима Босна и Херцеговина граничи имају сличне, у мањој или већој мјери изражене, карактеристике. Као инструмент за превазилажење оваквог несразмјерног просторног развоја може послужити концепт трансграничне сарадње и формирање трансграничних региона. Пракса трансграничне сарадње довела је до формирања Европске уније те се препоручује свим државама које претендују на чланство у њој. Као резултат овакве сарадње погранични мање развијени простори интегришу се са сусједним те настају трансгранични региони. „Трансгранични регион као нови вид концепта планирања пограничних

Mandić, Papić, & Stanojević, 2016b), it can be concluded that precisely over this area there are real prerequisites for the cross-border region formation. „Based on common history, culture, and language, the border areas have more chance to become integrated and create an attractive border region“ (Székely, 2013, p. 64). The politically and economically fragmented area, with similar development issues, through the concept of transnational cooperation has greater possibilities for solving them; hence, the establishment of cross-border cooperation between border regions of neighboring countries is imposed as a necessity. Border areas are often described as „less developed“, „neglected“, or „problematic“ part of the state territory. Bosnia and Herzegovina is characterized precisely by such kind of a border area (Živković et. al., 2016b). In the Republic of Srpska, most of the problem areas are located in its eastern border area (Живковић, Папић, & Станојевић, 2013). Its basic characteristics are economic backwardness, infrastructure isolation, population ageing and depopulation. Given the administrative-territorial organization, the entire entity of the Republic of Srpska is the border area of Bosnia and Herzegovina. „Given the shape of its territory, the Republic of Srpska itself has the character of the border area and the prominent character of the periphery“ (Живковић, 2007, p. 153). The border areas of countries which Bosnia and Herzegovina borders with have similar, more or less pronounced, characteristics. As an instrument for overcoming this disproportionate spatial development, the concept of transnational cooperation and the formation of cross-border regions can be helpful. The practice of transnational cooperation has led to the formation of the European Union, so it is recommended to all countries that are aspiring to become its member. As a result of such cooperation, the less developed border areas integrate with the neighboring ones to form cross-border regions. „Cross-border region, as a new concept of border-area planning, is becoming more and more current in the new

подручја све је актуелнији у политици нове регионализације Европе, односно процесима формирања еврорегиона“ (Живковић, 2007, стр. 151). Након дезинтеграције СФРЈ границе некадашњих република, данас самосталних држава, постале су „тврђе“ те су отежале економске токове и проток становништва. По завршетку ратних дешавања и преразмјештаја становништва, постоје реалне основе за прекограничну сарадњу кроз умањивање баријерности новонасталих граница. „У условима мира и отворених граница, повећавају се користи граничне локације, које индукују ефекат привлачења развојних импулса и повезивање два или више пограничних у један трансгранични регион.“ (Грчић, 2002, стр. 13). У случају Босне и Херцеговине, Република Српска због свог пограничног положаја има кључну улогу у процесу сарадње са државама које је окружују. Управо из тог разлога важно је уочити просторе који имају потенцијал да ту сарадњу и остваре. С обзиром на историјско-географски контекст, први такав простор у планирању трансграничне сарадње је простор Подриња, који чини погранични простор између Републике Српске, Србије и Црне Горе.

Предмет рада је погранични регион Подриња. Циљ рада је дефинисање потенцијалног трансграничног региона Подриња и утврђивање улоге кореспондентних насеља у успостављању трансграничне сарадње. Задаци рада усмјерени су на издвајање трансграничног региона и анализу савремених географских обиљежја пограничног простора и насеља између Босне и Херцеговине (Републике Српске) и Србије.

ДЕФИНИСАЊЕ И ПОЛОЖАЈ ТРАНСГРАНИЧНОГ РЕГИОНА ПОДРИЊЕ

Иако као регион није званично издвојена нити просторно дефинисана, територија Подриња се „релативно прецизно може индивидуалисати у физичко-географском, економско-географском, па и политичко-

policy of regionalization in Europe, i.e. in the formation of Euroregions“ (Живковић, 2007, p. 151). After the disintegration of the SFRY, the borders of the former republics (now independent countries) became „harder“ and made difficult economic and population flows. After the war and the population relocations, there are real possibilities for cross-border cooperation through the reduction of the newly emerged boundaries barriers. „In terms of peace and open borders, the benefits of border location increases, which induce the effect of attracting developmental impulses and connecting two or more border areas in a one cross-border region.“ (Грчић, 2002, p. 13). In the case of Bosnia and Herzegovina, the Republic of Srpska plays a key role in the process of cooperation with the surrounding countries because of its border position. Therefore, it is important to identify the areas that have the potential to achieve that cooperation. Considering the historical and geographical context, the first such area in the planning of transnational cooperation is the Podrinje area, as a border area between the Republic of Srpska, Serbia and Montenegro.

The study area of this paper is the Podrinje border region. The aim of the paper is to define the potential cross-border region of Podrinje and to determine the role of correspondent settlements in establishing transnational cooperation. Tasks of the paper are focused on defining the cross-border region and analyzing the contemporary geographical features of the border area (and settlements) between Bosnia and Herzegovina (the Republic of Srpska) and Serbia.

DEFINING THE PODRINJE CROSS- BORDER REGION AND ITS GEOGRAPHICAL POSITION

Although the region is not officially marked off nor spatially defined, the Podrinje territory can be „relatively precisely individualized in the physical-geographical, economic-geographical, as well as the political-geographical terms“ (Степић, 1995, p. 27). This paper focuses

географском смислу“ (Степић, 1995, стр. 27). У овом случају анализа географског положаја ће се усмјерити на дио компоненти које га сачињавају, а важне су претпоставке трансграничне сарадње. То су физичко-географски, историјско-географски, саобраћајно-географски и економско-географски положај. Анализом је обухваћен мањи простор од простора који Подриње подразумева, а ограничен је на територије градова и општина смјештених уз државну границу између Србије и Републике Српске (Босне и Херцеговине) (Сл. 1 и Таб. 1). У Републици Српској то су градови Бијељина (БН) и Зворник (ЗВ), и општине: Братунац (БР), Сребреница (СР), Вишеград (ВИ), Рудо (РО) и Чајниче (ЧА). У пограничном простору Србије то су градови: Шабац (ША), Лозница (ЛО) и Ужице (УЕ), те општине: Богатић (БЋ), Мали Зворник (МЗ), Љубовија (ЉУ), Бајина Башта (ББ), Чајетина (ЧЈ) и Прибој (ПБ). Површина на овакав начин издвојеног простора износи 7,877 km².

on the analysis of the geographical position components, which are important prerequisite for transnational cooperation. These are the physical-geographical, historical-geographic, traffic-geographical, and economic-geographical position. The analysis covers a smaller area than the Podrinje implies, and it is limited to the territories of cities and municipalities that are located along the state border between Serbia and the Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina) (Fig. 1 and Tab. 1). In the Republic of Srpska, these are the cities of Bijeljina (BN) and Zvornik (ZV), and the municipalities of Bratunac (BR), Srebrenica (SR), Višegrad (VI), Rudo (RO) and Čajniče (ČA). In the border area of Serbia, these are the cities of Šabac (ŠA), Loznica (LO) and Užice (UE) and municipalities of Bogatić (BĆ), Mali Zvornik (MZ), Ljubovija (LJU), Bajina Bašta (BB), Čajetina (ČJ) and Priboj (PB). Study area, defined in this way, covers an area of 7,877 km².

Таб. 1. Најкраћа међусобна удаљеност општинских центара и градова у Подрињу
Tab. 1. The shortest distance between the municipal centers and cities in Podrinje

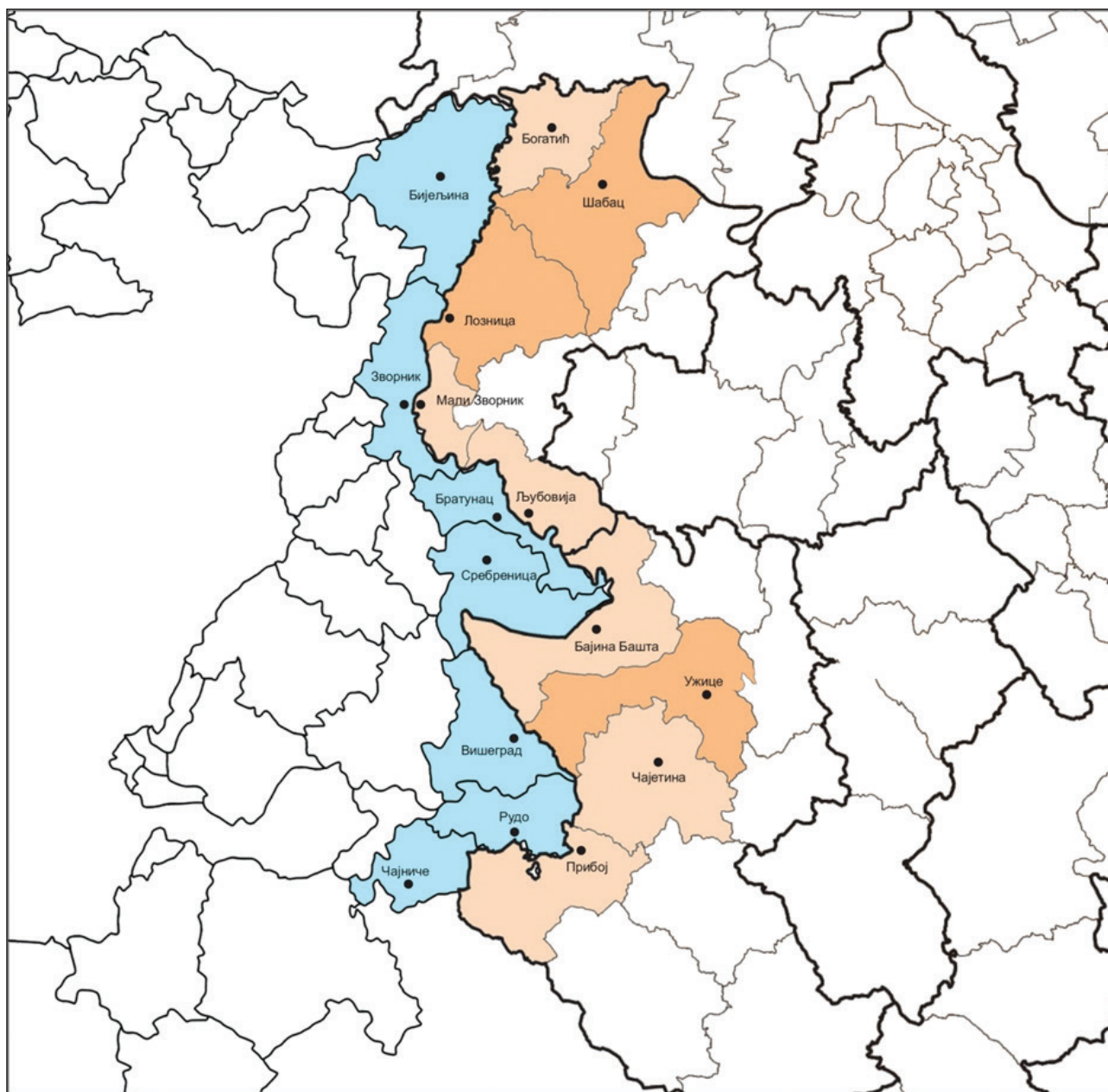
Општине и градови / Municipalities and cities	Удаљеност између општинских центара и градова (km) / Distance between municipal centers and cities (km)
Бијељина – Богатић; Шабац; Лозница / Bijeljina – Bogatić; Šabac; Loznica	27.2; 47.2; 31.8
Зворник – Мали Зворник; Лозница / Zvornik – Mali Zvornik; Loznica	2.7; 26.3
Братунац – Љубовија / Bratunac – Ljubovija	7.4
Сребреница – Бајина Башта; Ужице / Srebrenica – Bajina Bašta; Užice	60.5; 80.6
Вишеград – Бајина Башта; Ужице / Višegrad – Bajina Bašta; Užice	62.5; 67.7
Рудо – Чајетина; Прибој / Rudo – Čajetina; Priboj	85.6; 20.7

Међу наведеним насељима Зворник и Мали Зворник, те Братунац и Љубовија, представљају „градове близанце“, односно типична кореспондентна насеља, док

Among these settlements, Zvornik and Mali Zvornik and Bratunac and Ljubovija represent „twin cities“, i.e. typical correspondent settlements, whereas

остала наведена насеља, веће међусобне просторне дистанце, нису класични примјери кореспондентних насеља, али у просторно-функционалној организацији Подриње имају ту улогу, те су у раду посматрани као потенцијална кореспондентна насеља, односно концентришуће тачке у простору које треба да обједине пограничне просторе Републике Српске и Србије у трансгранични регион Подриње.

the others, characterized by larger spatial distances, are not classic examples of correspondent settlements, but in spatial-functional organization of Podrinje play this role, as potential correspondent settlements, or concentrating points that should integrate the border areas of the Republic of Srpska and Serbia into the Podrinje cross-border region.



Сл. 1. Пограничне општине и градови Републике Српске и Србије – трансгранични регион Подриње
Fig. 1. Border municipalities and cities of the Republic of Srpska and Serbia – Podrinje cross-border region

Само име овог региона говори да се ради о простору који је смјештен с обје стране ријеке Дрине која у њему заузима централно мјесто. Са својим притокама ријека Дрина повезује дијелове западне Србије, сјеверозападне Црне Горе и источне Херцеговине. Управо слив ријеке Дрине одредио је физичко-географски карактер овог простора.

Пружајући се меридијанским правцем повезује различите физичко-географске макро цјелине, планинску на југу и панонску на сјеверу. Ријечни слив Дрине оивичен је планинама које се од југа ка сјеверу спуштају у плодне равнице, Семберију у Републици Српској и Мачву у Србији. Разноврсност физичко-географских карактеристика (геолошких, рељефних, климатских и хидролошких) условила је подјелу овог региона на Горње, Средње и Доње Подриње. Интегрално посматрајући физичко-географски положај је повољан, јер подржавајући контактност различитих географских и административно-територијалних цјелина (држава) доприноси њиховом лакшем повезивању и транзитности између истих. Простор Подриња, кроз најранију познату историју до савременог доба, имао је карактер граничног који је у зависности од историјских околности имао распон од глобалног до регионалног нивоа. Третиран је као формална или неформална граница од периода када је представљао границу Источног и Западног римског царства, све до данас када представља границу између двије државе. Иако периферан, у смислу пограничног, на овом простору су се преплитали различити културно-цивилизацијски утицаји и елементи. Овакав историјско-географски контекст утицао је на правце и интензитет (не)развијености овог простора. У данашњим оквирима Подриње, у условима мира, има претпоставке за уједињен развој са обје стране границе и ублажавање његове граничне улоге.

Физичко-географски положај, у спрези са историјско-географским развојем, условио је саобраћајно-географски положај Подриња. Истакнута транзитност долине

The region name suggests that it is an area located on both sides of the Drina River, which occupies a central position within it. Along with its tributaries, the Drina River connects parts of the western Serbia, the northwestern Montenegro and the eastern Herzegovina. The Drina River basin has determined the physical-geographical character of this area.

Following the meridian direction, it connects the different physical-geographical macro regions, mountainous in south and Pannonian in north. The Drina River basin is surrounded by mountains which are descending from south into the alluvial plains, Semberija in the Republic of Srpska and Mačva in Serbia, in north. The diversity of physical-geographical characteristics (geological, relief, climatic and hydrological) has caused the division of this region into the Upper, Middle and Lower Podrinje. In general, the physical-geographical position is advantageous, given that the contact between different geographical and administrative-territorial units (countries) helps to ensure easy connection and transit between them. The Podrinje area, from the earliest known history to modern times, had a character of a border area, which, depending on the historical circumstances, ranged from global to regional level. It has been treated as a formal or informal border since the period when represented the border between the Eastern and Western Roman Empire until modern day when represents the border between two countries. Although peripheral, i.e. border, over this area are intertwined different cultural and civilizational influences and elements. This historical-geographical context influenced the direction and intensity of this area (un) development. Now, in terms of peace, Podrinje has the preconditions for balanced development on both sides of the border and for the mitigation of its border role.

The physical-geographical position, in conjunction with the historical-geographical development, determines the traffic-geographical position of Podrinje. The prominent transit character of the Drina River valley is the

ријеке Дрине главна је претпоставка за постојање саобраћајних праваца и саобраћајне доступности цијеле регије у правцу сјевер–југ. Међутим, историјско-географски контекст и баријерност ријеке Дрине условили су (не)постојање саобраћајних праваца и контактности у правцу исток–запад, то јесте граничних прелаза између Републике Српске и Србије. То значи да је саобраћајни положај у зависности од политичких прилика промјењив, у условима мира има изузетну важност и повољан је, а у условима нестабилности, политичке нетрпељивости и рата губи на значају. Савремени саобраћајно-географски положај Подриња повољан је јер чини раскрсницу путева различитог нивоа важности (локалних, регионалних, магистралних). Ипак, важно је напоменути да је због конфигурације терена, у простору Горњег Подриња мања густина путне мреже у односу на Доње Подриње гдје је она развијенија. За развој прекограничног региона од изузетног значаја ће бити планирање изградње мостова на мјестима потенцијалне интеракције становништва. Савремени економско-географски положај условљен је физичко-географским, историјско-географским и саобраћајно-географским положајем. Главну привредну дјелатност Подриња чини пољопривреда. Тодоровић (2002) наводи да је на простору пограничних општина Србије у Подрињу заступљена тржишна мјешовита пољопривреда са знатним удјелом воћарства (Богатић, Шабац, Лозница и Мали Зворник), затим тржишна пољопривреда са заступљеном сточарском производњом (Прибој, Чајетина и Ужице) и традиционални тип пољопривреде у којем преовладава биљна производња (Бајина Башта и Љубовија). Због великог хидропотенцијала ријеке Дрине, енергетика је у Подрињу важна грана привреде. Живановић (2014) наводи да је хидроенергетика најперспективнија привредна грана регије. Поред четири велике и неколико мањих хидроелектрана, у плану је изградња нових. Кањон ријеке Дрине представља резерват природе и због својих природних феномена, те очуваног богатог културно-

main prerequisite for the existence of the traffic routes and the traffic accessibility of the entire region in the north–south direction. However, the historical-geographical context and the barrier character of the Drina River caused the (non)existence of traffic contactability in the east–west direction, i.e. border crossings between the Republic of Srpska and Serbia. This means that the traffic position, depending on the political circumstances, is variable. In terms of peace, it is favorable and of great importance, but in terms of instability, political intolerance and war, loses its significance. Contemporary traffic position of Podrinje is favorable because it makes the crossroads of different importance levels (local, regional, highways). It is important to note that because of the terrain configuration, the Upper Podrinje is characterized by lower density of the road network compared to the Lower Podrinje where it is more developed. For the development of the cross-border region, it will be extremely important to plan construction of bridges at points of potential population interaction. The contemporary economic-geographical position is conditioned by the physical-geographical, historical-geographical and traffic-geographical position. Agriculture is the main economic activity in Podrinje. Тодоровић (2002) states that mixed market agriculture with a significant share of fruit growing is present in the border municipalities in Serbia (Bogatić, Šabac, Loznica and Mali Zvornik), followed by market agriculture represented with cattle production (Priboj, Čajetina, Užice) and traditional type of agriculture in which the plant production prevails (Bajina Bašta and Ljubovija). Due to the large hydropower potential of the Drina River, energetics is an important economic sector. Живановић (2014) states that hydropower is the most promising economic branch of the region. In addition to four large and several small hydropower plants, the new ones are planned. The Drina River canyon is a nature reserve and because of its natural phenomena, and preserved rich cultural and historical heritage, represents the

историјског наслеђа, чини окосницу развоја туризма у Подрињу. Трансгранична сарадња у овој привредној дјелатности намеће се као логичан искорак у очувању и валоризацији природних и културно-историјских вриједности са обје стране ријеке Дрине. Дугорочна очуваност квалитета животне средине и екосистема наведених подручја условљена је јединственим приступом у његовој валоризацији и управљању, чиме се потенцира трансгранична сарадња као нужни облик просторно-функционалног организовања и дјеловања. У Подрињу постоји извјесна комплементарност привредних активности која проистиче из повољног економско-географског положаја.

МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Методолошки оквир рада чини географско-историјски метод, метод анализе, синтезе, компарације, генерализације, издвајања, те математичко-статистички, графичко-илустративни и картографски метод. Основни извори података јесу просторно-плански документи, те научна и стручна литература која третира простор Подриња. За компаративну анализу демографских карактеристика и развоја кориштени су подаци статистичких завода Републике Српске и Републике Србије, то јесте пописи становништва из 1991. године (за обје државе), 2011. године (за Србију) и 2013. године (за Босну и Херцеговину – Републику Српску). Просторни размјештај и старосна структура становништва анализирани су у функцији демографске одрживости и валоризације простора, а етничка структура у функцији политичке стабилности и културног повезивања региона. Старосна и национална структура становништва Подриња анализирани су као демографске карактеристике које утичу на успостављање и одрживост потенцијалног трансграничног региона. Анализом је обухваћено и укупно кретање броја становника и просторни размјештај у новијој историји Подриња. Под укупним кретањем становништва подразумијева се кретање узроковано свим

backbone of tourism development in Podrinje. Cross-border cooperation in this economy sector imposes itself as a logical step forward in the preservation and valorization of natural and cultural-historical values on both sides of the Drina River. The long-term preservation of the environment and ecosystems quality in these areas is conditioned by a mutual approach in its valorization and management, thus emphasizing cross-border cooperation as the necessary form of spatial-functional organization and action. In the Podrinje region, there is a certain complementarity of economic activities which arises from a favorable economic and geographical position.

MATERIALS AND METHODS

The methodological framework of the paper implies the use of historic-geographical method, method of analysis, synthesis, comparison, generalization and separation, mathematical-statistical, graphic-illustrative and cartographic methods. The main data sources were spatial planning documents, and scientific and professional literature that covers the Podrinje region. For the comparative analysis of demographic characteristics, data from statistical institutions of the Republic of Srpska and Serbia were used, i.e. 1991 census (for both countries), and 2011 (for Serbia) and 2013 (for Bosnia and Herzegovina – the Republic of Srpska) censuses. The population spatial distribution and age structure were analyzed as the function of demographic sustainability and spatial valorization, and the ethnic structure as the function of political stability and cultural integration of the region. The age and national structure of the Podrinje population were analyzed as demographic characteristics which influence the establishment and sustainability of the potential cross-border region. The analysis included changes in total population and spatial distribution of the people in the recent history of Podrinje. The changes in

промјенама, како природним тако и механичким кретањем, насталим у неком периоду. Не улазећи у интензитет и видове промјена, анализирана је укупна промјена броја становника Подриња у последњем међупописном периоду. Социо-економска структура и инфраструктурна опремљеност анализирани су са аспекта развијености функција и могућности просторно-функционалног повезивања. Подаци о инфраструктурној опремљености преузети су са интернет страница: <http://www.eduinfo.ba>; <http://bolnice.yuportal.com/> и <https://www.zdravstvo-srpske.org/>.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Демографски развој Подриња

Демографски потенцијал основна је претпоставка за функционисање и опстанак неког простора. Када је у питању погранични простор, због његове периферности, постоји ризик од депопулације и слабљења демографског потенцијала. Зато је сагледавање демографских карактеристика интегралан дио анализе могућности сарадње пограничних простора двију држава. Компаративна анализа укупног кретања броја становника Подриња у последњем међупописном периоду показује да је та промјена негативна у скоро свим пограничним општинама и градовима са обје стране Дрине (Сл. 2). Највећа негативна промјена у броју становника забиљежена је у општинама Вишеград (-52.2 %), Чајниче (-47.5 %) и Сребреница (-68.5 %). Најмања негативна промјена десила се у градовина Шабац (-5.5 %), Лозница (-8.6 %) и Ужице (-5.5 %), те у општини Чајетина (-7.9 %). Процес депопулације карактерише цијели регион изузев подручја града Бијељина гдје је забиљежен пораст броја становника за 7.3 % који је последица ратних миграција. Крећући се са простора Крајине ка Србији током ратних дешавања, становништво се у великом таласу присилних миграција задржавало на простору града Бијељине, као првој безбједној зони за живот и настањивање. Упоређујући промјену

total population cover both natural changes and migrations occurring in a certain period. Without going into the intensity and types of changes, the overall change in total population of Podrinje between two last censuses was analyzed. Socio-economic structure and infrastructure were analyzed in order to determine the development of functions and possibilities of spatial-functional connections. Data on infrastructure were retrieved from the web sites: <http://www.eduinfo.ba>, <http://bolnice.yuportal.com/> and <https://www.zdravstvo-srpske.org/>.

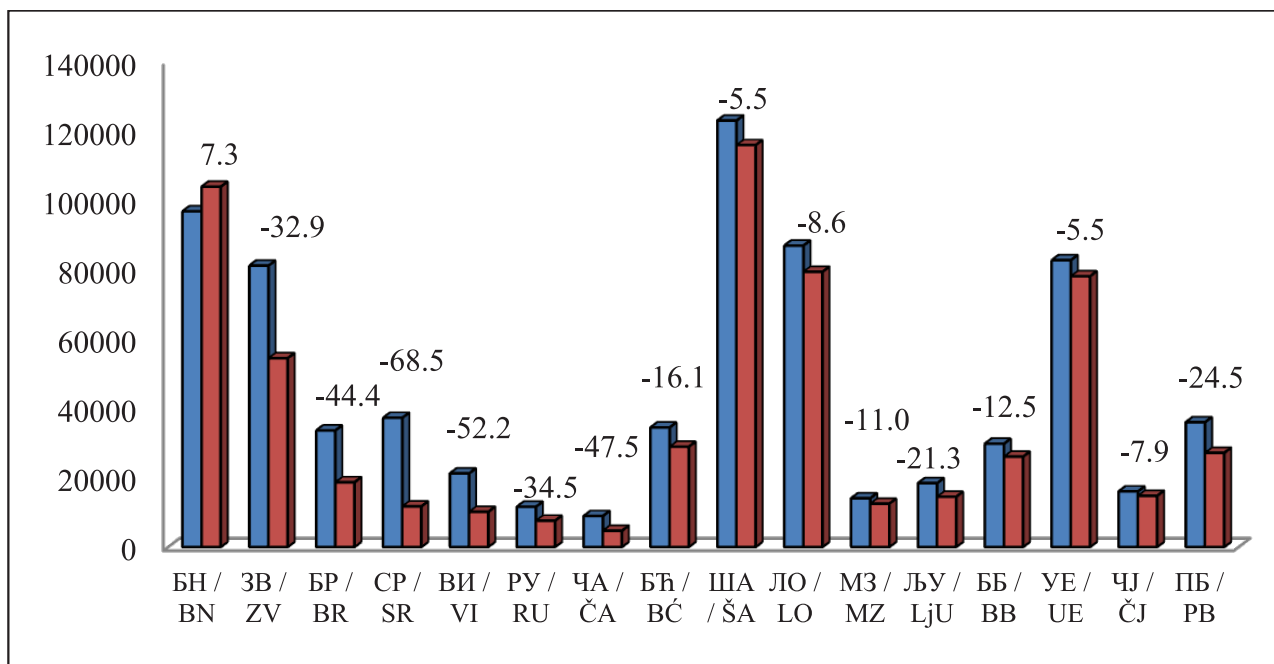
RESULTS AND DISCUSSION

Demographic development of the Podrinje

Demographic potential is the basic prerequisite for the functioning and sustainability of a certain area. When it comes to the border area, due to its peripherality, there is a risk of depopulation and decline in demographic potential. Therefore, investigation of demographic characteristics is an integral part of the analyses of cooperation possibilities between two countries' border areas. A comparative analysis of the changes in total population of Podrinje during the last intercensus period shows that this change is negative in almost all border municipalities on both sides of the Drina River (Fig. 2). The largest negative population change was recorded in the municipalities of Višegrad (-52.2 %), Čajniče (-47.5 %) and Srebrenica (-68.5 %). The smallest negative change occurred in the cities of Šabac (-5.5 %), Loznica (-8.6 %) and Užice (-5.5 %), and the municipality of Čajetina (-7.9 %). The depopulation is a characteristic of the entire region, except the city of Bijeljina, where population increased by 7.3 %, as a consequence of war migrations. Moving from the Krajina region to Serbia during the war, the population in a massive wave of forced migrations retained on the territory of the Bijeljina, the first safe zone for life and settlement. Comparing the change in the population in the municipalities and cities

броја становника у општинама и градовима Републике Српске са промјеном у општинама и градовима Србије, долази се до закључка да је тренд смањења броја становника израженији у пограничном простору Републике Српске гдје најмањи губитак износи -32.9 % (град Зворник), док је у пограничном простору Србије највећи губитак од -24.5 % забиљежен у општини Прибој.

of the Republic of Srpska with changes in the municipalities and cities of Serbia, it can be concluded that the population decrease is more pronounced in the border area of the Republic of Srpska where the lowest recorded decline was -32.9 % (the city of Zvornik), whereas the largest decline of -24.5 % in the border area of Serbia was recorded in the municipality of Priboj.

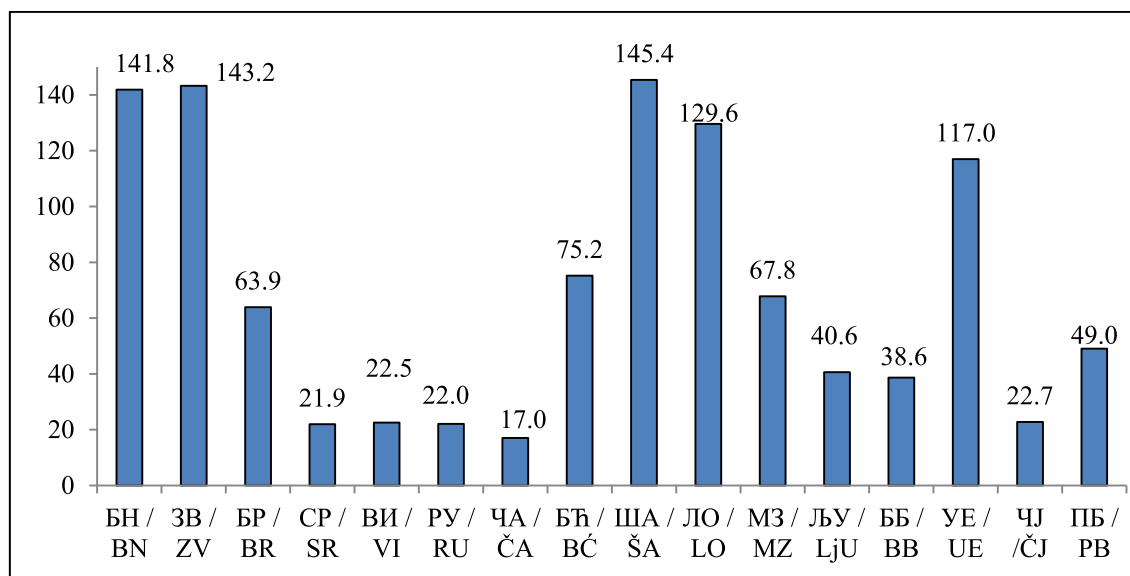


Сл. 2. Промјена броја становника у Подрињу између два посљедња пописа (у %)

Fig. 2. Changes in population in Podrinje between the last two censuses (in %)

Поред укупног кретања броја становника, за анализу демографског потенцијала важан показатељ је просторни размјештај становништва и густина насељености. Карактеристика пограничних простора јесу депопулација и ниска густина насељености. Погранични простор који припада трансграничном региону Подриње има неравномјеран просторни размјештај становништва (Сл. 3). Високим степеном концентрације становништва карактеришу се градови Бијелјина и Зворник на територији Републике Српске, те градови Шабац и Ужице и општина Лозница на територији Србије. Остатак простора карактерише средња или ниска густина насељености.

In addition to the total population change, the spatial distribution of the population and the population density are important indicators for the analysis of demographic potential. Characteristics of the border area are depopulation and low population density. The border area of the Podrinje cross-border region is characterized by the uneven spatial distribution of the population (Fig. 3). Cities of Bijeljina and Zvornik on the territory of the Republic of Srpska, as well as the cities of Šabac and Užice and the municipality of Loznica on the territory of Serbia, are characterized by a high degree of population concentration. The remaining areas are characterized by medium or low population density.



Сл. 3. Густина насељености у Подрињу према последњем попису (ст/км²)

Fig. 3. Population density in Podrinje according to the last census (people per km²)

Посматрајући Подриње као интегралан простор, а упоређујући погранични простор са обје стране границе, јасно се могу издвојити зоне високе и ниске густине насељености (Сл. 3). Тако се на сјеверу региона, са обје стране границе, налази већа концентрација становништва, која опада према југу (са појединим изузецима неких градова). Важно је нагласити да се у досадашњем развоју овог простора становништво концентрисало око развојних центара, те да су ријетко насељена подручја истовремено „проблемска“, јер у пограничној зони немају довољно снажан развојни пол који би концентрисао становништво око себе. Ова подручја обухватају јужни дио Подриња (у физичко-географском смислу Горње Подриње).

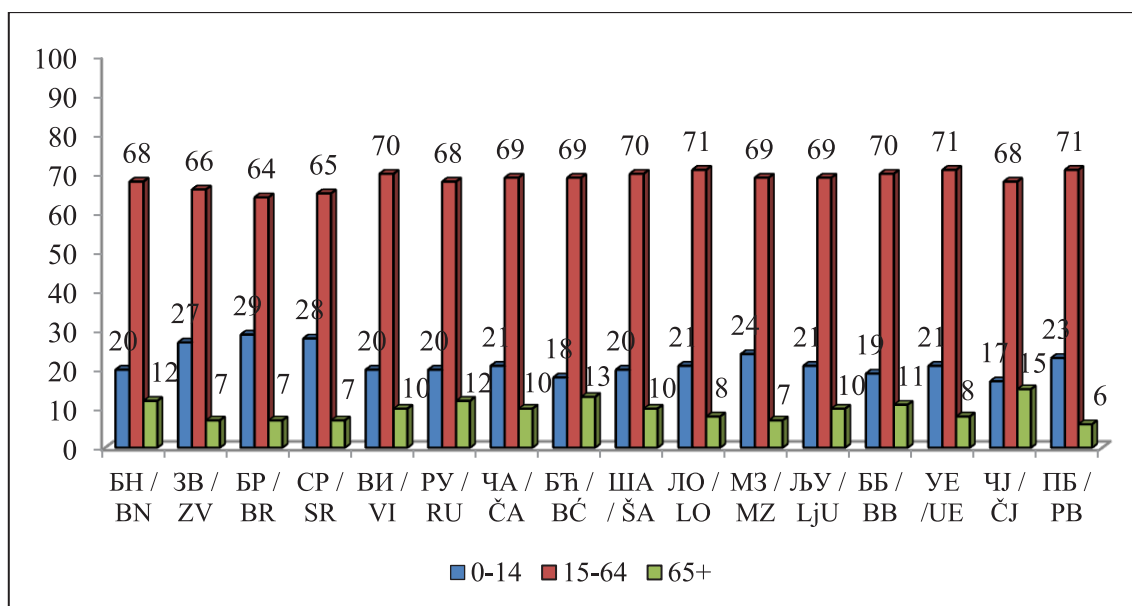
Полна и старосна структура представљају биолошку структуру јер су условљене прије свега природним кретањем становништва. На полно-старосну структуру становништва могу утицати различити природни и друштвени фактори. Биолошка структура становништва има велики значај за остале структуре становништва. Директна посљедица ратних дешавања на овом простору јесте интензивирање процеса старења становништва. Према попису становништва из 1991. године (Сл. 4), Подриње одликује релативно повољна

By observing the entire Podrinje region integrally and comparing the border areas on both sides of the border, it is possible to distinguish clearly zones of high and low population density (Fig. 3). Thus, in the northern part of the region, on both sides of the border, there is a higher concentration of people, whereas concentration decreases southward (with the exception of certain cities). It is important to emphasize that population so far concentrated around development nodes and that the sparsely populated areas at the same time got the character of „problematic“ because they do not have a strong development pole in the border zone that could concentrate population around them. These areas cover the southern part of Podrinje (in physical-geographical terms the Upper Podrinje).

The sex and age structure represent the biological structure because it is conditioned primarily by the natural changes of population. The sex and age population structure can be affected by various natural and social factors. The biological population structure is of great importance for other population structures. The direct consequence of the war in this region is the intensification of the population aging process. According to the 1991 census (Fig. 4), the Podrinje region was characterized by

старосна структура. У свим општинама и градовима највећи удио у укупном броју становника имала је старосна група 15–64 године, то јесте зрело становништво. Детаљнијом анализом ове старосне групе утврђено је да су старосне групе до 35 година чиниле већину становништва. Када се упореде старосне групе 0–14 и 65 и више година, уочава се да је на цијелом простору удио младог становништва био већи од удјела старог.

a relatively favorable age structure. In all municipalities and cities, the largest share in the total population had the age group of 15–64, i.e. the mature population. A more detailed analysis of this age group shows that age groups up to 35 years constituted the majority of the population. When comparing the age groups of 0–14 and 65+, it is noticeable that the share of the young population is higher than the share of the old population.

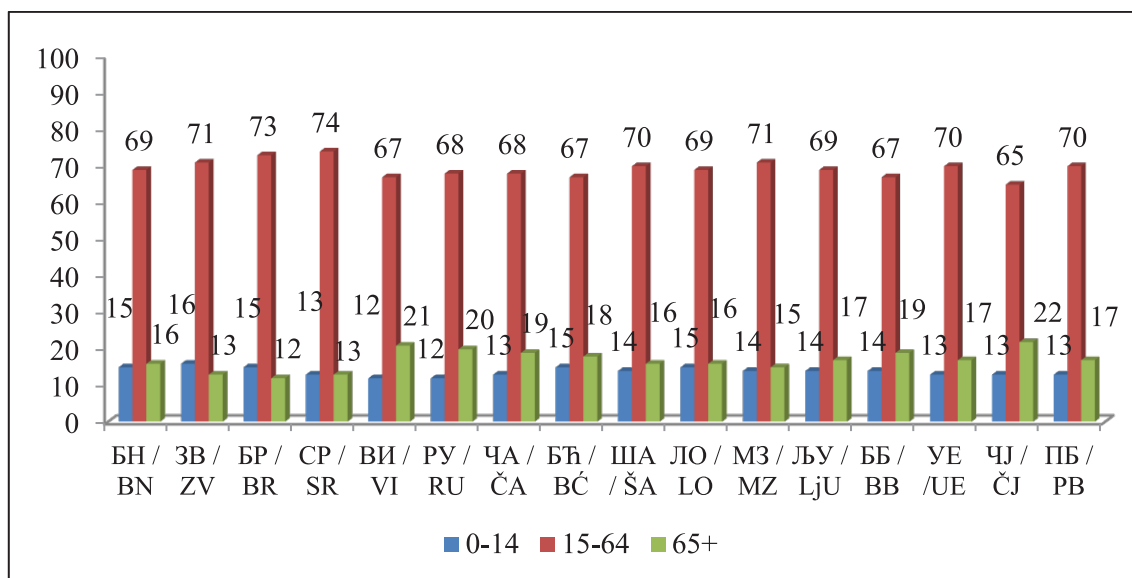


Сл. 4. Старосна структура становништва Подриња према попису становништва из 1991. године (у %)

Fig. 4. Age structure of the population in Podrinje according to the 1991 census (in %)

Према подацима пописа становништва из 2011. и 2013. године (Сл. 5), старосна структура показује извјесне промјене у односу на 1991. годину. И даље је најбројнија старосна група у интервалу 15–64 године, али у оквиру ње преовладавају старосне групе 50–54, 55–59 и 60–64 године. За разлику од стања из 1991. године, савремено стање карактерише већи удио старог становништва (65+ година) у односу на младо становништво (0–14 година). Разлози за уочене негативне промјене у старосној структури становништва Подриња су бројни, а у првом реду то су ратна страдања и деструкција, присилне миграције, процес избјеглиштва и укупни пад наталитета.

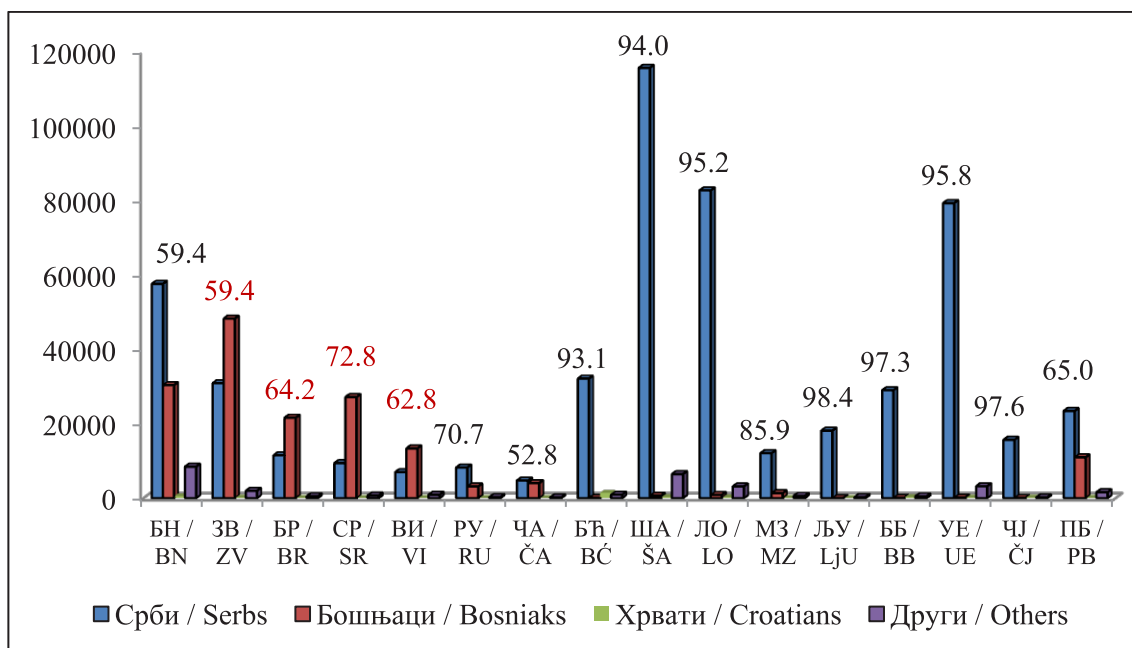
According to census data from 2011 and 2013 (Fig. 5), age structure shows some changes compared to 1991. The largest age group is still population in the age interval of 15–64 years; however, within it the age groups of 50–54, 55–59 and 60–64 years have the majority. Unlike the 1991, the contemporary age structure is characterized by a higher share of the old population (65+ years) compared to the young population (0–14 years). Reasons for the observed negative changes in the population age structure in Podrinje region are numerous, primarily war, forced migrations, refugee process and overall decline in birth rates.



Сл. 5. Старосна структура становништва Подриња према последњем попису (у %)
Fig. 5. Age structure of the population in Podrinje according to the last census (in %)

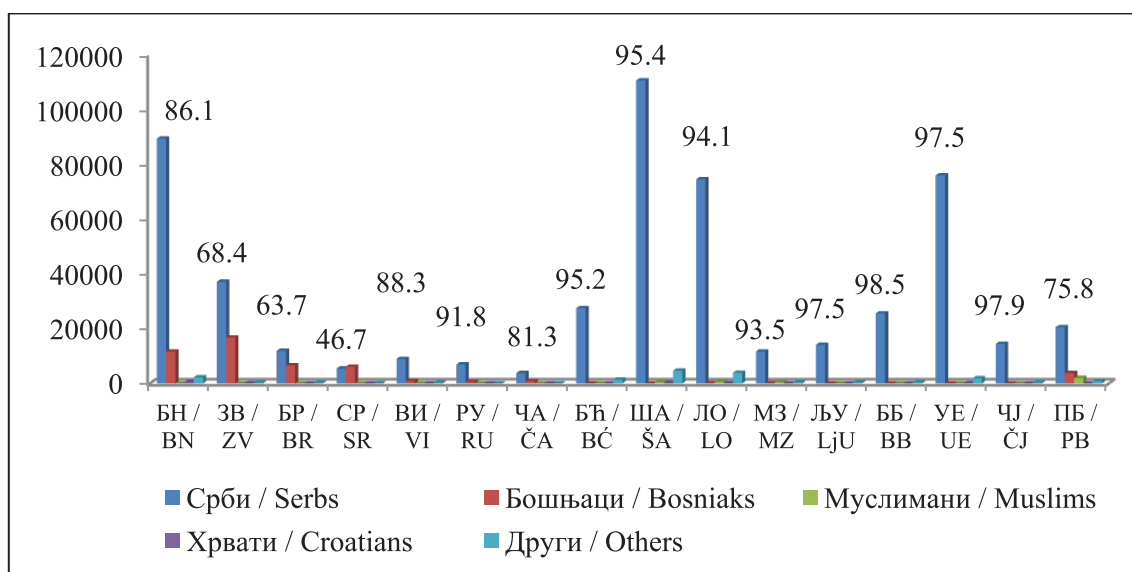
За трансграничну сарадњу и формирање потенцијалног трансграничног региона, у условима политичке, вјерске или националне напетости, од важности је национална структура становништва са обје стране државне границе. Сл. 6 показује удио најбројнијих националних група према попису из 1991. године. Србија је имала хомоген национални састав са доминантно српским становништвом. У пограничном простору Републике Српске национални састав мање је хомоген. На простору Зворника, Братунца, Сребренице и Вишеграда доминантно становништво (преко 50 %) било је бошњачко. Савремену националну структуру са обје стране границе карактерише етнички хомоген састав становништва у коме Срби чине већину (Сл. 7). Само у Сребреници преовладава бошњачко становништво (53.2 %). Уочене промјене у националној структури директна су посљедица ратних страдања: миграција Срба ка Србији, Бошњака ка унутрашњости Босне и Херцеговине и емиграције обје националне групе ка земљама у окружењу.

For cross-border cooperation and the formation of a potential cross-border region, in terms of political, religious or national tensions, the national structure of the population on both sides of the state border is of great importance. Fig. 6 shows the share of the most numerous national groups according to the 1991 census. Serbia had a homogeneous national composition with dominant Serbian population. In the border region of Republic of Srpska, the national composition was less homogeneous. In the areas of Zvornik, Bratunac, Srebrenica and Višegrad, the dominant population (over 50 %) was Bosniak. The contemporary national structure on both sides of the border is characterized by the ethnic homogeneous composition of the population in which the Serbs form the majority (Fig. 7). Only in Srebrenica Bosniak population still prevails (53.2 %). The observed changes in the national structure are a direct consequence of the war, i.e. the migration of Serbs towards Serbia, Bosniaks towards the interior of Bosnia and Herzegovina, and the emigration of both national groups towards other countries in the region.



Сл. 6. Национална структура становништва у Подрињу 1991. године (у %)

Fig. 6. The national structure of the population in Podrinje in 1991 (in %)



Сл. 7. Национална структура становништва у Подрињу према последњем попису (у %)

Fig. 7. The national structure of the population in Podrinje according to the last census (in %)

Просторно-функционална организација
„кореспондентних“ насеља у Подрињу

Spatial-functional organization of
„correspondent” settlements in Podrinje

Како би се утврдио могући степен пограничне повезаности насеља и развоја потенцијалних „кореспондентних“ насеља, неопходно је урадити анализу њихових основних савремених карактеристика. У овом поглављу дати су резултати компаративне

In order to determine the possibilities of settlements cross-border connectivity and development of potential „correspondent” settlements, it is necessary to carry out an analysis of their basic contemporary characteristics. This chapter provides

демографске анализе насеља кореспондената, то јесте њихових општинских средишта, затим оцјена саобраћајне повезаности и друге инфраструктурне опремљености, као предуслова повезивања пограничних територија, али и њиховог повезивања са унутрашњости, те анализа размјештаја граничних прелаза како би се утврдио степен пропусности државне границе.

Присутност становништва посматрана је с аспекта његове активности и остваривања основних животних потреба, а инфраструктура кроз функцију повезивања и као средство просторног интегрисања.

Предуслов функционисања и развоја сваког простора јесте присутност и активност становништва. За погранични простор то је од изузетне важности, како би комплетна територија једне државе тежила уравнотеженом развоју. Простор Подриња у демографском смислу трпи последице ратних дешавања, али и маргинализовања, те трајног запостављања.

Демографски потенцијал предуслов је покретању активности у простору и претпоставља веће потребе за радним мјестима и услугама, као и веће гравитационо подручје. Посматрајући цијелу регију, уочава се да су у јужном дијелу Подриња сва насеља пограничног простора на територији Србије већа од својих кореспондентних насеља у Републици Српској (Таб. 2). На сјеверу регије већа насеља која припадају Републици Српској су Бијељина и Зворник, који су регионални центри и имају статус града.

Анализа стопе незапослености показује да насеља у Републици Српској имају веће стопе незапослености од кореспондентних насеља у Србији (Таб. 2). Изузетак је кореспондентни пар Зворник–Лозница.

Упоређујући ниво незапослености насеља са нивоом држава (ентитета) закључује се да сва насеља у Републици Српској (осим Бијељине и Братунца) имају веће стопе незапослености од ентитетског просјека (25.21 %). На територији Србије већу стопу незапослености у односу на државни просјек

the results of comparative demographic analysis of the correspondent settlements, their municipal centers, the assessment of traffic connections and other infrastructure facilities, as a prerequisite for linking border areas as well as connection with the interior, and an analysis of border crossing points to determine the degree of permeability of the state borders.

The population was analyzed in terms of their activity and possibilities to meet basic needs for services, and the infrastructure as a connecting function and a way of spatial integration.

Population and its activity are the prerequisite for the functioning and development of each area. For the border areas, this is of utmost importance in order to achieve a balanced development over the entire state territory. The Podrinje region, in demographic terms, suffers the consequences of the war, but also of marginalization and permanent neglect.

Demographic potential is a prerequisite for initiating activities in a certain geographical area and presupposes higher needs for jobs and services, as well as a larger gravitational zone. By observing the entire region, it is noted that in the southern part of Podrinje all settlements in the border area on the territory of Serbia are larger than their correspondent settlements in the Republic of Srpska. In the northern part of the region, larger settlements in the Republic of Srpska are Bijeljina and Zvornik, which are regional centers and have the city status.

The analysis of unemployment rates shows that the settlements in the Republic of Srpska have higher unemployment rates than their correspondent settlements in Serbia (Tab. 2). The exception is the correspondent pair Zvornik–Loznica.

The comparison of unemployment rates of the settlements and the state (entity) averages shows that all settlements in the Republic of Srpska (except Bijeljina and Bratunac) have higher unemployment rates than the entity average (25.21 %). In Serbia, higher

Таб. 2. Број становника и стопа незапослености у Подрињу према последњем попису
 Tab. 2. Population and the unemployment rate in Podrinje according to the last census

Општине и градови / Municipalities and cities	Број становника / Population	Стопа незапослености (у %) / Unemployment rate (in %)
БН / BN; БЋ / BĆ	41121 6488	22.98 10.32
ЗВ / ZV; МЗ / MZ; ЛО / LO	11082 4407 19212	29.64 22.79 33.22
БР / BR; ЉУ / LjU	7530 3929	17.07 12.59
СР / SR; ББ / BB	2241 9148	28.13 14.25
ВИ / VI; УЕ / UE	5203 52646	40.31 18.94
РУ / RU; ПБ / PB	1675 14920	31.76 29.42

(22.43 %) имају Лозница, Мали Зворник и Прибој. Узимајући у обзир оба анализирана показатеља долази се до закључка да је погранични простор Републике Српске у Подрињу демографски и економски слабији од пограничног простора Србије, али да у суштини читав регион представља мање развијено подручје наспрам држава (ентитета) којим припадају.

Висок удио запослених у терцијарном и квартарном сектору и висок ниво урбанизованости у централним насељима (Таб. 3) указује на недостатак базних привредних дјелатности и активности у руралном простору уопште, те се процес терцијаризације не може третирати као позитиван.

Од густине и квалитета саобраћајне инфраструктуре зависи доступност неког простора, његово вредновање, те могућност регионалног повезивања. Када је ријеч о Подрињу, ради се о простору који се одликује неравномјерним просторним размјештајем и густином саобраћајница. У поређењу са јужним дијелом, сјеверни дио региона има гушћу мрежу саобраћајница вишег ранга. Издвајају се подручја Семберије на територији Републике Српске, те Мачве у Србији, који због свог положаја представљају центре прекограничне

unemployment rates compared to the state average (22.43 %) are recorded in Loznica, Mali Zvornik and Priboj. Based on both analyzed indicators, it is clear that the Podrinje border area in the Republic of Srpska is demographically and economically weaker than the border area of Serbia, but that essentially the entire region represents a less developed area of the state (entity) they belong.

A high share of employees in the tertiary and quaternary sectors and a high level of urbanization in the central settlements (Tab. 3) suggest the lack of basic economic activities and activities in the rural areas in general, so the tertiarization process cannot be treated as a positive.

The density and quality of the transport infrastructure determine the availability of certain areas, its valorization, and the possibility of regional connection. When it comes to the Podrinje, this is the area which is characterized by uneven road network spatial distribution and density. In comparison to the southern part, the northern part of the region has denser network of higher-level roads. The Semberija area on the territory of the Republic of Srpska and the Mačva area in Serbia stand out; due to their position, they represent

Таб. 3. Економска структура становништва и степен урбанизованости насеља у Подрињу према последњем попису (у %)

Tab. 3. The economic structure of the population and the degree of urbanization in Podrinje according to the last census (in %)

Општине и градови / Municipalities and cities	Удио запослених у примарном сектору / Share of employees in the primary sector	Удио запослених у секундарном сектору / Share of employees in the secondary sector	Удио запослених у терцијарном и квартарном сектору / Share of employees in tertiary and quaternary sector	Степен урбанизованости / Degree of urbanization
БН / BN	27.74	22.34	49.91	39.59
ЗВ / ZV	18.62	34.83	46.55	20.37
БР / BR	35.14	28.17	36.69	40.37
СР / SR	24.03	30.76	45.22	19.16
ВИ / VI	7.22	30.07	62.71	51.42
РУ / RU	24.08	28.12	47.80	22.10
ЧА / ČA	31.46	25.37	43.17	44.88
БЋ / BĆ	58.71	12.66	28.63	22.46
ША / ŠA	23.44	26.46	50.09	46.53
ЛО / LO	11.59	32.82	55.58	24.22
МЗ / MZ	14.00	33.41	52.58	35.31
ЉУ / LjU	49.50	22.06	28.45	27.15
ББ / BB	37.90	28.04	34.06	35.15
УЕ / UE	11.48	35.19	53.34	67.46
ЧЈ / ČJ	27.06	20.38	52.57	22.62
ПБ / PB	19.84	29.85	50.30	54.99

интеракције. Подриње је испресјецано путевима различитог ранга и квалитета и управо на мјестима гдје саобраћајнице повезују двије државе настала су кореспондентна насеља. Једна од најважнијих саобраћајница, која пресеца Подриње пружајући се правцем исток–запад, јесте европски пут Е–761 који из правца Србије преко Ужица улази у Вишеград на територију Републике Српске и завршава у Бихаћу у Федерацији Босне и Херцеговине. Ова саобраћајница добија на вриједности када се сагледа њен регионални положај, јер

the centers of cross-border interaction. The Podrinje area is covered with roads of different grades and quality, and in places where the roads connecting two countries, correspondent settlements were formed. One of the most important roads that cross Podrinje along the east–west direction is the European road E-761 which enters Višegrad from the direction of Serbia through Užice to the territory of the Republic of Srpska and ends in Bihać in the Federation of Bosnia and Herzegovina. This roadway gains importance because of its

омогућава спајање са ауто-путем А класе (А1 у Србији, који повезује сјеверну Србију са јужном). На овај начин насеља Подриња могу свој утицај ширити у унутрашњост држава којима припадају. Посматрајући меридијански правац, поново се испољава неравномјерност у заступљености саобраћајница између сјевера и југа региона. Средишњим дијелом Подриња са обе стране границе, у сјеверном дијелу све до Склана, воде саобраћајнице регионалног и магистралног карактера. У остатку региона идући ка југу карактер саобраћајница прелази у локалне путеве у Републици Српској, да би након Перућца престала континуирана саобраћајна покривеност меридијанског правца Подриња. За шире регионално повезивање цијелог региона Југоисточне Европе за сада је најприступачнији паневропски коридор Х када је у питању друмски саобраћај и паневропски коридор VII када се ради о воденом (ријечном) саобраћају. Након изградње планираног крака паневропског коридора Vc, погранични простор Републике Српске имаће веће могућности за регионално повезивање. Тренутна саобраћајна инфраструктурна опремљеност у спрези са демографским капацитетом условила је интензитет и правце активности становништва у Подрињу. Према резултатима студије „Бројање возила на мрежи путева у Републици Српској“ за 2015. годину (Јавно предузеће „Путеви Републике Српске“ д.о.о., 2017), погранични простор Републике Српске одликује се изузетном неравномјерношћу у фреквенцији саобраћаја возила на мрежи локалних, регионалних и магистралних путева. Сјеверни дио Подриња (од Зворника до Бијељине) карактерише висок степен фреквенције возила, како између насеља у Републици Српској, тако и према кореспондентним насељима у Србији (Бијељина–Бадовинци, Зворник–Лозница, Зворник–Мали Зворник). Истовремено, јужно од Зворника фреквенција возила опада (како између насеља у Републици Српској, тако и према кореспондентним насељима у Србији).

Узајамно функционисање становништва кореспондентних насеља смјештених на ријекама и уз државну границу умногоме

regional position – it enables the connection with the A class highway (A1 highway in Serbia which connects northern with the southern Serbia). In that way, the Podrinje settlements can spread their influence towards the countries' interiors. In the meridian direction, the aforementioned unevenness in number of roads between the northern and the southern part of the region is reflected again. Through the central part of Podrinje on both sides of the border, in the northern part all the way to Skelani, there are regional roads and highways. In the rest of the region, moving southward, the character of the roads in the Republic of Srpska is changing to the local roads, and after Perućac the continuous traffic coverage in the meridian route stops. For the broader regional connection of the entire Southeast Europe region, the most accessible is the Pan-European Corridor X when it comes to road transport and the Pan-European Corridor VII when it comes to water (river) transport. After the construction of planned branch of the pan-European corridor Vc, the border area of the Republic of Srpska will have greater opportunities for regional integration. Current traffic infrastructure (in conjunction with demographic capacity) conditions the intensity and directions of the population activities in Podrinje. According to the results of the study „Vehicle counting on the road network of the Republic of Srpska“ for 2015 (Јавно предузеће „Путеви Републике Српске“ д.о.о., 2017), the border area of the Republic of Srpska is characterized by exceptional unevenness in the frequency of vehicles traffic on the network of local, regional and main roads. The northern part of the Podrinje region (from Zvornik to Bijeljina) is characterized by a high vehicle frequency between settlements in the Republic of Srpska and their correspondent settlements in Serbia (Bijeljina–Badovinci, Zvornik–Loznica, Zvornik–Mali Zvornik). At the same time, southward of Zvornik, the frequency of vehicles is decreasing – between both settlements in the Republic of Srpska and their correspondent settlements in Serbia.

је условљено степеном покривености инфраструктуром, у првом реду граничним прелазима и мостовима, али и укупном активношћу у простору. Премошћавање ријеке Дрине у прошлости реализовано је скелским превозом који је данас ишчекао из употребе. Мостови преко ријеке Дрине чине кључни инфраструктурни елемент у прекограничном повезивању, али прије свега у међусобном функционисању пограничних насеља. Гранични прелази лоцирани су управо у непосредној близини мостова. Простор Подриња има релативно довољан број граничних прелаза, међутим њихов квалитет није на задовољавајућем нивоу те су неки у фази реконструкције и модернизације (Мали Зворник, Трбушница и Котроман), а на граничном прелазу Бадовинци у току је изградња у складу са стандардима Европске уније (Републичка агенција за просторно планирање, 2010, стр. 214). Поред обнове инфраструктуре, важан сегмент за трансграничну сарадњу јесте ефикасно спровођење одлука када се ради о оснивању и функционисању граничних прелаза. Примјер негативне праксе је новоизграђени мост Братолјуб који спаја Братунац и Љубовију, на коме након више од годину дана не постоји гранични прелаз.

Степен могућности остваривања основних животних потреба зависи како од квалитета саобраћајне инфраструктуре, тако и од постојања садржаја друштвене инфраструктуре. Недостатак неког од наведених елемената инфраструктуре условљава правце преусмјеравања становништва према најближим просторима који тај елемент посједују. Урбана насеља у Подрињу опремљена су основним нивоом друштвене инфраструктуре када се ради о образовању и здравственој заштити становништва (Таб. 4), то јесте сва посједују средњу школу и дом здравља. У већини насеља постоји средњошколски центар са више смјерова, а у неким има неколико самосталних средњих школа – седам у Бијелини, девет у Шапцу и седам у Ужицу. Када је ријеч о институцијама

The mutual functioning of the population in correspondent settlements located on rivers and along the state borders is largely conditioned by the degree of infrastructure coverage, primarily border crossings and bridges, as well as overall activity in the area. The bridging of the Drina River in the past was carried out by scaffolding, which has disappeared from use today. Bridges over the Drina River constitute a key infrastructure element in cross-border linkage, but primarily in the interaction of border areas. Border crossings are located just near the bridges. The Podrinje region has a relatively sufficient number of border crossings, however, their capacity is not at a satisfactory level; therefore, some are in reconstruction and modernization (Mali Zvornik, Trbušnica and Kotroman), and construction at the border crossing Badovinci is in line with the European Union standards (Републичка агенција за просторно планирање, 2010, p. 214). In addition to the infrastructure renovation, an important segment for cross-border cooperation is the effective implementation of decisions when it comes to the establishment and functioning of border crossings. An example of negative practice is the newly built Bratoljub Bridge that connects Bratunac and Ljubovija, where after more than a year there is no border crossing.

The possibilities to meet basic needs for services depend on both the transport infrastructure quality and the existence of social infrastructure contents. Lack of any of these infrastructure elements determines the routes of redirecting the population to the closest regions with those elements. Urban settlements in Podrinje are equipped with the basic level of social infrastructure when it comes to education and health – there is a secondary school and a health center (Tab. 4). In most settlements there is a high school center with several departments, and in some settlements there are several independent secondary schools – seven in Bijeljina, nine in Šabac and seven in Užice. When it comes

вишег ранга, насеља су неједнако опремљена. Болницу посједују само два од седам насеља у пограничном региону у Републици Српској (Бијељина и Зворник), а у пограничном региону Србије болницу имају четири општинска средишта (од укупно девет). Становништво користи услуге болнице у непосредном окружењу у држави којој припадају, изузимајући становништво Вишеграда које је упућено на болницу у Ужицу и становништво Руда упућено на болницу у Прибоју. Бројем институција високог образовања истиче се Бијељина као центар високог образовања (четири државна и једанаест приватних факултета), док се у осталим општинским средиштима налази по један факултет или истурено одјељење факултета чије је сједиште у неким већим градовима.

to institutions of higher rank, settlements are not equally equipped. Only two out of seven settlements in the border region of the Republic of Srpska (Bijeljina and Zvornik) and four municipal centers out of nine in the border region of Serbia have a hospital. The population uses the hospital services in the immediate surroundings in the country to which they belong, excluding the population of Višegrad who is going to the hospital in Užice and the population of the Rudo who is going to the hospital in Priboj. Bijeljina, with numerous higher educational institutions (four state and eleven private faculties), is an important center of higher education, whereas in other municipal centers there is one faculty or department of the faculty whose headquarters are in some major cities.

Таб. 4. Опремљеност насеља неким елементима друштвене инфраструктуре
Tab. 4. Some elements of social infrastructure in settlements

Општине и градови / Municipalities and cities	Високошколска установа / Higher education institution	Средња школа / High School	Болница / Hospital	Дом здравља / Community Health centre
БН / BN	+	+	+	+
ЗВ / ZV	+	+	+	+
БР / BR	-	+	-	+
СР / SR	+	+	-	+
ВИ / VI	+	+	-	+
РУ / RU	-	+	-	+
ЧА / ČA	-	+	-	+
БЋ / BĆ	-	+	-	+
ША / ŠA	+	+	+	+
ЛО / LO	+	+	+	+
МЗ / MZ	+	+	-	+
ЉУ / LjU	-	+	-	+
БВ / BV	+	+	-	+
УЕ / UE	+	+	+	+
ЧЈ / ČJ	+	+	-	+
ПВ / PV	-	+	+	+

Кореспондентна насеља у Подрињу разликују се према инфраструктурној опремљености и демографском потенцијалу. Боље опремљена и демографски „јача“ насеља свој утицај преносе на своје кореспонденте и представљају центре развоја. „Овакав центар развоја има интегративну улогу у условима мира и сарадње између двије или више држава“ (Zekanović & Petrašević, 2018, стр. 186). Према анализираним показатељима „јача“ насеља налазе се (са појединим изузецима) на територији Србије, а можемо их означити као потенцијалне центре развоја.

ЗАКЉУЧАК

Трансгранична сарадња и оснивање трансграничних региона представљају модалитет коме Босна и Херцеговина треба тежити како би успоставила равномјеран територијални развој. Због облика и правца пружања, њен ентитет, Република Српска, има веће могућности за укључивање у трансграничне интеграције. Због хомогености пограничног простора по више аспеката са Србијом, регион Подриње треба бити у фокусу интересовања када је ријеч о трансграничним регионима. Велику улогу у процесу трансграничне сарадње имају пограничне административно-територијалне јединице (општине и градови) са обје стране границе, коју у овом случају чини ријека Дрина. Комплексном анализом утврђено је да је простор Подриња неуједначено развијен и маргинализован, те да се у оквиру њега јужни дио региона може окарактерисати као национално проблемско подручје за обје државе. Неравномјерна дистрибуција становништва, ниска густина насељености и висок степен урбаности указују на негативне процесе деаграризације и дерурализације и тенденцију пражњења руралног простора у датом региону. Као центри развоја и полуге трансграничног повезивања намећу се градови и општинска средишта пограничног простора. Поред досадашњих иницијатива повезивања на државном нивоу (на примјер,

Correspondent settlements in Podrinje are different in terms of infrastructure and demographic potential. Better equipped and demographically „stronger“ settlements transfer their influence to their correspondents and represent development nodes. „This development node has an integrative role in conditions of peace and cooperation between two or more countries.“ (Zekanović & Petrašević, 2018, p. 186). According to the analyzed indicators, stronger settlements are (with certain exceptions) on the territory of Serbia, and we can label them as potential development nodes.

CONCLUSION

Cross-border cooperation and the formation of cross-border regions are modalities that Bosnia and Herzegovina should strive to in order to achieve balanced spatial development. Due to the shape and provision direction of its entity the Republic of Srpska has greater opportunities for inclusion in cross-border integration. Due to the homogeneity of the border area in several aspects with Serbia, the Podrinje region should be in the focus of interest when it comes to the formation of cross-border regions. The administrative-territorial units (municipalities and cities) on both sides of the border, which in this case is the Drina River, play a major role in transnational cooperation. The complex analysis showed that the Podrinje region is unevenly developed and marginalized, and that within it the southern part of the region can be characterized as a national problem area in both countries. The uneven population distribution, low population density and high degree of urbanity indicate negative processes of deagrarianization and deruralization and the tendency of rural areas emptiness in this region. Cities and municipal centers of the border area are imposed as development nodes and levers of cross-border linking. In addition to the existing state-level interconnection initiatives (e.g. the Agreement on Special Parallel Connections),

Споразум о специјалним паралелним везама) неопходно је паралелно повезивање јединица локалне самоуправе са обје стране границе. Анализирана насеља, иако нису типични примјери кореспондентних (као погранична насеља у Посавини), треба усмјеравати на директну међусобну сарадњу, те ће у просторно-функционалном смислу имати улогу „шавова“ у повезивању пограничног простора Републике Српске и Србије у јединствен трансгранични регион Подриње. Из тог разлога неопходно је развијати њихове функционалне и инфраструктурне капацитете.

Трансграничну сарадњу треба усмјерити на интегрално управљање пограничним простором, а базирати на потенцијалима датог простора. У региону Подриње међу основним развојним потенцијалима су природни ресурси, очувано културно наслеђе и енергетски хидропотенцијал. Слив ријеке Дрине, због наведених потенцијала чини сложену амбијенталну цјелину антропогених и природних мотива са великим могућностима туристичке валоризације. Репрезентативни примјери добре праксе су новоосновани Национални парк „Дрина“ и археолошки музеј „*Municipium Malvesiatium*“ на територији општине Сребреница. Основне одлике Националног парка „Дрина“ јесу изузетан диверзитет флоре и фауне, те присуство ендемичних и реликтних врста. У трансграничном смислу наслања се на Национални парк „Тара“ у Србији, те са њим чини јединствену цјелину. Оснивањем трансграничног региона „Подриње“ успоставио би се континуиран процес валоризације и заштите заједничких добара. Први корак ка трансграничној сарадњи је израда интегралних просторних планова посебне намјене за издвојене просторне цјелине од заједничког значаја.

parallel linking of local self-government units on both sides of the border is necessary. The analyzed settlements, although they are not typical examples of correspondents (as border settlements in Posavina region), should focus on direct mutual cooperation, and in the spatial-functional terms they should play the role of „seams“ in connecting the border area of the Republic of Srpska and Serbia to one cross-border region of Podrinje. For this reason, it is necessary to build further their functional and infrastructural capacities.

Cross-border cooperation should focus on the integrated management of the border area, based on these area potentials. In the Podrinje region, the main development potentials are natural resources, preserved cultural heritage and hydropower potential. Given the stated, the Drina River basin forms a complex ambient unity of anthropogenic and natural motives with great possibilities for tourist valorization. Good practice examples are the newly established National Park „Drina“ and the archaeological museum „*Municipium Malvesiatium*“ on the territory of the Srebrenica municipality. The main features of the National Park „Drina“ are the exceptional diversity of flora and fauna, with endemic and relict species. For cross-border cooperation, it is important because it relies on the National Park „Tara“ in Serbia and makes one entity with it. By creating the cross-border region „Podrinje“, a continuous valorization and protection of this area values would be established. The first step towards the cross-border cooperation is the creation of special purpose area spatial plan for this integral spatial entity of mutual interest.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Грчић, М. (2002). Концепт граничног региона. У С. Станковић (Ур.), *Зборник радова са научног скупа „Проблеми ревитализације пограничних крајева Југославије и Републике Српске“* (стр. 11–21). Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.
- Javno preduzeće „Putevi Republike Srpske“ d.o.o. (2017). *Brojanje vozila na mreži puteva u Republici Srpskoj – 2015. godina*. Banja Luka: Autor.
- Републичка агенција за просторно планирање. (2010). *Просторни план Републике Србије 2010–2014–2021* (Нацрт). Београд: Аутор.
- Степић, М. (1995). Подриње – од пограничне регије до потенцијалне осовине развоја. *Гласник Српског географског друштва*, 75(1), 27–36.
- Székely, A. (2013). Border Region Structures. *Analecta Technica Szegedinensia*, 7(1–2), 64–70. doi:10.14232/analecta.2013.1-2.64-70
- Тодоровић, М. (2002). Неки елементи развоја пољопривреде пограничних области у Србији. У С. Станковић (Ур.), *Зборник радова са научног скупа „Проблеми ревитализације пограничних крајева Југославије и Републике Српске“* (стр. 89–102). Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.
- Zekanović, I., & Petrašević, A. (2018). Political-Geographical Valorization of the Border Space of Bosnia and Herzegovina in the Function of Identification of Possible Directions of Transborder Cooperation and formation of Perspective Transborder Regions. In T. Komornicki, J. Wang, G. Romanescu, P. Djurovic, A. Holt-Jensen, T. Karacostas, P. Bagoli Simo, E. Panidi, M. Zorn, G. Zhelezov, S. Bouzarovski, K. Kocak, R. Privitera, B. Markoski, K. Donert, R. Ciglic, S. Klempic Bogadi, J. Hall, B. Gao, V. Székely, N. Živković, & R. Hanxhari (Eds.), *Proceedings of the 4th International Scientific Conference GEOBALCANICA 2018* (pp. 179–189). Ohrid, Republic of Macedonia: Geobalcanica Society.
- Живановић, В. (2014). Природни потенцијали у функцији регионалног развоја и диференцијације Подриња. *Зборник радова – Географски факултет Универзитета у Београду*, 62, 61–90. doi:10.5937/zrgfub1462061Z
- Живковић, М. (2007). Трансгранчни региони – Нови облик регионалног географског испољавања и просторно-функционалног организовања. У М. Грчић, Р. Ђато, & С. Стаменковић (Ур.), *Зборник радова са научног скупа „Србија и Република Српска у регионалним и глобалним процесима“* (стр. 151–156). Београд: Географски факултет Универзитета у Београду, Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци.
- Живковић, М., Папић, Д., & Станојевић, М. (2013). Трансгранични развој у функцији рјешавања регионалних диспаритета Републике Српске. У Р. Ђато (Ур.), *Зборник обиљежавања 20. годишњице Географског друштва Републике Српске* (стр. 315–322). Бања Лука: Географско друштво Републике Српске.
- Živković, M., Mandić, M., Papić, D., & Stanojević, M. (2016a). Cross-Boundary Cooperation as a Factor of Development of Bosnia and Herzegovina within the EU Integration Processes. *International Journal of Economics and Management Systems*, 1, 208–213.
- Živković, M., Mandić, M., Papić, D., & Stanojević, M. (2016b). Cross-Boundary Cooperation in Service of Development of Bosnia and Herzegovina – The Sample of Priority Backward Areas along the Borderline. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 12, 326–331.

РАЧУНАЊЕ ПОМЈЕРАЊА ЗЕМЉИНЕ КОРЕ УПОТРЕБОМ ГЕОДЕТСКЕ ТЕХНИКЕ VLBI

Горана Тодорић^{1*}, Дејан Васић² и Драгољуб Секуловић³

¹Геодетска агенција „ВиЖ“, Прњавор, Република Српска

²Универзитет у Бањој Луци, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, Бања Лука, Република Српска

³Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, Србија

Сажетак: Земљина кора као највиши дио у структурној грађи Земље трпи промјене под истовременим и супростављеним дејством ендегених и егзогених процеса. Према моделу тектонике плоча подијељена је у одређен број танких, крутих плоча које се крећу једна у односу на другу и чије су границе дефинисане сеизмичком активношћу. Висока прецизност позиционирања остварена данас помоћу просторних геодетских техника VLBI, SLR, GNSS, LLR и DORIS омогућила је добијање информација о кинематици тектонских плоча на основу поновљених или континуираних опажања. У раду је описана техника VLBI (Дугобазисна интерферометрија) за квантитативно вредновање савремених помјерања и посљедичних деформација Земљине коре.

Кључне ријечи: техника VLBI (Дугобазисна интерферометрија), помјерање Земљине коре, тектоника плоча.

Original scientific paper

CALCULATIONS OF EARTH'S CRUST MOVEMENT USING GEODETIC VLBI TECHNIQUE

Gorana Todoric^{1*}, Dejan Vasic² and Dragoljub Sekulovic³

¹Geodetic agency „ViŽ“, Prnjavor, Republic of Srpska

²University of Banja Luka, Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Banja Luka, Republic of Srpska

³University of Defense of Belgrade, Military Academy, Belgrade, Serbia

Abstract: The Earth's crust as the highest part in the structure of the Earth suffers changes under the simultaneous and opposing effects of endogenous and exogenous processes. According to the model of plate tectonics, it is divided into a number of thin, rigid plates that move one in relation to the other and whose boundaries are defined by seismic activity. The high positioning accuracy achieved today with the use of spatial geodetic techniques such as VLBI, SLR, GNSS, LLR and DORIS enabled obtaining information on the tectonic plates' kinematics based on repeated or continuous observations. The paper describes the technique of VLBI (Very Long Baseline Interferometry) for the quantitative evaluation of modern movements and consequent deformations of the Earth's crust.

Key words: Very Long Baseline Interferometry (VLBI) technique, the Earth's crust movement, plate tectonics.

* Аутор за кореспонденцију: Горана Тодорић, Геодетска агенција „ВиЖ“, Светог Саве 6, 78430 Прњавор, Република Српска, Босна и Херцеговина, E-mail: gorana.todic@hotmail.com

Corresponding author: Gorana Todic, Geodetska agencija „ViŽ“, Svetog Save 6, 78430 Prnjavor, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, E-mail: gorana.todic@hotmail.com

УВОД

Земља је мјесто различитих динамичких процеса узрокованих спољашњим и унутрашњим силама. Ти процеси настају и дјелују у различитим просторним и временским скалама. Као последица неких од тих процеса велика подручја Земље изложена су природним катастрофама попут земљотреса, урагана, тајфуна и поплава. Развој просторних геодетских техника омогућава опсежна праћења особина Земље и то са високом тачношћу и просторном и временском резолуцијом. Оваква геодетска опажања дају пресудне информације о геодинамичким процесима, а који узрокују природне процесе попут земљотреса, клизишта, вулканских ерупција, промјена у нивоу водених маса и водама на копну.

У склопу Међународне асоцијације за геодезију (IAG), водеће свјетске геодетске организације, развијали су се сервиси у сврху глобалне координације геодетских активности за осигурање високотачних и поузданих геодетских мјерења. Данас ти сервиси, засновани на различитим геодетским техникама и подацима, пружају услуге за широк спектар корисника, а не само за геодетску и геофизичку заједницу.

Остварена висока прецизност позиционирања просторним геодетским техникама као што су: VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*), SLR (*Satellite Laser Ranging*), LLR (*Lunar Laser Ranging*), GNSS (*Global Navigation Satellite System*) и DORIS (*Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite*) омогућила је добијање информација о кинематици тектонских плоча из поновљених или континуираних опажања. Према моделу тектонике плоча Земљина кора подијељена је у одређен број танких, крутих плоча које се крећу једна у односу на другу. Границе плоча дефинисане су сеизмичком активношћу и такође могу бити карактерисане вулканима.

Просторна сателитска техника VLBI изворно је развијена крајем 1970-их година у оквиру пројекта за високопрецизна геодетска одређивања динамике Земљине коре, дизајнирана за опажање удаљених небеских радио-извора са високом угаоном резолуцијом.

INTRODUCTION

The Earth is the place of various dynamic processes caused by external and internal forces. These processes arise and operate in different spatial and temporal scales. As a consequence of some of these processes, large areas of the Earth are exposed to natural disasters such as earthquakes, hurricanes, typhoons and floods. The development of spatial geodetic techniques allows extensive monitoring of Earth's properties with high accuracy and spatial and temporal resolution. Such geodetic observations give crucial information on geodynamic processes, which cause natural processes such as earthquakes, landslides, volcanic eruptions, changes in water levels and waters on land.

Within the International Association of Geodesy (IAG), the world's leading geodetic organization, services for the purpose of global coordination of geodetic activities for providing reliable geodetic surveys with high accuracy have been developed. Today, these services, based on various geodetic techniques and data, provide services for a wide range of users, not just for geodetic and geophysical community.

The achieved high accuracy of positioning with spatial geodetic techniques of VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*), SLR (*Satellite Laser Ranging*), LLR (*Lunar Laser Ranging*), GNSS (*Global Navigation Satellite System*) and DORIS (*Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite*) enabled the obtaining of information on the tectonic plates' kinematics from repeated or continuous observations. According to the model of the plate tectonics, the Earth's crust is divided into a number of thin, rigid plates that move one in relation to the other. The plate boundaries are defined by seismic activity and can also be characterized by volcanoes.

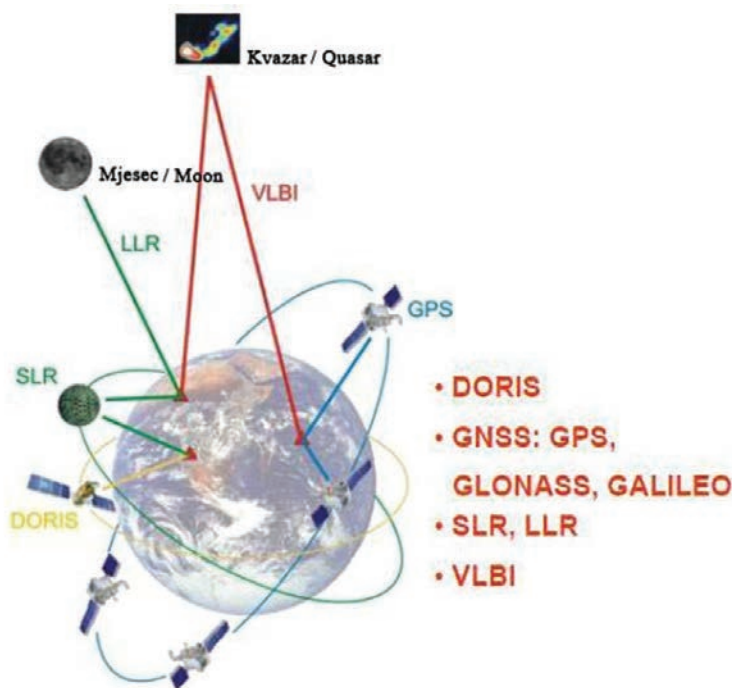
Spatial satellite VLBI technique was originally developed in the late 1970s as a part of a project for high-precision geodetic determination of the Earth's crust dynamics, designed to observe distant sky radio-sources with high angular resolution.

ОСНОВЕ VLBI ТЕХНИКЕ

Техника VLBI (Дугобазисна интерферометрија) метода је мјерења сателитске геодезије која, заједно са GNSS, SLR, LLR и DORIS техником, представља један од основних извора података у савременим глобалним геодетским истраживањима (Сл. 1). Примјењује се како у радио-астрономији, за астрофизику и астрометрију, тако и у геодезији. Астрономска и геодетска VLBI техника разликују се у распореду сесија терестричког и небеског опажања, у погледу броја опажаних радио-извора, у броју и учесталости опажања према радио-изворима и у научним циљевима. Циљ радио-астрономије је истраживање различитих астрономских објеката са становишта њихових астрофизичких карактеристика. Насупрот томе, геодетска и астрометријска VLBI техника служе за прецизно одређивање: 1) положаја небеских тијела, 2) релативних положаја тачака на Земљи, 3) параметара Земљине ротације и оријентације и 4) помјерања тектонских плоча.

FUNDAMENTALS OF VLBI TECHNIQUE

Very Long Baseline Interferometry (VLBI) technique is a measurement method of satellite geodesy, which, in addition to GNSS, SLR, LLR and DORIS technique, is one of the main data sources in modern global geodetic research (Fig. 1). This technique is used both in radio-astronomy for astrophysics and astrometrics, and in geodesy. Astronomical and geodetic VLBI technique differ in schedule of sessions of terrestrial and celestial observations, in terms of the number of observations of radio-sources, as well as the number and frequency of observations towards radio-sources, and in the scientific goals. The aim of the radio-astronomy is to examine a huge variety of astronomical objects and their astrophysical characteristics. In contrast, geodetic and astrometric VLBI technique emphasize on precise positioning of: 1) positions of celestial objects, 2) relative positions of points on Earth, 3) parameters of Earth's rotation and orientation and 4) the movement of continental plates.



Сл. 1. Савремени мјерни системи у сателитској геодезији и астрометрији (Шпољарић, 2017)
Fig. 1. Modern measurement systems in satellite geodesy and astrometrics (Шпољарић, 2017)

Техника VLBI пружа поуздане резултате високе тачности. Због тога има широку примјену у оквиру различитих истраживања из области геодезије.

VLBI води поријекло од локалне интерферометрије коју су астрономи користили за проучавање положаја и структуре удаљених космичких објеката. Примјењује се више од 50 година, од средине 1960-их година (Schuh & Behrend, 2012).

Развој атомских часовника 1970-их година омогућио је потпуно раздвајање двије антене, тако да се интерферометријски подаци примају независно на обје станице након чега се врши њихова корелација синхронизацијом часовника. Убрзо након првих опажања 1967. године, VLBI је привукла интересовање геодета. Данас VLBI има важну улогу у мјерењу помјерања тектонских плоча, одређивању Земљине оријентације у инерцијалном референтном оквиру и уопште има велику примјену у радио-астрономији и геодезији (Campbell, 2004; Plank, 2013; Sovers, Fanselow, & Jacob, 1998).

Геодетска VLBI напредна је техника сателитске геодезије којом се одређују растојања између антена постављених на површи Земље, с тачношћу од неколико милиметара. У основи, мјере се временске разлике пристизања радио-таласа које емитују квазари, удаљени и до неколико милијарди свјетлосних година ("What is VLBI," 2017). Основни принцип рада VLBI технике приказан је на Сл. 2.

За геодетско мјерење помјерања континената, на свакој антени (Сл. 3) подаци са удаљених квазара примљени су и означени са веома тачним одређивањем времена помоћу водоничног масерског атомског часовника чија грешка износи секунду на сваких милион година.

Приликом VLBI мјерења, истовремено се на двије антене прима радио-сигнал са удаљеног космичког извора. Због различитог положаја пријемних антена, пријем сигнала на једној станици ће каснити у односу на другу. Временско кашњење може се одредити крос-корелацијом два сигнала. Опажањем више радио-извора и мјерењем временског

VLBI technique gives reliable results of high accuracy, and is therefore one of the most frequently used techniques for various research in the field of geodesy.

VLBI originates from local interferometry used by astronomers to study the position and structure of distant cosmic objects. It has been applied for more than 50 years, since the mid-1960s (Schuh & Behrend, 2012).

The development of atomic clocks in the 1970s made it possible to completely separate two antennas, so that the interferometric data were received independently on both stations, after which their correlation by synchronizing the clocks was done. Soon after the first observations in 1967, the VLBI attracted the interest of the surveyors. Today, the VLBI plays a significant role in measuring the movement of tectonic plates, determining the Earth's orientation in the inertial reference frame, and generally has great application in radio-astronomy and geodesy (Campbell, 2004; Plank, 2013; Sovers, Fanselow, & Jacob, 1998).

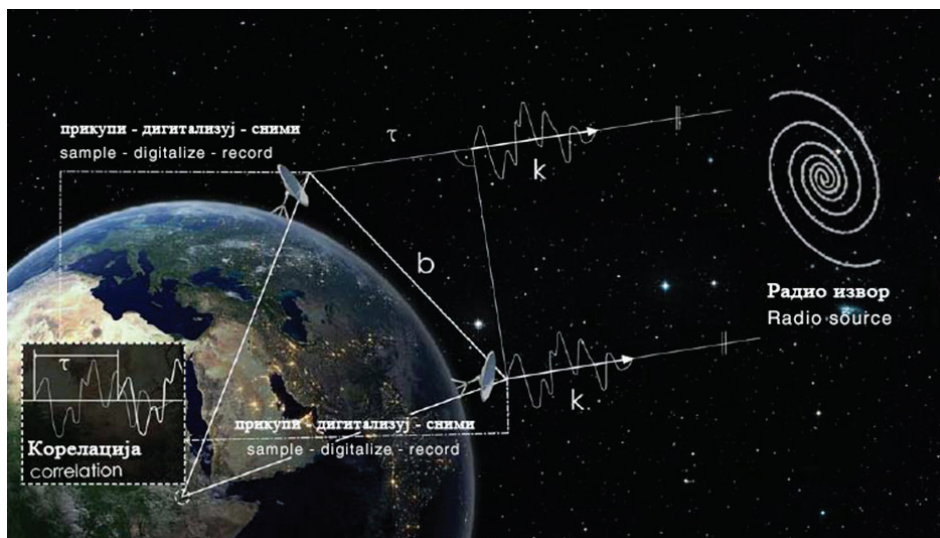
Geodetic VLBI is an advanced technique of satellite geodesy, with which the distance between the antennas placed on the surface of the Earth is determined with an accuracy of a few millimeters, by measuring the time difference of arrival of a radio waves which are emitted by quasars distant up to several billion light-years ("What is VLBI," 2017). The basic working principle of the VLBI technique is shown in Fig. 2.

For geodetic measurement of continental plates movement, on each antenna (Fig. 3) data from distant quasars have been received and marked with a very accurate determination of the time, using the hydrogen maser atomic clock whose error is 1 second every million years.

During the VLBI measurements, at the same time, a radio-signal from a distant cosmic source is received on two antennas. Due to the different position of receiving antennas, signal reception at one station will be delayed relative to the other. The time delay can be determined by cross-correlation of two signals. By observing more radio-sources and measuring the time delay, source positions, baseline

кашњења, могу се одредити положаји извора, вектор базне линије између антена и Земљини оријентациони параметри, као што су UT1 и компоненте кретања полова (Molinder, 1978).

vector between antennas and Earth's orientation parameters, such as UT1 and components of poles' movement, can be determined (Molinder, 1978).



Сл. 2. Основни принцип рада VLBI технике (Borisov, Govedarica, & Orihan, 2015)

Fig. 2. The basic working principle of the VLBI technique (Borisov, Govedarica, & Orihan, 2015)

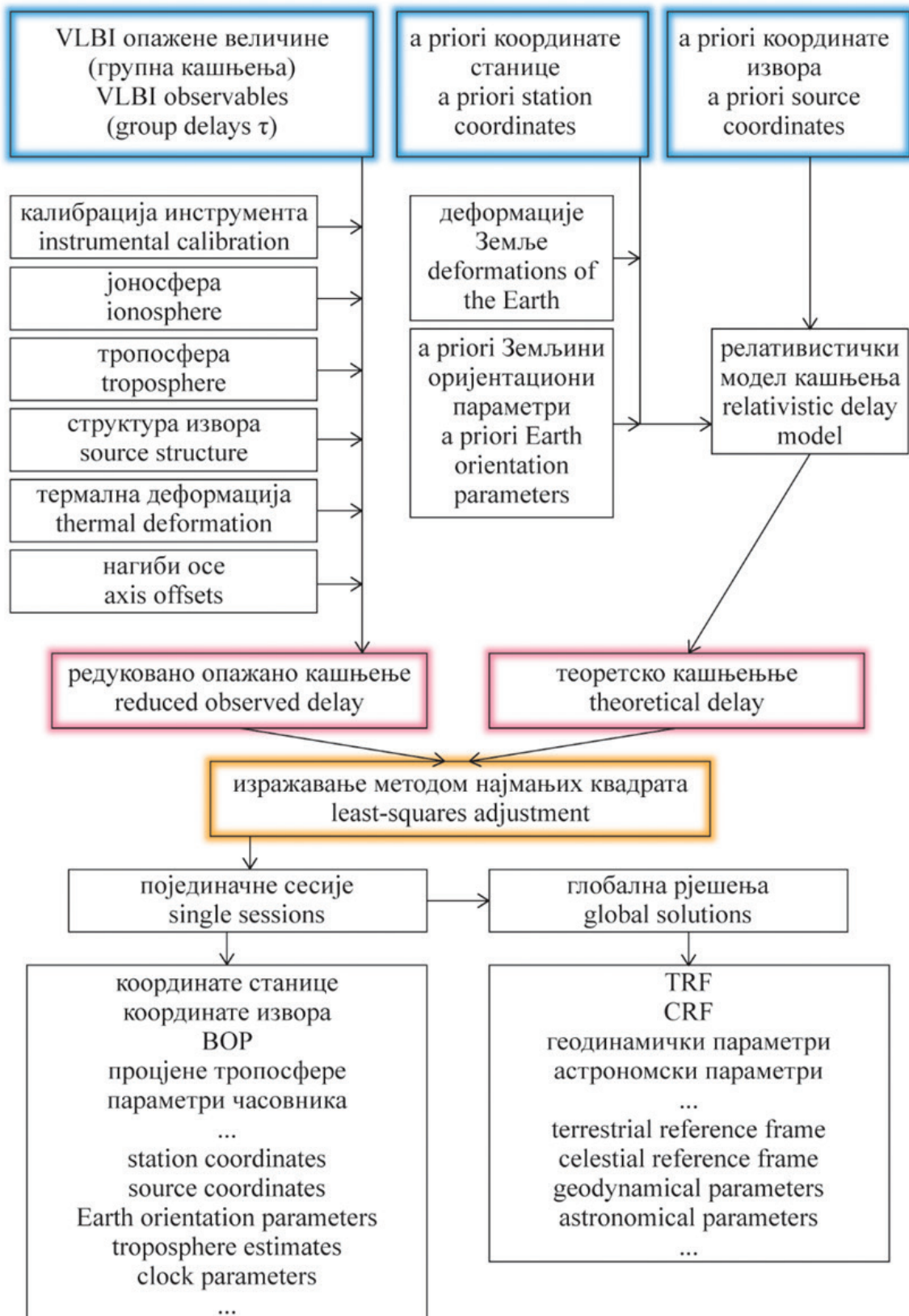


Сл. 3. Радио-телескоп пречника 100 m у близини Ефелсберга у Њемачкој (Sušić, 2014)

Fig. 3. Radio-telescope with a 100 m diameter near Effelsberg in Germany (Sušić, 2014)

Графички приказ фаза у поступку VLBI анализе, почев од опажаних величина до коначних појединачних и глобалних рјешења, приказан је на Сл. 4.

The graphical representation of the phases in the VLBI analysis, starting from the observed values to the final individual and global solutions, is shown in Fig. 4.



Сл. 4. Дијаграм VLBI анализе (Mayer & Schartner, 2017)
Fig. 4. The VLBI analysis diagram (Mayer & Schartner, 2017)

Кашњење опажања може се одредити примјеном следећег израза (Brouwer, 1985):

$$\tau = t_b - t_a, \quad (1)$$

гдје је t_a вријеме пристизања радио-таласа на антену a , а t_b вријеме пристизања радио-таласа на антену b (Сл. 5).

Кашњење сигнала τ најједноставније може се описати као негативан количник производа вектора базне линије B и јединичног вектора у смјеру радио-извора U , и брзине свјетлости $c = 299.792458$ km/s (Brouwer, 1985):

$$\tau = -\frac{\vec{B} \cdot \vec{U}}{c}. \quad (2)$$

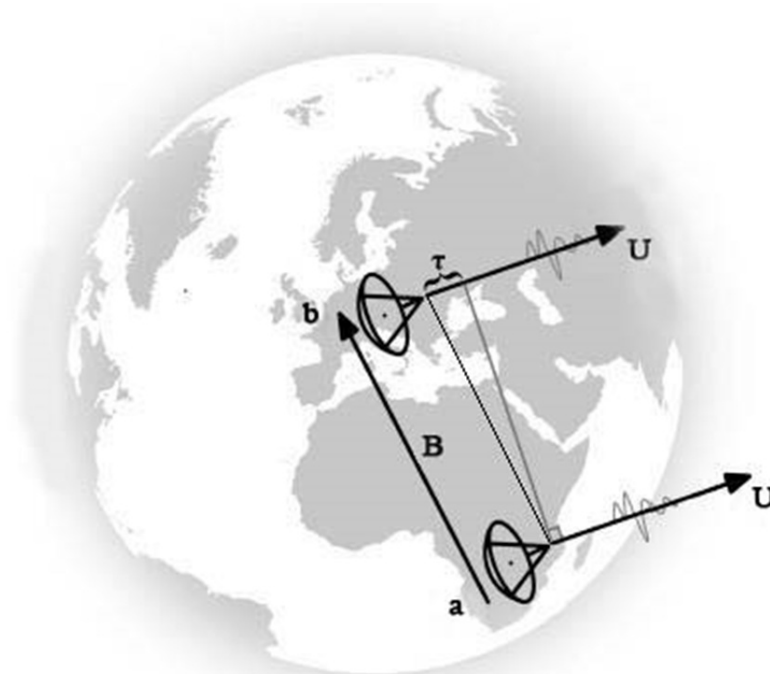
Observation delay can be determined using the following expression (Brouwer, 1985):

$$\tau = t_b - t_a, \quad (1)$$

where t_a is the time of arrival of the radio-wave on the antenna a , and t_b is the time of arrival of the radio-wave on the antenna b (Fig. 5).

The signal delay τ can be described as negative ratio of the product of the base line vector B and the unit vector in the direction of the radio-source U , and the velocity of light $c = 299.792458$ km/s (Brouwer, 1985):

$$\tau = -\frac{\vec{B} \cdot \vec{U}}{c}. \quad (2)$$



Сл. 5. Основни VLBI троугао (Mayer, Böhm, Combrinck, Botai, & Böhm, 2014)
Fig. 5. The basic VLBI triangle (Mayer, Böhm, Combrinck, Botai, & Böhm, 2014)

Негативан предзнак слиједи из чињенице да је τ дефинисано као позитивна величина ако сигнал пристигне касније на станици b у односу на станицу a (Brouwer, 1985).

Удаљеност се потом може срачунати из геометрије, тј. директном триангулацијом. Множењем кашњења и брзине радио-таласа (брзина свјетлости c), може се одредити компонента удаљености између антена у смјеру

The negative sign follows from the fact that τ is defined as a positive value if the signal arrives later at station b in relation to the station a (Brouwer, 1985).

Distance can then be calculated from the geometry, which is a direct triangulation. Multiplying the delay and velocity of radio-waves (the velocity of light c), the distance between the antennas viewed from the direction of radio-

радио-таласа (Тодорић, Васић, & Васиљевић, 2016).

Опрема VLBI система дефинише геодетску референтну тачку у простору и времену. Сложеност VLBI система захтијева детаљну анализу његових особина (Hase, Corey, Koyama, Shaffer, Petrachenko, & Schlüter, 2005). Опрема се карактерише односом сигнал-шум који се може дефинисати изразом:

$$SNR = f \cdot V \cdot \sqrt{\frac{T_{a_1} \cdot T_{a_2}}{T_{s_1} \cdot T_{s_2}} \cdot 2\Delta\nu \cdot \tau}, \quad (3)$$

гдје је $f = 0.5$ VLBI фактор процеса за једнобитно прикупљање, $V=1$ је нормализована видљивост извора, T_{s_1} је температура антене, T_{s_2} је температура система, $2\Delta\nu$ је Никвистова стопа прикупљања, а τ је временски интервал интеграције.

Захтјеви тачности за генератор фреквенције и атомски часовник могу бити оцијењени из опште VLBI једначине, која се проширује параметрима часовника, временским кашњењем и фреквенцијом (Hase et al., 2005):

$$c\tau = \frac{1}{c}\vec{s}\vec{b} + c\Delta T + c(T - T_0)\frac{\Delta f}{f} + \dots, \quad (4)$$

Затим се добија:

$$cd\tau = cd\Delta T + c(T - T_0)\frac{d\Delta f}{f}, \quad (5)$$

гдје је c брзина свјетлости, τ временско кашњење, ΔT помјерај часовника, $d\Delta T$ грешка помјераја часовника, $T - T_0$ временски интервал, $\Delta f/f$ помјерај релативне фреквенције и $d\Delta f/f$ грешка помјераја фреквенције.

Пошто је прецизност мјерења временске разлике неколико пикосекунди, VLBI одређује релативне положаје кооперишућих телескопа са прецизношћу од неколико милиметара и положаје радио-извора са прецизношћу од неколико лучних милисекунди. VLBI подаци прикупљају се најчешће током периода од 24 сата, при чему се опажања врше према

waves can be determined (Тодорић, Васић, & Васиљевић, 2016).

The instrumentation of a VLBI system is defining the geodetic reference point in space and time. The complexity of a VLBI system requests an detailed analysis of various features in the system (Hase, Corey, Koyama, Shaffer, Petrachenko, & Schlüter, 2005). The instrumentation is characterized by a signal-noise-relation that can be defined by the expression:

$$SNR = f \cdot V \cdot \sqrt{\frac{T_{a_1} \cdot T_{a_2}}{T_{s_1} \cdot T_{s_2}} \cdot 2\Delta\nu \cdot \tau}, \quad (3)$$

where $f = 0.5$ is the VLBI processing factor for one bit sampling, $V=1$ is the normalized visibility of the source, T_{s_1} is the antenna temperature, T_{s_2} is the system temperature, $2\Delta\nu$ is the Nyquist sample rate, and τ is the integration time interval.

The accuracy requirements for the clock and frequency generator can be estimated from the basic VLBI equation, with the extension due to the clock parameters, time offset and frequency (Hase et al., 2005):

$$c\tau = \frac{1}{c}\vec{s}\vec{b} + c\Delta T + c(T - T_0)\frac{\Delta f}{f} + \dots, \quad (4)$$

Then it is obtained:

$$cd\tau = cd\Delta T + c(T - T_0)\frac{d\Delta f}{f}, \quad (5)$$

where c is the velocity of light, τ is the time delay, ΔT is the clock offset, $d\Delta T$ the error of the clock offset, $T - T_0$ the elapsed time interval, $\Delta f/f$ the relative frequency offset and $d\Delta f/f$ the error of the frequency offset.

Because the precision of the time difference measurement is of a few picoseconds, VLBI determines the relative positions of cooperating telescopes with a precision of a few millimeters and the positions of radio-sources with a precision of a few milliseconds of arc. VLBI data is usually collected over a period of 24 hours at about 30 quasars in about 300 different directions

приближно 30 квазара, у око 300 различитих смјерова ("Projects VLBI," 2017).

За потребе VLBI технике најчешће се користе фреквенције између 0.5 GHz и 22 GHz што одговара таласним дужинама од 75 cm до 1.3 cm, респективно. Овај опсег припада радио-таласима (Todorčić, Vasić, & Sekulović, 2017).

Ако већи број глобално распоређених VLBI антена врши истовремена опажања више радио-извора распоређених на небу, истовремено се могу одредити положај извора, релативни тродимензионални положај сваке антене и оријентација Земље у свемиру ("Projects VLBI," 2017).

ОСНОВЕ ТЕОРИЈЕ ПОМЈЕРАЊА КОНТИНЕНАТА

Алфред Вегенер, њемачки метеоролог и геофизичар, изнио је 1912. године своју претпоставку да су сви континенти некад били дио једног великог континента, од кога су се одвојили и помјерали до мјеста гдје су сада. Вегенерова претпоставка прво је била заснована на начину на који се континенти међусобно уклапају, и изведена из резултата упоређивања структуре стијена и композиције обалних линија. Вегенер је такође проучавао распоред фосила, локације и сличност, и поново нашао јаку повезаност ("Introduction to," 2017).

Развоју Вегенерове теорије допринос су дали и јужноафрички геолог Александер Ду Тои проучавањем геологије и биљних и животињских фосила уграђених у стијенама, те два научника са Кембриџа, Друммонд Матјувс и Фредерик Вајн, британски морски геолози и геофизичари, који су своје истраживање засновали на палеомагнетизму. Коначно, током 1960-их година теорија помјерања континената је универзално прихваћена.

Према овој теорији, физичка површ Земље састоји се од низа танких, тврдих плоча које су у сталном покрету. Површ сваке плоче састављена је од океанске или континенталне коре. Плоче могу бити дебеле до 70 km ако су састављене од океанске коре или 150 km ако садрже континенталну

("Projects VLBI," 2017).

For the purposes of VLBI technique, commonly used frequencies are between 0.5 GHz and 22 GHz which corresponds to wavelengths of 75 cm to 1.3 cm, respectively. This band belongs to the radio waves (Todorčić, Vasić, & Sekulović, 2017).

By observing a number of sources arranged in the sky with more VLBI antennas distributed on the Earth's surface, which perform observations together, at the same time the position of the source, a three-dimensional position of each antenna and orientation of the Earth in space can be determined ("Projects VLBI," 2017).

BASICS OF THE THEORY OF CONTINENTAL DRIFT

Alfred Wegener, a German meteorologist and geophysicist, in 1912, presented his hypothesis that all continents once formed a part of one great continent, from which they separated and moved away to the point where they are now. First, Wegener's hypothesis was based on the way the continents fit together, comparing the structure of rocks and composition of the shorelines. Wegener also studied fossils distribution, locations and similarity and again found a strong connection ("Introduction to," 2017).

The South African geologist Alexander Du Toit, who studied geology and plant and animal fossils embedded in rocks, and two scientists from Cambridge, Drummond Matthews and Frederick John Vine, British sea geologists and geophysicists, whose research was based on palaeomagnetism, gave a significant contribution to the development of Wegener's theory. Finally, during the 1960s, the theory of continental drift was universally accepted.

According to this theory, surface of the Earth consists of a series of thin, solid plates that are in constant motion. Surface of each plate is made of oceanic or continental crust. The plates can be up to 70 km thick if made of oceanic crust or 150 km if they contain continental crust. Plates move at different velocities ("Introduction

кору. Плоче се крећу различитим брзинама ("Introduction to," 2017). Земљина тектонска, сеизмичка и вулканска активност јавља се на границама сусједних плоча. Тренутно се сматра да се плоче крећу услед струјања топлог ваздуха узрокованог хлађењем језгра и радиоактивношћу растопљене магме испод плоча. Најбољи примјер је расјед Сан Андреас у Калифорнији. Двије плоче крећу се бочно једна поред друге, при чему се не ствара нити се уништава океанска кора. VLBI мјерења указују да Пацифичка плоча клизи поред Сјеверноамеричке плоче брзином од око 5 cm годишње ("Introduction to," 2017).

ПРИМЈЕНА VLBI ЗА МЈЕРЕЊЕ ПОМЈЕРАЊА КОНТИНЕНТАЛНИХ ПЛОЧА

Одређивањем релативног тродимензионалног положаја глобално распоређених телескопа, с прецизношћу од неколико милиметара, кретања Земљиних тектонских плоча могу се директно мјерити. Двадесетогодишња историја мјерења растојања између антене Вестфорд у Масачусетсу и антене Ветцел у Њемачкој, показала је да се растојање између Сјеверне Америке и Европе повећава сталном брзином од око 17 mm годишње.

Приближно 20 радио-телескопа, постављених широм Земљине кугле, међусобно су повезани и координисани тако да створе еквивалент једне велике кохерентне антене.

Интерферометри веома тачно мјере таласне дужине свјетлости и удаљености. Они шаљу два радио-сигнала и користе интерференцију таласа да изврше мјерења. Телескопи у Вестфорду и Ветцелу удаљени су око 6,000 km. Из високо прецизних VLBI мјерења могуће је утврдити милиметарске промјене у тој удаљености.

Земљина кора састоји се од седам већих и неколико мањих тектонских плоча. Највеће плоче приказане су у Таб. 1. Све веће плоче су континенталне, осим Пацифичке плоче која је океанска. У значајне мање плоче спадају: Арабијска, Карипска, Хуан де Фука, Наска, Филипинска и Шкотска плоча (Сл. 6).

to," 2017). The Earth's tectonic, seismic and volcanic activity occurs at the borders of adjacent plates. Current theory is that the plates move due to the flow of warm air caused by the cooling of core and radioactivity of melted magma beneath the plates. The best example is the San Andreas Fault in California. Two plates move sideways next to each other whereby the oceanic crust is not being formed or damaged. VLBI measurements show that the Pacific plate slides along the North American plate at a rate of about 5 centimeters per year ("Introduction to," 2017).

VLBI APPLICATION FOR MEASUREMENT OF CONTINENTAL PLATES MOVEMENT

By determining the relative three-dimensional position of globally distributed telescopes with a precision of a few millimeters, the movement of Earth's tectonic plates can be directly measured. Twenty-year history of the distance between Westford, antenna in Massachusetts, and Wettzell, antenna in Germany, showed that the distance between North America and Europe is increasing with steady rate of about 17 millimeters per year.

Approximately 20 radio-telescopes located throughout the Earth's globe, are interconnected and coordinated to create the equivalent of one large coherent antenna.

Interferometers very accurately measure the wavelengths of light and distances. They send two radio-signals and use the wave interference to execute the measurements. Two telescopes in Westford and Wettzell are distant around 6,000 km. From high precision VLBI measurements, it is possible to see a millimeter difference in that distance.

The Earth's crust consists of seven major and several minor tectonic plates. The largest plates are shown in Tab. 1. All major plates are continental, except for the Pacific plate which is oceanic. Some significant minor plates are: Arabian plate, Caribbean plate, Juan de Fuca plate, Naska plate, Philippines plate and Scotland plate (Fig. 6).

Таб. 1. Највеће тектонске плоче (Станковић, 2011.)
 Tab. 1. The biggest tectonic plates (Станковић, 2011)

Назив плоче / The name of the plate	Површина (10^6km^2)/ Area (10^6km^2)	Континент / Continent
Тихоокеанска (Пацифичка) плоча / The Pacific plate	103.3	Тихи океан / The Pacific
Сјеверноамеричка плоча / The North American plate	75.9	Сјеверна Америка и сјевероисточни Сибир / North America and northeastern Sibir
Евроазијска плоча / The Eurasian plate	67.8	Европа и Азија / Europe and Asia
Афричка плоча / The African plate	61.3	Африка / Africa
Антарктичка плоча / The Antarctic plate	60.9	Антарктик / Antarctic
Индо-аустралијска плоча / The Indo-Australian plate	47.2	Аустралија и Индија / Australia and India
Јужноамеричка плоча / The South American plate	43.6	Јужна Америка / South America



Сл. 6. Тектонске плоче на Земљиној површи (Sušić, 2014)
 Fig. 6. Tectonic plates on the Earth surface (Sušić, 2014)

Индијектни докази различитих врста показују да се ове плоче крећу једна у односу на другу брзинама од неколико центиметара годишње (засновано на дугорочним рачунањима просјечних вриједности података праћења). У посљедњих неколико деценија, геолози су дошли до закључка да Земљина кора није чврста и несавитљива, и да се спољашње карактеристике Земље мијењају услед интеракција између ових плоча (Morabito, Claflin, & Steinberg, 1980).

ПРАКТИЧНА РАЧУНАЊА

На основу података преузетих са интернет странице Међународне VLBI службе за геодезију и астрометрију – <http://ivscc.gsfc.nasa.gov/index.html>, извршена је анализа промјене координата неколико VLBI станица за период од десет година, од 2004. до 2014. године.

Разматране станице су:

- радио-телескоп пречника 20 m у Ветцелу у Њемачкој (*Wettzell*) (Сл. 7),
- радио-телескоп пречника 20 m у Новом Алесунду, на острву Спитсберген у Норвешкој (*Ny-Alesund*),
- радио-телескоп пречника 32 m у Светлоу у Русији (*Svetloe*),
- радио-телескоп пречника 32 m у Бадарију у Русији (*Badary*),
- радио-телескоп пречника 32 m у Зеленчукскаји у Русији (*Zelenchuyskaya*),
- радио-телескоп пречника 14.2 m смјештен око 30 km источно од Форталезе у Бразилу (*Fortaleza*),
- радио-телескоп пречника 6 m у Концепсиону у Чилеу (*TIGO Concepcion*), и
- радио-телескоп пречника 26 m у Хобарту у Аустралији (*Hobart*).

Indirect evidences of different types show that these plates move relative to one another at a rate of a few centimeters per year (based on long-term calculations of average values of monitoring data). In the last few decades, geologists have come to the conclusion that the Earth's crust is not firm and rigid, and that the external characteristics of the Earth change as a result of interactions between these plates (Morabito, Claflin, & Steinberg, 1980).

PRACTICAL CALCULATIONS

Based on the data taken from the International VLBI Service for Geodesy and Astrometry website – <http://ivscc.gsfc.nasa.gov/index.html>, an analysis of the change of coordinates on some of the VLBI stations for the past ten years, more precisely in the period from 2004 to 2014 has been executed.

Stations that were discussed are:

- radio-telescope with 20 m diameter in Wettzell in Germany (*Wettzell*) (Fig. 7),
- radio-telescope with 20 m diameter in the New Ålesund, on the island Spitsbergen in Norway (*Ny-Alesund*),
- radio-telescope with 32 m diameter in Svetloe in Russia (*Svetloe*),
- radio-telescope with 32 m diameter in Badary in Russia (*Badary*),
- radio-telescope with 32 m diameter in Zelenchuyskaya in Russia (*Zelenchuyskaya*),
- radio-telescope with 14.2 m diameter located about 30 km east of Fortaleza in Brazil (*Fortaleza*),
- radio-telescope with 6 m diameter in Concepcion in Chile (*TIGO Concepcion*), and
- radio-telescope with 26 m diameter in Hobart in Australia (*Hobart*).



Сл. 7. Радио-телескопи пречника 20 m у геодетској опсерваторији у Ветцелу у Њемачкој (Schuh & Behrend, 2012)

Fig. 7. Radio-telescopes with 20 m diameters in geodetic observatory in Wettzell in Germany (Schuh & Behrend, 2012)

У склопу обраде података, прво су Декартове геоцентричне координате (X , Y , Z) у Међународном терестричком референтном систему (ITRS) трансформисане у геодетске координате (геодетска ширина B и геодетска дужина L) референтног елипсоида GRS 1980, према изразима Врачарић и Алексић (2007):

$$L = \arctg \frac{Y}{X}, \quad (6)$$

$$B = \arctg \left(\frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \cdot \left(1 - \frac{Ne^2}{N+h} \right)^{-1} \right), \quad (7)$$

гдје је N полупречник кривине елипсоида по првом вертикалу, e први нумерички ексцентрицитет, а h елипсоидна висина (Mihailović & Aleksić, 2008).

Пошто полупречник кривине N зависи од геодетске ширине B , израз (9), примјењује се итеративни поступак за рачунање ширине, заснован на довољно добром приближењу. Како је елипсоидна висина h много мања од полупречника кривине N , може се узети да је $h=0$. Сада израз (7) има облик:

As part of data processing, first the transformation of coordinates from Cartesian geocentric coordinates (X , Y , Z) in International Terrestrial Reference System (ITRS) to geodetic coordinates (latitude B and longitude L) of reference ellipsoid GRS 1980 was obtained, according to following expressions Врачарић and Алексић (2007):

$$L = \arctg \frac{Y}{X}, \quad (6)$$

$$B = \arctg \left(\frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \cdot \left(1 - \frac{Ne^2}{N+h} \right)^{-1} \right), \quad (7)$$

where N is the radius of the ellipsoid curvature along the first vertical, e is the first numerical eccentricity, and h is the ellipsoid height (Mihailović & Aleksić, 2008).

Since the radius of curvature N depends on the geodetic width B , the expression (9), iterative method for calculating the width is applied, based on a sufficiently good approximation. Since the ellipsoid height h is much smaller than the radius of curvature N , it can be taken that $h=0$. Now the expression (7) has the form:

$$B = \arctg \left(\frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \cdot (1 - e^2)^{-1} \right), \quad (8)$$

те се B може израчунати. Геодетска ширина одређена из (8) означава се са B_0 јер представља ширину из нулте апроксимације. Сљедећи корак је да се B_0 уврсти у изразе:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}}, \quad (9)$$

$$h = \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos B} - N, \quad (10)$$

како би се срачунали N и h , тј. N_0 и h_0 . Потом се ове вриједности N_0 и h_0 уврштавају у израз (7) како би се добила ширина B_1 . Поступак се наставља тако што се на основу B_1 рачунају N_1 и h_1 , итд. Рачунање се прекида када је разлика између B и h из i -те итерације и B и h из $i-1$ итерације мања од неке претходно утврђене вриједности (Mihailović & Aleksić, 2008).

Потом су на основу геодетских израчунате правоугле UTM (Universal Transverse Mercator) координате (x, y) (Snyder, 1987):

$$x = \frac{1}{2} Rk_0 \ln[(1+B)(1-B)], \quad (11)$$

или:

$$x = Rk_0 \arctgh B,$$

$$y = Rk_0 \left[\arctg \left[\frac{\tan \varphi}{\cos(\lambda - \lambda_0)} \right] - \varphi_0 \right], \quad (12)$$

$$k = k_0 / (1 - B^2)^{1/2},$$

гдје је:

$$B = \cos \varphi \sin(\lambda - \lambda_0), \quad (13)$$

k_0 је фактор размјере дуж централног меридијана λ_0 .

Добијене координатне разлике у датом периоду представљене су графички у виду графика и вектора на Сл. 8 и нумерички у Таб. 2. Годишња помјерања између појединих континенталних плоча су реда величине центиметра.

Помјерање појединих станица добијено

$$B = \arctg \left(\frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \cdot (1 - e^2)^{-1} \right), \quad (8)$$

and B can be calculated. The geodetic width determined from (8) is denoted by B_0 because it represents the width from the zero approximation. The next step is to put B_0 in the following expressions:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}}, \quad (9)$$

$$h = \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos B} - N, \quad (10)$$

in order to calculate N and h , i.e. N_0 and h_0 . Then, these values of N_0 and h_0 are included in the expression (7) in order to obtain the width B_1 . The procedure proceeds by calculating N_1 and h_1 based on B_1 , etc. Calculation is interrupted when the difference between B and h from the i -th iteration, and B and h from the $i-1$ iteration is less than some previously determined value (Mihailović & Aleksić, 2008).

Then, from geodetic coordinates, the rectangular UTM (Universal Transverse Mercator) coordinates (x, y) are calculated (Snyder, 1987):

$$x = \frac{1}{2} Rk_0 \ln[(1+B)(1-B)], \quad (11)$$

or:

$$x = Rk_0 \arctgh B,$$

$$y = Rk_0 \left[\arctg \left[\frac{\tan \varphi}{\cos(\lambda - \lambda_0)} \right] - \varphi_0 \right], \quad (12)$$

$$k = k_0 / (1 - B^2)^{1/2},$$

where is:

$$B = \cos \varphi \sin(\lambda - \lambda_0), \quad (13)$$

k_0 is the factor of scale along the central meridian λ_0 .

The coordinate differences obtained in the given period are presented graphically by graph and vectors in Fig. 8 and numerically in Tab. 2. Annual movements between individual continental plates are of the order of a centimeter.

Movement of individual stations was obtained from the coordinate differences Δx

је из разлика координата Δx и Δy у појединим епохама, према изразу за дужину:

$$d = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2}. \quad (14)$$

Азимути вектора на Сл. 8 срачунати су коришћењем израза:

$$\theta = \arctg \frac{\Delta x}{\Delta y}.$$

and Δy in individual epochs, according to the expression for the length:

$$d = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2}. \quad (14)$$

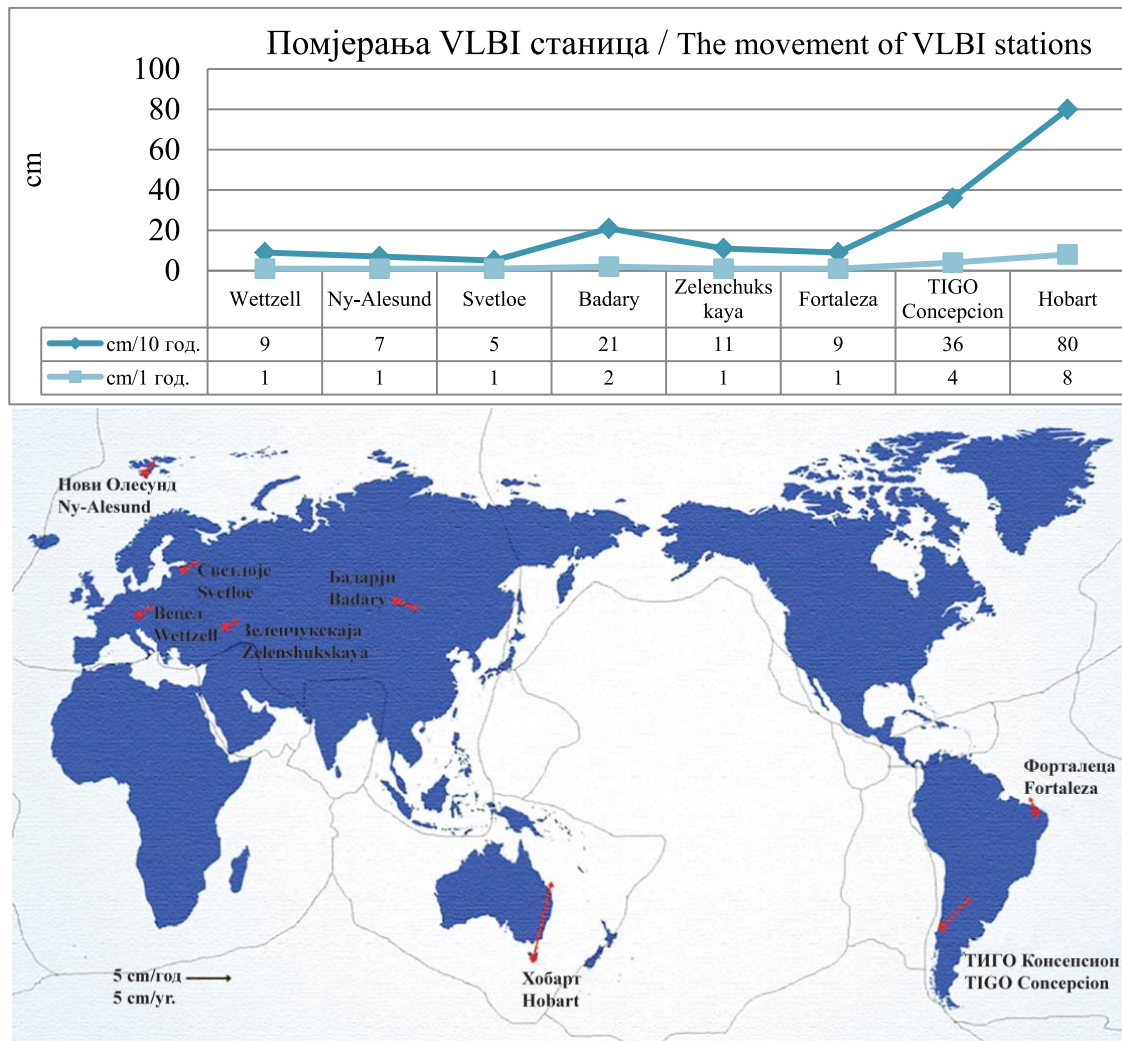
The azimuths of the vector in Fig. 8 are calculated using the expression:

$$\theta = \arctg \frac{\Delta x}{\Delta y}.$$

Таб. 2. Помјераји VLBI станица на годишњем нивоу и у периоду од 2004. до 2014. године

Tab. 2. Movement of VLBI stations annually and in the period from 2004 to 2014

Назив VLBI станице / The name of VLBI station	Континент на којем се станица налази / Continent on which the station is located	Помјерај (у cm) за период од 10 година / Movement (in cm) for the period of 10 years	Помјерај (у cm) за период од 1 године / Movement (in cm) for the period of 1 year
Wettzell	Европа / Europe	9	1
Ny-Alesund	Европа / Europe	7	1
Svetloe	Европа / Europe	5	1
Badary	Азија / Asia	21	2
Zelenchukskaya	Европа / Europe	11	1
Fortaleza	Јужна Америка / South America	9	1
TIGO Concepcion	Јужна Америка / South America	36	4
Hobart	Аустралија / Australia	80	8



Сл. 8. Графички (горе) и векторски приказ (доле) помјерања континенталних плоча на годишњем нивоу

Fig. 8. Graphic (upper) and vector display (down) of annual movement of continental plates

ЗАКЉУЧАК

CONCLUSION

Главни доприноси научних истраживања на основу опажања изведених VLBI техником обухватају:

- једнозначне параметре оријентације Земље за повезивање терестричког и небеског референтног оквира,
- обезбјеђивање стабилне размјере глобалног терестричког референтног оквира, и
- обезбјеђивање најпрецизнијих мјерења дуго-таласне дужине деформације Земље, чиме се обезбјеђује стабилност глобалног оквира и даје увид у ограничења која долазе од геодинамичких процеса као

The main contributions of scientific research based on observations of VLBI techniques include:

- unambiguous Earth orientation parameters for connecting the terrestrial and the celestial reference frame,
- providing the stable scale of the global terrestrial reference frame, and
- providing the most accurate measurements of the long-wavelength deformation of the Earth, which ensures the stability of the global frame and provides insight into the limitations arising from geodynamic

што су тектоника плоча и постгледерска издизања.

На основу анализе промјена координата VLBI станица за период од 10 година, према подацима Међународне VLBI службе за геодезију и астрометрију, утврђено је да помјерања станица на годишњем нивоу износе неколико центиметара.

Евроазијска континентална плоча помјера се од запада ка истоку просјечном брзином од 1.2 cm годишње. Помјерање Јужноамеричке плоче усмјерено је према сјевероистоку, а просјечна брзина помјерања је 2.5 cm годишње. Индо-аустралијска плоча помјера се ка сјеверу просјечном брзином од 8.0 cm годишње. Због недостатка података на интернет страници Међународне VLBI службе за геодезију и астрометрију, није разматрано помјерање Тихоокеанске, Сјеверноамеричке, Афричке и Антарктичке плоче.

VLBI представља изврстан алат за мјерење геодинамичких појава, јер обезбјеђује високу тачност мјерења и дуге временске серије опажања и прикупљања података. Мјерење помјерања континенталних плоча ће унаприједити теорију помјерања континенталних плоча, а мјерење деформација ће дати значајне информације о структури плоча. На тај начин ће се формирати представа о глобалним и локалним помјерањима у функцији времена.

Даљи развој VLBI технике требало би да омогући повећање тачности мјерења, а може се спровести кроз побољшање опреме, опажањских стратегија, рефракционих модела и аналитичких метода, што укључује геодетско праћење референтних тачака радио-телескопа, као и примјену поправака за атмосферски утицај и за термалне деформације телескопа. За будуће потребе и примјене ове технике, тежи се проширењу и погушћавању свјетске мреже VLBI станица.

processes such as plate tectonics and postglacier elevations.

Based on the analysis of changes in the coordinates of VLBI stations for a period of 10 years, according to International VLBI Service for Geodesy and Astrometry data, it can be concluded that the annual station movements are of an order of a few centimeters.

The Eurasian continental plate is moving from west to east at an average velocity of 1.2 cm per year. Movement of the South American plate is oriented to the northeast, and the average velocity of displacement is 2.5 cm per year. The Indo-Australian plate is moving towards the north at an average velocity of 8 cm per year. Due to lack of data on website of the International VLBI Service for Geodesy and Astrometry, movement of the Pacific, North American, African and Antarctic plates is not considered.

VLBI is an excellent tool for measuring geodynamic phenomena because it provides high accuracy of measurements and long time series of observations and data collection. Measurement of continental plates movement will develop the continents movement theory, and deformation measurement will provide important information about the structure of the plates. In this way it will be possible to know what global and local movements occur over time.

With further development of VLBI technique, the aim is to increase the level of accuracy of measurement, by improving the equipment, observation strategies, refractive models and analytical methods, including the geodetic monitoring of reference points of radio-telescopes, as well as the application of corrections for the atmospheric effect and the thermal deformation of the telescopes. For future needs and applications of this technique, the aim is to expand and to increase the density of the world net of VLBI stations.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Borisov, M., Govedarica, M., & Orihan, M. (2015). Rotacija Zemlje i određivanje parametara Zemljine rotacije. *Geodetski glasnik*, 46, 75–90.
- Brouwer, F. J. J. (1985). *On the Principles, Assumptions and Methods of Geodetic Very Long Baseline Interferometry*. Delft, the Netherlands: Netherlands Geodetic Commission.
- Campbell, J. (2004). VLBI for Geodesy and Geodynamics. In F. Mantovani & A. Kus (Eds.), *The Role of VLBI in Astrophysics, Astrometry and Geodesy* (pp. 359–381). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Hase, H., Corey, B., Koyama, Y., Shaffer, D., Petrachenko, B., & Schlüter, W. (2005). Preliminary Results of the VLBI2010 subgroup „RF/IF, frequency and time”. Retrieved from https://ivscc.gsfc.nasa.gov/about/wg/wg3/2_rf_if_freq_time.pdf
- Introduction to Plate Tectonic Theory, Geodesy and VLBI. (2017, August). Retrieved from: <http://www.haystack.mit.edu/index.html>
- Mayer, D., Böhm, J., Combrinck, L., Botai, J., & Böhm, S. (2014). Importance of the Hartebeesthoek Radio Astronomy Observatory for the VLBI network. *Journal of Geodesy*, 88(5), 449–461.
- Mayer, D., & Schartner, M. (2017). *Introduction to Geodetic VLBI*. Vienna, Austria: Technische Universität Wien, Department for Geodesy and Geoinformation. Retrieved from http://avntraining.hartrao.ac.za/images/Schools/2017March/introduction_to_geodetic_vlbi.pdf
- Mihailović, K., & Aleksić, I. (2008). *Koncepti mreža u geodetskom premeru*. Beograd, Srbija: Privredno društvo za kartografiju Geokarta d.o.o. Beograd.
- Molinder, J. I. (1978). *A Tutorial Introduction to Very Long Baseline Interferometry (VLBI) Using Bandwidth Synthesis* (The Deep Space Network Progress Report 42–46). Pasadena, CA: Jet Propulsion Laboratory.
- Morabito, D. D., Claflin, E. S., & Steinberg, C. J. (1980). *VLBI Detection of Crustal Plate Motion Using DSN Antennas as Base Stations* (The Deep Space Network Progress Report, DSN PR 42–56). Pasadena, CA: Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology.
- Plank, L. (2013). *VLBI Satellite Tracking for the Realization of Frame Ties* (Doctoral Dissertation). Technische Universität Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation, Wien.
- Projects VLBI. (2017, August). Retrieved from: <http://www.cpi.com/projects/vlbi.html>,
- Schuh, H., & Behrend, D. (2012). VLBI: A Fascinating Technique for Geodesy and Astrometry. *Journal of Geodynamics*, 61, 68–80.
- Snyder, J. (1987). *Map Projections – A Working Manual* (U.S. Geological Survey Professional Paper 1395, Supersedes USGS Bulletin 1532). Washington, DC: United States Government Printing Office.
- Sovers, O. J., Fanselow, L. J., & Jacob, S. C. (1998). Astrometry and Geodesy with Radio Interferometry: Experiments, Models, Results. *Reviews of Modern Physics*, 70(4), 1393–1454. doi:10.1103/RevModPhys.70.1393
- Станковић, Ч. (2011, април 14). Тектонске плоче. Преузето са: <http://www.astronomija.co.rs/nauka/geologija/4204-tektonske-ploe.html>
- Sušić, Z. (2014). *Geodinamička analiza pomeranja Zemljine kore regionalnog karaktera* (Doktorska disertacija). Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

- Шпољарић, Д. (2017, јануар 17). Астрономска мјерења у геодезији. Преузето са: <http://www.astronomija.co.rs/nauka/geologija/4204-tektonske-ploe.html>
- Todorić, G., Vasić, D., & Sekulović, D. (2017). Tehnika VLBI – Osnove, status i ciljevi. U G. Ćirković (Ur.), *Zbornik radova XLIV Simpozijuma o operacionim istraživanjima Sym-Op-Is 2017* (str. 122–127). Beograd, Srbija: Visoka građevinsko-geodetska škola.
- Тодорић, Г., Васић, Д., & Васиљевић, С. (2016). Примјена VLBI технике при рачунању помјерања континенталних плоча. У Б. Антуновић (Ур.), *Зборник радова XII Међународне научно-стручне конференције „Савремена теорија и пракса у градитељству“* (стр. 389–396). Бања Лука, Босна и Херцеговина: Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци.
- Врачарић, К., & Алексић, И. (2007). *Практична геодезија*. Београд, Србија: Савез геодегта Србије.
- What is VLBI. (2017, August). Retrieved from: <http://www.spacegeodesy.go.jp/vlbi/en/index.html>

