

UDK 911

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

ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

GEOGRAPHIC SOCIETY OF
THE REPUBLIC OF SRPSKA



ГЛАСНИК HERALD

БАЊА ЛУКА 2017.
BANJA LUKA 2017

СВЕЧКА 21
VOLUME XXI

ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

GEOGRAPHIC SOCIETY OF
THE REPUBLIC OF SRPSKA



ГЛАСНИК
HERALD

СВЕЧКА 21
VOLUME XXI

БАЊА ЛУКА 2017.
BANJA LUKA 2017

ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ
БАЊА ЛУКА, Др М. Стојановића 2
GEOGRAPHIC SOCIETY OF THE REPUBLIC OF SRPSKA
BANJA LUKA, M. Stojanovica 2

Уређивачки одбор
Др Рајко Гњато, Др Миленко Живковић, Др Горан Трбић, Др Драшко Маринковић,
Др Марко Кревс (Словенија), Др Нина Николова (Бугарска),
Др Никола Панов (БЈР Македонија), Др Александар Георгиевич Дружинин,
Др Николај Александрович Слука (Русија), Др Мирко Грчић (Србија)

Editorial board
Rajko Gnjato, PhD, Goran Trbic, PhD, Milenko Zivkovic, PhD, Drasko Marinkovic, PhD,
Marko Krevs, PhD, (Slovenia), Nina Nikolova, PhD, (Bulgaria),
Nikola Panov, PhD, (FYR Macedonia), Alexander Georgievich Druzhinin, PhD,
Nikolai Alexandrovich Sluka, PhD, (Russia), Mirko Grcic, PhD, (Serbia)

Уредник
Editor
Др Рајко Гњато
Rajko Gnjato, PhD

Технички уредник
Technical editor
Татјана Попов, мастер географ
Tatjana Popov, MSc of Geography

Штампа
Printed by
Вилукс д.о.о. - Бања Лука
Vilux d.o.o. - Banja Luka

Издавач
Географско друштво Републике Српске
Бања Лука, Др М. Стојановића 2

Publisher
Geographic Society of the Republic of Srpska
Banja Luka, M. Stojanovića 2

Суиздавач:
Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци, Др М. Стојановића 2

Co-publisher:
Faculty of Natural Sciences at University of Banja Luka, M. Stojanovića 2

Тираж
Circulation
300 примјерака
300 copies

www.gdrsbl.org
e-mail:info@gdrsbl.org
Tel: 051/311-178
Fax: 051/319-142

Овај број часописа објављен је уз финансијску помоћ
Министарства науке и технологије у Влади Републике Српске
This issue of the magazine was published with financial aid from the
Ministry of Science and Technology of the Republic of Srpska

ГЕОГРАФИЈА И ПРОСТОР

Рајко Гњато¹, Срђа Поповић² и Обрен Гњато³

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

²Факултет за медитеранске пословне студије, Тиват, Црна Гора

³Висока школа за туризам и хотелијерство Требиње, Република Српска

Сажетак: Централно питатње овог рада тиче се географског простора схваћеног у смислу повезаних и међузависних елемената природне и антропогене средине. Географски простор и форме географског простора (геопросторности) доводе се у везу с логиком простора и просторним мишљењем као ресурсом и иницијалним фактором развојних процеса на свим нивоима геопросторне организације, од локалног до глобалног. Ово становиште позиционира географију као науку о географском простору и формама геопросторности.

Кључне ријечи: географија, географски простор, географија простора, елементи простора, функције простора, просторно мишљење, логика простора.

Original scientific paper

GEOGRAPHY AND SPACE

Rajko Gnjato¹, Srđa Popović² and Obren Gnjato³

¹Faculty of Natural Sciences, University of Banja Luka, Republika Srpska

²Mediterranean Business Studies College, Tivat, Montenegro

³College of tourism and hotel management Trebinje, Republika Srpska

Abstract: The central issue of the paper refers to geographical space, which is being perceived as a sum of connected and inter-reliant elements of natural and anthropogenic environment. In addition, geographical space and its forms (geo-spatiality) are being brought into connection with the space logic and spatial thinking as resources and initial factors of development processes at all levels of geospatial organization, ranging from local to global ones. This point of view makes geography a science on geographical space and forms of geo-spatiality.

Key words: geography, geographical space, geography of space, elements of space, functions of space, spatial thinking, space logic.

ТЕОРИЈСКА И ПРАКТИЧНА ПИТАЊА У ВЕЗИ С ПРОСТОРОМ И ГЕОГРАФСКИМ ПРОСТОРОМ

Простор и вријеме су два основна питања која, већ вијековима, привлаче пажњу научника различите оријентације. Шта је простор? На ово питање наука још није дала коначан и општеприхватљив одговор. Ипак, најчешће, под општим појмом **простор** подразумијевамо **универзум**. Како је настао и шта га све чини то још увијек незнамо. Знамо да постоје броје

THEORETICAL AND PRACTICAL QUESTIONS IN LINE WITH SPACE AND GEOGRAPHICAL SPACE

Space and time are two fundamental issues which have been attracting the attention of different scientists for centuries. What is space? Science still has not provided a final and generally accepted answer to this question. Nevertheless, it is the **universe** what we generally perceive as **space**. One thing we do not know for certain is how it

хипотезе од којих она о Великом праску, за сад, има највећу подршку. По тој хипотези материја, простор и вријеме настали су у истом моменту, што значи да чине **јединство**. Према истој хипотези простор се шири, у одређеном моменту почиње да се сажима па опет да се шири и тако циклично?!!!. Ближа одредница простора има **географску** димензију, па с тим у вези, говоримо о **географском простору** и о **географији простора**, те о географској науци која за предмет проучавања има претходно споменуте појмовне категорије – географски простор и географију простора.

„За географију (науку о географском простору, прим. Р.Г.) су важне три доминантне идеје о природи простора и времена. Теорија апсолутног простора се углавном везује за класичну механику и Њутнову физику. Релативна теорија је чврсто везана за Алберта Аинштајна. Трећа је релативистичка концепција која потиче од Лајбница, али која још има следбенике у филозофским радовима Алфреда Н. Вајтхајда и Хенрија Лефевра. Од Њутна потиче разликовање апсолутног и релативног простора, што је ствар од прворазредног значаја за методологију савремене географије. По Лајбници, простор је скуп узајамних интеракција објекта, ограничених начином њиховог размештаја. Сваки процес производи свој властити простор и време“ (Грчић, 2010, стр. 2–3).

Посебан утицај у науци, укључујући и географију посебно хуманистичку, имали су филозофски погледи И. Канта о простору као интуитивном производу. Он одваја простор од времена, сматра да простор није супстанца, као ни вријеме, већ је „априорни знак унутрашњих релација, који не произистиче из искуства, него је универзалан“ (ibidem, стр. 4).

Посматрано из угла савремене географије, географски простор је аrena свеукупних друштвених процеса одређених утицајем елемената и фактора глобалног географског простора и формама геопросторне организације (територијализације политичких, економских, културних и осталих система у форми појединачних држава или савеза

was created and what it comprises. However, there is knowledge of many hypotheses among which the Big Bang theory has so far been most advocated for. According to this hypothesis, matter, time and space were created simultaneously, which means they jointly make a **unity**. Furthermore, this same hypothesis claims that space expands until it reaches a point of contraction and then expands again, which tends to be a recurring process?!!!. A narrower definition of space is the **geographical** one, which brings us to the **geographical space**, the **geography of space**, and finally, the geographical science which studies the aforementioned notions – geographical space and the geography of space.

„In geography (science about geographical space, note by R. G.), there are three dominant ideas of the nature of space and time. The Theory of Absolute Space is usually connected with Classical Mechanics and Newton's physics. The Theory of Relativity is tightly connected with Albert Einstein. The third one is the relativistic concept originally posed by Leibniz and honoured in Alfred N. Whitehead's and Henri Lefebvre's philosophical papers. It was Newton who made first distinctions between the absolute and relative space, which was of an utmost pertinence for modern geographical methodology. According to Leibniz, space is a set of interactions among objects, which is limited by their distribution. Each process generates its own space and time“ (Грчић, 2010, p. 2–3).

Immanuel Kant's philosophical observations on space presented as an intuitive product has an immense scientific impact, particularly in the field of human geography. He made distinctions between space and time and believed that neither space nor time were substances but rather „an apriori sign of internal relations which did not emerge from experience and was universal“ (ibidem, p. 4).

From the aspect of modern geography, geographical space is an arena comprising all social processes determined by the imapct of

држава). Практично, ми данас немамо нити један вељан разлог да би поставили питање шта је простор (мисли се на географски простор). Џелисходна питања тичу се идентификације корисника простора, начина кориштења, модела организације и модела развоја географског простора. Такође, важна питања тичу се и проблематике заштите простора, ревитализације нарушених и угрожених геопросторних система и слично.

У вези с простором, британски географ Д. Харвеј каже да централно питање није „Шта је простор?“, већ: „Како различите људске праксе стварају и користе различите концептуализације простора“? (Harvey, 1994, стр, 4–6). Универзално питање простора, укључујући и географски простор, неодвојиво је од времена. Практично, вријеме и простор чине јединство, па је џелисходно говорити и о утицају времена на форме географског простора.

Вријеме које је иза нас стварло је, разарало и поново стварало нове материјалне, културне, политичке, територијалне и сличне форме географског простора, за које се може рећи да представљају релативно диференциране геопросторне системе. Но, реалан географски простор и форме геопросторности нису само производ прошлог времена. Напротив, оне су подједнако, или још више, резултат будућег времена и потреба будућих генерација. Дакле, постојеће форме географског простора, сем садашњег, резултат су непостојећих времена (прошлог и будућег) и пројектованих потреба будућих генерација. Зависно од појединачних а чешће укупних параметара геопросторности, **географске форме** имају **генеричку** улогу. Та улога је, по првилу, промјењива и подложна „саморазвоју“, дакле утицају сопствених структура које имају улогу саморазвоја или и утицају спољних форми. Успут речено, само јаке форме географског простора, у смислу великих народа, великих култура, развијених цивилизација, снажних политичких система, снажних држава, савеза држава и сл, оствариле су генеричку улогу, са свим облицима манифестије. Сасвим

elements and factors of global space and formm of geospatial organization (territorialization of political, economic, cultural, and other systems organized as individual states or state federations). Nowadays, we virtually have no reason to ask what space is (by this we refer to geographical space). Appropriate questions are those that attempt to identify the users of space, usage modes, models of organization, and models of development within geographical space. In addition, pertinent questions are concerned with issues of space protection, revitalization of debased and endangered geospatial systems, etc.

Speaking of space, D. Harvey, a British geographer, believes that the central question is not „What is space? but rather „How do different human practices create and use different space conceptualizations“? (Harvey, 1994, p. 4–6). The universal issue of space, including geographical space, cannot be observed separately from time. Time and space virtually make a unity so it is appropriate to speak of the impact of time on the forms within geographical space.

Time has created, destroyed and recreated material, cultural, political, territorial and other forms within geographical space, which represent relatively differentiated forms of geospatiality. In addition, these forms are also a result of future times and needs of future generations. Hence, the existing forms of geographical space, not only the current ones, are a result of non-existing times (past and future) and projected needs of generations to come. Depending on both individual and total parameters of geospatiality, **geographical forms** have a **generic** role. As a rule, this role is variable and susceptible to “self-development”, i.e. it is prone to fall under the impact of its own structures that have their role in self- development as well as the impact of external forms. Besides, it is only the strong forms within a geographical space, such as grand peoples, large cultures, highly-advanced civilization, strong political systems, powerful states, or state federations,

реална питања у смислу: којим народима и зашто баш њима је припадала, или и зашто неким и данас припада таква (генеричка) улога, одвела би нас у подијељена мишљења. Но, прихватљивим се могу сматрати она која почивају на **логици географског простора**, у оквиру којег су настале различите културе, доктрине, стратегије... Дакле, географске форме су стратешки разојни ресурси и фактор промјена географског простора на свим нивоима геопросторне организације (територијализације).

Крупна геополитичка, културна, економска и социјална питања у глобалном географском простору имају историјску и савремену димензију и почивају на логици простора и просторног мишљења. Но, заједнички именитељ ових питања увијек је био покушај преуређења света с циљем стварања нових форми (модела) просторне организације, по воли утицајних фактора светске моћи.

Појмовно и суштински, глобалан географски простор претставља јединствен мултидимензионалан систем у којем разликујемо бројне подсистеме (природне, демографске, културне, економске, социјалне, политичке...). У оквиру тог простора одвијају се бројни и веома сложени процеси. Посматрано с аспекта организације односно територијализације, процесе у глобалном географском простору можемо посматрати у смислу дејства елемената геопростора на систем (географску форму) и дејства система (географске форме) на елементе геопростора. С друге стране, процеси у глобалном географском простору, мисли се на свеукупне друштвене процесе, директна су посљедица међудејства територијалних система тј. међудејства географских форми. У контексту претходних формулатија неизоставно је узети физички простор и све његове ресурсне одлике као фактор развојних процеса и геопросторне организације у различитим формама геопросторности.

С научног и практичног становишта територијални системи чине суштину глобалног географског простора, они су

that achieve their generic role in all forms of manifestation. Hence, logical questions rise such as: which peoples and why they had or have one such generic role, but this discussion may certainly cause opposed opinions. Still, acceptable are the questions that concern the **logics of geographical space** within which different cultures, doctrines and strategies appeared. Therefore, geographical forms are strategic development resources and factors of changes of geographical space at all levels of geospatial organization (territorialization).

Big geopolitical, cultural, economic and social issues within the global geographical space have their own historical and modern dimensions and rest upon the logics of space and spatial thinking. Still, an attempt to rearrange the world in order to generate new forms (models) of spatial organization in line with the will of powerful global factors has always been a common denominator for all these issues.

Conceptually and fundamentally, the global geographical space is a unique multidimensional system in which there are many subsystems (natural, demographic, cultural, economic, social, political). Within this space, there are multiple complex processes taking place. From the aspect of organization, i.e. territorialization, processes within the global geographical space may be observed in line with the impact that elements of geospace have on a system (geographical form) and the impact that a system (geographical form) has on the elements of geospace. On the other hand, processes within the global geographical space (by this we refer to the total social processes) are a direct consequence of interactions of territorial systems, i.e. geographical forms. Considering the aforementioned formulations, it is inevitable to reflect on the physical space and all its resource properties that are factors of development processes and geospatial organization manifested through different forms of geospatiality.

From scientific and practical aspects,

„један од најдинамичнијих просторно-функционалних и просторноорганизационих облика људске животне манифестације, која се конкретно испољава кроз просторне везе и односе, просторну организацију и расподјелу, дисперсију и концентрацију елемената, просторно-функционалну поларизацију чворних тачака и реона, конфигурацију размештаја елемената, типолошке одлике и законитости њихове морфологије итд... У процесу научног познавања геопростора (географског простора, прим. Р. Г.) и географских система (подсистема глобалног географског простора, прим. Р. Г.) посебно се истиче проблем параметризације елемената и појава. Овај проблем је генерално и теоријски решив, а практично и конкретно изводљив у **ограниченим** размерама, због огромног броја елемената и скоро несамерљивог броја веза у сложеним системима географског простора. Стoga је нужан поступак генерализације, агреговања и избора програма, који продубљује питање поузданости научног предвиђања и управљачког деловања, усмереног ка остварењу пожељних стања просторно-функционалне организације и понашања природних и антропогених географских система (подсистема, прим. Р. Г.)“ (Радовановић, 1989, стр. 10–11).

У савременим geopolитичким и осталим друштвеним условима кључни фактор организације односно територијализације глобалног географског простора почива на посебностима глобалног географског простора, у оквиру којег, и у датим приликама, кључну улогу могу имати, појединачно или у садејству, физички простор, природни ресурси, људски ресурси, технолошки ресурси, инфраструктурни ресурси, еколошки ресурси.. Управо, споменуте посебности су стратешки ресурс географског простора и покретачки фактор глобалних процеса који воде ка новим облицима геопросторне организације односно територијализације. У смислу претходног, на сцени је **покушај отелотворења** пројектованог модела новог светског поретка, али и одлучан отпор у чијој

territorial systems represent the core of global geographical space and they are „one of most dynamic spatial-functional and spatial-organizational forms of human manifestation, which are directly visible through spatial connections and relations, spatial organization and distribution, dispersion and concentration of elements, spatial-functional polarization of nodal points and regions, configuration of element distribution, typological properties and laws of their morphology, etc. The issue of estimating parameters of elements and phenomena is crucial for the process of scientific study of geospace (geographical space, note by R. G.) and geographical systems (subsystems of the global geographical space, note by R. G.). This issue is generally and theoretically explicable but from a practical point of view it is **restrainedly** addressable due to a vast number of elements and almost limitless amount of connections within the complex systems of geographical space. Therefore, it is essential to generalize, aggregate and select a program that might thoroughly address the matter of reliability of scientific forecast and management targeting complimentary states of spatial-functional organization and behavior of both natural and anthropogenic geographical systems (subsystems, note by R. G.)“ (Радовановић, 1989, p. 10–11).

Under modern geopolitical and other social conditions, the key factor of organization, i.e. territorialization of the global geographical space rests upon the idiosyncrasies of the global geographical space within which the physical space, natural resources, technological resources, infrastructural resources and ecological resources play the key role, either individually or jointly. It is the idiosyncrasy that is the strategic resource of a geographical space and actuating factor of global processes that lead towards new forms of geospatial organization, i.e. territorialization. In this regard, there is a current **attempt of embodiment** of the projected model of new world order as well

је позадини модел мултиполарног свијета и организације глобалног географског простора (Гњато et all, 2016, стр. 202–204).

as a strong resistance supported by the model of multipolar world and organization of the global geographical space (Гњато et all, 2016, p. 202–204).

ГЕОГРАФИЈА ПРОСТОРА, ФУНКЦИЈЕ ПРОСТОРА, ПРОСТОРНО МИШЉЕЊЕ И ЛОГИКА ПРОСТОРА

Већ смо претходно дефинисали суштину глобалног географског простора и назначили основне факторе геопрострне диференцијације односно територијализације. Другим ријечима, кад говоримо о територијализацији ми уствари говоримо о географији простора. Сем општих физичко-географских законитости и закономјерности рас прострањења природно-географских система у глобалном географском простору, географија простора одређена је директним и посредним ефектима геопросторне дисперзије геополитичких, економских, технолошких, финансијских, тржишних, инфраструктурних и осталих геосистема. Њихов ефекат се манифестију низом нових функционалних, морфолошких и физиономских облика у географском простору, који у цјелини узето чине нову вриједност и добивају улогу генеричког фактора у географском простору. У вези с претходним, прецизна **параметризација** споменутих географских форми, појединачно или у територијалном систему којег оне дефинишу, од посебног је научног и практичног значаја за сагледавање улоге датог територијалног система у погледу његовог „саморазвоја“, али и његове генеричке улоге изван система који је предмет параметризације. Тако, у одређеним приликама, поједине форме датог географског система, зависно од вриједносних показатеља, добивају шири регионални па и глобални значај и постају предмет различитих спољних интереса и утицаја.

Глобалан географски простор с обзиром на природне и антропогене структуре и њихову територијалност представља веома сложен систем. Кроз историјски процес поједини

GEOGRAPHY OF SPACE, FUNCTIONS OF SPACE, SPATIAL THINKING AND LOGICS OF SPACE

We have already defined the essence of global geographical space and singled out the basic factors of geospatial differentiation, i.e. territorialization. In other words, by territorialization we mean the geography of space. Apart from general physical-geographical laws of distribution of natural-geographical systems within the global geographical space, geography of space is determined by direct and indirect effects of geospatial dispersion of geopolitical, economic, technological, financial, market, infrastructural and other geosystems. Their effects are manifested through a whole range of new functional, morphological and physiognomical forms in geographical space, which sum up to structure a new value and gain a role of a generic factor within geographical space. Hence, a precise **parametrization** of the aforementioned geographical forms, either individually or within their territorial system, is crucial from both scientific and practical aspects in order for us to perceive the role of a given territorial system, its ‘self-development’, and its generic role outside the target system that is being subject to parametrization. Under specific circumstances, some forms of a given geographical system (depending on the indicator values) obtain a wider regional and global pertinence and become subject to different external interests and impacts.

The global geographical space represents a complex system taking into account the natural and anthropogenic structures and their territoriality. Throughout history, some parts of the global geographical space

дијелови глобалног географског простора у различитим формама геопросторности, због положаја којег имају, атрактивности ресурса којим располажу и сл, често су били на удару различитих политичких, економских, културних, и сличних утицаја. Практично, ресурси и функције поједињих геопросторних система, у датим историјским приликама, су генерички фактор различитим развојним процесима и новим формама геопросторности. Бројни су примјери генеричке улоге одређених геопросторних система (географских форми) на политички, економски, социјални па и културни развој у глобалном географском простору или у одређеним дијеловима глобалног географског простора. Земље богате нафтом (Блиски Исток, Средњи Исток, Сјеверна Африка..), током двадесетог вијека достигле су завидан ниво друштвено-економског развоја. У исто вријеме, захваљујући извозу нафте, оне су биле у функцији општег – глобалног развоја. У промијењеним геополитичким условима, захваљујући управу нафти као развојом ресурсу оне су, у геополитици „новог свјетског поретка“, доживјеле страховита разарања и деструкцију система вриједности.

Занимљиве погледе на простор, и његово мјесто у геополитици, изнио је хрватски географ (политички географ) Р. Павић. У вези с простором наглашава питање „довољности и недовољности животног простора (Lebensraum), и поставља питање: „Има ли за свакога довољно животног ростотра, који је основа државности и данашње опстојности и будућности неког етникума (резервни Lebensraum)?“ У вези с овим питањем, Павић анализира смисао њемачке националистичке геополитике, која рјешење свих проблема Њемачке види у освајању животног простора, односу у геополитичкој територијализацији простора. Насупрот овом концепту „савремени“ приступ освајању глобалног географског простора, како истиче Р. Павић, почива на капиталу као средству територијализације односно освајања простора (Павић, 2012, стр. 63). Ипак, прије би се могло рећи да су у савременим условима на сцени оба концепта

and different forms of geospatiality have often been influenced by different political, economic, cultural and other impacts due to their location, available resources etc. Practically, resources and functions of specific geospatial systems are a generic factor of different development processes and new forms of geospatiality under given historical circumstances. There are many instances of this generic role that certain geographical systems (geographical forms) have in the political, economic, social, and even cultural development within the global geographical space or within some of its parts. In 20th century, oil-rich countries (Middle East, North Africa, etc.) reached a high level of social-economic development. At the same time, these countries were in a function of a general-global development due to oil export. Under altered geopolitical conditions, because of the oil resource, they suffered vast destruction and devastation of the system of values within the “new world order” geopolitics.

R. Pavić, a Croatian geographer (political geographer) presented some interesting observations on space and its role in geopolitics. He emphasized the matter of „sufficiency and insufficiency of life space (Lebensraum) and posed the following question: „Is there enough life space for everybody, which would make the foundation of statehood, present consistency, and some future ethnicum (backup Lebensraum)?“ In this regard, Pavić analyzed the substance of German nationalist geopolitics that perceives the conquest of life space, i.e. geopolitical territorialization of space, as a solution to all German problems. Opposite to this concept lies the “modern” approach to winning the global geographical space which, according to Pavić, rests upon the capital as a means of territorialization, i.e. space conquest (Павић, 2012, p. 63). Nevertheless, we should point out that both these concepts of the global geographical space territorialization are present under the modern conditions. In

територијализације глобалног географског пространства. Ову констатацију на најбољи начин потврђује политика „новог светског поретка“, предвођена интересима САД и њених савезника.

У вези с простором Павић анализира неколико веома битних одлика овог, појмовно, структурно, функционално и проблемски, најсложенијег објективно постојећег феномена који је предмет људске спознаје, при чему, сасвим разложно, констатује да се у савременим технолошким условима простор „сажима“, што значи да удаљености између одређених тачака попримају релативно значење, практично „постају“ све мање. Уствари, удаљености се више не мјере дужинским већ временским јединицама. Технолошка достигнућа, нарочито у области војне индустрије али и мирнодобске, од пресудног су значаја за сваки покушај освајања простора.

Важна питања у вези с простором тичу се и територијализације одређених геополитика и доктрина, при чему, претходно споменути аутор, анализира смисао доктрине Heartland – Rimland, у оквиру које констатује да „политика окружења првенствено јест политика и геостратешка доктрина, али, она се остварује само и једино тек у увјетима одговарајуће територијализације, тј. мора бити у складу с одређеним просторним положајем“ (*ibidem*, стр. 62).

О значају животног простора за одређене народе и улози животног простора у геополитици једне државе, Р. Павић наводи примјер Израела. Констатује да ће због раста броја становника државе, због високе густоте насељености, због веома ограничених могућности вредновања скоро половине државног простора који има обиљежје пустиње, ограничених резерви воде и сл., потребе за животним простором становништва Израела бити све веће. Зато, сву досадашњу, данашњу и будућу геополитику Израела треба сагледавати у настојању да се сачува заузети простор, а то се најбоље може остварити насељавањем односно територијализацијом Јевреја на заузетим територијама (*ibidem*, стр. 64).

addition, it is best supported by the “new world order” politics advocated by the interests of USA and its allies.

Speaking of space, Pavić further analyzes some pertinent properties of this conceptually, structurally, functionally and essentially most complex existing phenomenon subject to human cognition, in which process he rationally infers that space “amasses” under modern technological conditions, which means that distance among specific points obtains relative meaning, i.e. it practically “becomes” smaller. Actually, distance is no longer measured by length but rather by time units. Technological advancements are crucial for each attempt of space conquest, particularly those innovations within the field of military industry.

Some pertinent questions on space also address the territorialization of certain geopolitics and doctrines, in which process the aforementioned author analyzes the essence of the Heartland – Rimland doctrine and deduces that „politics of ambience is, above all, politics and geostrategic doctrine that is attainable only under the conditions of the appropriate territorialization, i.e. it must be in compliance with a specific spatial position“ (*ibidem*, p. 62).

R. Pavić sets the example of Israel in order to demonstrate the relevance that life space has for specific peoples and the role of life space in a state's geopolitics. He concludes that needs for life space of Israel population will grow due to population growth, high population density, limited opportunities for evaluation of almost half the state area that is registered as deserts, limited water reserves, etc. Hence, the overall previous, present and future geopolitics of Israel should focus on an attempt to preserve the occupied space which might be best achieved by inhabitation, i.e. territorialization of the Jews within the occupied territories (*ibidem*, p. 64).

The same author acknowledges that „some phenomena and processes must be exactly as they are because the content of the space

Претходно споменути аутор истиче да „неке појаве и процеси морају бити управо такви какви јесу зато што садржај простора и његов положај намећу одређене функције као животна рјешења“ (Pavić, 2012, стр. 62). С тим у вези, можемо закључити да постоји логика простора, којом су генерисане различите геопросторне форме. Зато су, за већину географа, прихватљива мишљења да географска наука почива на логици простора, те да су географске форме (форме геопросторности), мисли на антропогене форме, продукт међузависности географских услова (физичко-географских, друштвено-географских, историјских...). Дакле, логика географског простора продукује различите форме организације, па је, с тим у вези, логика простора кључни ресурс геопросторне организације. Практично, геопросторни односи, као продукт **логике географског простора и просторног мишљења**, отјелотоворују географске форме, односно моделе специфичне политичке, економске, културне и осталих облика територијализације географског простора.

У географској науци није до краја разјашњен терминолошко-појмовни оквир просторног мишљења. Но сасвим сигурно, он је продукт логике географског простора. „Прегледом литературе која се бави овим феноменом (Nustuen, 1963; Beck, 1967; Papageorgiou, 1969; McGee, 1979; Lohman, 1979; Gardner, 1983; Uttal, 2000; Golledge, 2002 i 2004; Ishikawa and Kastens, 2005; Gersmehl, 2008; Jo and Bednarz, 2009; Unwin, 2010, итд) уочено је да аутори веома различито одређују просторно мишљење како формално-терминолошки, тако и садржајно. Терминолошки, област просторног мишљења сврстава се под различите називе као што су *просторна писменост* (spatial literacy), *просторна способност* (spatial ability), *просторна интелигенција* (spatial intelligence) или *географско резоновање* (geographical reasoning) (Трифуновић, 2015, стр. 10). Може се извести закључак да три категорије просторног мишљења чине његову суштину: *концепт простора, представљање (репрезентација) простора и оперативно комбиновање*

and its position impose certain functions as life solutions” (Pavić, 2012, p. 62). In this regard, we may infer that there is the logics of space that generates different geospatial forms. Therefore, most geographers find the view that geographical science rests upon the space logics acceptable and that geographical forms (forms of geospatiality) and anthropogenic forms are products of interdependency of geographical conditions (physical-geographical, social-geographical, historical, etc.). Consequently, logics of geographical space produces different forms of organization and space logics is the key resource of geospatial organization. Practically, geospatial relations as **products of logics of geographical space and spatial thinking** embody geographical forms, i.e. the models of specific political, economic, cultural and other forms of territorialization of geographical space.

Geographical science still has not clearly defined the terminological-conceptual framework of spatial thinking. But we do know for certain that it is a product of the logics of geographical space. „As we examined the bibliography on this phenomenon (Nustuen, 1963; Beck, 1967; Papageorgiou, 1969; McGee, 1979; Lohman, 1979; Gardner, 1983; Uttal, 2000; Golledge, 2002 and 2004; Ishikawa and Kastens, 2005; Gersmehl, 2008; Jo and Bednarz, 2009; Unwin, 2010, etc.), we noticed that authors differently determine spatial thinking from both formal-terminological and conceptual points of view. Terminologically, the field of spatial thinking has been addressed differently such as follows: *spatial literacy*, *spatial ability*, *spatial intelligence or geographical reasoning* (Трифуновић, 2015, p. 10). We may conclude that there are three categories of spatial thinking that make up its essence: *concept of space, representation of space, and operative combination of these two categories during the process of reasoning*.

Having used different approaches, M. Trifunović attempted to define spatial

претходно наведене двије категорије у процесу резоновања.

На бази различитих приступа М. Трифуновић покушава дефинисати просторно мишљење као „когнитивну (спознајну, прим. Р. Г.) активност састављену од пет међусобно повезаних елемената: *концепција просторности, концепата просторности, начина представљања простора, интерпретације процеса и употребе просторних метафора у области непросторног мишљења*“ (ibidem, стр. 11). Очito, ради се о просторном мишљењу као сазнајном продукту базираном на претпостављеном формалном и суштинском утицају концепција (форми) просторности, те утицају реално постојећих концепата просторности. На крајњи исход просторног мишљења утиче начин на који се претставља простор, тумаче процеси у простору и сл.

Просторно мишљење, уско гледано, своди се на спознају простора. Међутим, просторно мишљење је ресурс који покреће процесе у географском простору, с циљем измјене постојећих и стварања нових концепата (форми) геопросторности на свим нивоима геопросторне организације, од локалног до глобалног. Нове форме геопросторности као продукт просторног мишљења и логике простора подразумијевају територијализацију политичких, економских, културних, урбаних, социјалних и осталих система у глобалном географском простору (Гњато et all, 2016, стр. 205–208).

* * *

Кроз историјски процес, зависно од теоријских и методолошких достигнућа, **географија** је имала различит приступ географском простору. У почетној фази развоја, још у античком периоду, географија је имала дескриптиван приступ предмету истраживања. У извјесној мјери, све до данас, због специфичности географске науке и скоро неизоставног дескриптивног метода у географским истраживањима, тај приступ

thinking as a “cognitive activity comprising five mutually connected elements: *conception of spatiality, concept of spatiality, manner of space representation, interpretation of the process and usage of spatial metaphors within the field of non-spatial thinking*” (ibidem, p. 11). It is obviously the spatial thinking as a cognitive product based upon an outlined formal and essential impact of concepts (forms) of spatiality, and an impact of existing concepts of spatiality. The final outcome of spatial thinking is affected by the manner in which space is represented, the interpretation of processes within the space, etc.

Specifically, spatial thinking is narrowed down to space cognition. Nevertheless, spatial thinking is a resource that sets off processes within geographical space in order to alter the existing and create new concepts (forms) of geospatiality at all levels of geospatial organization, from local to global. New forms of geospatiality as products of spatial thinking and logics of space refer to territorialization of political, economic, cultural, urban, social and other systems within the global geographical space (Гњато et all, 2016, p. 205–208).

* * *

Throughout history, depending on theoretical and methodological achievements, **geography** has had different approaches to geographical space. In its initial ancient phase, geography had a descriptive approach to its subject matter. To a certain extent this approach survived until modern days due to specificities of geographical science and almost inevitable descriptive approach in all geographical studies, but we also find it in

дјелимично је задржан, а налазимо га још у дјелима Херодота, за којег се каже да је отац историје али би се могло рећи и географије. Но, темеље географији, у античком периоду, поставио је Ератостен доказујући облик Земље и њене димензије. Од тог периода све до данас **географија**, у односу на **географски простор** као предмет њеног истраживања, прошла је кроз различите фазе.

Фундамент модерној географији, половином деветнаестог вијека, поствили су њемачки географи Хумболт и Ритер, први физичкој а други друштвеној географији. И један и други географију дијеле на **општу и регионалну** с јединственим предметом проучавања. Од тог времена све до данас географија је прошла кроз више развојних фаза: детерминизма, посибилизма, интердетерминизма, те кроз морфолошку, функционалну, процесну и проблемску фазу. Све оне обиљежене су јединственим приступом предмету истраживања – глобалном географском простору и формама геопросторности. Шта се мијењало током појединих фаза развоја географије? Мијењали су се задаци и циљеви проучавања ове науке!

Најновију фазу развоја географије условно можемо назвати **фазом формализације**. Посвећена је проблематици проучавања постојећих и моделовању нових форми у оквиру глобалног географског простора. У теоријском смислу, кроз период модерног развоја, географија је задржала својство јединствене науке о географском простору и формама геопросторности, са релационистичким приступом, те, исто тако, и система релативно диференцираних наука са структуралистичким приступом.

Као што је познато, већ дуже вријеме глобалан географски простор захваћен је процесима глобализације и регионализама. Но, на глобалној сцени су и два сасвим нова развојна процеса која убрзавају транзицију глобалног географског простора производећи нове форме геопросторности. Ријеч је дакле, о процесима **реиндустријализације** и **неоиндустријализације** и њиховој генеричној

works of Herodotus, whom we call the father of history but we may also address to him as a father of geography. Still, foundations of geography were set by Erastosthenes in ancient era as he proved the Earth shape and dimensions. Ever since, **geography** has passed many phases with reference to **geographical space** as its subject matter.

Humboldt and Ritter set foundations of modern geography in mid 19th century, physical and social geography respectively. Both these divided geography into **general** and **regional** each of which had its subject matter. Up to now, geography has faced several development phases as follows: determinism, possibilism, interdeterminism, morphological, functional, process and problem phases. All these phases were determined by a unique approach to the subject of research – global geographical space and forms of geospatiality. What has changed over these different phases of development of geography? Tasks and goals of research have altered!

We may conditionally refer to the recent phase of development as the **phase of formalization**. It is devoted to problem of studying the existing and modelling new forms within the framework of global geographical space. Theoretically, during its modern development, geography maintained the title as a unique science on geographical space and forms of geospatiality, with its relationist approach and system of relatively differentiated sciences with the structuralist approach.

As it is well known, the global geographical space has long been affected by processes of globalization and regionalism. Still, globally, there are two novel development processes that speed up the transition of global geographical space producing new forms of geospatiality. These are processes of **reindustrialization** and **neoindustrialization**, which have a generic role. As a rule, large corporations are the entities behind these two processes. Hence,

улози. Иза ових процеса, по правилу, стоје велике корпорације. Зато се у новије вријеме у оквиру географије развија веома специфична научна дисциплина тзв. **корпоративна географија** са задатком да прати процесе у глобалном географском простору узроковане активношћу великих корпорација с једне, те географским факторима локације индустрије под окриљем поменутих процеса – реиндустријализације и неоиндустријализације, с друге стране. Очito, овде се ради, прије свега, о новом приступу у области истраживања **географије светске привреде**. У вези с овим веома комплексним питањем пуну пажњу заслужује приступ у сљедећој формулатици: „Дакле, усложњавање, турбулентност социјално-економског развоја савременог света, очигледне тенденције ка деглобализацији као спољашњи услови развоја индустријске производње, са једне стране, и огромна брзина развоја процеса неоиндустријализације, са друге, предодређују успостављање нове парадигме индустријског и у целини економског развоја света... Успостављање просторних закономерности у оквиру нове геоекономске парадигме представља најактуелнији задатак за географију светске привреде“ (Колосов, Гречко, Мироненко, Самбурова, Слуга, Тикунова, Ткаченко, Федорченко, Фомичев, 2016, стр. 15–16).

На основу изнесеног могуће је закључити да је географија, и као јединствена наука и као систем наука, кроз укупан период развоја, а нарочито модерног, све до данас, задржала приступ предмету проучавања, којег, како видмо, чини глобалан географски простор и форме геопросторности. Но, у складу са унапређењем теорије и методологије географије, те сагласно потребама друштвене праксе, мијењали су се задаци и циљеви проучавања ове науке.

there has been a recent scientific discipline within the field of geography which we refer to as so-called **corporative geography** and its task is to monitor the processes within global geographical space that are caused by activities of large corporations as well as by geographical factors of industry location induced by reindustrialization and neoindustrialization. This is obviously a novel approach within the field of study of the **geography of global economy**. In line with this complex issue, attention should be paid to the approach formulated as follows: „Thus, the complex and turbulent social-economic development of the modern world, an evident tendency to deglobalization as an external factor of industrial production improvement and a vast speed at which the process of neoindustrialization develops are all the causes for setting a new paradigm of industrial and total economic development at global scale...Setting spatial laws within the new geoeconomic paradigm is the key current task for the geography of global economy”.

Based upon the aforementioned facts, we may infer that geography both as an individual science and a system of sciences has up to now preserved its approach to its subject matter, i.e. the global geographical space and forms of geospatiality. Still, in order to improve the geographical theory and methodology and comply with the needs of social practice, tasks and goals of this science have evolved throughout history.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ/REFERENCES

- Гњато, Р. (2013). Теорија и пракса српске регионалне географије. *Гласник*, бр. 17. Бања Лука: Географско друштво Републике Српске
- Гњато, Р., Гњато, О., Станоевич, М. (2016). Географическое пространство – стратегический ресурс и ключевой фактор процессов развития на всех уровнях геопространственной организации. *Вестник АРГО*, No. 5. Ростов-на-Дону: Ассоциация российских географов обществоведов
- Грчић, М. (2010). Простор као филозофска и географска категорија. *Гласник*, бр. 14. Бања Лука: Географско друштво Републике Српске
- Ђорђевић, Д., Васиљевић, Н. (2015). Мислити и деловати просторно: Мондијализација, критичка географија и планирање. *Гласник*, бр. 19. Бања Лука: Географско друштво Републике Српске
- Касирер, Е. (1999). *Проблем сазнава у филозофији и науци новијег доба. Том 2.* Сремски Карловци, Нови Сад: Издавачка књижарница Зорана Стојановића.
- Колосов, В., А., Гречко, Е., А., Мироненко, К., В., Самбурова, Е., Н., Слуга, Н., А., Тикунова, И., Н., Ткаченко, Т., Х., Федорченко, А., В., Фомичев, П. Ј. (2016): Хоризонти истраживања у области географије светске привреде. *Гласник*, бр. 20. Бања Лука: Географско друштво Републике Српске
- Pavić, R. (2012). Na temeljima geografije – I: Prostor (U politici), *Geografski horizont*, br. 1/2012. LVIII. Zagreb: HGD
- Радовановић, М. (1989). Географски простор и друштвено-историјски процес. *Југословенски геопростор*. Београд: Центар за марксизам универзитета у Београду
- Радовановић, М. (1994). Регионализам као приступ и принцип и регионализација као поступак у функционалној организацији географског простора са неким аспектима примене на републику Србију. *Зборник радова Географског института Јован Цвијић*, књ. 44–45. Београд: Географски институт Јован Цвијић
- Трифуновић, М. (2015). Анализа структурних компонената просторног мишљења у средњошколској географској уџбеничкој литератури у Републици Српској. *Докторска дисертација*. Бања Лука: Природно-математички факултет
- Harvej, D. (1994). *Prostor i moć*. Beograd: Ekonomika
- Hettner, A. (1927). *Die Geographie, ihre Wesen und ihre Methoden*. Breslau

PUTEVI I NASELJENA MESTA ZAPADNOG BALKANA NA POJTINGEROVU TABLI - ITINERARU

Mirko Grčić¹

¹Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Srbija

Apstrakt: Sa rimskim osvajanjima i širenjem geografskog horizonta istovremeno i uporedo je išlo i građenje drumova po prostranom Rimskom carstvu, kojima su bile obuhvaćene bliže i dalje rimske provincije u zemljama sva tri kontinenta Starog sveta oko Sredozemlja. U ovom radu analizirana je sadržina znamenite Pojtingerove karte, za koju se prepostavlja da je kopija originala iz druge polovine IV veka nove ere, koja se odnosi na zapadni deo Balkanskog poluostrva.

Ključne reči: Tabula peutingeriana, itinerary, Balkan, Rimska imperija, istorijska geografija, historijska kartografiya.

Original scientific paper

WEST BALKAN ROADS AND SETTLEMENTS ON PEUTINGER'S MAP - ITINERARY

Mirko Grčić¹

¹University of Belgrade – Faculty of Geography, Serbia

Abstract: Roman conquests and the spread of geographical horizon were simultaneously accompanied by road constructions all over the vast Roman Empire, which encompassed both nearer and distant provinces in countries of all three ancient world continents around the Mediterranean. This paper analyzes the content of the eminent Peutinger's map, which is assumed to be a copy of the original map dating back to the second half of IV century AD referring to the West Balkan peninsula.

Key words: Tabula peutingeriana, itinerary, the Balkans, Roman Empire, historical geography, historical cartography.

UVOD

Iz vojnih i trgovinskih razloga, Rimljani su duž drumova vršili, preko svojih vojnih merača (menzores), terestrična merenja, što je bio nov napredak antičke geografije - specijalno u antropogeografskom odn. saobraćajnogeografskom pravcu. Rezultati tih merenja bili su sakupljeni u putnim tabelama (*itinerari*), docnije i u putnim kartama (*itineraria pikta*). Taj ogroman geodetsko-geografski posao, topografsko snimanje i premer Rimskog carstva, koji je u toku od 50 godina (44 p. n. e. - 7 g. nove ere) izvršio čitav korpus geodeta, poznat je po spomenu tek iz IV veka naše ere, prema zapisima kosmografa (izraz koji je počeo onda da zamenjuje naziv geografa) Etika (druga polovina IV veka). Komentare koji su išli uz kartu ovog premera,

INTRODUCTION

The Romans had both military and trade motive to perform terrestrial measurements along the roads by using their military gauge (menzores), which was a novel advancement of ancient geography – particularly from anthropogeographic, i.e. transport-geographical point of view. Results of the measurements were then entered into tablets (*itineraries*), and later on introduced into road maps (*itineraria pikta*). This wide-ranging geodetic and geographical endeavor, as well as topographic screening and measurement of the Roman Empire, run by a whole corpus of geodesists during a 50-year period (44 BC - 7 AD) was first mentioned in scripts of Ethicus, a IV century AD cosmographer (the term which then started to replace the term geographer). It was Pliny the Elder who

tzv. Popisi rimskih puteva (*Itineraria romana*), od kojih su neki sačuvani, spominje Plinije Stariji, koristeći ih radi uzimanja itinererskih putnih otstojanja. Rimski itinererji imali su za cilj da označe puteve i udaljenosti između pojedinih mesta. Takva jedna znamenita karta je Pojtingerova tabla (*Tabula Peutingeriana*), koja predstavlja srednjovekovnu kopiju rimskog originala. Pretpostavlja se da je i taj stariji original bio sastavljen na osnovu jednoga još mnogo starijeg, dopunjeno originala, možda iz vremena premera Rimske imperije, koji je otpočeo za vreme Cezara a završio za vreme Augusta (po K. A. Sališćevu).

Pretpostavlja se da je Pojtingerova tabla kopija kopije Agripine karte sveta. Naime, rimski general i geograf Markus Vipsanius Agripa (Marcus Vipsanius Agrippa, 63-12 p. n. e.), sačinio je mapu Rimske imperije urezana na mermeru, za imperatora Augusta. Mapa je prikazivala udaljenosti duž puteva koji vode do i iz Rima. Putnici su na osnovu nje mogli da pripreme svoj itinerer, planiraju stanice, odrede udaljenosti između njih, i obrate pažnju na reke i naselja na putu. Sačuvana su i tri opisa puteva - itinerari - Balkanskog poluostrva, sva tri iz pozniјih rimskih vremena (po J. Cvijiću). Između svih ovih opisa puteva itinerara, koji daju prilično tačne podatke o položajima i o otstojanjima mesta, najznačajniji je tzv. Antonijev itinerarium, iz vremena imperatora Dioklecijana (vladao 284-305 g. umro 316. g. n. e.), neposrednog prethodnika Konstantina Velikog, iz čijeg je vremena i znamenita Pojtingerova tabla. Prema V. Petroviću, računa se da je ova tabla pretrpela tri glavne izmene. Prva potiče iz doba Augusta (u vezi sa rekonstrukcijom poštanskog sistema *Cursus Publicus*), a druga iz vremena dinastije Severa (vezana za reorganizaciju prethodnog Augustovog poštanskog sistema *Cursus publicus*). Treća izmena se vezuje za period od IV veka, kada su, u skladu sa širenjem hrišćanstva, unošeni novi elementi, sve do vremena nastanka srednjovekovne kopije koja je sačuvana do danas (Petrović V., 2007).

Kopija koja je predstavljala rimski original, morala je poticati sa sredine ili iz druge polovine

mentioned some of preserved comments which accompanied the map, so-called Roman road list (*Itineraria romana*), and used them to measure itinerary-transport distances. The purpose of Roman itineraries was to mark roads and distances among specific locations. Peutinger's map (*Tabula Peutingeriana*) represents one such prominent table and it is a medieval copy of the Roman original. The assumption is that the old original was also made based on another older original probably dating back from the period of Roman Empire measurements, which started during Cesar's rule and ended with Augustus (according to K. A. Sališćev).

Peutinger's map may have been a copy of Agrippa's world map. Namely, Marcus Vipsanius Agrippa (63-12 AD), a Roman general and geographer, designed a map of Roman Empire for Emperor Augustus and carved it into marble. The map marked the distance along the roads leading to and out of Rome. The passengers used it in order to make their own itineraries, plan their stops, establish distance between the stops, and pay attention to rivers and settlements along the roads. There are three preserved itineraries referring to the Balkan Peninsula dating back from late Roman period (according to J. Cvijić). Among all these itineraries, which provide rather accurate information on positions and distances among settlements, the most prominent one is so-called Antonio's itinerarium, dating back from Diocletian's rule (ruled 284-305 AD, died 316 AD), an emperor who was a direct predecessor of Constantine the Great during whose rule Peutinger's map was designed. According to V. Petrović, the map underwent three major adjustments. The first adjustment took place during Augustus's rule (it refers to *Cursus Publicus* postal system reconstruction) and the second one dated back from the Severan dynasty period (it refers to reorganization of the earlier Augustus *Cursus Publicus* postal system). The third adjustment started in IV century as new elements were introduced in line with the spread of Christianity and it lasted until the new medieval copy was made, which we managed to preserve until today. (Petrović V., 2007).

The copy which represented the Roman original

PUTEVI I NASELJENA MESTA ZAPADNOG BALKANA NA POJTINGEROVU TABLI - ITINERARU

WEST BALKAN ROADS AND SETTLEMENTS ON PEUTINGER'S MAP - ITINERARY

IV veka n. e., ali nikako ne pre 330. g. n. e., jer je antički trački grad Vizant, od 658 g. pre nove ere grčka kolonija, na karti ovde obeležen kao grad Konstantinopolis, koji je tek od 330 g. tako nazvan kao prestonica rimskog imperatora Konstantina Velikog (vladao od 306-337 g.); no ipak se i staro ime grada, sada kao ime predela i stanovništva, u obliku Bizantini, na karti i dalje održalo. Ta rukopisna karta (*itinerarium pictum*), imala je veliki praktični značaj za vojne planere i stratege, pri izračunavanju pokreta vojnih jedinica, osiguravanju utvrđenja, skloništa i odmorišta. Ona je vremenom dopunjavana u skladu sa razvojem putne mreže i širenjem granica Rimske imperije. Prvobitno je rađena po jednom velikom originalu u Rimu 250. g. n. e., a zatim dopunjena, prvo oko 350. g., novim obalskim putevima i nekim ostrvima, pa zatim (manje dopune) u V i VI i na posletku u VIII i IX veku n. e., kada je dobila danjašnji izgled. Raznovrsnost toponima ukazuje da je namena karte bila višestruka, a ne, kako se to prvobitno prepostavljalo, da je služila samo za vojne svrhe.

Pojtingerova tabla predstavlja kopiju nekog rimskog originala, koju je izradio nepoznati monah u gradu Kolmaru, u severoistočnoj Francuskoj, oko 1265. godine, a rimski original se u međuvremenu izgubio. U XVI veku rukopis iz Kolmara nadjen je, navodno, 1489. g., u benediktinskom manastiru Tergernsee kod Salcburga u Bavarskoj, potom je 1507. godine dospeo u ruke Konrada Keltisa (Celtes), knjižara Maksimilijana I. Pre svoje smrti on je poverio mapu Konradu Pojtingeru (1465-1547) iz Augsburga, nemačkom diplomati i bibliofilu, po kojem je i dobila ime, sa zadatkom da je objavi. Pojtinger nije uspeo da je odštampa i posle njegove smrti dospela je do Avrama Ortelijusa, koji je pripremio za štampu i napisao komentar. Nakon njegove smrti karta je objavljena 1598. godine. To je sada najstariji štampani putokaz na svetu. Original Pojtingerove table из XII veka čuva se u Nacionalnoj ili Dvorskoj biblioteci u Beču, pod nazivom *Codex Vindobonensis* (po latinskom imenu Beča).¹

¹ Austrian National Library, Vienna. Manuscript and Incunabula Collection, Cod. 324 CSA, CoM 35, Inv. No. 872/1. Digitalizovana karta može se videti na adresi <http://www.euratlas.net/cartogra/peutinger/index.html>.

must have originated from mid or second half of IV century AD. Still, it could not have originated earlier than 330 AD because the ancient city of Byzantium – a Greek colony from 658 BC – was marked on the map as the city of Constantinopolis, which was given the name only in 330 AD as a capital of Constantine the Great, a Roman emperor (ruled 306-337 AD); but the old name of the city in the form of Byzantini remained on the map to denote the region and its population. This handwritten map (*itinerarium pictum*) was practical for both military and strategic planners as they planned shifts of their units, fortification, shelters and stops. In time, it was adjusted as the traffic network grew and the Roman Empire borderline expanded. It was first crafted in line with a large original in Rome in 250 AD and amended around 350 AD with novel coastal roads and some islands, after which some minor changes followed first in V and VI centuries, and then in VIII and IX centuries AD once it took the form it has today. The diversity of toponyms indicates the multiple purpose of the map instead of military use exclusively as it was assumed initially.

Peutinger's map represents a copy of some Roman original designed by an unknown abbot in the town of Colmar, north-east France around 1265, and the Roman original was lost in the meantime. In XVI century, the Colmar script was allegedly discovered in Tergernsee Benedictine monastery near Salzburg, Bavaria in 1489, after which Conrad Celtes, the librarian of Maximilian 1st got hold of it in 1507. Prior to his death, Celtes entrusted the map to Conrad Peutinger (1465-1547), a German diplomat and bibliophile from Augsburg after whom it was named, with a task to publish it. Peutinger failed to print it and after his death the map ended up in hands of Abraham Ortelius who prepared it for the print and wrote a commentary. After his death, the map was published in 1598. It has been the oldest printed waymark in the world. The XII century Peutinger's original map is exhibited in the National/Royal Library in Vienna, under the name of *Codex Vindobonensis* (Latin name for Vienna).¹

Peutinger's map did not have the form of a

¹ Austrian National Library, Vienna. Manuscript and Incunabula Collection, Cod. 324 CSA, CoM 35, Inv. No. 872/1. Digitalizovana karta može se videti na adresi <http://www.euratlas.net/cartogra/peutinger/index.html>.

Pojtingerova tabla nije bila u obliku jedne prave zemaljske karte, kakve su inače poznate sve do pred kraj antičkog doba. Iz praktičnih razloga, bila je sastavljena iz 12 listova pergamenta (prvi krajnji zapadni list je izgubljen, rekonstruisao ga je K. Miler). Ukupno je duga 672 cm, široka 34 cm, što znači da je dužina veća oko 20 puta od širine. Na taj način, bila je podešena da se koristi kao svitak i da se nosi na put, upravo prototip danjašnjih sekcija.

Ova karta pretstavlja Rimsku Imperiju i druge zemlje u to doba dobro poznate, uglavnom ceo onda poznati svet, od Herkulovih stubova i Britanskih ostrva na zapadu, do ušća Ganga i ostrva Taprobana (Cejlona) na istoku. Kontinenti su sa severa i juga opkoljeni okeanom. Usled ovakvog oblika karte, veoma izduženog svitka, slika predela je jako sažeta, kao kad bi se Zemljina površina pespektivno nacrtala gledajući sa juga ka severu. Sredozemno more, Crno more i sva druga mora sasvim su sužena a izdužena; a u tom istom pravcu, sa zapada na istok, ili obrnuto, teku većina reka. Ali, ono što je glavno, tu su i putne mreže, takođe sve izdužene uporedničkim pravcem. Inače nema ni traga o astronomskim odredbama mesta ili o kartografskoj mreži, pa, razume se, kao što je već iz prethodnog jasno, ni o pravoj slici izgleda predela; ali se geograf i istoričar koji ume geografski da gleda ipak na toj karti veoma lako snalazi, brzo identificuje predele, mesta.

Kopiju mape u punom obliku objavila je radionica Abrahama Orteliusa 1598. u Antverpenu, potom F. de Scheyb 1753, F. Desjardinis 1874. i C. Miller 1888, koji je dao i tumačenje karte. Na srpskom jeziku kartu je objavio I. Sindik (1931) a faksimil, rekonstrukciju i tumačenje karte dao je G. Škrivanić (1975). Za početak istraživanja južnoslovenskih zemalja na Pojtingerovoj karti važna su dela A. Evansa (1883) i K. Milera (Miller K., 1916). Za teritoriju Dalmacije važna su dela G. Novaka (1916) i M. Abramića (1926-27), za teritoriju Srbije i Crne Gore D. i M. Garašanina (1951; 1967), za teritoriju Bosne i Hercegovine E. Pašalić (1960) i mnogi drugi radovi novijeg datuma (Bosio L. 1983; Lisičar P. 1980; Tomović G. 1991; Petrović

regular earth map as these used to look prior to the end of ancient period. For practical reasons, it comprised 12 parchment sheets (the rearmost west sheet was lost and then reconstructed by K. Miler). The total length of the map was 672 cm and it was 34 cm wide, which meant that its length was 20 times larger than its width. Hence, it was intended to be used as a mobile scroll, which was a prototype of modern sections.

The map represents the Roman Empire and other countries well-known at the time, i.e. the whole known world, from Pillars of Hercules and the British Isles in the west to the Ganges delta and Taprobane Island (Ceylon) in the east. Continents from north and south were surrounded with ocean. Due to the map shape, i.e. the form of a scroll, the scenery image is rather compact as if the Earth's surface were drawn looking from south towards north. The Mediterranean, the Black Sea, and all other seas are narrow and long; and most rivers flow in west-east or east-west directions. But what matters are the transport networks which are all also elongated along the parallels. Still, there is no trace of astronomical coordinates or a cartographic network, which implies there is also no sign of a clear scenery image; but a geographer or historian skillful in geographical perspectives may easily observe the map and identify regions and locations.

The full-form copy of the map was first published at Abrahama Ortelius's workshop in Antwerpen in 1598, and then it was printed by F. de Scheyb in 1753, F. Desjardinis in 1874, and C. Miller in 1888, who also provided the map interpretation. The map was printed in Serbian by I. Sindik (1931) and the autotype, reconstruction, and interpretation was provided by G. Škrivanić (1975). It is the works of A. Evans (1883) and K. Miller (Miller K., 1916) that are pertinent for the beginning of research of south Slavic countries at the Peutinger's map. When it comes to the territory of Dalmatia, the relevant works are those of G. Novak (1916) and M. Abramić (1926-27), for Serbia and Montenegro there are writings of D. and M. Garašanin (1951; 1967), for Bosnia and Herzegovina the works of E. Pašalić (1960) and many other more recent writings (Bosio L. 1983; Lisičar P. 1980; Tomović G. 1991;

V., 2007; Jovanović V. 2003). Gavro Škrivanić (1975) je na osnovu obimne literature i faksimila iz originala koji se čuva u Nacionalnoj biblioteci u Beču, izvršio rekonstrukciju i obradu onog dela Pojtingerove table na kojem su predstavljeni rimski putevi i usputne stanice na prostoru južnoslovenskih zemalja. Ta rekonstrukcija je bila važna za sistematizaciju toponima u ovom tekstu. Na njoj su, pored rimskih putnih stanica, u zagradi ispisana i današnja imena mesta za koja je utvrđeno ili za koja se pretpostavlja da su postojala kao stanice. Stanična rastojanja u miljama prevedena su u kilometre (1 rimska milja = 1482 m, 1000 dvokoraka odnosno 1/4 sata hoda).

SISTEMATIZACIJA TOPONIMA NA POJTINGEROVU TABLI PO VRSTAMA

Sadržina karte obuhvata: naseljena mesta, gradove, tvrđave, logore rimskih legija, putnu mrežu, reke, jezera, planine, šume, pored posebnih naziva provincija, naroda, plemena; za naseljena mesta, planine i šume upotrebljeni su konvencionalni znaci u perspektivnom simboličkom izgledu; a prelomi na linijama puteva označavaju položaj uzastopnih putnih stanica, između kojih su rastojanja obeležena ciframa u miljama iznad putne linije. Veće stanice, municipiji, banje, obeleženi su vinjetama različite veličine, prema važnosti. Tolikom podrobnošću, širinom geografskog horizonta i relativno približnom vrednošću u ovakovom perspektivnom crtežu, - Pojtingerova tabla spada među jedne od najznačajnijih geografskih spomenika čitavog antičkog sveta, osobito zbog svojih antropogeografskih podataka o naseljima i putevima, o predelima i narodima, koji su od naročite istorijsko-geografske vrednosti. Iako inače nisu naučno dostigli svoje učitelje Grke, Rimljani su ovim svojim itinererskim, putnim, saobraćajnim kartama, koje su služile u čisto praktične svrhe, vojničke, administrativne, i ekonomске, - radi što boljih transportnih veza o udaljenim provincijama, pri čemu je gusta mreža puteva prožela imperiju, - bili stvarno učinili nove

Petrović V., 2007; Jovanović V. 2003). Gavro Škrivanić (1975) exploited the vast bibliography and autotypes from the original preserved at the Austrian National Library in Vienna in order to perform reconstruction and processing of the part of Peutinger's map which represented Roman roads and stops in south Slavic countries. His reconstruction was relevant for the taxonomy of toponyms in this paper. Apart from Roman road stops, in brackets there are modern names for locations that have been estimated or assumed to have been road stops. The distance between the stops were converted from miles into kilometers (1 Roman mile = 1482 m, 1000 two paces, i.e. a ¼ of hour walk).

THE TAXONOMY OF TOPOONYMS ON PEUTINGER'S MAP IN LINE WITH TYPES

The content of this map embraces the following: settlements, cities, fortresses, Roman military camps, transport networks, rivers, lakes, mountains, forests; apart from specific names of provinces, peoples, and tribes, the settlements, mountains and forests are designated by conventional marks which appear to be symbolic in perspective; breakpoints on the road lines represent the positions of consecutive road stops and the distance between each of these is provided above the road line in mileage. Major stops, municipia, and spas are marked with vignettes of different sizes depending on their relevance. Due to its meticulousness, the width of geographical horizon, and relatively close values on one such sketch, Peutinger's map remains one of most prominent geographical tributes of the ancient world, particularly due to its anthropogeographical data on settlements and roads, landscape and peoples, which are of an utmost historical-geographical pertinence. Despite the fact that they failed to scientifically outrun their Greek tutors, the Romans made significant steps towards the progress of the geographical knowledge of their time by designing their road maps, itineraries, which served for practical, military, administrative, and economic purposes due to better transport connections with their distant provinces as their dense road network

praktične korake ka napretku geografskih znanja o ondašnjem poznatom svetu. A Pojtingerova tabla je dragoceni spomenik toga napretka u čisto praktične, saobraćajno-geografske, privredno-geografske i političko-geografske svrhe.

Zemlje Balkanskog poluostrva, od vrha Trščanskog zaliva do ušća Dunava i do Carigrada, zajedno sa naspramnim jadranskim delom Italije i naspramnom sredozemnom obalom Afrike do ušća Nila, obuhvataju delovi karte od kraja IV pa do početka IX segmenta (Segmentum IV/5 - IX/1) sa puno antropogeografskih podataka iz onog doba. Na karti je ucrtan *Singiduno* (Beograd) i njegov položaj na ušću Save u Dunav. U blizini su ucrtani još *Tauruno* (Zemun), *Tricornio* (Ritopek), *Monte Aureo* (Grocka).

Planine. Zemlja je obojena žutom bojom, granice kopna crnom, planine sivkastožutom i nijansom ružičaste boje. Fizičko-geografski elementi karte bili su za kartografa od sporednog značaja, s obzirom da se radi o putnoj karti, te su oskudno i shematski ucrtani, često bez imena. Na primer, nisu označeni nazivi planina u zaleđu Istre (verovatno Ćićarija), u zaleđu Salone i Splita (verovatno Dinara), između reka Dunava i Drine (verovatno Fruška Gora), kao ni planina iz kojih izviru reke Sava, Neretva, Morava i Drim. Na teritoriji današnje BiH nalaze se samo dve planine, jedna u zaleđu mesta Narone (kod Metkovića), *In monte Bulsino* (preme Mileru, pl. Raduša; po Škrivaniću pl. Čvrsnica), i nepoznata planina kod Trebinja (možda Leotar). Na prostoru današnje Srbije ucrtan je planinski venac *Monte aureo* (možda šumadijske planine i Kopaonik). U Bugarskoj bezimena planina je verovatno Balkan, a u Makedoniji Babuna. Šume nisu označene, što je i razumljivo s obzirom na veliku šumovitost balkanskog i panonskog prostora u to vreme. Čak i današnji ogoljeni kraški predeli bili su pod gustim šumama, koje su se prostirale sve do mora.

Reke. Hidrografske objekti (mora, jezera i reke) su označeni zelenom bojom. Rimski nazivi većih reka na zapadnom Balkanu su: Savus (Sava), Danuvius (Dunav), Dravus (Drava),

pervaded the whole Empire. It is Peutinger's map that remains a valuable testimonial of this progress used for practical, transport-geographical, economic-geographical, and political-geographical purposes.

West Balkan countries, ranging from the top of the Gulf of Trieste to the Danube delta and Istanbul, along with the Adriatic Italy coast and Mediterranean African coast to the Nile delta, are represented on the map starting with the end of segment IV up to the beginning of segment IX (Segmentum IV/5 - IX/1) with many anthropogeographical information dating back from that period. *Singiduno* (Belgrade) is entered into the map along with its position at the confluence of the Sava River into the Danube. In the vicinity, there are *Tauruno* (Zemun), *Tricornio* (Ritopek), and *Monte Aureo* (Grocka).

Mountains. The land is colored in yellow, the land boundaries in black, mountains in greyish-yellow and a pink nuance. Physical-geographical map elements were of minor relevance for the cartographer and they were schematic and obscure, often without names, as it was specifically a road map. For instance, there are no names of mountains in the hinterland of Istria (probably Ćićarija mountain), hinterland of Salona and Split (probably Dinara mountain), between the rivers of Danube and Drina (probably Fruška Gora mountain), nor of the mountains from which rivers of Sava, Neretva, Morava and Drim source. There are only two mountains entered for the modern B&H territory; one in the hinterland of the settlement of Narona (near Metković), *In monte Bulsino* (mountain Raduša according to Miller; mountain Čvrsnica according to Škrivanić), and an unknown mountain near Trebinje (possibly Leotar mountain). In modern day Serbia territory, there is a *Monte aureo* mountain range (possibly mountains of Šumadija and Kopaonik Mt.). The nameless mountain in Bulgaria is probably the Balkan Mt., and in Macedonia it is Babuna Mt. There is no designation of forests, which is intelligible considering the dense forest system of the Balkans and Pannonia of that time. Even the modern karst region was back then covered in forests which spread all the way to the sea.

Rivers. Hydrographic objects (seas, lake, and rivers) are colored in green. Roman names for large

PUTEVI I NASELJENA MESTA ZAPADNOG BALKANA NA POJTINGEROVU TABLI - ITINERARU

WEST BALKAN ROADS AND SETTLEMENTS ON PEUTINGER'S MAP - ITINERARY

Margus (Velika Morava), Axius (Vardar), Drinus (Drina), Urpanus (Vrbas), Queneus (Una), Basanius (Bosna), Arsia (Raša u Istri). Reke prema Pojtingerovoj tabli većinom teku od zapada prema istoku, paralelno sa putevima, često bez imena. Pogrešno su predstavljena izvorišta, tokovi, ušća i pritoke: Sava i Drava sačinjavaju jedan tok koji se uliva u Drinu a ova u Jadransko more (!?). Neretva izvire kod *Ad Zizia* (tamo gde izvire Trebišnjica) i uliva se u Jadransko more kod *Narone* (kod Vida, 4 km od Metkovića). Morava (Margum fl.) izvire iz bezimene planine (možda Kopaonik), i uliva se u Dunav. Reke su jako deformisane, pogotovo one koje teku poprečno na pravac pružanja puteva.

Ostrva i njihovi gradovi. Nazivi ostrva su teško čitljivi. Mogu se rekonstruisati: Crexa (Cres), Curicum (Krk), Polarria (ostrvo Lošinj, na njemu grad Apsorus - Osor), Arba (Rab), Cissa (grad na Pagu), Bavo (Čiovo), Solenta (Šolta), Brattia (Brač), Dimos (Hvar), Faros (Starigrad na Hvaru), Issa (Vis), Tauris (Šćedro), Corcyra Nigra (Korčula), Ladesta (Lastovo), Melitta (Mljet) i druga.

Putevi. Glavni javni putevi (*Via publica*), su označeni crvenom bojom, dok su toponimi ispisani uglavnom crnom bojom. Između naselja su rimskim brojevima ubeležena rastojanja u miljama. Kada se saberi sva označena rastojanja, proizilazi da je na karti prikazano oko 200.000 kilometara rimskega puteva. Na nekim segmentima puta nedostaje rastojanje između stanica a negde ima rastojanje ali nema putne linije ili završetka puta, verovatno usled greške prepisivača (npr. od Lihnidu do Herakleje tj. od Ohrida do Bitolja). Svi panonski i dalmatinski putevi vodili su na zapadu preko Oglaja ili Akvileje (Aquileia) u Rim (Roma), a na istoku u Konstantinopolj (Constantinopolis). Putevi su pratili rečne doline, ne samo zbog manjih nagiba i lakše prohodnosti, nego i zbog lakšeg snabdevanja vodom putnika i vučnih, tovarnih i jahačih životinja. Identifikacija i ubikacija nekih stanica na Pojtingerovoj karti je nepouzdana, zasnovana na pretpostavkama koje

West Balkan rivers are as follows: Savus (the Sava river), Danuvius (the Danube), Dravus (Drava), Margus (Velika Morava), Axius (Vardar), Drinus (Drina), Urpanus (Vrbas), Queneus (Una), Basanius (Bosna), Arsia (Raša in Istria). Most rivers on Peutinger's map take the west-east course parallel with the roads, and they are often unspecified. There is an evident wrong illustration of wells, flows, estuaries, and tributaries: the Sava and Drava rivers are represented as one single stream which flows into the Drina river, which further flows into the Adriatic Sea (!?). The Neretva River springs near *Ad Zizia* (the location of the Trebišnjica river spring) and flows into the Adriatic Sea near *Narona* (near Vid, 4 km far from Metković). The Morava River (Margum fl.) springs from an unidentified mountain (maybe Kopaonik Mt) and flows into the Danube. All the rivers are misspelled, particularly those which flow transversely from the road direction.

Islands and their towns. Names of islands are easily readable and might be reconstructed as follows: Crexa (Cres), Curicum (Krk), Polarria (Lošinj island and its town of Apsorus - Osor), Arba (Rab), Cissa (a town on the Pag island), Bavo (Čiovo), Solenta (Šolta), Brattia (Brač), Dimos (Hvar), Faros (Starigrad on Hvar island), Issa (Vis), Tauris (Šćedro), Corcyra Nigra (Korčula), Ladesta (Lastovo), Melitta (Mljet) and others.

Roads. Major public roads (*Via publica*) are marked in red and toponyms are mostly marked in black. The mileage distance between settlements is represented in Roman numbers. As we sum up all the entered distances, the result is around 200,000 kilometers of Roman roads designated at the map. Some parts of the roads are missing distance between stops, and in some locations there is the distance but without the road line or the road end, which is probably a result of the transcriber's error (e.g. from Lihnid to Heraclea, i.e. from Ohrida to Bitolj). All Pannonian and Dalmatian roads led westwards to Rome (Roma) across Oglaj/Aquileia and eastwards to Constantinopolis. The roads spread along the river valleys not only because of minor elevation and easier passability but also due to a simpler water supply system for passengers as well as animals used for cart,

su izneli istoričari i arheolozi (Miller K., 1916; Sergejevski D., 1958; Jireček, 1959; Klemenc J., 1961; Garašanin D. i M., 1967; Mirković M. 1968; G. Škrivanić 1974 i drugi).

Uzdužni putevi mogu se podeliti u dva snopa - panonski (posavski i i podravski pravac), koji se kod Singidunuma nadovezuje na pomoravski put *Via Militaris*, i jadranski, koji se kod Drača nadovezuje na *Via Egnatia*.

Put duž Limesa dolinom Dunava povezivao je pogranične kastrume na Limesu. Prema Pojtingerovoj tabli, put je vodio od *Vindobona* (Beč) na *Garnunto* (Deutch Altenburg) i *Aquinco* (St. Budim), izlazio na *Tittoburgo* (Dalj). Zatim je produžavao duž desne (sremske) obale Dunava gde su bile stanice: *Cornaco* (selo Sotin, jugoistočno od Vukovara), *Cuccio* (Ilok), *Milatis* (Bonaštor), *Cusum* (Petrovaradin), *Acunum* (*Acumincum*, Stari Slankamen), *Bittio* (pogrešno, treba Rittio - Surduk), *Burgenis* (Novi Banovci), *Tauruno* (Zemun) i kod mesta *Confluenti(bus)* na ušću Save prelazio u *Singidunum* (Beograd).

Nizvodno od Singidunuma dolinom Dunava put je povezivao sledeće stanice: *Tricornio* (selo Ritopek), *Monte Aureo* (selo Seona kod Smedereva), *Margum fl.* (selo Dubravice kod ušća Velike Morave u Dunav), *Viminatium* (Kostolac), gde se put račvao. Jedan krak je moravski, vodio za Naissus (vidi poseban odeljak). Drugi krak je išao kroz Đerdapsku klisuru, duž desne obale Dunava: *Punicum* (Veliko Gradište), *Vicco Cuppe* (Golubac), *Ad Nouas* (selo Čezava kod Dobre), *Ad Scrofulas* (selo Bosman istočno od Golupca), *Faliatis* (treba Taliatis - Donji Milanovac), *Gerulatis* (selo Miroč između Donjeg Milanovca i Brze Palanke), *Unam* (selo Alun severozapadno od Brze Palanke), *Egeta* (Brza Palanka), *Clevora* (selo Mihajlovac severno od Negotina), *Ad Aquas* (Prahovo), *Dortico* (selo Rakitnica kod ušća Timoka u Dunav), *Ad Malum* (Vidin) i dalje za Contantinopolj (Carigrad). Sa leve strane Dunava ubeležena su mesta *Lederata* (Ram) i *Apo fl.* (reka Karaš kod Bele Crkve), zatim *Tierua* - Oršava, *Drubetis* - Turnu Severin, gde su bili priključci puteva za Dakiju, *Pelendoua* -

riding, or haulage. The identification and ubication of some road stops at Petinger's map are unreliable and based on assumptions made by historians and archaeologists (Miller K., 1916; Sergejevski D., 1958; Jireček, 1959; Klemenc J., 1961; Garašanin D. and M., 1967; Mirković M. 1968; G. Škrivanić 1974, and others).

Longitudinal roads may be divided into two beams - Pannonian (the Sava and Drava river directions), which adds to the *Via Militaris* Morava river direction road near Singidunum and Adriatic, which adds to the *Via Egnatia* near Durrës.

Road along the Danubian Limes connected cross-border castra on Limes. According to Peutinger's map, the road led from *Vindobona* (Vienna) over *Garnunto* (Altenburg) and *Aquinco* (St. Budim) to *Tittoburgo* (Dalj). Then, it continued along the right (Srem) Danube bank where the following road stops were located: *Cornaco* (Sotin village, southeast from the town of Vukovar), *Cuccio* (Ilok), *Milatis* (Bonaštor), *Cusum* (Petrovaradin), *Acunum* (*Acumincum*, Stari Slankamen), *Bittio* (an error, it should read Rittio - Surduk), *Burgenis* (Novi Banovci), *Tauruno* (Zemun), as the road met *Singidunum* (Belgrade) at the Sava river estuary near *Confluenti(bus)*.

Downstream from Singidunuma, along the Danube valley, the road connected the following road stops: *Tricornio* (Ritopek village), *Monte Aureo* (Seona village near Smederevo), *Margum fl.* (Dubravice village near the confluence of the Velika Morava river into the Danube), and *Viminatium* (Kostolac), the point where the road branches. One of the branches spread along the Morava river and it led to Naissus (see separate section). The other branch led through the Iron Gates along the right Danube bank: *Punicum* (Veliko Gradište), *Vicco Cuppe* (Golubac), *Ad Nouas* (Čezava village near Dobra), *Ad Scrofulas* (Bosman village east from Golubac), *Faliatis* (it should read Taliatis - Donji Milanovac), *Gerulatis* (Miroč village between Donji Milanovac and Brza Palanka), *Unam* (Alun village northwest from Brza Palanka), *Egeta* (Brza Palanka), *Clevora* (Mihajlovac village north from Negotin), *Ad Aquas* (Prahovo), *Dortico* (Rakitnica vilage at the confluence of the Timok river into the Danube), *Ad Malum* (Vidin) and

Krajobra, i druga.

Put kroz Podravinu - od *Celeia* (Celje) nastavlja je pravcem: *Ragandone* (Belo Mesto), *Petavione* (Ptuj), *Remista* (Formin), *Aqua Uiuia* (Petrijanec), *Populos* (kod Bartolovca), *Botiuo* (Ludberg), *Sonista* (selo Kunovac), *Piretis* (Vlajislava), *Luntulis* (Đurđevac), *Iououia* (Kloštar), *Sirotis* (Orašac), *Boletino* (Sopje kod Gornjeg Miholjca), *Marmianis* (Donji Miholjac), *Seronis* (selo Viljevo), *Berebis* (Podravski Pograjci), *Iouallio* (Valpovo), *Mursa Minor* (selo Petrijevci), *Mursa Maior* (Osijek), *Ad Labores pont.* - *Ulcae* (Bobote kod Vukovara), bezimena stanica (verovatno *Cibalae* - Vinkovci), gde se put spaja sa posavskim pravcem i nastavlja prema Sirmiumu i Singidunumu.

Put kroz Posavinu, vodio je desnom obalom Save do ušća Vrbasa, gde je prelazio na levu obalu (Sergejevski, D., 1958). Od *Emone* (Ljubljana) do *Singidunuma* (Beograda) imao je 17 stanica: *Aceruone* (Višnja Gora), *Ad Protorium* (selo Trebnje), *Cruccio* (Novo Mesto), *Nouiodum* (Ozalj), *Romula* (Dubovac kod Karlovca), *Quadrata* (Vojnić), *Ad Fines* (Glina), *Siscia* (Sisak), *Ad Pretorium* (selo Bačin kod Dubice), *Servitio* (Gradiška), *Urbate* (Srpske), *Marsonie* (Slavonski Brod). *Tu se put račva* u dva kraka koji se spajaju kod Sirmiuma. Na severnom kraku su stanice: *Certis* (Strživojna južno od Đakova) i bezimena stanica (verovatno *Cibalae* - Vinkovci), gde se spaja sa podravskim putem i produžava na stanice: *Consilena* (Orlik), *Ulmospaneta* (po K. Mileru verovatno greškom spojeni Ulmo i Spaneta - Orašje i Kukujevci) i *Sirmium* (Sremska Mitrovica). Jedan krak od *Cibalae* vodi pored reke Save: *Ad Basante* (po K. Mileru to je Bosanski Šamac, po D. Sergejevskom i G. Škrivaniću - Bosut), *Saldis* (Soljani južno od Vinkovaca), *Ad Drinum* (Sremska Rača), i *Sirmium*. Od Sirmiuma ima još tri ili četiri stanice do Singidunuma: *Bassianis* (Donji Petrovci), *Idiminio* (Ugrinovci), *Tauruno* (Zemun) i *Confluentib(us)* (Ušće Save).

Kroz Pomoravlje od *Viminatiuma* (Kostolca) do *Naissusa* (Niša) i dalje dolinom Nišave prema *Sertici* (Sofiji) su bile stanice: *Municipio*

further on to Constantinopolis. On the left Danube bank, there were marks for the places of *Lederata* (Ram) and *Apo fl.* (the Karaš river near Bela Crkva), *Tierua* - Oršava, *Drubetis* - Turna Severin, where the road went on to Dacia, *Pelendoua* - Krajobra, and others.

Road via the Drava river basin - from *Celeia* (Celje) the road continued as follows: *Ragandone* (Belo Mesto), *Petavione* (Ptuj), *Remista* (Formin), *Aqua Uiuia* (Petrijanec), *Populos* (near Bartolovac), *Botiuo* (Ludberg), *Sonista* (Kunovac village), *Piretis* (Vlajislava), *Luntulis* (Đurđevac), *Iououia* (Kloštar), *Sirotis* (Orašac), *Boletino* (Sopje near Gornji Miholjac), *Marmianis* (Donji Miholjac), *Seronis* (Viljevo village), *Berebis* (Podravski Pograjci), *Iouallio* (Valpovo), *Mursa Minor* (Petrijevci village), *Mursa Maior* (Osijek), *Ad Labores pont.* - *Ulcae* (Bobote near Vukovar), and an undesignated stop (probably *Cibalae* - Vinkovci) where the road merged with the road via the Sava river basin and continued towards Sirmium and Singidunum.

Road via the Sava river basin followed the right Sava river bank down to the Vrbas river estuary at which location it switched to the left river bank (Sergejevski, D., 1958). From *Emona* (Ljubljana) to *Singidunum* (Belgrade), it had the following 17 road stops: *Aceruone* (Višnja Gora), *Ad Protorium* (Trebnje village), *Cruccio* (Novo Mesto), *Nouiodum* (Ozalj), *Romula* (Dubovac near Karlovac), *Quadrata* (Vojnić), *Ad Fines* (Glina), *Siscia* (Sisak), *Ad Pretorium* (Bačin village near Dubica), *Servitio* (Gradiška), *Urbate* (Srpske), *Marsonie* (Slavonski Brod). *At this point, the road bifurcates* into two branches which merge near Sirmium. The road stops along the north branch are as follows: *Certis* (Strživojna south from Đakovo) and an undesignated stop (probably *Cibalae* - Vinkovci), at which point the road merges with the road via the Drava basin and continues with the following stops: *Consilena* (Orlik), *Ulmospaneta* (according to K. Miller, Ulmo and Spaneta - Orašje and Kukujevci are probably blended by mistake) and *Sirmium* (Sremska Mitrovica). There is a branch which leads from Cibala further along the Sava river: *Ad Basante* (according to K. Miller, it is Bosanski Šamac, and according to D. Sergejevski and G. Škrivanić – it is Bosut), *Saldis* (Soljani south

(selo Kalište kod Požarevca), *Iouis Pago* (Veliko Laole, južno od Petrovca na reci Mlavi), *Idimo* (selo Medveđa kod Svilajnca), *Horrea Margi* (u prevodu skladište ili žitnica na Moravi, današnja Ćuprija), *Presidio Dasmini* (kod sela Pločnik severoistočno od Stalaća), *Presidio Pompei* (Nerića Han između Deligrada i sela Rutevca kod Aleksinca), *Gramrianis* (Lipovac istočno od Aleksinca?), *Naisso* (Niš), *Romesiana* (Bela Palanka), *Turrib(us)* (Turres - Pirot).

Jadranski pravac od Akvileje do Salone vodio je preko Istre, zatim zaobilazio strmo i teško prohodno podvelebitsko primorje preko Like i severne Dalmacije. Polazeći od *Tergeste* (Trsta) nizale su se stanice: *Parentio* (Poreč), *Pola* (Pula), *Arsia* (Raša), *Alvona* (Labin), *Port(us)* *Flanaticus* (Plomin), *Tarsatica* (Trsat kod Rijeke), *Ad Turres* (Crikvenica), *Senia* (Senj). Od Senja put prelazi u Liku, da bi zaobišao podvelebitsko primorje, a i zbog osvajačkih i ekonomskih interesa u zaleđu. Stanice su: *Auendone* (selo Brlog), *Arupio* (Vitalj kod Otočca), *Epidotio* (Kvarte kod Perušića, blizu Gospića), *Ancus* (selo Kula severoistočno od Gospića), *Ausancatione* (selo Medak jugoistočno od Gospića), *Clambetis* (Obrovac na reci Zrmanji), *Havre-Ab-Havre* (Medviđa), *Burno* (selo Ivoševci kod Kistanja), *Promona* (Tepljuh kod Drniša), *Ad Pretorium Magno* (Beljina Glavica jugoistočno od Drniša), *Andretio* (Muć), *Salona* (Solin). Kod Burnuma se odvajao put: *Asseria* (Podgrađe kod Benkovca), *Nedino* (Nadin), *Jadera* (Zadar). Od Jadere vodio je primorski put preko *Scardone* (Skradina), *Lorana* (Vrpolja), *Traguria* (Trogira) i *Siclisa* (Kaštel Štafilić) do *Salone* (Solina).

Od Salone (Solin) do Durratiuma (Drača), vodio je put duž jadranskog primorja pravcem: *Spalato* (Split), *Epetio* (Stobreč), *Oneo* (Omiš), *Inario* (Makarska), *Bilubio* (selo Lokvinići u Gornjoj Vrlici), *Ad Novas* (Runovići jugoistočno od Imotskog), *Ad Fusciana* (selo Tihaljina), *Bigesta* (selo Humac na reci Trebižatu), *Narona* (kod sela Vid blizu Metkovića), *Ad Turres* (Tasovčić, kod Hutova; usputna stanica za kastrum Tures u Mogorjelu), *Dilunto* (Stolac), *Pardua* (selo Gornji Gradac jugoistočno od

from Vinkovci), *Ad Drinum* (Sremska Rača), and *Sirmium*. There are another three or four road stops from Sirmium to Singidunum: *Bassianis* (Donji Petrovci), *Idiminio* (Ugrinovci), *Tauruno* (Zemun), and *Confluentib (us)* (the Sava river estuary).

Through the Morava river basin, from *Viminatium* (Kostolac) to *Naissus* (Niš) and further down the Nišava river valley to *Sertica* (Sofia), the following road stops were located: *Municipio* (Kalište village near Požarevac), *Iouis Pago* (Veliko Laole, south from Petrovac na Mlavi), *Idimo* (Medveđa village near Svilajnac), *Horrea Margi* (meaning storehouse or granary on Morava river, modern day Ćuprija), *Presidio Dasmini* (near Pločnik village northeast from Stalać), *Presidio Pompei* (Nerića Han between Deligrad and Rutevac village near Aleksinac), *Gramrianis* (Lipovac east from Aleksinac?), *Naisso* (Niš), *Romesiana* (Bela Palanka), *Turrib(us)* (Turres - Pirot).

Adriatic road from Akvilea to Salona led via Istria, bypassed the steep and impassable foot of Velebit Mt. and continued via Like and north Dalmatia. Starting with *Tergeste* (Trieste), the following road stops were: *Parentio* (Poreč), *Pola* (Pula), *Arsia* (Raša), *Alvona* (Labin), *Port(us)* *Flanaticus* (Plomin), *Tarsatica* (Trsat near Rijeka), *Ad Turres* (Crikvenica), and *Senia* (Senj). Near Senj, the road moves over to Like in order to bypass the coast at the foot of Velebit Mt. and avoid the invasion and economic interests of hinterland. The stops were as follows: *Auendone* (Brlog village), *Arupio* (Vitalj near Otočca), *Epidotio* (Kvarte near Perušić, in the vicinity of Gospić), *Ancus* (Kula village northeast from Gospić), *Ausancatione* (Medak village southeast from Gospić), *Clambetis* (Obrovac on Zrmanja river), *Havre-Ab-Havre* (Medviđa), *Burno* (Ivoševci village near Kistanj), *Promona* (Tepljuh near Drniš), *Ad Pretorium Magno* (Beljina Glavica southeast from Drniš), *Andretio* (Muć), *Salona* (Solin). The following road branched near Burnum: *Asseria* (Podgrađe near Benkovac), *Nedino* (Nadin), and *Jadera* (Zadar). From Jadera, there was a coastal road via *Scardona* (Skradina), *Lorana* (Vrpolja), *Traguria* (Trogira) and *Siclisa* (Kaštel Štafilić) to *Salona* (Solina).

From Salona (Solin) to Durratium (Durrës), a road led along the Adriatic coast via the following line: *Spalato* (Split), *Epetio* (Stobreč), *Oneo* (Omiš),

PUTEVI I NASELJENA MESTA ZAPADNOG BALKANA NA POJTINGEROVU TABLI - ITINERARU

WEST BALKAN ROADS AND SETTLEMENTS ON PEUTINGER'S MAP - ITINERARY

Ljubinja), *Ad Zizio* (selo Mosko više Trebinja). Kod *Ad Zizia* se put račva u dva pravca koji se sastaju kod Skadra. Jedan krak ide pravcem *Asamo* (kod Trebinja), *Epitauro* (Cavtat), *Resinum* (Risan), *Batua* (Budva), *Vicinium* (Ulcinj), *Scobre* (Skadar). Na karti je pogrešno ucrtan Vicinium ispred Batua. Drugi krak ide zaledem: *Ad Zizio* (Mosko), *Leusino* (Panik, selo kod Grančareva u dolini Trebišnjice), *Sallunto* (selo Riječine kod Nikšića), *Sanderva* (u Ozrinićima ili u Štedinu kod Nikšića), *Varis* (Povija, na izvorištu Zete), *Nalata* (kod Spuža), *Bersumno* (na ušću Ribnice, Podgorica), *Sinna* (Gradac na reci Cijevni) i *Scobre* (Skadar). Od Skadra put nastavlja pravcem *Lissum* (Lješ), *Pistum* (Išmi) *Durratio* (Drač) i dalje na *Lignido* (Ohrid) i *Thessalonice* (Solun).

Poprečni putevi spajali su uzdužne, koristeći rečne doline i planinske prevoje preko dinarsko-šarskih i karpatsko-balkanskih planina.

Put preko Slovenije povezivao je podravski, posavski i jadranski put. Išao je od *Aquileje* (Oglej) dolinom Vipave na *Alpe Iulia* (na Kružoj gori), *Longatico* (Logatec) i *Nauperto* (Vrhnika) do *Emone* (Ljubljana), a odatle preko stanica *Sauo fl.* (selo Laze), *Ad Publicanos* (Vače), *Adrante* (selo Trojane) do stanice *Celeia* (Celje), gde se put račvao. Jedan pravac je vodio prema Podravini, a drugi prema Koruškoj, trasom *Upellus* (Stara Vas), *Colatione* (Stari Trg), *Viruno* (Gospa Sveta).

Put od Salone (Solin) do Servitiuma (Gradiška) vodio je trasom (Miller K., 1916): *Andretio* (Muć), *Aequio* (selo Čitluk, severoistočno od Sinja), *Inalperio* (selo Prolog, zapadno od Livna), *Bariduo* (Glamoč), *Ionnaria* (selo Vaganj severozapadno od Glamoča), *Sarute* (selo Šarići kod Šipova), *Indenea* (kod Jezera na Pliva), *Baloie* (Majdan kod Mrkonjić grada), *Leusaba* (selo Bunari jugozapadno od Banjaluke), *Lamatif* (selo Slivno jugozapadno od Banjaluke), *Casra* (ili Castra, Banja Luka), *Ad Fines* (Mahovljani kod Laktaša), *Ad Ladios* (Trn kod Laktaša), *Seruitio* (Gradiška) gde se spajao sa posavskim putem.

Put od Salone do Sirmiuma preko Bosne,

Inario (Makarska), *Bilubio* (Lokvinići village in Gorna Vrlica), *Ad Novas* (Runovići southeast from Imotski), *Ad Fusciana* (Tihaljina village), *Bigesta* (Humac village on Trebižat river), *Narona* (near the village of Vid in the vicinity of Metković), *Ad Terves* (Tasovčić, near Hutovo; a road stop on the way to Tures castrum in Mogorje), *Dilunto* (Stolac), *Pardua* (Gornji Gradac village southeast from Ljubinje), *Ad Zizio* (Mosko village above Trebinje). At *Ad Zizia*, the road bifurcates and then merges again near Skadar. One branch leads via *Asamo* (near Trebinje), *Epitauro* (Cavtat), *Resinum* (Risan), *Batua* (Budva), *Vicinium* (Ulcinj), and *Scobre* (Skadar). Vicinium is incorrectly entered into the map before Batu. The other branch follows the hinterland via *Ad Zizio* (Mosko), *Leusino* (Panik, a village near Grančarevo in the Trebišnjica valley), *Sallunto* (Riječine village near Nikšić), *Sanderva* (in Ozrinići or in Štedin near Nikšića), *Varis* (Povija, at the Zete river spring), *Nalata* (near Spuž), *Bersumno* (at the Ribnica estuary, Podgorica), *Sinna* (Gradac on the Cijevna river), and *Scobre* (Skadar). From Skadra, the road continues via *Lissum* (Lješ), *Pistum* (Išmi), *Durratio* (Durrës) and further to *Lignido* (Ohrid) and *Thessalonice* (Thessaloniki).

Crossroads connected the longitudinal roads by using river valleys and mountain notches over Dinara-Šar and Carpathian-Balkan ranges.

Road via Slovenia connected the Drava basin, Sava basin, and Adriatic roads. Its route was from *Aquilea* (Oglej) down the Vipava valley in *Alpe Iulia* (at Kruža gora), *Longatico* (Logatec) and *Nauperto* (Vrhnika) to *Emona* (Ljubljana), from which point it followed the stops at *Sauo fl.* (Laze village), *Ad Publicanos* (Vače), *Adrante* (Trojane village) to *Celeia* (Celje) where it bifurcated. Another branch led to the Drava river basin and another to Koruška via *Upellus* (Stara Vas), *Colatione* (Stari Trg), and *Viruno* (Gospa Sveta).

Road from Salona (Solin) to Servitium (Gradiška) led via the following route (Miller K., 1916): *Andretio* (Muć), *Aequio* (Čitluk village northeast from Sinj), *Inalperio* (Prolog village west from Livno), *Bariduo* (Glamoč), *Ionnaria* (Vaganj village northwest from Glamoč), *Saruta* (Šarići village near Šipovo), *Indenea* (near Jezero on Pliva), *Baloie* (Majdan near Mrkonjić Grad), *Leusaba*

vodio je sledećim pravcem: *Tillurio* (Trilj na reci Cetini, južno od Sinja), *Ad Libros* (selo Vidoši ili Zidine kod Buškog Blata, jugoistočno od Duvna), *In Monte Bulsineo* (na planini Tušnici, zapadno od Duvna), *Bistue Vetus* (selo Varvara zapadno od Prozora, ili Otinovci kod Kupresa), *Ad Matricem* (Gornji Vakuf, možda Travnik), *Bistua Nuova* (selo Vitez na reci Lašvi), *Stanecli* (banja Kiseljak kod Sarajeva). Tu se put račva u dva kraka. Istočni krak vodi preko planine Romanije (nije ucrtana) do *Argentarie* (Srebrenice) na *Ad Drinum* (Drinjača - Kostajnik), *Genfis* (Lešnica) i preko Cera i Mačve u *Sirmium*. Južni krak je vodio preko Pazarića do Konjica (nije ucrtan).

Put od Ulciniuma (Ulcinj) preko severne Albanije, Kosova i Metohije i Toplice, do Naissusa (Niša) vodio je trasom: *Scobre* (Skadar), *Ad Picaria* (selo Puka istočno od Skadra), *Creueni* (Sveti Spas, u Albaniji), *Gabuleo* (selo Kušnin kod Prizrena), *Theranda* (Suva Reka severozapadno od Prizrena), *Viciano* (možda selo Ugljari jugozapadno od Prištine), *Vindenis* (srednjovekovna Vidina na Kosovu ili selo Glavnik jugozapadno od Podujeva), *Ad Fines* (Kuršumlija), *Hammeo* (Prokuplje), *Ad Herculem* (selo Brestovac), *Naisso* (Niš). Odatle je dalje nastavljao pravcem: *Timaco Maiori* (selo Niševac kod Bele Palanke), *Timaco Minori* (selo Ravna severno od Knjaževca, na levoj obali Timoka), *Combustira* (selo Kladorupa jugozapadno od Vidina), *Ratiaris* (Arčar kod Vidina), *Ad Malum* (Vidin).

Put od Durratiuma (Drača) do Soluna vodio je trasom **Via Egnatia**, povezujući stanice: *Clodiana* (Pekini, na obali Škumbe južno od Tirane), *Scampus* (Elbasan), *Genesis Fl.* (selo Polisi), *Ad Dianam* (Babla), *In Candabia* (selo Kukesi), *Pons Seruili* (selo Vraka u Albaniji), *Lignido* (Ohrid), *Nicea* (selo Džavato, severozapadno od Bitolja), *Cellis* (Ostrovska banja u Grčkoj), *Edessa* (Voden), *Pella* (Pela), *Thessalonice* (Solun). Kod Bitolja (*Heraclea*) odvajao se poprečni put prema prema severoistoku trasom: *Ceranus* (Prilep), *Gurbita* (Rajec), *Euristo* (Drenova), *Stopis* (Stobi - Gradsko, jugoistočno od Velesa), *Astibo* (Štip), *Tranupara* (Odrizari), *Peutalia* (Ćustendil),

(Bunari village southwest from Banjaluka), *Lamatif* (Slivno village southwest from Banjaluka), *Casra* (or Castra, Banjaluka), *Ad Fines* (Mahovljani near Laktaši), *Ad Ladios* (Trn near Laktaši), and *Seruitio* (Gradiška), the point at which the road merged with the road via the Sava river basin.

Road from Salona to Sirmium via Bosna followed the route via *Tillurio* (Trilj on Cetina river, south from Sinj), *Ad Libros* (Vidoši or Zidine village near Buško Blato, southeast from Duvno), *In Monte Bulsineo* (on Tušnica Mt. west from Duvno), *Bistue Vetus* (Varvara village west from Prozor or Otinovci near Kupres), *Ad Matricem* (Gornji Vakuf, possibly Travnik), *Bistua Nuova* (Vitez village on Lašva river), *Stanecli* (Kiseljak spa near Sarajevo). At this point, the road bifurcates. The east branch leads across Romanija Mt. (not located on the map) to *Argentarie* (Srebrenica), *Ad Drinum* (Drinjača - Kostajnik), *Genfis* (Lešnica) to Sirmium across Cer and Mačva. The south branch leads across Pazarić to Konjic (not entered on the map).

Road from Ulciniuma (Ulcinj) across north Albania, Kosovo and Metohia, and Toplica, to Naissus (Niš) led via *Scobre* (Skadar), *Ad Picaria* (Puka village east from Skadar), *Creueni* (Sveti Spas in Albania), *Gabuleo* (Kušnin village near Prizren), *Theranda* (Suva Reka northwest from Prizren), *Viciano* (possibly Ugljari village southwest from Priština), *Vindenis* (medieval Vidina in Kosovo or Glavnik village southwest from Podujevo), *Ad Fines* (Kuršumlija), *Hammeo* (Prokuplje), *Ad Herculem* (Brestovac village), *Naisso* (Niš). At this point the road continued via *Timaco Maiori* (Niševac village near Bela Palanka), *Timaco Minori* (Ravna village north from Knjaževac on the left Timok bank), *Combustira* (Kladorupa village southwest from Vidin), *Ratiaris* (Arčar near Vidin), and *Ad Malum* (Vidin).

Road from Durratium (Durrës) to Thessaloniki led via **Via Egnatia** route and it connected the following road stops *Clodiana* (Pekini on the Škumba bank south from Tirana), *Scampus* (Elbasan), *Genesis Fl.* (Polisi village), *Ad Dianam* (Babla), *In Candabia* (Kukesi village), *Pons Seruili* (Vraka village in Albania), *Lignido* (Ohrid), *Nicea* (Džavato village northwest from Bitolj), *Cellis* (Ostrovska spa in Greece), *Edessa* (Voden), *Pella* (Pela), *Thessalonice*

PUTEVI I NASELJENA MESTA ZAPADNOG BALKANA NA POJTINGEROVU TABLI - ITINERARU

WEST BALKAN ROADS AND SETTLEMENTS ON PEUTINGER'S MAP - ITINERARY

Aelea (Palanka) i *Sertica* (Sofija).

Kod mesta *Stopis* (Stobi - Gradsko), taj poprečni put se ukršao sa uzdužnim *povardarskim putem* od Soluna prema Skoplju koji je išao trasom: *Thessalonice* (Solun), *Gallicum* (selo Kufalovo u Grčkoj), *Tauriana* (Dojran), *Idomenia* (selo Miletkovo, jugoistočno od Demir kapije), *Stenas* (Demir Kapija), *Antigona* (selo Tremnik, severozapadno od Demir kapije), *Ad Cephalon* (lokalitet Glavlj, jugoistočno od Velesa, ili selo Novoćani?), *Presidio* (Venole), *Ad Hercule* (severno od Velesa, Bela voda?), bezimena stanica (Katlanovska banja?), *Scopis* (Zlokućane kod Skoplja).

Naselja. Toponomastička građa na karti je romanskog porekla, ili je romanizovana, zadržavajući pri tome staru osnovu, na primer: umesto Rhison, стоји Resinum; umesto Tragurion, стоји Tragurio; umesto Lissos, стоји Lissum; umesto Epidavra, стоји Epitauro itd. Na stranim kartama, iz XVI veka, antička Anderua, ili Sanderua, na Pojtingerovoj tabli javlja se kao Anagastum, a u letopisu popa Dukljanina kao Onogošt. Ime Anagastum, od kojeg je kasnije nastao oblik Onogošt, gotskog je, odnosno germanskog porekla, a dolazi od imena nekog gotskog vojskovođe Anagasta, koji je najverovatnije ratovao u ovim krajevima krajem IV ili početkom V veka (Škrivanić G., 1971).

Na karti je ubeleženo oko 555 gradova i 3.500 drugih mesta. Nazivi, kao i ideogrami i vinjete koji označavaju naseljena mesta ili raskršća sa lokalnim putevima su crne boje. Naselja (*civitas*) su klasirana prema važnosti u carstvu. Manje usputne stanice (*mansio*) i svratišta (*mutatio*) obeleženi su laktastim prelomima puta. Veća naselja su obeležena vinjetama. Neutvrđena naselja predstavljena su vinjetama jedne ili više povezanih zgrada. Vinjeta sa dve krilne kule obeležava važnije utvrđene stanice na putu. Utvrđeni gradovi sa naseljem označeni su vinjetom sa kulama i zgradama opasanim zidom (na prime Akvileja, Tessalonice). Veliki gradovi su i dekorisani (Rim, Konstantinopolj, Antiohija). Prikazane

(Thessaloniki). Near Bitolj (*Heraclea*), a lateral road spread northeastward via the following route: *Ceranus* (Prilep), *Gurbita* (Rajec), *Euristo* (Drenova), *Stopis* (Stobi - Gradsko, southeast from Veles), *Astibo* (Štip), *Tranupara* (Odrizari), *Peutalia* (Ćustendil), *Aelea* (Palanka) and *Sertica* (Sofia).

Near the town of *Stopis* (Stobi - Gradsko), this lateral road intersected with a longitudinal road *via the Vardar river basin* from Thessaloniki towards Skopje and followed the route: *Thessalonice* (Thessaloniki), *Gallicum* (Kufalovo village in Greece), *Tauriana* (Dojran), *Idomenia* (Miletkovo village southeast from Demir Kapija), *Stenas* (Demir Kapija), *Antigona* (Tremnik village northwest from Demir Kapija), *Ad Cephalon* (Glavlj site southeast from Velesa, or Novoćani village?), *Presidio* (Venole), *Ad Hercule* (north from Velesa, Bela voda?), an undesignated road stop (Katlanovska banja?), *Scopis* (Zlokućane near Skopje).

Settlements. The toponymy on the map is either Roman or has been Romanized, and it preserves its original base, e.g. there is Resinum instead of Rhison; Tragurio instead of Tragurion; Lissum instead of Lissos; Epitauro instead of Epidavra, etc. The ancient Anderua or Sanderua from foreign XVI century maps is referred to as Anagastum on Peutinger's map, and in the Chronicle of the Priest of Duklja it is referred to as Onogošt. The name Anagastum, from which Onogošt originates, is of a Gothic, i.e. German origin, derived from the name of a Gothic commander Anagasta, who probably fought in this area in late IV or early V centuries (Škrivanić G., 1971).

There are around 555 towns and 3, 500 other locations specified on the map. Names, ideographs and vignettes which denote settlements or local crossroads are in black color. Settlements (*civitas*) are classified in line with their relevance within the Empire. Minor road stops (*mansio*) and inns (*mutatio*) are marked with elbow-like road splits. Major settlements are marked with vignettes, and unfortified settlements are represented with vignettes of one or more bounded buildings. A two-tower vignette marks major fortified road stops. Fortified populated towns are designated with vignettes on which towers and buildings are surrounded with walls (e.g. Akvilea, Tessalonice). Major cities are

su i banje, svetilišta. Banje su obeležene vinjetom najčešće obojenom u sredini u plavo, u vidu pravougaone zgrade sa dve čeone kule, povezane zidom i vratima u sredini. Hramovi ili svetilišta su označeni vinjetom u obliku zgrade, a oni važniji i ispisanim nazivom (na primer, Ad Dianam, Templum Louis i slično). Na Pojtingerovojoj tabli ima naziva koji odstupaju od uobičajenih latinskih naziva za dato mesto. Pored nekih vinjeta nema imena (na primer Cibalae - Vinkovci). Vinjeta banje između Stobija i Skoplja verovatno označava Katlanovsku banju. Neki nazivi su spojeni, npr. Ulmo (Orašje kod Tovarnika) i Spaneta (Kukujevci kod Šida) ispisani su kao Ulmospaneta.

ZAKLJUČAK

Pojtingerova tabla bogatija je po toponomičkoj građi od Ptolemejeve karte. Bitna razlika ovih dveju karata, između ostalog, leži i u njihovojoj koncepciji i kompoziciji. Tako, dok se kod Ptolemejeve karte težilo što vernijem predstavljanju zemljine površine pomoću astronomske mreže, kod Pojtingerove karte se išlo za tim da bude što potpunija u zahvatu rimskog carstva. Odatle je predstava pokrajina u njihovom prostiranju došla do jačeg izražaja, a da ne govorimo o putnim pravcima, usputnim stanicama i obeleženim odstojanjima. Pojtingerova tabla je dragoceni spomenik napretka rimske kartografije u čisto praktične, saobraćajno-geografske, privredno-geografske i političko-geografske svrhe, u odnosu na antičku grčku kartografiju.

Zahvalnica: Rad je rezultat istraživanja na projektu 176017 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

even decorated (Rome, Constantinopolis, Antiochia). Spas and chancels are represented as well. Spa vignettes are usually blue in the middle, and there is a rectangular building with two front towers connected with walls and a door in the middle. Vignettes which denote chancels and temples are building-shaped, and the major ones have an inscribed name on it (e.g. Ad Dianam, Templum Louis etc.). On Peutinger's map, there are names which deviate from typical Latin terms. Some vignettes are missing denotations (e.g. Cibalae - Vinkovci). Vignette which marks a spa between Stobi and Skopje probably refers to Katlanovska spa. Some names are blended such as Ulmo (Orašje near Tovarnik) and Spaneta (Kukujevci near Šid) which are written as Ulmospaneta.

CONCLUSION

Peutinger's map is richer in its toponomastic corpus than Ptolemy's map. The crucial difference between the two maps is, among other things, their concept and composition. Thus, Ptolemy's map attempts to use the astronomic network in order to authentically represent the Earth's surface, whereas Peutinger's map targets a comprehensive description of the Roman Empire. Hence, there is an expressive representation of provinces and their coverage, let alone the road directions, road stops, and marked distances. Peutinger's map is a valuable testimonial of the advancement of Roman topography for purely practical, transport-geographical, economic-geographical, and political-geographical purposes in comparison with the ancient Greek cartography.

Expression of gratitude: The paper is a result of research on a project 176017 by the Ministry of Education, Science, and Technological Development of the Republic of Serbia.

**PUTEVI I NASELJENA MESTA ZAPADNOG BALKANA NA POJTINGEROVU
TABLI - ITINERARU**
WEST BALKAN ROADS AND SETTLEMENTS ON PEUTINGER'S MAP - ITINERARY

РЕЗИМЕ

SUMMARY

Pojtingerova tabla nije bila u obliku jedne prave zemaljske karte, kakve su inače poznate sve do pred kraj antičkog doba. Iz praktičnih razloga, bila je sastavljena iz 12 listova pergamenta. Na taj način, bila je podešena da se koristi kao svitak i da se nosi na put, upravo prototip danjašnjih sekcija. Ova karta pretstavlja Rimsku Imperiju i druge zemlje u drugoj polovini IV veka, uglavnom ceo onda poznati svet, od Herkulovih stubova i Britanskih ostrva na zapadu, do ušća Ganga i ostrva Taprobana (Cejlona) na istoku. Kontinenti su sa severa i juga opkoljeni okeanom. Usled ovakvog oblika karte, veoma izduženog svitka, slika predela je jako sažeta, kao kad bi se Zemljina površina pespektivno nacrtala gledajući sa juga ka severu. Sredozemno more, Crno more i sva druga mora sasvim su sužena a izdužena; a u tom istom pravcu, sa zapada na istok, ili obrnuto, teku većina reka. Ali, ono što je glavno, tu su i putne mreže, takođe sve izdužene uporedničkim pravcem. Inače nema ni traga o astronomskim odredbama mesta ili o kartografskoj mreži, pa, razume se, kao što je već iz prethodnog jasno, ni o pravoj slici izgleda predela; ali se geograf i istoričar ipak na toj karti veoma lako snalazi, brzo identificuje predele, puteve, i usputna mesta. Zemlje Balkanskog poluostrva, od vrha Tršćanskog zaliva do ušća Dunava i do Carigrada, zajedno sa naspramnim jadranskim delom Italije i naspramnom sredozemnom obalom Afrike do ušća Nila, obuhvataju delovi karte od kraja IV pa do početka IX segmenta (Segmentum IV/5 - IX/1) sa mnogo antropogeografskih podataka iz onog doba.

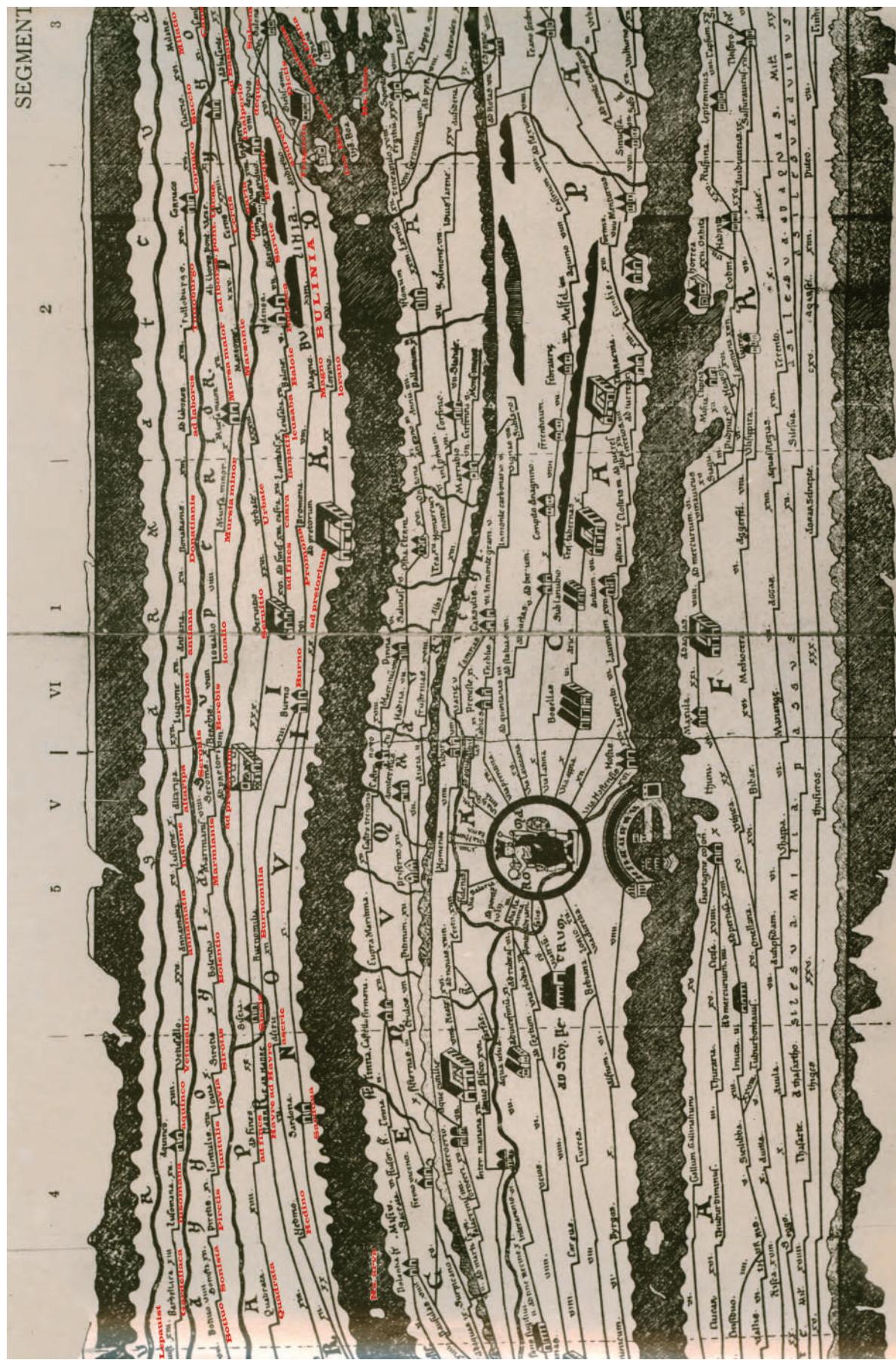
Peutinger's map did not have a form of a typical Earth map which used to be common by the end of ancient period. It comprised 12 sheets of parchment for purely practical reasons. Hence, its roll-like shape made it suitable for transport and it was a prototype of modern map sections. This map represented the Roman Empire and other lands in second half of IV century, meaning the entire known world at the time, from Pillars of Hercules and the British Isles in the west to the Ganges delta and Taprobane Island (Ceylon) in the east. Continents were surrounded by the ocean in north and south. Due to its rolled shape, the map landscape is narrow as if the Earth's surface were drawn looking from south to north. The Mediterranean, the Black sea, and all other seas are narrow and long, and most rivers flow in the same west-east direction. Still, the major feature is the transport network at which the roads are elongated longitudinally. In addition, there is no sign of astronomical coordinates or a cartographic network, which implies there is also no sign of a clear scenery image; but a geographer or historian skillful in geographical perspectives may easily observe the map and identify regions and locations. West Balkan countries, ranging from the top of the Gulf of Trieste to the Danube delta and Istanbul, along with the Adriatic Italy coast and Mediterranean African coast to the Nile delta, are represented on the map starting with the end of segment IV up to the beginning of segment IX (Segmentum IV/5 - IX/1) with many anthropogeographical information dating back from that period.

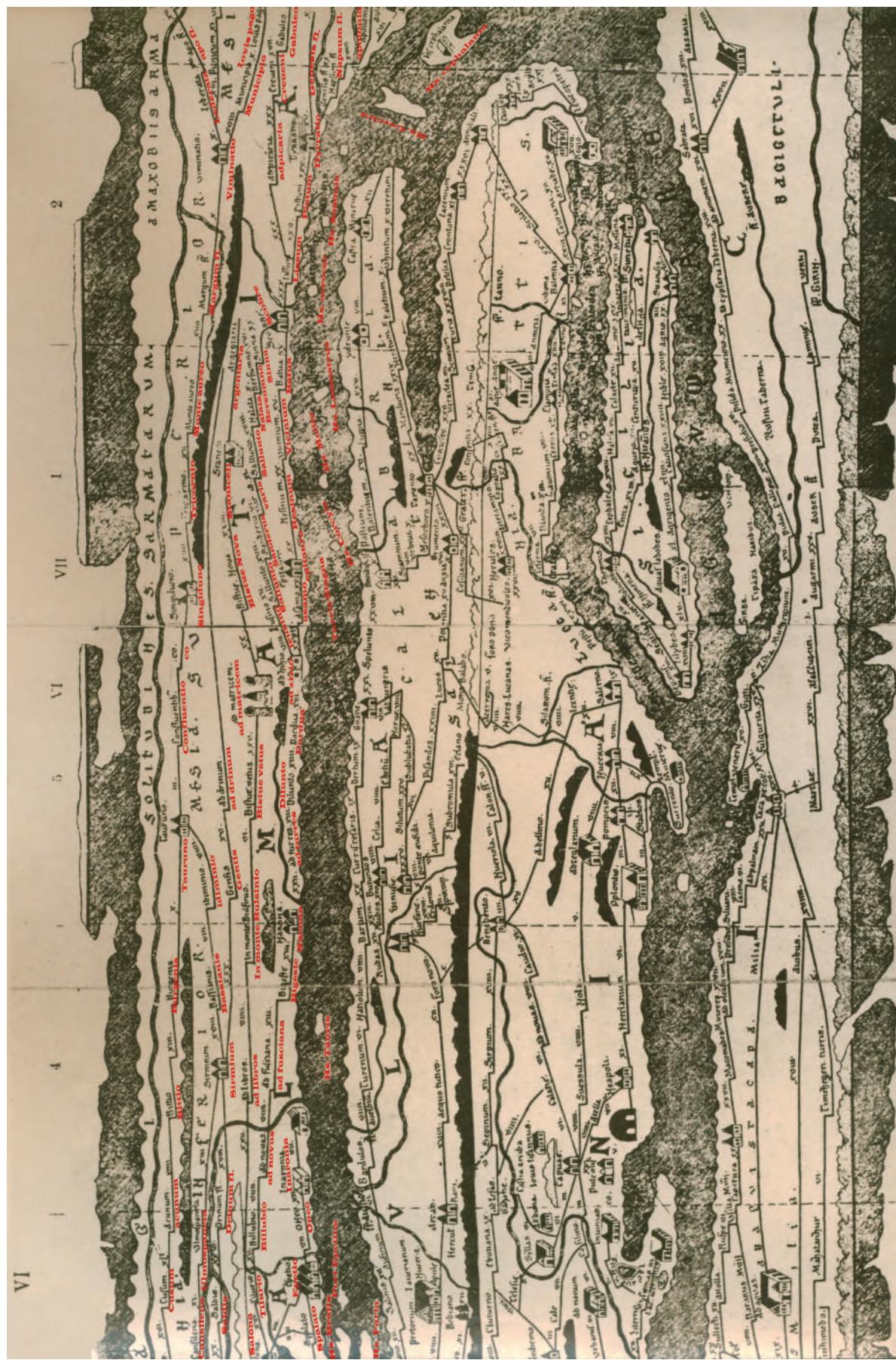
Sl. 1. - Pojtingerova karta, segmenti V - IX, na kojima se vide delovi Balkanskog poluostrva, od Akvileje do Konstantinopolja (po K. Mileru). Dopunjeno čitljivijom transkripcijom naziva naselja na centralno-zapadnom Balkanu i okolnim zemljama (gornji deo karte).

Picture 1. – Peutinger's map, segments V – IX representing parts of the Balkan Peninsula, from Akvilea to Constantinopolis (according to K. Miller). There is an additional readable transcription of settlement names in central-west Balkans and neighboring regions (upper map parts).



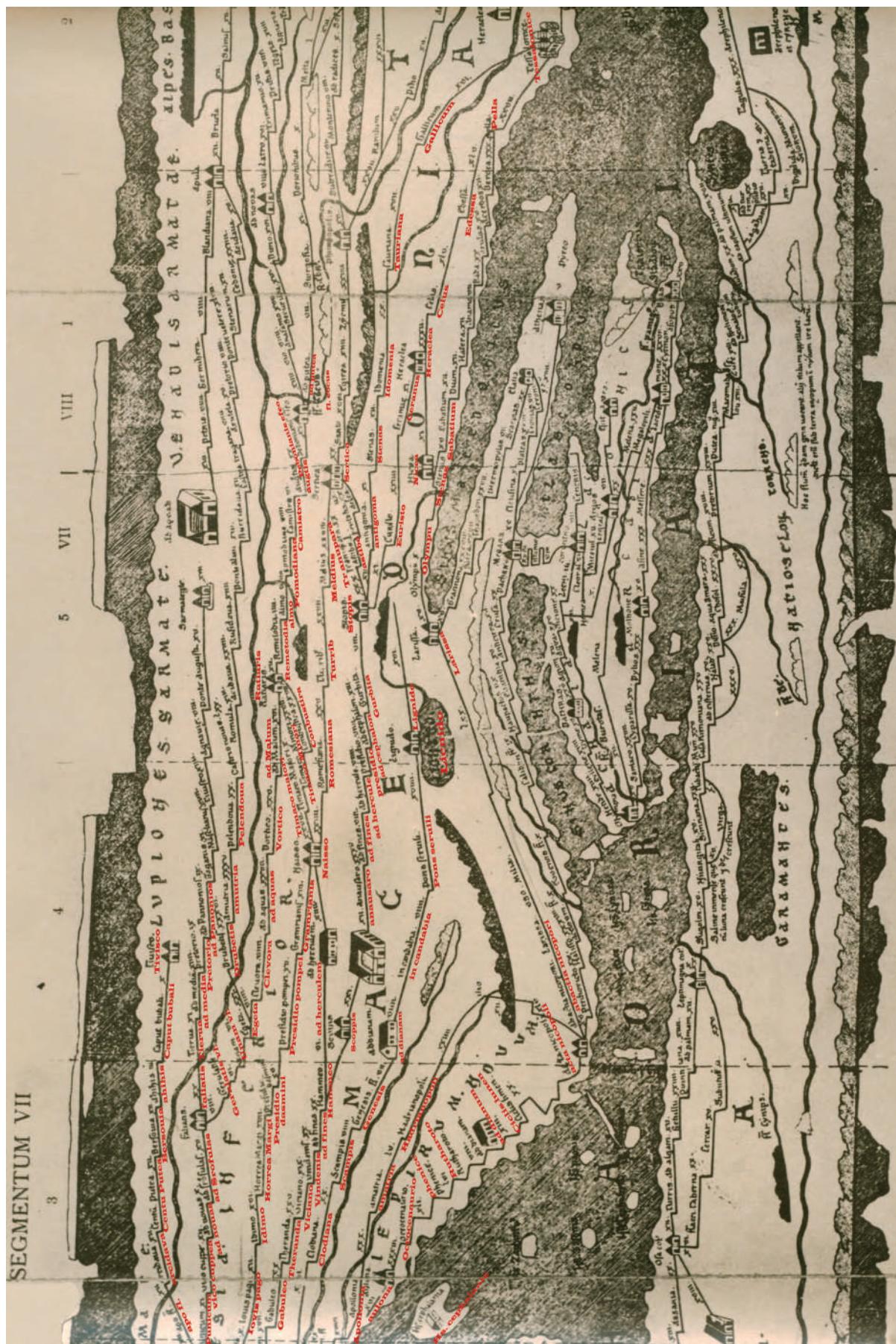
PUTEVI I NASELJENA MESTA ZAPADNOG BALKANA NA POJTINGEROVU
TABLI - ITINERARU
WEST BALKAN ROADS AND SETTLEMENTS ON PEUTINGER'S MAP - ITINERARY

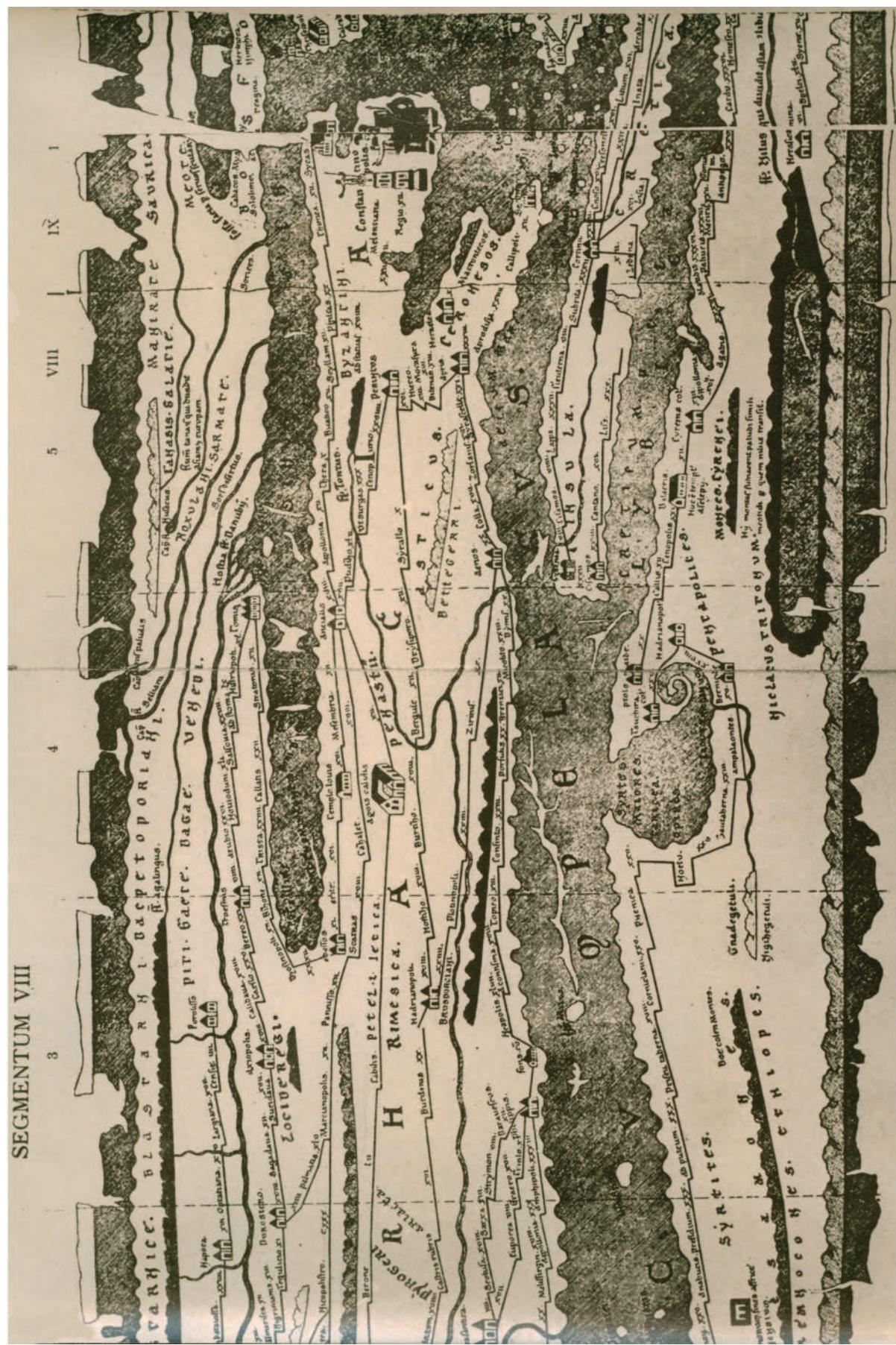




PUTEVI I NASELJENA MESTA ZAPADNOG BALKANA NA POJTINGEROVOJ TABLI - ITINERARU

WEST BALKAN ROADS AND SETTLEMENTS ON PEUTINGER'S MAP - ITINERARY





ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ/REFERENCES

- Abramić M. (1926-27). *O novim miljokazima i rimske cestama u Dalmaciji*. Vjesnik za arheologiju i historiju dalmatinsku XLIX, 1926-1927, str. 139-155, sa kartom u prilogu.
- Bosio L. (1983). *la tabula peutingeriana: una descrizione pittorica del mondo antico*, Rimini.
- Cvijić J. (1922). *Balkansko poluostrvo i južnoslovenske zemlje, knjiga I*. Zagreb, Hrvatski štamparski zavod.
- Ćirković C. (1991). *Сведочење карте*, у: Србија и суседне земље на старим географским картама, каталог SANU, Београд.
- Evans A. J. (1883). *Antiquarian Research in Illyricum*, Pars I & II. Westminster.
- Garašanina D. i M. (1951), Garašanin D. i M. *Arheološka nalazišta u Srbiji*. Beograd.
- Garašanin D. i M. (1967). *Rimske komunikacije u Crnoj Gori*. Istorija Crne Gore I. s. 169-180.
- Gašparević R. (1970). *Bosna i Hercegovina na geografskim kartama od prvih početaka do kraja XIX vijeka*. ANU BiH, Djela, knj. XXXVII, Sarajevo.
- Jelić L. (1898). *Najstariji kartografski spomenik o rimske pokrajini Dalmaciji*. Glasnik Muzeja za Bosnu i Hercegovinu, Sarajevo, sv. 2 i 3.
- Jireček K. (1959). *Rimska cesta od Singidunuma za Vizant*. Zbornik Konstantina Jirečeka I, Beograd.
- Jovanović V. (2003). *Geografske karte i planovi Beograda u putopisnim delima*. У: Beograd u delima evropskih putopisaca. Balkanološki institut. Beograd.
- Klemenc J. (1961). *Limes u Donjoj Panoniji*. Beograd.
- Lisičar P. (1980). *Tabula Peutingeriana i rimske itinerari*. У: Putevi i komunikacije u antici, Beograd, 9-19.
- Miller K. (1916). *Itineraria Romana. Römische Reisenwege an der Hand der Tabula Peutingeriana dargestellt*, Stuttgart, 1916.
- Mirković M. (1968). *Rimski gradovi na Dunavu u Gornjoj Meziji*. Beograd.
- Novak G. (1918). *Topografija i etnografija rimske provincije Dalmacije*, Zagreb.
- Pašalić E. (1960). *Antička naselja i komunikacije u Bosni i Hercegovini*. Sarajevo.
- Петровић П. Владимира (2007). *Дарданија у римским итинерарима - градови и насеља*. Српска академија наука и уметности. Балканолошки институт. Посебна издања, 99. Београд.
- Richard J. A. Talbert, *Rome's World: The Peutinger Map Reconsidered*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2010. Pp. XVIII, 357.
- Sergejevski D. (1958). *Ad Easante*. Glasnik zemaljskog muzeja, XIII, str. 261-265.
- Синдик И. (1931). *Старе карте југословенских земаља И. Пајтингерова Табла и типови средњовековних карата*. Атлас Географског друштва, свеска 6, Државна штампарија Краљевине Југославије.
- Škrivanić G. (urednik) (1974/5). *Monumenta cartographica Jugoslaviae I*, Beograd.
- Томовић Г. (1991), *Teritorija Srbije na kartama do 1600. godine*, у: Srejović D. (urednik): Србија и суседне земље на старим географским картама. Galerija SANU, Beograd str. 21-52.
- Tomski T., *Prilog za rekonstrukciju na Tabula Peutingeriana na delnicata Skupi-Stobi*, Živa antika IX sv. 1, Skopje, 1961, s. 113-125.

ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА СЛОБОДНИХ ЗОНА И НОВА ЕКОНОМСКА ГЕОГРАФИЈА

Огњен Ерић¹ и Милимир Љојовић²

¹Крајинапетрол а.д., Бања Лука, Република Српска

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

Сажетак: Простор као центар теоријских мишљења у економији долази до изражaja крајем 90-их година прошлог вијека, појавом Нове економске географије (New Economic Geography – NEG). Представници ове теорије сматрају да је подручје економске географије дugo занемаривано због потешкоћа са њеним формализовањем. Стварање економских активности у простору полази од хипотезе о постојању растућих приноса на обим производње. Да би се производња концентрисала на одређеном мјесту, неопходно је да простор буде релевантан извор економских активности. Без постојања растућих приноса производњачи су индиферентни у избору локације за покретање производње, а економско моделовање простора губи смисао. Растући приноси подстичу производњаче да се просторно концентришу на локације где се они и остварују. Као облик просторног смјештаја економских функција, слободне зоне су у директној вези са просторном економијом. Слободне зоне су фактор концентрације економске активности у простору. У раду се анализира теорија Нове економске географије и избор оптималне локације слободних зона кроз моделовање транспортних трошкова (прорачун удаљености од центра економске активности). Транспортни трошкови су незаобилазан фактор у моделима теорије Нове економске географије, али и фактор смјештајне оптималности слободних зона. Дакле, трошкови транспорта представљају фактор реализације економије обима и растућих приноса у слободним зонама.

Кључне ријечи: Нова економска географија, слободне зоне, оптимална локација, простор, транспортни трошкови

Original scientific paper

OPTIMAL LOCATIONS OF FREE ZONES AND NEW ECONOMIC GEOGRAPHY

Ognjen Erić¹ and Milimir Lojović²

¹Krajinapetrol a.d., Banja Luka, the Republic of Srpska

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

Abstract: The territory, as a center of theoretical thinking, comes to the fore at the end of 90s of the last century, by emergence of New Economic Geography (NEG). Representatives of this theory consider that the area of economic geography has been neglected for a long time due to difficulties with its own formalization. Creating economic activities within the space starts from the hypothesis of the existence of increasing returns to scale production. In order to have a manufacture concentrated in a certain place, it is necessary to have the space that is a relevant source of economic activity. Without increasing returns, manufactures are indifferent in choosing the location for starting the production, and economic modeling of the space is losing its meaning. Increasing returns encourage producers to focus spatially on physical locations where they are to be fulfilled. As a form of zoning of economic functions, free zones are directly connected with the spatial economy. Free zones represent a concentration factor of economic activity in the area. This paper analyses a theory of New Economic Geography and the selection of optimal locations for free zones throughout modeling transportation costs (calculation of distance from the center of economic activity). Transportation costs are an inevitable factor in models of New Economic Geography theory, and a factor of accommodation optimality of free zones. Thus, transportation costs are realization factor of economies of scale and increasing returns in free zones.

Key words: New Economic Geography, free zones, optimal location, space, area, transportation costs

УВОД

Према Новој економској географији, различити фактори подстичу концентрацију или дисперзију привредних активности. Да би на неком мјесту дошло до концентрације, неопходно је да простор буде релевантан фактор настанка економских активности. Јер, без постојања растућих приноса производњи су индифирентни у избору локације за покретање производње.

Главна баријера у моделовању растућих приноса је разумљивост. Да би се ова баријера савладала неопходни су технички елементи, нереалистичне стратешке претпоставке, које олакшавају израду модела и нуде рјешења. Модели NEG-а се ослањају на моделе нове теорије трговине развијене крајем 70-их и 80-их година чији је творац нобеловац Paul Krugman. Модели нове теорије трговине апострофирају индустрију, економију обима, несавршену конкуренцију и величину домаћег тржишта. Фактор локације се на овај начин користи за објашњење трговинских токова.

Ова теорија настоји објаснити просторну структуру привреде преко одређених техничких елемената за изградњу модела с растућим приносима и тржишта несавршене конкуренције. Модели нове економске географије типично претпостављају ad hoc процес адаптације у којем се фактори производње постепено крећу према локацији која нуди више текуће стварне приносе. Моделе географије је могуће сматрати играма у којима учесници бирају локацију прије него стратегију. Ово указује да постоје различити фактори и утицаји пресудни за одређивање оптималне локације, али готово свима је заједничка релевантност транспортних трошкова. Такав је и проблем лоцирања слободних зона, који се своди на утврђивање локације која ће, уз остало, минимизирати транспортне трошкове. Ове трошкове као изузетно важан локациони фактор користе све теорије локације (од најстаријих до савремених дјела Нове економске географије). Локационо значење транспортних трошкова узимали су у обзир

INTRODUCTION

According to New Economic Geography, various factors encourage the concentration or dispersion of economic activities. In order to achieve a concentration at one spot, it is necessary for that space to be a relevant factor for emerging economic activities. Because, without increasing returns manufactures are indifferent when choosing a location for starting the production.

The main obstacle in modeling increasing returns is intelligibility. In order to overcome this barrier, it is essential to have all technical elements and unrealistic strategic assumptions, which facilitate development of models and offer solutions. NEG's models rely on models of new trade theory that was developed in late 70s and 80s, and was created by a Nobel Prize winner, Paul Krugman. New theory models emphasize industry, economies of scale, imperfect competition and a size of domestic market. Location factors, used in this manner, serve for explanation of trade patterns.

This theory strives to explain the spatial structure of the economy through certain technical elements for building models with increasing returns and imperfect competition markets. New Economic Geography models typically assume an ad hoc process of adjustment in which factors of production move gradually toward locations that offer higher current real returns. It is possible to consider geographical models as games in which players choose location before the strategy. This indicates that there are different factors and influences critical to determine an optimal location but relevance of transportation costs is common to all of them. The same problem occurs when locating the free zones, which comes down to determining the location, and that will, among other things, minimize transportation costs. These costs, as an exceptional location factor, are used in all location theories (from the oldest to contemporary works of New Economic Geography). Locational importance of

теоретичари који су добрађивали, обнављали или покушавали дати оригиналан допринос овом подручју просторне економије. Разлике су постојале у процесима промјена њиховог релативног значења и разноврсности појавних облика. Но, савремена економија другачије вреднује транспортне трошкове. Евентуалне транспортне губитке је могуће супституисати другим предностима локације, при чему фактор времена често мијења значење просторне удаљености. Ипак, заједничко је да свако транспортно средство савладава просторну удаљеност и утиче на локациону оптималност.

Дакле, не може се говорити о губитку значења транспортних трошкова у валоризацији просторне економичности, посебно у контексту избора локације слободних зона.

transportation costs were taken into account by theorists who upgraded, renewed and tried to give an original contribution to this area of spatial economy. Differences existed in processes of changing their relative meaning and variety of forms. However, modern economy value transportation costs differently. It is possible to substitute transportation losses by other advantages of the location, where a time factor often changes the meaning of spatial distance. Nevertheless, the common characteristic is that each transportation vehicle overcomes spatial distance and affects the optimality of the location. Therefore, the loss of the meaning of transportation costs cannot be discussed within the evaluation of spatial economy, especially in the context of selection of sites for free zones.

ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕОРИЈЕ НОВЕ ЕКОНОМСКЕ ГЕОГРАФИЈЕ

Елементи Нове економске географије су покушај формализовања теорије Harris-a и Pred-a, аутора чији је утицај на пољу просторне економије био доминантан у периоду 50-их и 60-их година прошлог вијека. (Storper, 2010). Модел предвиђа привреду састављену од два региона (иако структура дозвољава лако ширење на мултирегионални модел) са два сектора производње:

савршено конкурентне пољопривреде и
несавршено конкурентне индустријске
производње.

Према моделу, пољопривредна добра производе немобилни фармери, а индустријска добра радници који се могу кретати у регионе са већим реалним надницама, за разлику од фармера индустријски радници су подложни транспортним трошковима.

Економија обима претпостављена у моделу је интерна (за предузећа). Међутим, јављају се и "центрипеталне" силе (показују тенденцију да индустријску производњу концентришу у само један регион и дјелују попут екстерних економија) које простиочу

BASIC CHARACTERISTICS OF THE NEW ECONOMIC GEOGRAPHY THEORY

Elements of New Economic Geography present an attempt to formalize theory of Harris and Pred, authors whose influence in the field of spatial economy was dominant in 50s and 60s of the last century (Storper, 2010). This model anticipates the economy comprised of two regions (although the structure allows easy expansion to multiregional model) with two production sectors:

Perfectly competitive agriculture and
Imperfectly competitive industrial
production.

According to the model, immobile farmers produce agricultural properties, and industrial properties are produced by farmers who may move to regions with higher real wages. Unlike farmers, industrial workers are subject to transportation costs.

Within the model, the assumed economy of scale is internal by its character (for companies). However, the occurrence of 'centripetal' forces is evident (which tend to concentrate industrial production into one region only and act as external economies)

из троструке интеракције економије обима, транспортних трошкова и мобилности фактора. То значи да предузећа желе концентрисати производњу (економија обима) близу тржишта и добављача (због трошкова транспорта), али приступ тржишту и добављачима је најбољи тамо где су смештена друга предузећа (због ефекта величине тржишта). Ова кружна логика резултира *агломерацијом* (Krugman, 2009). Међутим, томе се супротстављају "центрифугалне" силе (показују тенденцију да створе велику дисперзију индустријске производње), проузроковане немобилношћу пољопривреде, која омогућава лоцирање у региону са мало локалних конкурентата. У моделу је важно израчунати на који начин разлика између реалних надница међу регионима може зависити од алокације индустријске производње између тих региона.

Графикон бр. 1 показује типичан сет калкулација. На апсциси је удио радне снаге у региону 1, а на ординати разлика између надница у региону 1 и 2. Свака крива је израчуната за различит ниво трошкова транспорта. У случају високих транспортних трошкова постоји релативно мала међурегионална размјена (Masahisa, Krugman, Venables, 1999). Наднице радника у том случају зависе од нивоа локалне конкуренције и падају с обзиром на број осталих радника у истом региону. С друге стране, када су трошкови транспорта ниски, просјечна фирма продаје у великој мјери у оба региона. С обзиром на то да има бољи приступ тржиштима ако је лоцирана у региону с већом популацијом, могу се платити веће наднице. Куповна моћ тих надница је такође већа због тога што радници имају бољи приступ потрошачким добрима. У том случају реалне наднице расту с растом популације. Као резултат, концентрација популације у било којој од региона је равнотежна, с обзиром на то да индивидуални радници немају подстицаје за мобилност. При средњим трошковима превоза ове двије силе су готово у равнотежи. Одвојено приказана искривљеност, у којој су центрипеталне силе снажније када региони нису једнаки, а центрифугалне када

that arises from a triple reaction between the economies of scale, transportation costs and factors of mobility. This means that companies tend to concentrate their production (economies of scale) near the market and suppliers (due to transportation costs) but the access to the market and suppliers is the best at the location of other companies (due to the effects of market size). This circular logic results in *agglomeration* (Krugman, 2009). However, 'centrifugal' forces (which tend to create large dispersion of industrial production) oppose it, caused by immobility of agriculture that allows locating in the region with fewer local competitors. It is important to calculate in the model how the difference among real wages between regions may depend on the allocation of manufacture between those regions.

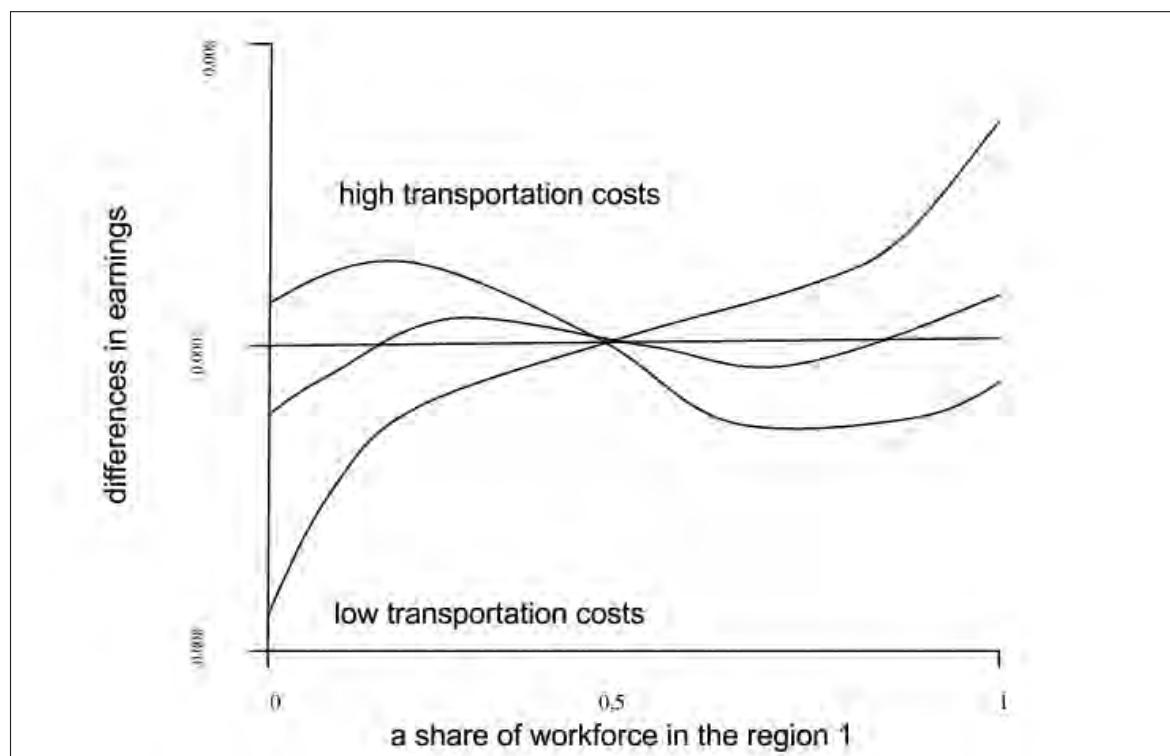
Graph. 1 shows a typical set of calculations. The horizontal axis shows the proportion of the labor force in region 1, and the ordinate a difference between wages in region 1 and 2. Each curve is calculated for different levels of transportation costs. In the case of high transportation costs, there is relatively small interregional trade (Masahisa, Krugman, Venables, 1999). Wages of workers in this case depend on the level of local competition and decrease in accordance with the number of other workers in the same region. On the other hand, when transport costs are low, the average firm sells extensively in both regions. Given that it has better access to markets if it is located in the region with greater population, higher wages may be paid. The purchasing power of these wages is also higher because workers have better access to consumer goods. In this case, real wages are increasing with the increase of population. As a result, the concentration of the population in any region is in equilibrium since individual workers are not encouraged to move. In the case of transportation costs of secondary level, these two forces are almost in balance. Distortion, separately presented, in which the centripetal forces are stronger when regions are not identical, and centrifugal forces when

су готово симетрични, представља творевину појединачних функционалних облика.

Претпостављено је да ће се радници кретати у регион са вишом реалним надницама. У случају високих транспортних трошкова постоји јединствена равнотежа са радницима једнако подијењеним између региона. У случају низких трошкова превоза постоје равнотеже – када су радници једнако подијељени, и друга, када су радници концентрисани у једном од региона. (Krugman, 1998)

they are nearly symmetric, is a creation of the individual functional forms.

It is assumed that the workers will move to the region with higher real wages. In the case of high transportation costs there is a unique equilibrium with workers evenly divided between the regions. In the case of low transportation costs there is balance - when workers are equally divided, and the second, when workers are concentrated in one region (Krugman, 1998).



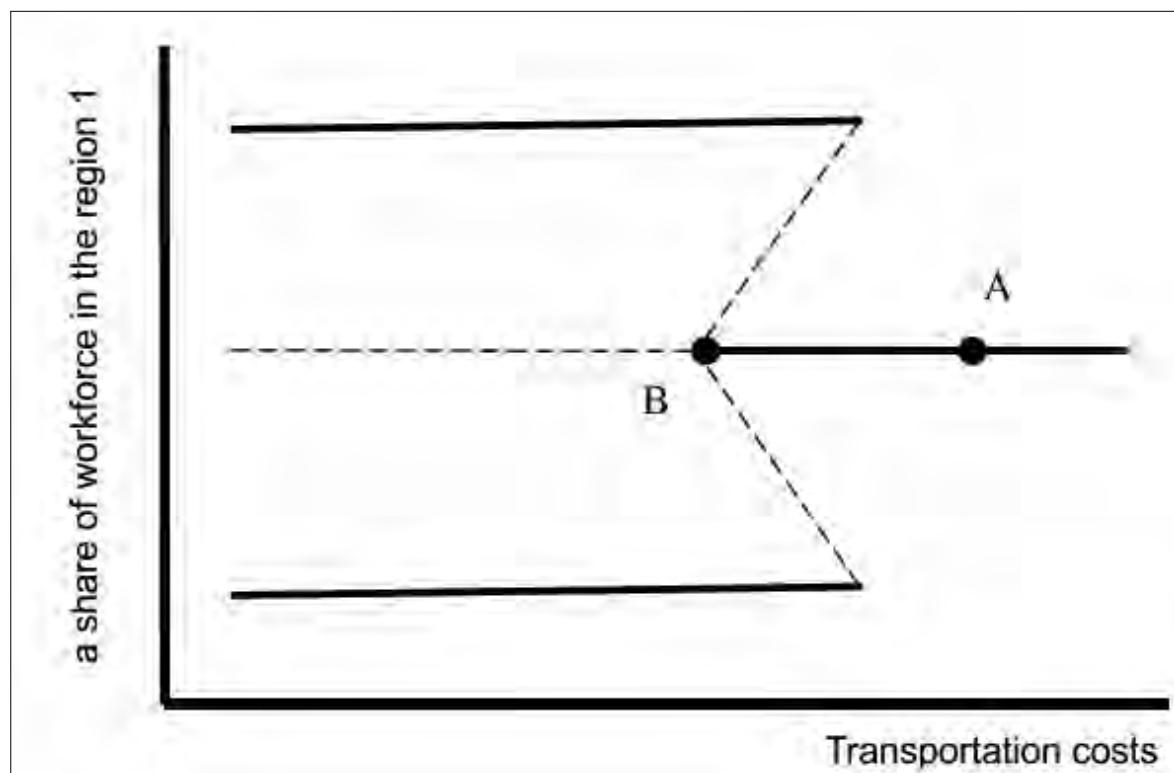
Граф. 1. Удео популације и разлике у надницама између два региона
Graph. 1. Proportion of the population and differences in wages between two regions
 Извор: Krugman, P. (1998) Space: The Final Frontier, Pittsburgh: Journal of Economic Perspectives
 Source: Krugman, P. (1998) Space: The Final Frontier, Pittsburgh: Journal of Economic Perspectives

Али, графикон бр. 1 претпоставља и привлачност одређеног облика развојне динамике која је једноставно наставак претпоставке да се радници постепено крећу ка региону са вишом реалним надницама. Ако се та претпоставка допусти, могуће је раздвојити дијаграм, да би се сажело функционисање цијеле привреде. Графикон бр. 2 показује како скуп равнотежа (мјерен удјелом индустријске радне снаге у региону 1) зависи

But the Graph no. 1 assumes the appeal of some sort of evolutionary dynamics that is simply a continuation of the assumption that workers move gradually toward the region with higher real wages. If this assumption is allowed, it is possible to separate the diagram to summarize the functioning of the entire economy. Graph. 2 shows how a set of balance (measured as a share of industrial labor force in region 1) depends on transportation costs.

од транспортних трошка. Равне линије указују на стабилну, а изломљене линије на нестабилну равнотежу. Овдје се претпоставља да постоји економија која почиње са високим транспортним трошковима. Једнаку расподјелу индустриске производње између региона илуструје ситуација у тачки А.

Straight lines indicate stable and broken lines unstable balance. It is assumed here that there is an economy that starts with high transport costs. Situation at point A illustrates equal distribution of industrial production between regions.



Граф. 2. Подјела на језгро и периферију

Graph. 2. Classification into the core and periphery

Извор: Krugman, P. (1998) Space: The Final Frontier, Pittsburgh: *Journal of Economic Perspectives*
Source: Krugman, P. (1998) Space: The Final Frontier, Pittsburgh: *Journal of Economic Perspectives*

Затим се претпоставља да ће трошкови превоза постепено падати. Када привреда доспије у тачку В почиње процес Предовог типа; растућа концентрација индустриске производње у једном региону доводи до још веће концентрације индустриске производње. Привреда се спонтано организује у сржно-периферни геометријски облик који подсећа на индустриске и пољопривредне појасеве у САД, или подјелу Италије на развијени сјевер и сиромашнији југ.

Then, it is assumed that transportation costs are going to gradually fall. When the economy gets into point B, then a process of Predov's type starts; growing concentration of industrial production in one region leads to even greater concentration of industrial production. The economy is spontaneously organized in the core-periphery geometrical shape which resembles industrial and agricultural belts in the United States or division of Italy into prosperous north and impoverished south.

СПЕЦИФИЧНОСТИ ПРОЈЕКТОВАЊА
ЛОКАЦИЈЕ СЛОБОДНИХ ЗОНА

Као дио просторног смјештаја економских функција слободне зоне су везане за просторну економију, грану економије која се бави изучавањем економичности свих дијелова живота и рада зависних од просторних фактора. Стога су специфичности просторне економије који одређују оптималну локацију и смјештај слободних зона изузетно важне. Приликом пројектовања локације потребно је дефинисати оптималан смјештај локације у простору које са становишта слободних зона осигурува максимално задовољавање индивидуалних ефеката уз оптимално задовољење друштвених потреба (Martin, 2010). При избору локације за слободну зону треба се приступити са становишта друштвених потреба које дају и највеће индивидуалне ефекте. Сваки смјештајни проблем тражи својеврстан начин избора смјештајно релевантних фактора и одговарајућу конструкцију локационог модела. За провођење поступка компарације и примјену одговарајуће локационе методе важно је (Крешић, 1977):

- утврдити све смјештајне факторе локационо релевантне за сваки случај;
- извршити подјелу фактора на квантитативне и квалитативне, што је веома битно за сам поступак компарације оптималности појединачних смјештаја;
- пронаћи методу објективног вредновања локационог утицаја појединачног смјештајног фактора на коначни укупни оптималитет.

Дакле, локациони фактори су носиоци смјештајне снаге која диктира избор локације објекта или одређене привредне активности. Локација је, према томе, функција дјеловања свих релевантних смјештајних фактора. Због великог броја фактора, они се обично ради лакшег прегледа сврставају у одређени систем. У наставку је приказана верзија опште класификације локационих фактора карактеристичних избор смјештаја слободних зона.

THE SPECIFICS OF DESIGN OF FREE
ZONES SITES

As a part of the zoning of economic functions, free zones are related to spatial economics, a branch of economics that deals with the study of economics of all parts of life and work, which depend on spatial factors. Therefore, the specificities of spatial economics determining the optimal site and location of free zones are extremely important. When designing the site, it is necessary to define the optimal position of the locations in the space which will, from the standpoint of free zones, ensure maximum satisfaction of individual effects along with the optimum satisfaction of social needs (Martin, 2010). When choosing a location for the free zone, it should be approached from the point of view of social needs that give the greatest individual effects. Each accommodation problem requires a specific way of selection of relevant accommodation factors and design of appropriate location model.

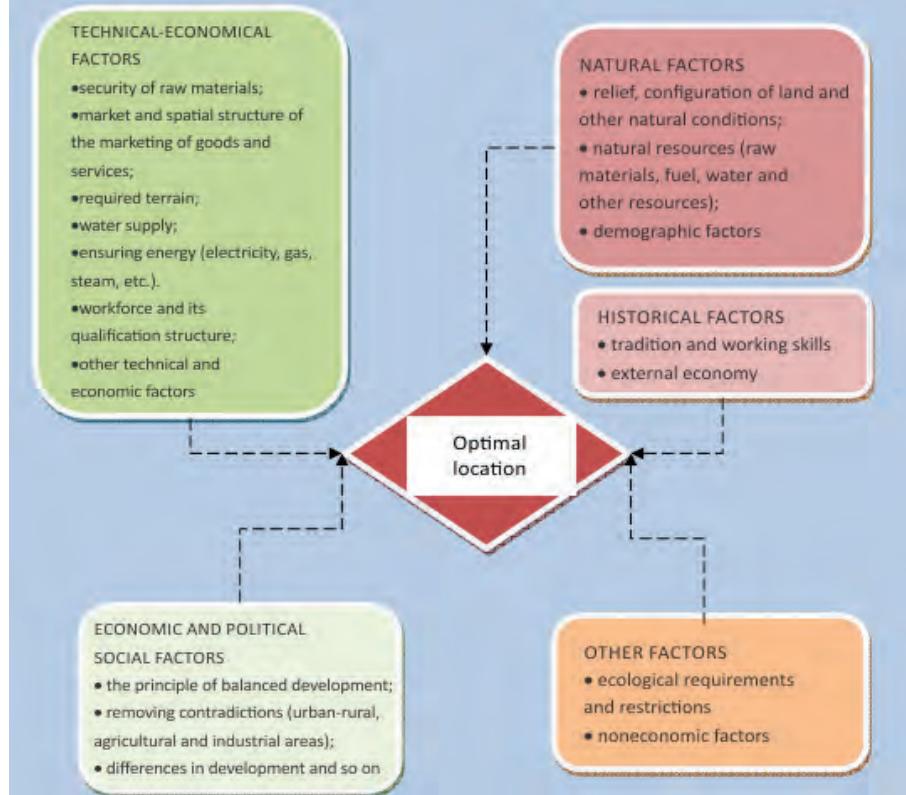
For carrying out the process of comparison and application of appropriate location methods, it is important to (Крешић, 1977):

- Identify all accommodation factors relevant to the each case with regard to the location;
- classify factors into quantitative and qualitative, which is very important for the process of optimization, comparison of individual housing;
- find a method for objective evaluation of the local impact of each accommodation factor on the final overall optimum.

Therefore, location factors are the bearers of accommodation force that dictates the choice of location of the facility or certain economic activities. The location is, therefore, a function of the properties of all relevant factors. Due to the large number of factors, they are usually easier viewing classified in a particular system. The version of the general classification of location factors typical for the selection of accommodation free zones is shown below.



Слика 1. Преглед најважнијих локационих фактора



Picture 1. Overview of the most important location factors

У пракси је наведено неколико метода за рјешавање проблема локације. Центар гравитационог метода припада групи метода за тражење оптималне локације као центра економских активности (Martin, Sunley, 2011). Користи се самостално за утврђивање локације, или као прва апроксимација у другим софистицираним моделима. Предност ове методе је једноставност. Но, она има и недостатке јер не укључује систем инфраструктуре, трошкове рада и друге важне елементе за доношење одлуке о локацији. Циљ је тражење тачке центра где је сума транспортних трошкова између постојећих тачака и центра најмања.

Транспортни трошкови одређени су:

- јединичним транспортним трошком;
- превезеним волуменом;
- удаљеношћу.

Дакле, функција циља се може поставити као:

$$\min TC = \sum_{i=1}^n V_i \times R_i \times d_i$$

TC = укупни трошкови транспорта

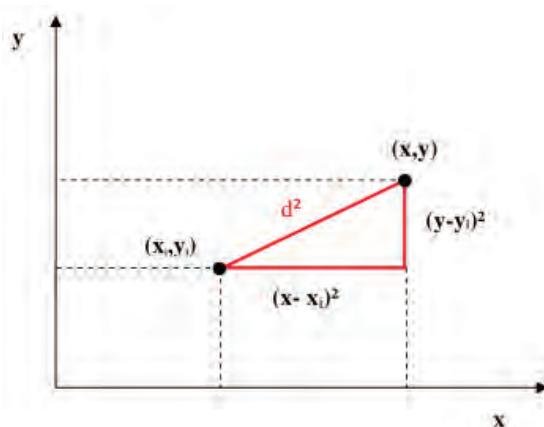
N = број тачака (јединица економске активности)

V_i = волумен у тачки i

R_i = транспортни јединични трошак

d_i = удаљеност тачке i до центра гравитације

Удаљеност d_i које показује удаљеност између центра гравитације и сваке рубне тачке може се изразити примјеном Питагорине теореме или Еуклидове метрике:



In the practice, several methods for solving location problems were mentioned. Center of gravity method belongs to the group of methods to search for the optimal location as a center of economic activity (Martin, Sunley, 2011). It is used alone to determine the location or as a first approximation in other sophisticated models. The advantage of this method is simplicity. But it also has its drawbacks because it excludes the infrastructure system, labor costs and other important elements for making a decision on the location. The aim is to search for the center point where the sum of transportation costs between the existing points and a center is the lowest.

Transportation costs are determined by:

- transportation costs per unit,
- transported volume,
- distance.

Therefore, the function of the objective can be set as:

$$\min TC = \sum_{i=1}^n V_i \times R_i \times d_i$$

TC = total transportation costs

N = the number of points (units of economic activity)

V_i = volume in point i

R_i = transportation cost per unit

d_i = distance from point i to the center of gravity

Distance d_i showing the distance between the center of gravity and each boundary point can be expressed by applying the Pythagorean Theorem or Euclidean metrics:

Из графикона је могуће извући закључак да се удаљеност d_i може дефинисати као:

$$di = K \times [(x - xi)^2 + (y - yi)^2]^{\frac{1}{2}}$$

где је:

d_i = удаљеност од тачке i до центра гравитације;
 x, y = координате центра гравитације;
 x_i, y_i = координате тачака i ;

K = јединична вриједност у координатном систему (Уколико се посматра обичан координатни систем, јединична вриједност је 1, па се K може испустити из функције циља. Међутим, код избора локације треба изградити координатни систем за одређено географско подручје, па се јединична вриједност прерачунава на реалну, нпр. броја километара, миља, научичких миља.)

Дакле, проширене функција циља центар гравитационе методе сада гласи:

$$\min TC = \sum_{i=1}^n Vi \times Ri \times di$$

$$\min TC = \sum_{i=1}^n Vi \times Ri \times [(\bar{x} - xi)^2 + (\bar{y} - yi)^2]^{\frac{1}{2}}$$

С обзиром на то да је ријеч о конвексној функцији с једним глобалним минимумом (нема локалних минимума), да би се функција оптимизирала, проналази се скуп вриједности варијабли избора који ће дати жељени екстрем функције циља, у овом случају минимума. Начин за остварење минимума функције је парцијално деривирање функције по независним варијаблама y, x . Парцијална деривација назначава промјену једне независне варијабле кад су друге независне варијабле у функцији константе. Једна варијабла варира, док су остale у функцији циља непромијењене. Да би се нашао екстрем (минимум) функције циља, парцијалне деривације треба изједначити са нулом, те ријешити систем једначина како би се добиле оптималне вриједности независних

From the chart, it is possible to conclude that the distance d_i can be defined as:

$$di = K \times [(x - xi)^2 + (y - yi)^2]^{\frac{1}{2}}$$

Where:

d_i = distance from the point i and the center of gravity;
 x, y = coordinates of the center of gravity;
 x_i, y_i = coordinates of the points i ;

K = unit value in the coordinate system (If we consider an ordinary coordinate system, unit value is 1, so K can be dropped from the objective function. However, when choosing a location, a coordinate system for a specific geographic area should be built, and the unit value recalculated to the real, for example into the number of kilometers, miles and nautical miles.)

Therefore, expanded objective function of the center of gravity method now reads as follows:

$$\min TC = \sum_{i=1}^n Vi \times Ri \times di$$

$$\min TC = \sum_{i=1}^n Vi \times Ri \times [(\bar{x} - xi)^2 + (\bar{y} - yi)^2]^{\frac{1}{2}}$$

Given that this is a convex function with one global minimum (no local minimums) in order to optimize the function, a set of values of variables of choice is found to provide desired extreme of the objective function, in this case the minimum. The way to achieve the function minimum is using partial differentiation of the functions per independent variables y, x . Partial derivative indicates a change of one independent variable when other independent variables in the function are constants. One variable varies, while others in the objective function remain unchanged. In order to find the function extreme (minimum) of the objective function, partial derivatives must be equated to zero, and a system of equations should be solved to obtain the

варијабли.

Парцијално деривирање од К се не узима у обзир јер се ради о константи. К представља јединичну вриједност Картезијанског координатног система, па за теоријски извод методе центра гравитације та вриједност износи 1.

Значи, функција циља у наставку не обухвата вриједност К, односно претпоставља се да је К = 1. Дакле, функција циља гласи:

$$\min TC = \sum_{i=1}^n Vi \times Ri \times [(\bar{x} - xi)^2 + (\bar{y} - yi)^2] \frac{1}{2}$$

Парцијалним деривирањем функције по члановима x и y добију се сљедећи изрази:

$$\frac{dTC}{dx} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Vi \times Ri \times [(\bar{x} - xi)^2 + (\bar{y} - yi)^2] - \frac{1}{2} \times 2(\bar{x} - xi) = 0$$

$$\frac{dTC}{dy} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Vi \times Ri \times [(\bar{x} - xi)^2 + (\bar{y} - yi)^2] - \frac{1}{2} \times 2(\bar{y} - yi) = 0$$

Сређивањем израза добију се сљедећи изрази за \bar{x} и \bar{y} :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Vi \times Ri \times Xi}{di}}{\sum_{i=1}^n \frac{Vi \times Ri}{di}} ; \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Vi \times Ri \times yi}{di}}{\sum_{i=1}^n \frac{Vi \times Ri}{di}}$$

Претходним изразима добијене су координатне вриједности за оптималну локацију, или за центар гравитације неког система. Проблем методе центра гравитације рјешава се итеративном процедуром. Кораци у рјешавању проблема центра гравитације су сљедећи:

1. Одредити почетне координате \bar{x} и \bar{y} из претходно наведене формуле занемарујући удаљеност (di), тј. ријеч је о аритметичкој средини система;
2. Помоћу добијених координата \bar{x} и \bar{y} из првог корака потребно је израчунати di ;
3. Израчунато di у претходном кораку потребно је уврстити у формулу за \bar{x} и \bar{y} , те

optimal values of independent variables.

Partial derivative from K is not taken into account since it is a constant. K represents a unit value of the Cartesian coordinate system, and for the theoretical derivation of center of gravity method this value is 1.

It means, the objective function below does not include the value of K, and it is assumed that K = 1. Thus, the objective function reads as follows:

$$\min TC = \sum_{i=1}^n Vi \times Ri \times [(\bar{x} - xi)^2 + (\bar{y} - yi)^2] \frac{1}{2}$$

By partial differentiations of the function per members x and y, the following expressions are obtained:

By rearranging expressions, the following expressions are obtained for \bar{x} and \bar{y} :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Vi \times Ri \times Xi}{di}}{\sum_{i=1}^n \frac{Vi \times Ri}{di}} ; \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Vi \times Ri \times yi}{di}}{\sum_{i=1}^n \frac{Vi \times Ri}{di}}$$

By using the previous expressions, coordinate values for optimal location were obtained, or for the center of gravity of a certain system. The problem of the center of gravity method is solved by iterative procedure. Steps used in solving the problem of the center of gravity are as follows:

1. determine starting coordinates \bar{x} and \bar{y} from previously mentioned formula neglecting the distance (di), i.e. it is about the arithmetic mean of the system;
2. Using the resulting coordinates \bar{x} and \bar{y} from the first step, it is necessary to calculate di ;
3. di calculated in the previous step should be included in the formula for \bar{x} and \bar{y} , and new

- поново израчунати нове координате \bar{x} и \bar{y} ;
4. Понављати кораке 2. и 3. све док координате у сљедећој итерацији остају исте, што значи да је тражена функција достигла свој минимум у израчунатим оптималним координатама.

ЗАКЉУЧАК

Оптимална локација слободних зона је она, која максимизира позитивне ефекте уз минималне трошкове. У овом раду је истакнуто да постоје различити фактори и утицаји, пресудни за одређивање оптималне локације, али је готово свима заједничко наглашавање важности транспортних трошкова, тако да се проблем често своди на утврђивање локације која ће минимизирати трошкове транспорта.

Транспортне трошкове као изузетно важан локациони фактор укључују све просторне теорије. Ови трошкови се јављају као врло различита мјерила просторних удаљености. Фактор времена у савладавању простора често мијења значење просторне удаљености. Заједничко је, да се сваким транспортним средством савладавају просторне удаљености, што ствара транспортне трошкове, а они посљедично утичу на локациону оптималност. Према томе, не може се говорити о губитку значења транспортних трошкова кад се ради о вредновању просторних економичности.

Дошло је до великих промјена у врстама транспортних средстава, а тиме и могућностима избора за савладавање просторних удаљености. Стога и савремена пракса нуди низ метода за рјешавање проблема локације.

Неке методе истражују сваку могућу локацију дуж одређене просторне равни и бирају најбољу. Такве методе се називају континуиране локационе методе. Алтернативно постоје и дискреционе методе које одмах селекционишу могуће локације. Локационе методе могу бити статичке или динамичке. Статичке методе проналазе локацију на темељу једног временског периода, док се динамичке базирају на подацима из више временских

- coordinates \bar{x} and \bar{y} should be calculated;
4. Repeat steps 2 and 3 until the coordinates of the next iteration remain the same, meaning that desired function has reached its minimum in calculated optimal coordinates.

CONCLUSION

Optimal location of free zones is the one that maximize positive effects along with minimal costs. In this paper, it has been pointed out that there are different factors and influences critical to determining the optimum location, but it is common to almost all of them to emphasize the importance of transportation costs. Therefore, the problem often comes down to determining the location that will minimize transportation costs.

Transportation costs as an extremely important locational factor are included in all spatial theories. These costs appear in a form of very different scales of spatial distance. The time factor in mastering the space often changes the meaning of spatial distance. It is common that geographical distances are overcome by using various means of transport thus creating transportation costs, which consequently affect the optimality of location. Therefore, we cannot talk about the loss of meaning of transportation costs when it comes to evaluating the spatial economy.

There was a major change in types of means of transportation, and by that in the ability to choose means to overcome spatial distances. Therefore, the modern practice offers a variety of methods to solve the problem of location.

Some methods investigate each possible location along a certain spatial level and choose the best one. Such methods are referred to as continuous locational methods. Alternatively, there are discretionary methods that instantly select possible locations. Locational methods can be static or dynamic. Static methods find the location on the basis of a period of time, whereas dynamic methods are based on information from

периода.

У овом раду је представљена центар гравитациони метода ради проналажења оптималне локације слободних зона. Једноставна је за кориштење, што је и њена основна предност. Међутим, постоје и недостаци примјене ове методе (не узима у обзир параметре као што су постојање система инфраструктуре, трошкове рада и неке друге факторе круцијалне при доношењу одлуке о локацији слободних зона).

Најбитнији фактор за одређивање смештајног оптималитета локације слободних зона према овој методи јесте удаљеност од центра економске активности, што је повезује са теоријом Нове економске географије. У овој теорији трошкови транспорта су кључни фактор савладавања удаљености и стварања растућих приноса на обим. У теорији Нове економске географије "центрипетални" фактори укључују економију обима, транспортне трошкове и мобилност фактора. Концентрацију економске активности условљава близина тржишта (због утицаја трошкова транспорта), и приступ тржишту (због ефеката економије обима).

more than one time period.

This paper presents the center of gravity method for finding an optimal location of free zones. It is easy to use, which is its main advantage. However, there are disadvantages in the application of this method (not taking into account parameters such as the existence of an infrastructure system, labor costs and other factors crucial in deciding on the location of the free zone).

The most important factor for determining the location for the optimum accommodation of free zones according to this method is the distance from the center of economic activity, which is associated with the theory of New Economic Geography. In this theory, transportation costs are a key factor in overcoming distances and creating increasing returns to scale. In the theory of New Economic Geography 'centripetal' factors include economies of scale, transportation costs, and factor of mobility. The concentration of economic activity is caused by the proximity of the market (due to the impact of transportation costs) and market access (due to the effects of economies of scale).

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ/REFERENCES

- Martin, R., Sunley, P., J. (2011). The New Economic Geography and Policy Relevance. *Journal of Economic Geography*, 11, pp. 357–370
- Martin, R. (2010). Rethinking (New) Economic Geography Models: Taking Geography and History More Seriously. *Spatial Economic Analysis*, 5, 2, pp. 127–160
- Masahisa, F., Krugman, P., Venables, A. (1999). *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*. Massachusetts Institute of Technology, pp. 62.
- Крешић, И. (1977). *Просторна економија*. Загреб: Информатор
- Krugman, P. (2009). The increasing returns revolution in trade and geography. *American Economic Review*, 99(3), pp. 561–571.
- Krugman, P. (1999). The Role of Geography in Development. *Annual World Bank Conference on Development Economics* 1998. The international Bank for Reconstruction and Development – The World Bank
- Krugman, P. (1998) Space: The Final Frontier. *Journal of Economic Perspectives*. Pittsburgh
- Storper, M. (2010). Agglomeration, Trade and Spatial Development: Bringing Dynamics Back. *Journal of Regional Science* 50 (1), pp. 313–342

ГИС БАЗИРАНА ПРОСТОРНО-ВРЕМЕНСКА АНАЛИЗА ПРОДУКЦИЈЕ БИОМАСЕ НА ПОДРУЧЈУ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

Даворин Бајић¹, Драгутин Ацић¹ и Радослав Декић¹

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

Сажетак: У овом раду извршена је просторно-временска анализа продукције биомасе на подручју Републике Српске, коришћењем продуката даљинске детекције и географских информационих технологија. Основни улазни параметри, на основу којих је извршена анализа, су бруто примарна продуктивност (GPP) и нето примарна продукција (NPP). На основу GPP и NPP, као мјера продукције и акумулације угљеника у екосистемима, на индиректан начин извршено је мјерење продукције биомасе. Коришћени су сателитски снимци који се базирају на MODIS (енг. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) MOD17 производу, који у осмодневним и годишњим интервалима генерише GPP и NPP параметре, у виду ГИС растерских слојева. Анализа је извршена за десетогодишњи период од 2005. до 2014. године, коришћењем Google Earth Engine ВЕБ ГИС апликације и QGIS десктоп ГИС апликације. Резултати анализе продукције биомасе на подручју Републике Српске, у посматраном периоду, указују на одређена одступања и колебања у просторним и временским оквирима, зависно од типа екосистема, те у зависности од метеоролошких услова у појединим годинама посматрања.

Кључне ријечи: ГИС, биомаса, нето-примарна продукција, бруто-примарна продукција, даљинска детекција, Република Српска.

Original scientific paper

GIS-BASED SPATIAL-TEMPORAL ANALYSIS OF THE BIOMASS PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF SRPSKA TERRITORY

Davorin Bajić¹, Dragutin Adžić¹ and Radoslav Dekić¹

¹Faculty of Sciences, University of Banja Luka, Republic of Srpska

Abstract: The paper addresses a spatial-temporal analysis of the biomass production in the Republic of Srpska territory by using products of remote sensing and geographic information technologies. The basic input parameters on which the analysis is based are Gross Primary Production (GPP) and Net Primary Production (NPP). Based on GPP and NPP as measures of carbon production and accumulation in ecosystems, the biomass production was measured indirectly. MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) MOD17 product-based satellite footage was used as it generates eight-day and yearly intervals of GPP and NPP parameters as GIS raster layers. The analysis was performed for the 2005-2014 ten-year period by using Google Earth Engine web GIS application and QGIS desktop GIS application. Results of the biomass production analysis in the Republic of Srpska territory during the target period indicate specific deviations and oscillations within spatial and temporal frameworks, depending on the ecosystem type and weather conditions during some of the observed years.

Key words: GIS, biomass, net primary production, gross primary production, remote sensing, the Republic of Srpska.

1. УВОД

Мјера ефикасности екосистема је величина његове органске продукције. Изражава се количином органске материје синтетисане у јединици времена на јединици површине/запремине (Пешић, 2011). Копнена примарна продукција обезбеђује енергију за одржавање структуре и функције екосистема, испоручује ресурсе: храну, дрво, горива и влакна непходне за људско друштво.

Продукција биомасе може се посредно одређивати на више начина, као што су: мјерење количине ослобођеног кисеоника, мјерење количине утрошеног угљен-диоксида или мјерењем протока угљеника. У овом раду анализа продукције биомасе извршена је мјерењем протока и акумулације угљеника у екосистемима. Да би се расвијетлио основни механизам мјерења продукције биомасе у наставку је дат преглед и дефиниција основних појмова, те осврт на литературу у којима су ти појмови дефинисани.

Примарна продукција представља стопу соларне енергије претворене у биомасу процесом фотосинтезе или хомеосинтезе. Укупна претворена енергија фотосинтезом назива се бруто примарна продукција (GPP). Нето примарна продукција (NPP) резултат је разлике између бруто примарне продукције и потрошene енергије у процесу дисања (Campbell, 1990). Нето примарна продукција посматра се и као нето количина усклађеног угљеника (C) у биљкама, акумулираног као биомаса.

NPP = GPP - Респирација

Мјерење нето примарне продукције добија на значају када се проток енергије у екосистему може измерити, након чега се на основу резултата мјерења може описати стање екосистема, те предвидети одговор на промјене и поремећаје у истом (Whitten, et al., 1996). Истраживање нето примарне продукције има велики значај, јер представља кључни процес у кружењу угљеника и директно мјери количину производње у екосистему (Zhao and Running, 2008). Нето примарна продукција као алат за

1. INTRODUCTION

The measure of an ecosystem efficiency is the size of its organic production. It is expressed with the amount of organic matter synthesized in a unit of time over the unit of surface/volume (Pešić, 2011). The land primary production provides energy for the maintenance of an ecosystem's structure and function and delivers resources such as food, wood, fuel and fibres crucial for human society.

The biomass production may be indirectly determined in several different manners such as follows: measuring the quantity of released oxygen, measuring the quantity of used carbon dioxide, or measuring the carbon flow. The paper performs the analysis of biomass production by measuring the carbon flow and accumulation within ecosystems. In order to detect the primary mechanism for the biomass production measurement, we provide an outline and definition of primary terms and the bibliography in which these terms are defined.

The primary production is the rate of solar energy converted into biomass by the processes of photosynthesis or homeosynthesis. The total energy converted by photosynthesis is called gross primary production (GPP). The net primary production is a result of difference between the gross primary production and the energy spent during the breathing process (Campbell, 1990). The net primary production is regarded as a net amount of carbon (C) stored in plants and accumulated as biomass.

NPP = GPP - Respiration

Measurement of the net primary production is crucial once the energy flow within an ecosystem can be measured, after which it is possible to provide a description of the ecosystem condition and predict a response to changes and deviation based on the measurement results (Whitten, et al., 1996). The research on net primary production is pertinent as it is a key process

мјерење продукције и утврђивања количине акумулираног угљеника, може се користити за процјену утицаја природних поремећаја као и вјештачки изазваних (човјек) поремећаја који утичу на продуктивност у екосистему. На глобалном нивоу копнена нето примарна продукција, један је од највише моделованих еколошких параметара, са моделима који се значајно разликују у приступу и комплексности, често дајући сличне упоредиве процјене (Field et al., 1995).

Разумјевање односа између нето примарне продукције и кружења угљеника, кључно је за предвиђање и ублажавање негативних промјена животне средине.

Годишњи NPP или ускладиштена количина угљеника, може се користити за процјену раста биљака то јест биомасе (Jihye, et al., 2011).

Поред чињенице да није могуће извршити директна мјерења, постоји много модела заснованих на физиолошким принципима и глобалној Земљиној динамици (Cramer et al. 1999). Ови модели усвајају једну од три методологије: 1) проток угљеника базиран на одређеној структури вегетације, 2) проток угљеника и структура вегетација, 3) сателитски подаци даљинске детекције.

Процјена размјене угљендиоксида (CO_2) између биосфере и атмосфере, као и продукција вегетације на регионалном, континенталном и глобалном нивоу, може се постићи комбиновањем даљинске детекције (енг. *Remote sensing*) са информацијама о процесу кружења угљеника. Нето примарна продукција узима у обзир колико CO_2 узима вегетација током фотосинтезе и колико се CO_2 емитује током дисања, што представља процес у којем биљке користе шећере за производњу енергије. Нето количина CO_2 узета од стране вегетације, може се претворити у суву материју - биомасу (FAO, 2015).

NPP описује нето количину угљеника којег је вегетација апсорбовала као резултат асимилације (унутар) и респирације (изван). Количина С изражаве се кроз масу по јединици површине (C kg/m^2). CO_2 представља извор угљеника у општој реакцији фотосинтезе у

in carbon circulation and it directly measures the production within an ecosystem (Zhao and Running, 2008). As a tool for measurement of production and amount of accumulated carbon, the net primary production may be used for the evaluation of impact of natural and artificial (human) divergence on the productivity within an ecosystem. Globally, the land net primary production is one of the mostly modelled ecological parameters with models that largely differ in their approach and complexity, often providing similar comparative evaluation (Field et al., 1995).

It is crucial to understand the relation between the net primary production and carbon circulation in order to predict and assuage negative environmental changes.

The annual NPP or the accumulated amount of carbon assimilated by biomass may be used for the estimation of plant growth, i.e. biomass (Jihye, et al., 2011).

Apart from the fact that it is not possible to perform direct measurements, there are many models based on physiological principles and global Earth dynamics (Cramer et al. 1999). These models adopt one of the three methodologies: 1) carbon flow based on a specific vegetation structure, 2) carbon flow and vegetation structure, and 3) satellite data collected from remote sensing.

The estimation of carbon-dioxide (CO_2) exchange between biosphere and atmosphere as well as vegetation production on regional, continental and global levels may be achieved by combining *remote sensing* and the information on the carbon circulation process. The net primary production considers how much CO_2 is absorbed by vegetation during photosynthesis and how much CO_2 is emitted during breathing, which is a process of plants consuming sugar for energy production. The net amount of CO_2 absorbed by vegetation may be converted into dry matter - biomass (FAO, 2015).

NPP refers to the net amount of carbon absorbed by vegetation as a result of assimilation (inward) and respiration

билькама у којој се угљеник преводи у угљене хидрате (CH_2O), чинећи кључни елеменат суве материје вегетације. С обзиром на стехиометријски однос молекулских маса CH_2O (као производа) и C (као полазне материје у реакцији) могуће је израчунати продукцију суве материје (CH_2O), односно продукцију суве биомасе (FAO, 2015). У поступку анализе продукције биомасе посебно су корисни сателитски изведени подаци, јер пружају механизме за процјене, праћење и евалуацију просторне и временске варијације продукције унутар копнених екосистема (Crabtree et al. 2009). У овом раду, за процјену NPP, коришћени су MODIS сателитски производи: MOD17A3H (MODIS/Terra Net Primary Production Yearly L4 Global 500 m SIN Grid V006)¹ и MYD17A2H (MODIS/Aqua Gross Primary Productivity 8-Day L4 Global 500 m SIN Grid V006)².

На основу дефинисаних сателитских продуката извршено је генерисање показатеља NPP на годишњем нивоу, за сваку годину посебно у посматраном десетогодишњем периоду 2005-2014. година, у виду ГИС растерских мапа. Генерисане мапе биле су основа, улазни подаци, за модел просторно-временске анализе продукције биомасе. Поред генерисаних мапа, на годишњем нивоу, генерисани су и табеларни подаци који садрже временску дистрибуцију NPP на осмодневном нивоу, унутар једне године.

Преузимање наведених сателитских продуката и њихова обрада и прилагођавање за даљу анализу извршено је у Гугловом производу Google Earth Engine (GEE)³, која омогућава приступ и анализу већег броја скupова просторних података.

GEE је релативно нова технологија која представља веб базирану платформу намијењену праћењу и мјерењу промјена на Земљиној површини. Платформа нуди могућност бесплатног приступа каталогу података, то јест огромној бази података

(outward). The amount of C is expressed as the mass per surface unit (C kg/m²). The CO₂ flow is a source of carbon within plants and the general photosynthesis equation determines if the carbon converts into carbon-hydrates (CH₂O), which makes it a key element of the vegetation dry matter. Depending on the molecular mass, C mass may convert into the production of dry matter (CH₂O) or the production of dry biomass (FAO, 2015).

The analysis of biomass production capitalizes on the satellite data as they provide mechanisms for the assessment, monitoring and evaluation of spatial and temporal production within land ecosystems (Crabtree et al. 2009). For the evaluation of NPP, our study uses the following MODIS satellite products: MOD17A3H (MODIS/Terra Net Primary Production Yearly L4 Global 500 m SIN Grid V006)¹ and MYD17A2H (MODIS/Aqua Gross Primary Productivity 8-Day L4 Global 500 m SIN Grid V006)².

Based on the defined satellite products, we generated annual NPP indicators as GIS raster maps, separately for each year during the target 2005-2014 ten-year period. These generated maps were the basis, i.e. input information, for the model of spatial-temporal analysis of biomass production. Apart from the maps, we generated annual tables with information on temporal NPP distribution on the 8-day level within one year.

The collection, processing and adjustment of the satellite products were performed via Google Earth Engine (GEE)³, which enables access and analysis of a large number of sets of spatial data.

GEE is a recent technology which represents a web-based platform intended to monitor and measure changes in Earth's surface. The platform offers free access to an extensive data catalogue resulting from years of Earth observation. GEE calculations

1 https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/mod17a3h_v006

2 https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/myd17a2h_v006

3 <https://earthengine.google.com/>

1 https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/mod17a3h_v006

2 https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/myd17a2h_v006

3 <https://earthengine.google.com/>

насталој од вишегодишњег осматрања (опсервације) Земље. Рачунања у GEE изводе се помоћу Гуглове инфраструктуре, где су анализе аутоматски паралелизиране тако да паралелно могу бити укључени многи компјутерски процесори приликом одређеног рачунања. Каталог података GEE спаја петабајтне податке осматрања Земље и саму апликацију чиме се елиминише потреба за преузимањем и управљањем подацима на локалној инфраструктури. Ово је од изузетног значаја нарочито за обимне и захтјевне геопросторне анализе. GEE складиши изворне податке у својој оригиналној пројекцији са свим оригиналним подацима и метаподацима. Подаци из других извора могу се користити и GEE, те се могу репројектовати ако је то неопходно.

Каталог података садржи скоро комплетан сет података од Ландсат 4, 5, 7 и 8 сателита, преузетих са "USGS Earth Resources Observation and Science"⁴ архиве, MODIS⁵ сателитске скупове података, Сентинел (Satellite Sentinel Project)⁶ сателитске податке, затим велики број дигиталних модела рељефа, атмосферских података, метеоролошких података и низ других скупова података⁷.

Постпроцесинг преузетих и обрађених података у облику просторно-временских анализа извршен је у QGIS десктоп ГИС апликацији.

2. ПОДАЦИ И МЕТОДЕ

2.1 Коришћени подаци

Коришћени подаци у овом раду базирани су на Насиним (енг. NASA) продуктима даљинске детекције, добијени са Тера Модис (енг. TERRA MODIS) и Аква Модис (енг. AQUA MODIS) сензора. Насин пројекат MOD17 обезбеђује континуиране податке о GPP и NPP за цијelu Земљину површину, почев од 2004. године. Циљ

are performed via Google infrastructure, in which analyses are automatically parallelized so that specific calculations may parallelly cover multiple computer processors. The GEE data catalogue comprises 5-bit data on Earth observations and the application itself, so as a result, we eliminate data download and management on a local infrastructure. It is crucial for extensive and demanding geospatial analyses. GEE stores source data in its original projections along with all original information and metadata. Data from other sources may also be used and reprojected in GEE if necessary.

The data catalogue contains a complete set of data: Landsat 4, 5, 7 and 8 downloaded from "USGS Earth Resources Observation and Science"⁴ archive, MODIS⁵ satellite data sets, Satellite Sentinel Project⁶ data, many digital relief models, atmosphere data, weather information, and other data sets⁷.

Post-processing of downloaded and processed data in form of spatial-temporal analyses was performed in QGIS desktop GIS application.

2. DATA AND METHODS

2.1 Used data

The data used in this paper are based on NASA remote sensing products downloaded from TERRA MODIS and AQUA MODIS sensors. NASA's MOD17 project has been providing continuous information on GPP and NPP for the whole Earth surface, starting with 2004. The objective of MOD17 is to

4 <https://www.usgs.gov/>

5 <https://modis.gsfc.nasa.gov/>

6 <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home>

7 <https://earthengine.google.com/datasets/>

MOD17 пројекта је да се изврши континуирана процјена бруто/нето примарне продукције вегетације за цијелу Земљину површину. Излази MOD17 пројекта корисни су за управљање земљиштем, природним ресурсима, глобалну анализу кружења угљеника, мониторинга промјена животне средине и процјену статуса екосистема. MOD17⁸ је дио Насиног система за осматрање земље (енг. EOS-Earth Observing System) и први је сателитски изведен систем за праћење продукције вегетације на глобалном нивоу.

За рачунање и анализу трендова нето примарне продукције користили смо MODIS производе: годишњи кумулативни NPP MOD17A3H, затим MODIS производ (MYD17A2H) који представља кумулативни показатељ бруто примарне продукције (GPP) за сваких 8 дана. Оба производа су просторне резолуције од 500 м.

Истраживачка лабораторија NTSG (енг. Numerical Terradynamic Simulation Group) на Универзитету Монтана у Мисули (САД), обезбеђује у континуитету процјене GPP и NPP на основу MODIS података (Zhao et al., 2005; Zhao and Running, 2010).

Ови подаци резултат су MOD17 алгоритма који се заснива на оригиналној логици Монтеит-а (Monteith, 1972) о ефикасности употребе радијације. Он сугерише да је годишња продукција усјева у условима добре наводњености и прихрањености, линеарно везана са количином апсорбоване сунчеве енергије коју биљке апсорбују током вегетационог периода. Ова логика комбинује просторна ограничења (расположива сунчева свјетлост која допира до одређене површине или мјеста) са еколошким ограничењима које се односи на површину листа који апсорбује сунчеву енергију (енг. Leaf area index), односно количину апсорбоване фотосинтетичке активне радијације (енг. Absorbed Photosynthetically Active Radiation-APAR).

За рачунање NPP, MOD17 процјењује на дневном нивоу респирацију (R_{lr}), затим годишњу респирацију прираста (R_g) и

continuously evaluate gross/net primary productions of the entire Earth vegetation. The outputs of MOD17 are useful for the management of land and natural resources, the global analysis of carbon circulation, monitoring of environment changes, and assessment of ecosystem status. MOD17⁸ is a part of NASA Earth Observing System (EOS) and it is the first satellite system for monitoring global vegetation production.

We used the following MODIS products for calculating and analyzing the net primary production: annual cumulative NPP MOD17A3H, and MODIS-based MYD17A2H product which represents a cumulative indicator of gross primary production (GPP) for each eight days. Both these products have the spatial resolution of 500 m.

The NTSG (Numerical Terradynamic Simulation Group) research laboratory at the University of Missoula, Montana (USA) provides continuous assessment of GPP and NPP based on MODIS data (Zhao et al., 2005; Zhao and Running, 2010).

These data are a result of the MOD17 algorithm based on the original Monteith logic (Monteith, 1972) on the efficiency of radiation usage. The algorithm suggests that the annual production of crops, under the conditions of rich irrigation and nutrition, is linearly related to the amount of absorbed Sun energy captivated by plants during vegetation period. This logic combines spatial limitations (the available sunlight piercing through to the specific surface of location) with the ecological limitations related to leaf area absorbing the sunlight energy (Leaf area index), i.e. the amount of Absorbed Photosynthetically Active Radiation-APAR.

For the calculation of NPP, MOD17 evaluates the daily respiration (R_{lr}), the annual growth respiration (R_g) and annual respiration of live cells within the plant tissue (R_m).

By measuring the Absorbed Photosynthetically Active Radiation (APAR),

⁸ <http://www.ntsg.umt.edu/project/mod17>

⁸ <http://www.ntsg.umt.edu/project/mod17>

годишњу респирацију живих ћелија у ткиву биљака (R_m).

Мјерењем апсорбоване фотосинтетичке активне радијације (APAR), интегрише се географска и сезонска варијабилност дужине дана са потенцијалним ометањима зрачења, као што је дневна облачност и пригушеност сунчеве свјетлости (аеросоли). Поред тога APAR имплицитно квантификује лисну површину која апсорбује радијацију (енг. Leaf area index).

Апсорбована фотосинтетичка активна радијација се трансформише у процјену продуктивности преко параметара ефикасности конверзије.

Ефикасност коришћења свјетлости - ϵ (енг. Light use efficiency), разликује се од типа вегетације и климатских услова. Алгоритам укључује разлике у максималној ϵ између типова вегетације и снижава се под условима недостатка воде (ScaleWater_Stress) или ниских температура (ScaleTemp)⁹.

Ефикасност конверзије ϵ , преводи APAR (у енергетске јединице) ка коначном расту ткива или NPP.

За добијање GPP и NPP кључни улазни подаци MOD17 алгоритма су:

Дио фотосинтетичког активног зрачења (FPAR), те индекс лисне површине (LAI) који су садржани у Модис производу MOD15 LAI/ FPAR.

Температура, надолазеће сунчево зрачење и дефицит притиска водене паре који су изведени из метеоролошких података. Метеоролошки скупови података које користе различите верзије MOD17 алгоритма, односе се на производе Насине канцеларије за глобално моделовање и асимилацију (NASA Global Modeling and Assimilation Office and the NCEP/NCAR Reanalysis II).

Подаци класификације земљиног покривача-производ Модис MCD12Q1

Табела за претраживање параметара Биома (BPLUT) која садржи вриједности ϵ_{max} за различите типове вегетације, те низ других биом-специфичних физиолошких параметара

we integrate geographical and seasonal variabilities of day duration with the potential radiation disturbances, such as daily cloudiness and sunlight smother (aerosols). In addition, APAR implicitly quantifies the leaf area index.

The Absorbed Photosynthetically Active Radiation transforms into the assessment of productivity via the light use efficiency parameters.

The Light use efficiency – ϵ , varies depending on the vegetation type and weather conditions. The algorithm includes disparity in maximum ϵ among different vegetation types and decreases under the conditions of water shortage (ScaleWater_Stress) or low temperatures (ScaleTemp)⁹.

The Light use efficiency – ϵ , transforms APAR (into energy units) towards the final tissue growth or NPP.

For obtaining GPP and NPP, the key input data of MOD17 algorithm are as follows:

Fraction of photosynthetically active radiation (FPAR) and Leaf area index (LAI) both which are parts of MOD15 LAI/FPAR Modis product.

Temperature, sun radiation, and water-steam pressure deficit drawn from weather data. Weather data sets that use different versions of MOD17 algorithm refer to products of NASA Global Modeling and Assimilation Office and the NCEP/NCAR Reanalysis II.

Information on Earth Cover Classification - MCD12Q1 Modis product

The Biome Property Look-Up Table (BPLUT) that contains ϵ_{max} values for different vegetation types, and a whole range of other biome-specific physiological parameters crucial for respiration calculations.

A detailed insight into MOD17 algorithm is provided in the “Daily GPP and annual NPP” handbook (Zhao and Running, 2015).

The main output data of MOD17 product are as follows: 8-day GPP (GPP = $\epsilon_{max} * Temperature_Scalar * Water_Stress_Scalar *$

⁹ <http://www.ntsg.umt.edu/project/mod17>

⁹ <http://www.ntsg.umt.edu/project/mod17>

неопходних за израчунавање респирације.

Детаљни увид у MOD17 алгоритам дат је у корисничком упутству „Дневни GPP и годишњи NPP“ (Zhao and Running, 2015).

Главни излазни подаци MOD17 производа подразумијевају: 8-дана GPP ($GPP = \varepsilon_{max} * Temperature_Scalar * Water_Stress_Scalar * APAR$), 8-дана нето фотосинтеза - Net Photosynthesis (PSNet = $GPP - R_{lr}$), годишњи NPP - Annual NPP (NPP = PSNet_Sum - $R_g - R_m$).

2.2 Методе

У GEE издвојени су из каталога података два MODIS производа: MOD17A3H (годишњи NPP) и MYD17A2H (GPP кумулативни за 8 дана) за унапријед одређен период осматрања (2005-2014). Како би анализирали кретање вриједности NPP током године, тачније сваких 8 дана, израчунат је NPP за сваких 8 дана. Кумулативни NPP за 8 дана узима у обзир одржавање, раст и дисање биљака током године и настао је из скупа података према вриједностима GPP за сваких 8 дана и сумом свих вриједности GPP у току године (GPP годишњи). Рачунање NPP 8 извршено је у GEE према формулама:

$$NPP8 = (GPP8 / GPPgod) \times NPPgod$$

Вриједности NPP8 током године, извезене су из GEE у ексел формату у ком су презентоване у виду дијаграма.

NPP описује нето угљеник (C) којег је вегетација апсорбовала као резултат асимилације (унутар) и респирације (изван). Количина C изражаве се кроз масу по јединици површине (kg/m^2). С обзиром на стехиометријски однос молекулских маса CH_2O (као производа) и C (као полазне материје у реакцији) израчуната је продукција суве материје (CH_2O), односно продукција суве биомасе према следећој формулама (количина акумулираног угљеника се множи са односом молекулских маса угљених хидрата и угљеника) (FAO, 2015):

$$\text{Биомаса} = NPP \times 30/12$$

Вриједности продукције биомасе изражене

APAR), 8-day Net Photosynthesis (PSNet = $GPP - R_{lr}$), Annual NPP (NPP = PSNet_Sum - $R_g - R_m$).

2.2 Methods

In GEE, two MODIS products were extracted from the data catalogue: MOD17A3H (annual NPP) and MYD17A2H (GPP cumulative for 8-day period) for a predetermined observation period (2005-2014). In order to analyse the annual shift of NPP values, each 8 days more precisely, we calculated NPP for each 8 days. The cumulative NPP for 8 days takes into consideration the maintenance, growth, and breathing of plants during a year and it covers the data set in line with GPP values for each 8 days and the sum of all GPP values during a year (annual GPP). Calculation of NPP 8 was performed in line with the following formula:

$$NPP\ 8 = (GPP8 / GPPgod) \times NPPgod$$

NPP8 values during a year were extracted from GEE in Excel format, in which they are presented in forms of diagrams.

NPP describes the net amount of carbon (C) absorbed by vegetation as a result of assimilation (inward) and respiration (outward). The amount of C is described as mass per surface unit (kg/m^2). The carbon-dioxide (CO_2) flow is the plant carbon source, and the general photosynthesis equation determines if the carbon converts into carbon-hydrates (CH_2O), thus being the key element of the vegetation dry matter. Considering its molecular weight, C weight may convert into dry matter production (CH_2O) or biomass production (FAO, 2015).

Conversion of carbon into dry matter or dry biomass was performed in line with the following formula (the amount of accumulated carbon multiplies with the molecular mass of carbon-hydrates) (FAO, 2015):

су у kg/m^2 суве биомасе и генерисане у виду растерских ГИС слојева у GEE апликацији. Ради даље обраде слојеви су експортовани у .tif формат. Комплетан изворни код за преузимање и обраду података у GEE апликацији дат је у прилогу 1.

Након што су преузети, обрађени и експортовани подаци, коришћењем GEE апликације, исти су увезени у QGIS десктоп ГИС апликацију, у чему је извршена анализа просторно-временских обиљежја продукције биомасе на подручју Републике Српске.

$$\text{Biomass} = \text{NPP} \times 30/12$$

Values of biomass production are expressed in kg/m^2 of dry biomass and generated as raster GIS layers in GEE application. Due to a thorough processing, the layers were exported in .tif format. The whole source code for downloading and processing of data in the GEE application is provided in Appendix 1.

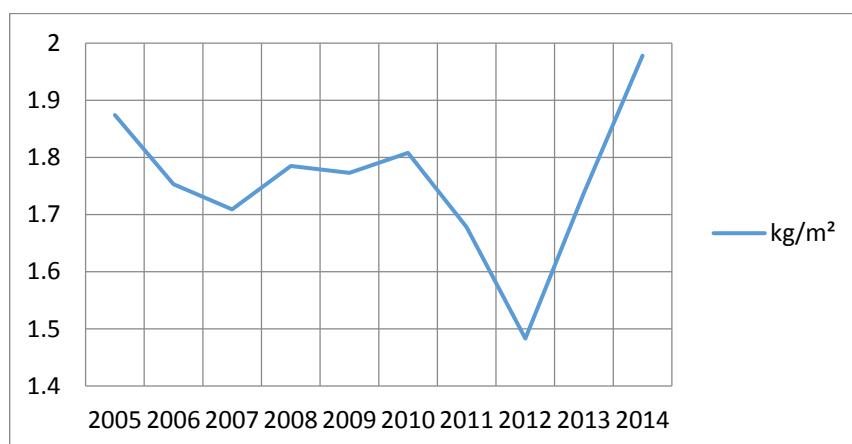
Once they were downloaded, processed and exported by using GEE application, the data were entered in the QGIS desktop GIS application and the analysis of spatial-temporal features of biomass production in the Republic of Srpska was performed.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На дијаграму 1 приказана је просечна годишња продукција суве биомасе, изражена у kg/m^2 , на подручју Републике Српске, у посматраном десетогодишњем периоду. Са дијаграма се може уочити да је у посматраном периоду продукција биомасе варирила од 1,48 до $1,98 \text{ kg}/\text{m}^2$. Обзиром да продукција биомасе директно зависи од климатских услова, може се претпоставити да је у сушнијим годинама (годинама са мањом количином падавина) продукција биомасе била на нижем нивоу. У том погледу посебно се истичу 2011. и 2012. година.

3. RESEARCH RESULTS

Diagram 1 displays the average annual dry biomass production in the Republic of Srpska expressed in kg/m^2 during the observed ten-year period. The diagram shows that the biomass production during the observed period varied from 1,48 to $1,98 \text{ kg}/\text{m}^2$. Since the biomass production directly depends on climate conditions, we may assume that in the dry years (years with poor precipitation), the biomass production was lower. Hence, the years of 2011 and 2012 are specific.



Дијаграм 1 - Просечна годишња продукција суве биомасе на подручју Републике Српске (2005-2014)

Diagram 1 – Average annual dry biomass production in the Republic of Srpska (2005-2014)

На карти 1 приказана је просторна расподјела просјечне годишње производије суве биомасе на подручју Републике Српске, у посматраном десетогодишњем периоду. Просторна расподјела производије биомасе зависи од више фактора, најважнији су начини коришћења земљишта и климатски услови. Са карте се може уочити да је производија биомасе израженија у шумским подручјима, нарочито у зонама листопадних шума. Четинарске шуме, због своје физиологије, имају нешто мању производију биомасе. У подручјима која су приведена интензивној аграрној производњи уочава се снижени обим производије биомасе. Ово запажање се може објаснити чињеницом да се у природним екосистемима производија одвија током цијelog вегетационог периода, док се у вјештачким екосистемима (пољопривредне површине) производија одвија само у једном дијелу вегетационог периода (од садње/сијања до брања/жетве).

На дијаграму 2 приказана је временска расподјела производије суве биомасе унутар поједињих посматраних година. Јасно се може закључити да се интензивна производија биомасе на подручју Републике Српске одвија у вегетационом периоду (март-октобар), што је директно одређено климатским условима (температурум условима). Унутар поједињих година виде се одређена одступања, знатна снижења производије у љетним мјесецима, што је директно условљено режимом падавина. Такође, може се уочити период почетка интензивне производије. Зависно од температурних услова у пролеће, почетак интензивне производије креће се од почетка марта, до краја априла.

На карти 2 приказана су одступања годишње производије суве биомасе од просјечне годишње производије у посматраном десетогодишњем периоду, за сваку посматрану годину посебно. На карти су приказана позитивна (већа производија у односу на просјечну) и негативна (мања производија у односу на просјечну) одступања. Из прилога се може јасно уочити временска и просторна дистрибуција дефинисаних одступања. Посебно се издвајају

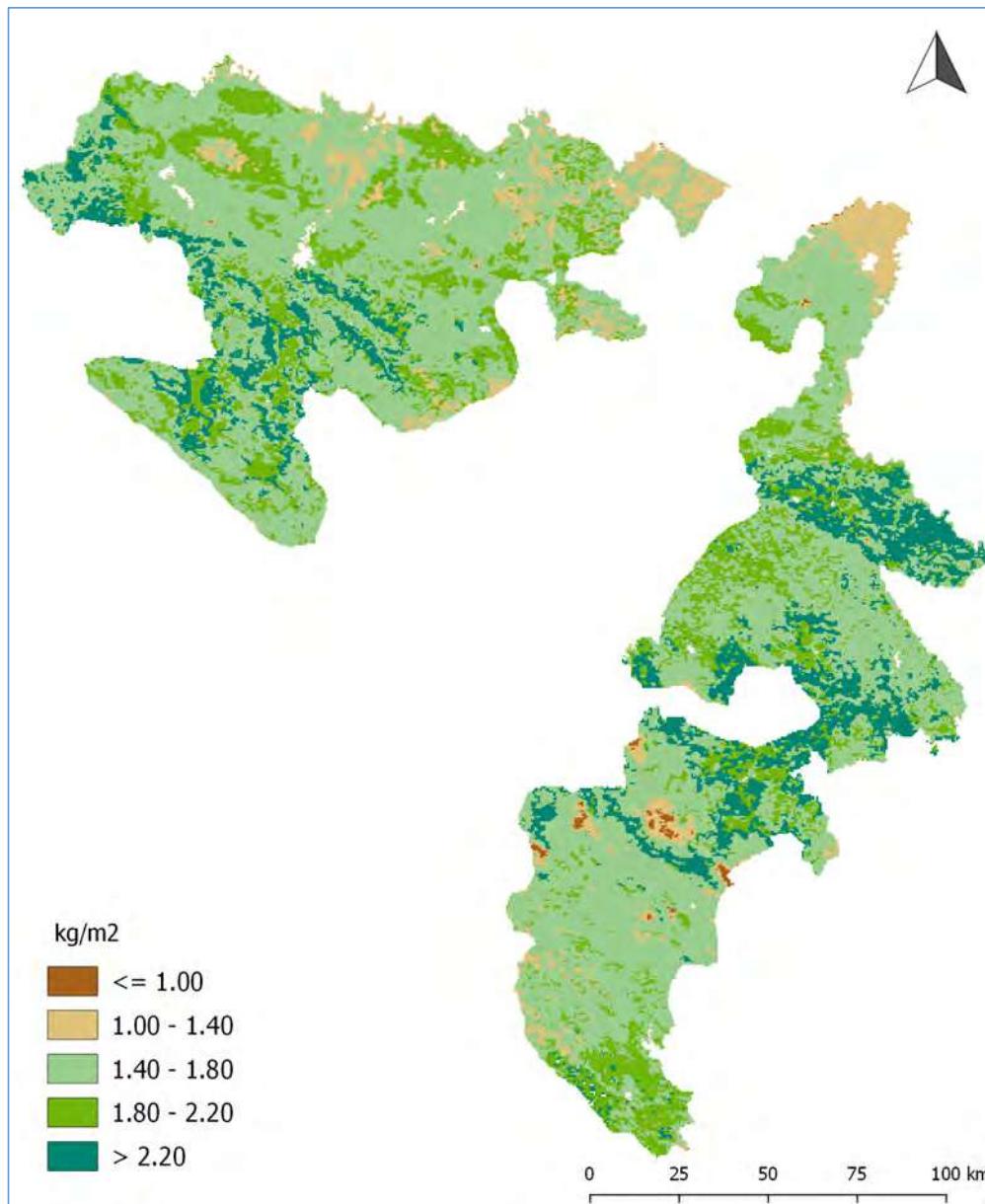
Map 1 displays the spatial distribution of average annual dry biomass production in the Republic of Srpska during our target ten-year period. The spatial distribution of biomass production depends on several factors, and the most pertinent ones are land use and climate conditions. The map indicates that biomass production is more pronounced in forest areas, especially in zones of deciduous woods. Due to their physiology, conifer woods produce somewhat less biomass. In zones of intensive agrarian production, there is a low biomass production. This observation may be accounted for by the fact that, in natural ecosystems, the production takes place during the whole vegetation period, whereas in artificial ecosystems (arable land) the production takes place only during a part of vegetation period (from sieving until harvest).

Diagram 2 displays a temporal distribution of dry biomass production during specific observed years. We may clearly infer that the intensive biomass production in the Republic of Srpska takes place during vegetation period (March-October), which is directly conditioned by weather conditions (temperatures). During specific years, we observe slight deviations in production in summer season, which is directly affected by precipitation regime. Furthermore, we may clearly conclude about the start of intensive production. Depending on the temperature in spring, the intensive production starts in early March/late April.

Map 2 displays deviations of annual dry biomass production from the average annual production during the observed ten-year period, for each year individually. The map shows positive (production larger than average) and negative (production smaller than average) deviations. Hence, we may clearly see the temporal and spatial distribution of the defined deviations. Years 2010 and 2014 are the years of the above average biomass production in the Republic of Srpska. On the other hand, year 2012 is the year of the below average biomass production

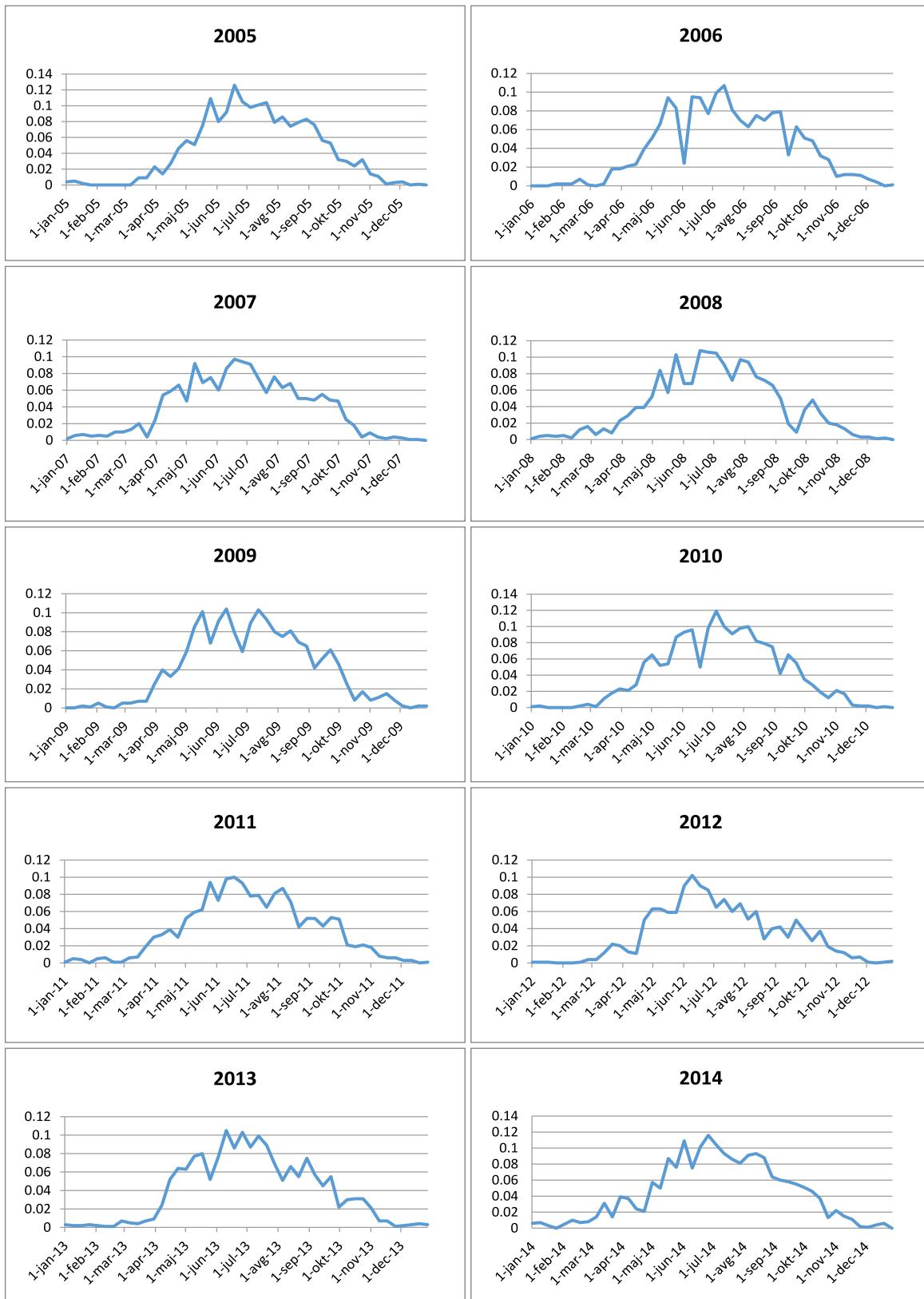
2010. и 2014. година, као године у којима ја на подручју цијеле Републике Српске била изнадпросјечна продукција биомасе. Док се 2012. година одликује, на цијелом посматраном подручју, исподпросјечном продукције. У 2011. години сниженом продукцијом одликује се сјеверни дио Републике Српске, док је у 2008. години ситуација била обрнута, јужни дио се одликовао смањеном продукцијом.

in the whole target territory. In addition, 2011 was the year of low production in north Republic of Srpska and 2008 was the year of low production in south of the territory.



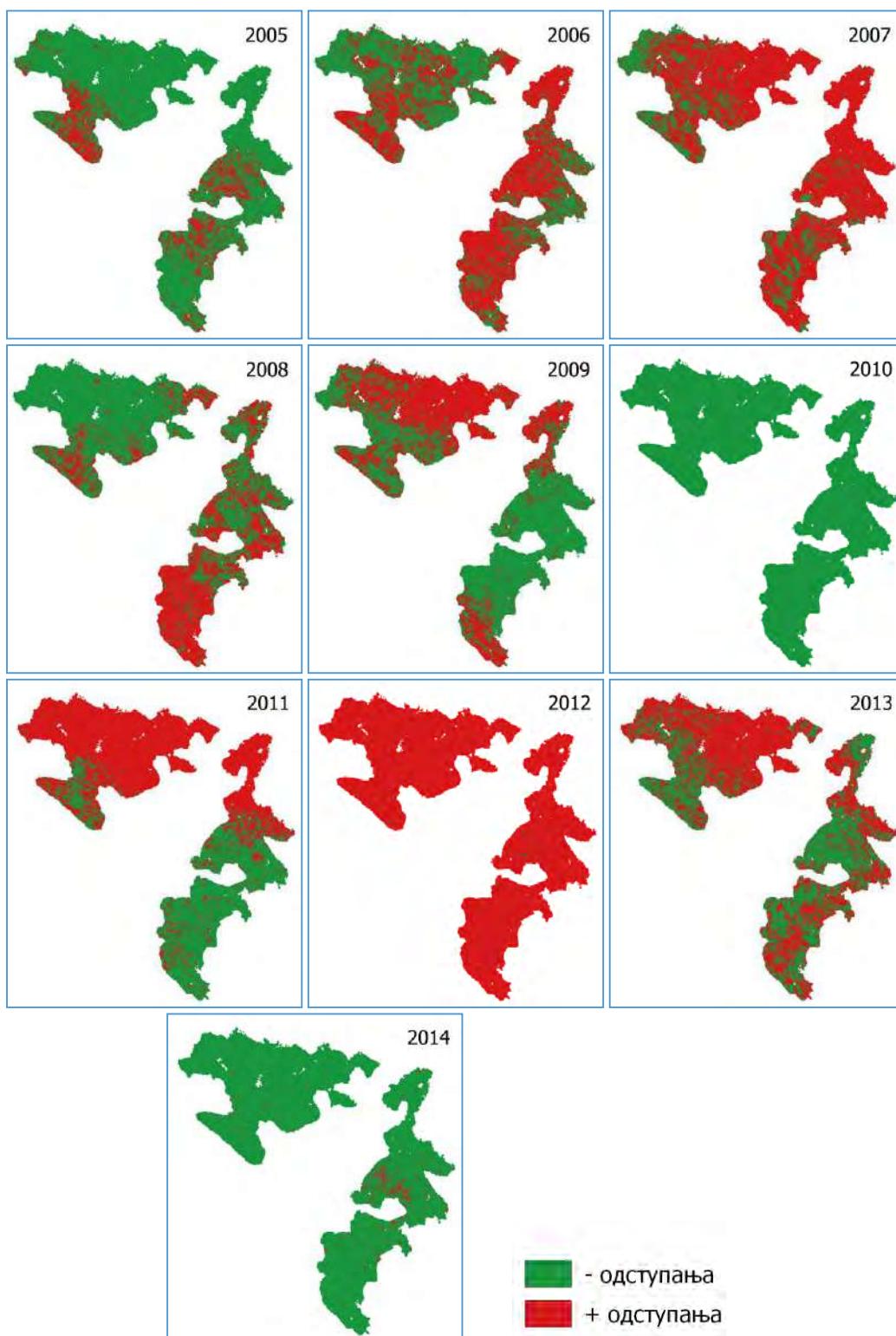
Карта 1 - Просторна расподјела просјечне годишње производње суве биомасе на подручју Републике Српске (2005-2014)

Map 1 – Spatial distribution of average annual dry biomass production in the Republic of Srpska (2005-2014)



Дијаграм 2 - Временска расподјела просјечне продуције суве биомасе по годинама у посматраном периоду (kg/m²)

Diagram 2 – Temporal distribution of average dry biomass production per years during the observed period (kg/m²)



Карта 2 - Позитивна и негативна одступања годишње продукције биомасе у односу на просјечну продукцију у десетогодишњем периоду
Map 2 – Positive and negative deviations of the annual biomass production in contrast with the average ten-year production

3. ЗАКЉУЧЦИ

Просторно-временска истраживања продукције биомасе имају велики значај и примјену у различитим аспектима људског дјеловања, као што су: праћење стања екосистема, праћење утицаја климатских промјена, праћење утицаја климатских промјена на модификацију екосистема, доношење одлука о прилагођавању на климатске промјене, управљању екосистемима, планирању искоришћавања екосистема и сл.

Савремене информационе технологије омогућавају ефикасан приступ у спровођењу просторно-временских анализа продукције биомасе, где се посебно истичу географске информационе технологије и даљинска детекција, у смислу прикупљања и анализе података.

У овом раду је дат преглед и описан поступак преузимања и обраде продуката даљинске детекције, који су коришћени за идентификацију и анализу продукције биомасе на подручју Републике Српске, те су приказани резултати истраживања.

У посматраном десетогодишњем периоду уочено је да постоје одређена просторна и временска одступања у расподјели продукције суве биомасе на подручју Републике Српске. Одступања се могу довести у везу са климатским условима (температурним и падавинсник режимима), начинима коришћења земљишта, те здравственим билансом поједињих екосистема.

Примјењена методологија у овом раду и приказани резултати могу послужити у теоретске и практичне сврхе, у областима: екологије, заштите животне средине, климатологије, аграра, шумарства, просторног планирања и сл.

3. CONCLUSION

Spatial-temporal research on the biomass production are highly pertinent and applicable in different aspects of human actions such as the ecosystem condition monitoring, climate change monitoring, tracking the impact of climate changes on the ecosystem modification, decision making on the adjustment to climate changes, ecosystem management, ecosystem usage planning, etc.

Modern information technologies enable an efficient access to performing spatial-temporal analyses on biomass production, especially geographical information technologies and remote sensing that are crucial for data collection and analysis.

The paper outlined and described the procedure of downloading and processing of remote sensing products, which were used to identify and analyze biomass production in the Republic of Srpska and finally, displayed the research results.

The observed ten-year period showed specific spatial and temporal deviations in distribution of dry biomass production in the Republic of Srpska territory. These deviations may be connected with climate conditions (temperatures and precipitation), land use, and health balance of specific ecosystems.

The methodology applied in the paper and the results displayed may be of both theoretical and practical use within the fields of ecology, environment protection, climatology, agrarian production, forestry, spatial planning, etc.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ/REFERENCES

- Campbell, N. A. (1990). *Biology*. Redwood City, CA, TheBenjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Crabtree, R., Potter, C., Mullen, R., Sheldon, J., Huang, S., Harmsen, J., Rodman, A., Jean, C. (2009). A modeling and spatio-temporal analysis framework for monitoring environmental change using NPP as an ecosystem indicator. *Remote Sensing of Environment* 113 (2009) 1486–1496. Elsevier Science Inc., 2009.
- Cramer, W., and C. B. Field. 1999. Comparing global models of terrestrial net primary productivity (NPP): introduction. *Global Change Biology* 5(Supplement 1):iii–iv.
- FAO project TCP /AFG/3402, 2015. Water accounting through Remote Sensing (WA+) in Helmand River Basin. Analysis on water availability and uses in Afghanistan river basins.
- Field,C. B., Randerson, J. T.,and Malmstrom, C. M. (1995). Global net primary production: Combining ecology and remote sensing. *Remote Sensing of Environment*. 51:74-88 (1995) Elsevier Science Inc., 1995.
- Hansen, M., Potapov, P., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S., Tyukavina, A., Thau,D., Stehman, S., Goetz, S., Loveland, T., et al., 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342 (6160), 850–853.
- Jihye, L., Sinkyu, K., Keunchang, J., Jonghan, K., Sukyoung, H. (2011). Monitoring of Gross Primary Productivity (GPP) and Crop Yield via MODIS in Soyang River Basin, South Korea. 2011 TERRECO Science Conference October 2 – 7, 2011; Karlsruhe Institute of Technology, Garmisch-Partenkirchen, Germany.
- Whitten T, Whitten A, Soeriaatmadja R, Afiff S (1996) *The ecology of Java and Bali*. Oxford University Press,Oxford
- Zhao, M., & Running, S. W. (2008). Remote sensing of terrestrial primary production and carbon cycle. In M *Advances in Land Remote Sensing* (pp. 423-444). Springer Netherlands.Zhao, T., Brown, D.
- Zhao, M., & Running, S. W. (2008). User's Guide Daily GPP and Annual NPP (MOD17A2/A3) Products NASA Earth Observing System MODIS Land Algorithm. Version 3.0 For Collection 6 October 7, 2015. NASA DAAC.
- Пешић, Б. С. (2011). *Основи екологије*. Универзитет у Крагујевцу, Природно-математички факултет

ПРИЛОГ 1 - Изворни код за преузимање и обраду података у GEE
APPENDIX 1 - Source code for download and processing of data in GEE

```
// import the sub basins as a fusion table
1. var RS = ee.FeatureCollection('ft:1D0zP0EjQis7THj02gwEOxa-
   RdZRWStqi3WKCBOmI').geometry();
2.
3. // set location and zoom level
4. Map.centerObject(RS,6);
5.
6. // add the layer
7. Map.addLayer(RS,false,"Republika Srpska");
8.
9.
10. // Define period
11. var startdate = ee.Date.fromYMD(2005,1,1);
12. var enddate = ee.Date.fromYMD(2005,12,31);
13.
14. // filter npp
15. var nppCollection = npp.filterDate(startdate, enddate)
16.           .filterBounds(RS)
17.           .select("Npp");
18. // filter gpp
19. var gppCollection = gpp.filterDate(startdate, enddate)
20.           .filterBounds(RS)
21.           .select("Gpp");
22.
23.
24. // calculate the npp8
25. var myNpp = function(myimg){
26.   // get date
27.   var d = ee.Date(myimg.get('system:time_start'))
28.   // get year
29.   var y = d.get('year').toInt();
30.
31.   // filter for year for GPP and NPP
32.   var GPPy = ee.Image(gppCollection.filter(ee.Filter.calendarRange(y, y,
   'year')).sum());
33.   var NPPy = ee.Image(nppCollection.filter(ee.Filter.calendarRange(y, y,
   'year')).mean());
34.   var npp8 = myimg.expression('(GGP8 / GPPy) * NPPy',
35.     {
36.       GGP8: myimg,
37.       GPPy: GPPy,
38.       NPPy: NPPy
39.     });
40.
41.   // multiply with scale factor
42.   npp8 = npp8.multiply(0.0001);
43.
44.   return npp8.copyProperties(myimg,['system:time_start'])
45. }
46.
47. var npp8Collection = ee.ImageCollection(gppCollection.map(myNpp));
48.
49. // calculate the Biomass
50.
51. var Biomass = function(myimg){
52.   var biomass = myimg.multiply(2.5);
```

```
53. return biomass.copyProperties(myimg, ['system:time_start']);
54. }
55. // map biomass production
56. var biomassCollection = npp8Collection.map(Biomass);
57.
58. // create vizualtion settings
59. var biomass_viz = {min:300.0, max:800, palette:"b27c00,ffff33,58ff33,146003
  "};
60.
61. // add the image
62. Map.addLayer(biomassCollection.sum().clip(RS),biomass_viz,"npp RS")
63.
64.
65. // Predefine the chart titles.
66. var title = {
67.   title: 'Producija biomase u Republici Srpskoj',
68.   hAxis: {title: 'Time'},
69.   vAxis: {title: 'Biomasa (kg/m2)'},
70. };
71.
72. print(biomassCollection)
73.
74. // create chart
75. var biomassChartRS = ui.Chart.image.seriesByRegion(biomassCollection,
76.                                                       RS,
77.                                                       ee.Reducer.mean(),
78.                                                       'Gpp',
79.                                                       500,
80.                                                       'system:time_start').setOptions(
  title);
81. // plot chart
82. print(biomassChartRS)
83.
84. // Export the image, specifying scale and region.
85. var suma = biomassCollection.sum().clip(RS);
86. Export.image.toDrive({
87.   image: suma,
88.   description: '2005',
89.   scale: 500,
90. });
```


НЕЗАПОСЛЕНОСТ СТАНОВНИШТВА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ – ПРОСТОРНО-ДЕМОГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Саша Станивук¹ и Драшко Маринковић²

¹Слободана Јовановића 34, Бања Лука, Република Српска

²Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци, Република Српска

Сажетак: Незапосленост је један од кључних друштвених проблема са којим се сусреће Република Српска. За незапослена лица у свим земљама свијета незапосленост је веома тешко и понижавајуће стање, а за друштво и државу неискоришћени ресурс. У случају Републике Српске рјешевање проблема незапослености је посебно важно јер су људски ресурси којима она располаже све мањи. Број њених становника већ више од десет година непрестано се смањује као посљедица негативног природног прираштаја и негативног миграционог салда. Јасно је да негативне вриједности ова два демографска показатеља у дужем периоду неминовно утичу на старосну структуру становништва, тј. на демографско старење земље и смањење броја и удјела радно способног становништва, што узрокује оптерећење социјалних фондова и читав низ негативних економских посљедица.

Кључне ријечи: незапосленост, Република Српска, економски развој, демографске посљедиц

Original scientific paper

UNEMPLOYMENT OF REPUBLIC OF SRPSKA'S POPULATION – SPATIO-DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS

Saša Stanivuk¹ and Draško Marinković²

¹Slobodana Jovanovića 34, Banja Luka, Republika Srpska

²Faculty of Natural Sciences, University of Banja Luka, Republika Srpska

Abstract: Unemployment is one of the key social problems Republic of Srpska is facing with. For unemployed persons in all the countries of the world unemployment is a very difficult and humiliating condition, and for society and country an unused resource. In the case of Republic of Srpska solving the problem of unemployment is especially important because human resources at its disposal are less and less. The population has been decreasing for more than ten years as a result of negative natural increase and net migration rates. It is clear that negative values of these two demographic indicators for a longer period of time are inevitably influencing the population's age structure, i.e. demographic aging of the country and decreasing of the number and share of working population, which burdens social funds and causes a whole range of negative economic consequences.

Key words: unemployment, Republic of Srpska, economic development, demographic consequences

УВОД

О просторним карактеристикама незапослености становништва Републике Српске до данас се није много писало због непостојања одговарајућих статистичких података. Тако се нпр. подаци о броју запослених и незапослених лица по територијалним јединицама објављују од

INTRODUCTION

Spatial characteristics of unemployment of Republic of Srpska's population has not been written much up to now because of lack of adequate statistical data. In that way, for example, data about numbers of employed and unemployed persons on territorial units have been published since 2001, surveys about

2001. године, анкете о радној снази се врше од 2006, подаци о унутрашњим миграционим кретањима су нам доступни од 2007, а први попис становништва од настанка Републике Српске обављен је 2013. године.

Ова анализа је рађена на основу доступних података за период од 2007. до 2013. године. Важно је нагласити да у вријеме писања рада Републички завод за статистику још није објавио коначне резултате пописа становништва одржаног 2013. године, па су у раду кориштени Прелиминарни резултати, тј. подаци о укупном броју пописаних лица.

Методолошка основа рада се састоји од устаљених метода својствених демогеографском истраживању, попут анализе, синтезе, компаративне, каузалне, математичко – статистичке, картографске и графичке. Због лакше анализе и очигледнијег приказа просторних појава и процеса урађен је већи број картографских прилога помоћу КГИС апликације.

Имајући у виду временски оквир овог рада који обухвата период од 2007. до 2013. године, веома је битно поменути велику финансијску кризу која је захватила светску економију 2007. и 2008. године. Као посљедица те кризе на глобалном нивоу је забиљежен значајан пораст незапослености у 2008. и 2009. години. Показало се да је за тржиште рада у оваквим ситуацијама карактеристичан дуг период опоравка.

Након стабилизације финансијског тржишта и привредне активности земље која је погођена рецесијом, када она почне биљежити привредни раст могуће је да буде и даље суочена са растом незапослености. Тако се често јавља потреба да се припреми посебан финансијски пакет за смањење незапослености у периоду након наступања видљивог опоравка привреде, а сматра се да је привреда на путу одрживог развоја тек онда када почне биљежити пад незапослености (Ђерић, 2009).

Уместо званичне административно – територијалне подјеле Републике Српске на општине и градове, у овом раду је кориштена условна диференцијација простора

labour force have been conducted since 2006, data about internal migration movements have been available since 2007, and first census since the creation of Republic of Srpska was published in 2013.

This analysis was done based on data available for the period between 2007 and 2013. It is important to stress that in the time of writing this work, Republic of Srpska Institute of Statistics has not yet published the final results of the census held in 2013, so preliminary results were used in the work, i.e. data about total number of registered people.

Methodological basis of the work consists of established methods characteristic for demographic survey, like analysis, synthesis, comparative, causal, mathematical – statistical, cartographic and graphic methods. For the reason of easier analysis and more obvious presentation of spatial phenomena and processes, a larger number of cartographic enclosures was made using CGIS application.

Having in mind time frame of this work between 2007 and 2013, it is relevant to mention the big economic crisis that affected world economy in 2007 and 2008. As a consequence of that crisis, a significant increase of unemployment was recorded in 2008 and 2009. It has been shown that in situations like this, period of labour market's recovery is characteristically long.

After stabilisation of the financial market and economic activity of a country affected by recession, when it starts to show economic growth, it is possible that it is still faced with increase of unemployment rate. So, a need to prepare a special financial package for reducing unemployment in the period upon the occurrence of visible economic recovery often arises, and it is considered that economy is on the way of sustainable recovery only when it starts to show a decrease in unemployment rate (Đerić, 2009).

Instead of official administrative-territorial organisation of Republic of Srpska consisting of municipalities and cities, a conditional space differentiation based

према организационој структури Завода за запошљавање. Ово је урађено из практичних разлога, пошто је статистичке податке који се објављују по градовима и општинама могуће прерачунати према територијама које покривају бирои, али обрнуто није могуће. Подручје дистрикта Брчко од 2000. године има посебан статус кондоминијума, те више није у системима Републичког завода за статистику Републике Српске (РЗС РС) и Завода за запошљавање Републике Српске, па у овом раду нису анализирани подаци са тог простора.

Република Српска је у посматраном периоду била административно подијељена на 6 градова и 57 општина. С обзиром на то да територија града Источног Сарајева обухвата територије 6 општина, које су урачунате у поменутих 57, то значи да је територију Републике Српске могуће подијелити на укупно 62 различите територијалне јединице локалних самоуправа. Географски простор Републике Српске могуће је условно подијелити и на различите регије, зависно од практичних потреба, а он се најчешће диференцира примјеном тзв. нодално-функционалног принципа. Једну такву регионалну подјелу користи и Завод за запошљавање Републике Српске, чију организациону структуру чине 6 регионалних филијала и 56 локалних бироа. Сједишта регионалних филијала се налазе у Приједору, Бањој Луци, Добоју, Бијељини, Источном Сарајеву и Требињу. Само 6 мањих општина немају своје локалне бирое, већ се њихова евидентија води заједно са њима најближом сусједном општином. Тако бирои у општинама Модрича, Пелагићево, Петровац, Невесиње, Пале и Шипово покривају општине Вукосавље, Доњи Жабар, Источни Дрвар, Источни Мостар, Источни Стари Град и Купрес.

on organisational structure made by the Employment Service was used in this work. This was done for practical reasons, since the statistical data published in cities and municipalities can be calculated based on areas covered by bureaus, but the opposite is not possible. The area of Brčko District has had a special condominium since 2000, so it is no longer in the systems of the Republic of Srpska Institute of Statistics (RS IS) and the Republic of Srpska Employment Service (RS ES), so in this work data from that area was not analysed.

In the observed period of time, Republic of Srpska was administratively divided into 6 cities and 57 municipalities. Considering that of the city of Istočno Sarajevo's territory comprised territories of 6 municipalities, means that the territory of Republic of Srpska can be divided into 62 different territorial units of local self-governments. Geographical space of Republic of Srpska can also be conditionally divided into different regions, depending on practical needs, and it is most commonly differentiated by applying so-called nodal-functional principle. A regional division of that kind is also used by the Republic of Srpska Employment Office, whose organisational structure consists of 6 regional branch offices and 56 local bureaus. Headquarters of regional offices are located in Prijedor, Banja Luka, Doboj, Bijeljina, Istočno Sarajevo and Trebinje. Only 6 smaller municipalities do not have their local bureaus, but their records are jointly kept with a nearest neighbouring municipality. In that way the municipalities of Modriča, Pelagićevо, Petrovac, Nevesinje, Pale and Šipovo cover the municipalities of Vukosavlje, DonjiŽabar, IstočniDrvar, Istočni Mostar, IstočniStari Grad and Kupres.

ИЗВОРИ ПОДАТАКА О БРОЈУ
ЗАПОСЛЕНИХ И НЕЗАПОСЛЕНИХ ЛИЦА
У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

У Републици Српској постоје два основна извора статистичких података о запосленим лицима, па их према изворима можемо подијелити на анкетне и административне податке. Анкетни подаци се добијају анкетама о радној снази (APC). Административни подаци о броју запослених се односе на лица која имају заснован радни однос са послодавцем на основу Уговора о раду, а прикупљају се путем Полугодишње статистичке активности (у марту и септембру) за запослене у пословним субјектима, те на основу података Пореске управе Републике Српске за предузетнике и запослене код њих. Међусобна упоредивост ових података је ограничена из више разлога, а неки од најважнијих су различите дефиниције запослених лица, различит период посматрања и различит обухват. Када је ријеч о обухвату, ту је битно напоменути да административним подацима нису обухваћене неке категорије запослених лица као што су запослени у одбрани, запослени на индивидуалним пољопривредним газдинствима, запослени код међународних организација итд.

SOURCES OF DATA ABOUT NUMBER
OF EMPLOYED AND UNEMPLOYED
PERSONS IN REPUBLIC OF SRPSKA

In Republic of Srpska there are two sources of statistical data about employed persons, so based on sources they can be divided into survey and administrative data. Survey data are obtained through labour force surveys (LFS). Administrative data about the number of the employed refers to persons who established their work relation with employer based on Labour contract, and they are gathered via Half year statistical activity (in March and September) for employees in business facilities, and also based on data of Republic of Srpska Tax Authority for employers and their employees. Mutual comparability of these data is limited for several reasons, some of the most important ones are the different definitions of employed persons, different periods of observation and different coverage. When it comes to coverage, it is important to mention that certain categories of employed people are not covered by administrative data, such as people employed indefinite, on individual farms, workers employed by international organisations etc.

*Таб. 1. Број запослених у Републици Српској према административним
и анкетним подацима (2007–2013)*

*Tab. 1. Number of employed people in Republic of Srpska based on administrative
and survey data (2007–2013)*

Годишњи просјек броја запослених (административни подаци) Annual Average Number of Employed People (Administrative Data)	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.
	258.236	259.205	258.634	244.453	238.956	238.178	238.640
Ланчани индекс Chain index	100,4%	99,8%	94,5%	97,8%	99,7%	100,2%	
Процјена броја запослених према АРС (анкетни подаци) Estimated Number of Employed People Based on LFS	340.000	350.000	345.000	329.000	324.000	311.000	308.000
Ланчани индекс Chain index	102,9%	98,6%	95,4%	98,5%	96,0%	99,0%	
Кофицијент линеарне корелације (r) Linear Correlation Coefficient (r)	0,94						

Извор: РЗС РС

Source: RS IS

Ако упоредимо процењени број запослених према анкетним подацима са просјечним годишњим бројем запослених према административним подацима за све године од 2007. до 2013. године, можемо видјети да између тих вриједности постоји веома висока повезаност, јер кофицијент линеарне корелације (r) износи 0,94. Повезаност можемо примјетити и ако поредимо њихове ланчане индексе чије вриједности су приближно изједначене. То значи да је разлика међу подацима добијеним из ова два извора прилично стабилна, тј. да су резултати анкета о радној снази потврдили поузданост административних података када је ријеч о динамици промјене укупног броја запослених лица у Републици Српској у посматраном периоду.

Највећи број запослених лица Република Српска је имала 2008. године. Од те године број запослених је био у паду све до 2012, када је почeo да стагнира, тачније према анкетним

If we compare the estimated number of employed people based on survey data with the annual average number of employed people based on administrative data for years from 2007 to 2013, we can see there is a very high correlation between these values with a linear correlation coefficient (r) of 0.94. We can also see connection if we compare their chain indexes whose values are approximately equal. That means that the difference between data obtained from these two sources is rather stable, i.e. the results of the labour force surveys have confirmed the reliability of administrative data when the dynamics of change of overall number of employed people in Republic of Srpska in this period is concerned.

The largest number of employed people Republic of Srpska had in 2008. Since that year the number of employed people was declining until 2012, when it started to stagnate, or more precisely to show a decline in 1 percentage point according to the survey data, or a growth of 0.2

подацима да биљежи пад за 1 процентни поен, а према административним раст за 0,2 процентна поена.

У Републици Српској се користе такође и два начина за прикупљање података о незапосленима. Први је евиденција незапослених који су пријављени у Заводу за запошљавање (административни подаци), а други је периодично тј. годишње анкетирање узорка радне снаге које врши Републички завод за статистику (APC, анкетни подаци). Оба начина имају своје предности и недостатке.

Предност евиденције Завода за запошљавање је у томе што се обраћује много већи број података, који се прикупљају непрекидно у 56 канцеларија распоређених у различитим општинама и градовима Републике Српске. То чини ове податке упоредивим са другим статистичким подацима који се прикупљају на нивоу општина и градова Републике Српске. Највећи недостатак ове евиденције је то што она није упоредива са подацима у другим земљама јер сва лица која се евидентирају не одговарају дефиницијама Међународне организације рада и Статистичке канцеларије ЕУ. Поред тога, постоје још неки недостаци ове евиденције. Значајан број лица се пријављује због накнада и права које тако остварују. С друге стране постоје и лица која задовољавају све критеријуме незапослености, али самостално траже посао и нису евидентирана у Заводу за запошљавање.

Највећа предност периодичног анкетирања узорка радне снаге је у томе што је усклађено са међународним стандардима, па су добијени подаци упоредиви са подацима у другим земљама. Поред тога, предност ових анкета је и то што имају прецизнију дефиницију незапослених лица. Највећи недостатак огледа се у проблему узорка, којим је обухваћен знатно мањи број лица него евиденцијом Завода, па се ти подаци објављују само за територију цијеле Републике Српске и није могуће упоређивати њихове разлике на мањим територијалним цјелинама. Поред стандардних техничких, методолошких и статистичких проблема узорка, треба

percentage points according to administrative data.

There are also two methods of gathering data about unemployed data in Republic of Srpska. The first one is via records of unemployed people registered in the Employment Service (administrative data), and the second is periodical, i.e. annual sample survey on labour force performed by the Republic of Srpska Institute of Statistics (RSIS, survey data). Both methods have their advantages and disadvantages.

The advantage of the Employment Service records is that it processes much more data, which are continuously collected in 56 offices in various municipalities and cities of Republic of Srpska. This makes these data comparable to other statistical data that are gathered on the level of Republic of Srpska's municipalities and cities. The biggest disadvantage of these records is that they aren't comparable with data from other countries because not all people who are recorded comply to definitions of the International Labour Organisation and the Statistical Office of EU. Besides that, there are some other disadvantages of these records. A significant number of people apply because of compensations and rights that are exercised in this way. On the other hand, there are persons who meet all the criteria of unemployment, but they are looking for jobs on their own and are not registered at the Employment Service.

The greatest advantage of periodical sample survey on labour force is that it is harmonised with international standards; therefore the obtained data are comparable with data in other countries. Besides that, the advantage of these surveys is that they also have more precise definition of unemployed people. Their largest disadvantage is reflected in the sample problem, which covers a lot smaller number of people than in the Service records, so these data are published only for the territory of Republic of Srpska and it is not possible to compare their differences on smaller territorial units. In addition to standard technical, methodological and statistical sample problems, it should be

рећи да анкете могу имати и проблем са вјеродостојношћу одговора испитаника.

noted that surveys may have a problem with the credibility of interviewees' answers.

Таб. 2. Број незапослених у РС према евиденцији 333PC и анкетама РЗС РС (април 2007 – април 2013)

Tab. 2. Number of Unemployed People in RS based on the RSES records and RSIS surveys (April 2007 – April 2013)

	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.
Број незапослених лица на евиденцији у априлу (333PC) Number of Unemployed People Recorded in April (RSIS)	144.306	137.580	138.061	147.724	150.911	154.479	152.295
Процјена броја незапослених лица према анкетама о радној снази (РЗС РС) Number of Unemployed People Estimate Based on Labour Force Surveys (RS IS)	115.000	90.000	94.000	102.000	105.000	107.000	114.000
Коефицијент линеарне корелације (r) Linear Correlation Coefficient (r)	Ланчани индекс Chain Index 95,3%	Ланчани индекс Chain Index 78,3%	100,3%	107,0%	102,2%	102,4%	98,6%

Извор: Сајт 333PC и Анкета о радној снази РЗС РС

Source: RS ES Website and RS IS Labour Force Survey

Ако упоредимо број незапослених лица на евиденцији 333PC за април мјесец сваке године у периоду од 2007. до 2013. са процјеном броја незапослених лица према анкетама о радној снази, које су рађене у првој половини априла сваке од тих година, можемо видјети да између тих вриједности постоји висока повезаност јер коефицијент линеарне корелације (r) износи 0,71. Повезаност можемо примјетити и ако поредимо њихове ланчане индексе чије вриједности су приближно изједначене у 2010, 2011. и 2012. години, а нешто значајније одступање можемо примјетити само за 2008. годину. То значи да је разлика међу подацима добијеним из ова два извора прилично стабилна, што потврђује њихову поузданост. Од 2008. до 2012. године број незапослених у

If we compare the number of unemployed people in the records of RS ES for the month of April of each year in the time period between 2007 and 2013 with the number of unemployed people estimate according to the labour force surveys, which were conducted in the first half of April of each year, we can see that there is a large correlation between those values because the linear correlation coefficient (r) is 0.71. We can also see this correlation if we compare their chain indexes whose values are approximately equal in 2010, 2011 and 2012, and somewhat more significant deviation can be observed only for 2008. That means the difference between the data obtained from two distinct sources is rather stable, which confirms their reliability. From 2008 to 2012

РС се повећавао, а према анкетним подацима овај тренд је настављен и 2013. године. Важно је напоменути и то да је у свим осталим случајевима у овом раду за административне податке о броју незапослених кориштен број незапослених на крају године, док је у табели 2. изузетак направљен због боље упоредивости са анкетним подацима.

АНКЕТНА И АДМИНИСТРАТИВНА
СТОПА НЕЗАПОСЛЕНОСТИ
У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

Стопа незапослености представља удио незапослених лица у укупном радно способном становништву, а најчешће се изражава у процентима. Анкетна стопа се израчунава на основу анкетних података, а административна на основу административних података.

*Таб. 3. Анкетна стопа незапослености у Републици Српској,
Федерацији БиХ, сусједним земљама и Европској Унији (2007–2013) у %*
*Tab. 3. Survey Unemployment Rate in Republic of Srpska,
Federation of BiH, neighbouring countries and EU (2007-2013) in percent*

Година Year	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	Просјек Average 2007–2013
ЕУ EU	7,2	7,0	9,0	9,6	9,7	10,5	10,9	9,1
Хрватска Croatia	9,6	8,4	9,1	11,8	13,5	15,9	17,3	12,2
Црна Гора Montenegro	19,1	16,8	19,1	19,7	19,7	19,7	19,5	19,1
Србија Serbia	18,8	13,6	16,1	19,2	23,0	23,9	22,1	19,5
РС RS	25,2	20,5	21,4	23,6	24,5	25,6	27,0	24,0
ФБИХ FBiH	31,1	25,0	25,7	29,1	29,2	29,4	27,6	28,2

Извор: ДЗС Хрватске, ЕУРОСТАТ, МОНСТАТ, РЗС РС, РЗС Србије и БХАС
Source: Croatian Bureau of Statistics, EUROSTAT, MONSTAT, RS IS, Statistical Office of the Republic of Serbia and
Bosnia and Herzegovina Agency for Statistics (BHAS)

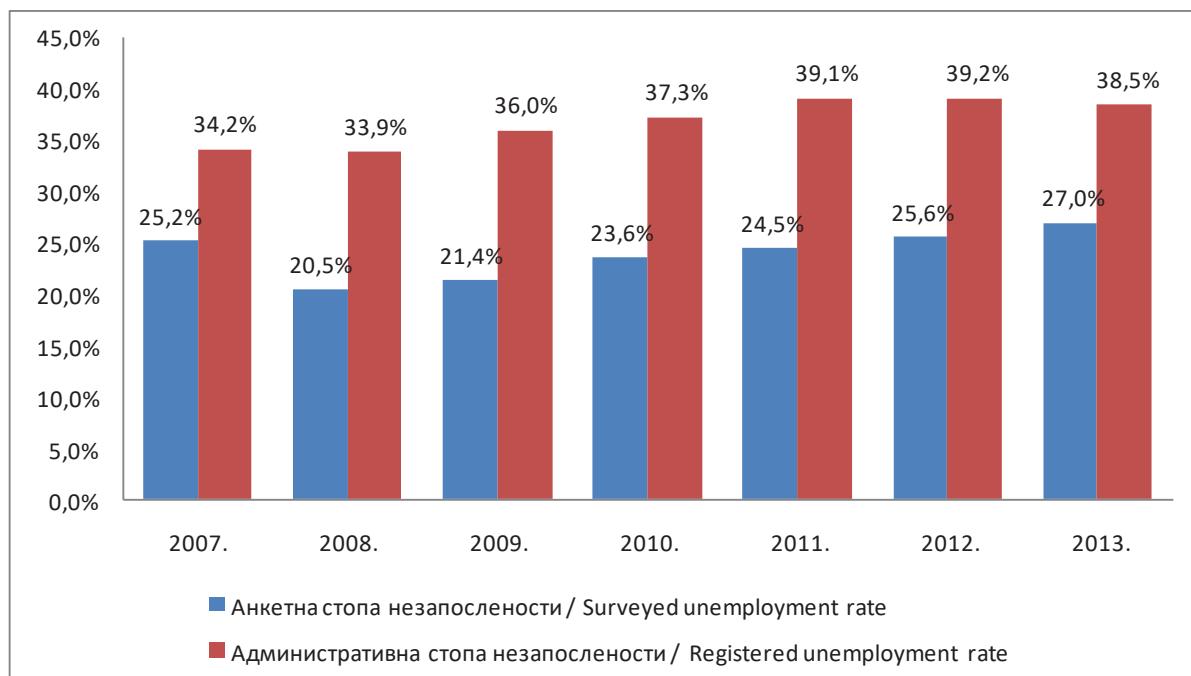
number of unemployed people in RS increased, and according to the survey data this trend continued in 2013 as well. It is important to mention that in all other cases in this work, number of unemployed people at the end of a year was used for administrative data, whereas in table 2 an exception was made to get better comparability with survey data.

SURVEY AND ADMINISTRATIVE
UNEMPLOYMENT RATE IN
REPUBLIC OF SRPSKA

Unemployment rate represents a share of unemployed people in the overall labour able population, and it is most commonly expressed as a percentage. Survey unemployment rate is calculated on the basis of survey data, and administrative rate on the basis of administrative data.

У табели 3. може се видјети да се анкетна стопа незапослености у Републици Српској у посматраном периоду кретала између 20,5% и 27%, што је у читавом посматраном периоду било испод просјека Федерације БиХ, али изнад просјека сусједних земаља и знатно изнад просјека Европске уније.

In Table 3 it can be seen that survey unemployment rate in Republic of Srpska in the observed period of time ranged between 20.5% and 27%, which in all the observed period was bellow the average in Federation of BiH, but above the average in neighbouring countries and significantly above the average in European Union.



Граф. 1. Однос административне и анкетне стопе незапослености у Републици Српској у периоду 2007–2013. године

Graph 1. Relation between Administrative and Survey Unemployment Rate in Republic of Srpska in the 2007-2013 time period

Када административну стопу незапослености упоредимо са анкетном, можемо видјети да су њене вриједности на нивоу Републике Српске знатно веће. Када је ријеч о трендовима промјене, можемо примјетити да су, слично као и код кретања укупног броја незапослених, промјене вриједности административних података углавном сразмјерно пратиле промјене вриједности анкетних података са изузетком 2013. године. Те године су се стопа незапослености и укупан број незапослених према анкетним подацима повећали у односу на претходну, а према административним подацима су се смањили.

When we compare administrative unemployment rate to the one obtained by survey, we can see that its values on the Republic of Srpska level are quite higher. When the trends of change are concerned, we can notice that, similar to changes of overall number of unemployed people, changes in administrative data values mainly followed changes in survey data values with the exception of the year 2013. That year unemployment rate and total number of unemployed people increased compared to the previous year according to survey data, and decreased according to the administrative data.

Таб. 4. Административна стопа незапослености по регијама РС
(подручјима филијала 333РС), 2007–2013. године у %
Tab. 4. Administrative Unemployment Rate by Regions of RS
(Branch Areas of RS ES), 2007-2013 in %

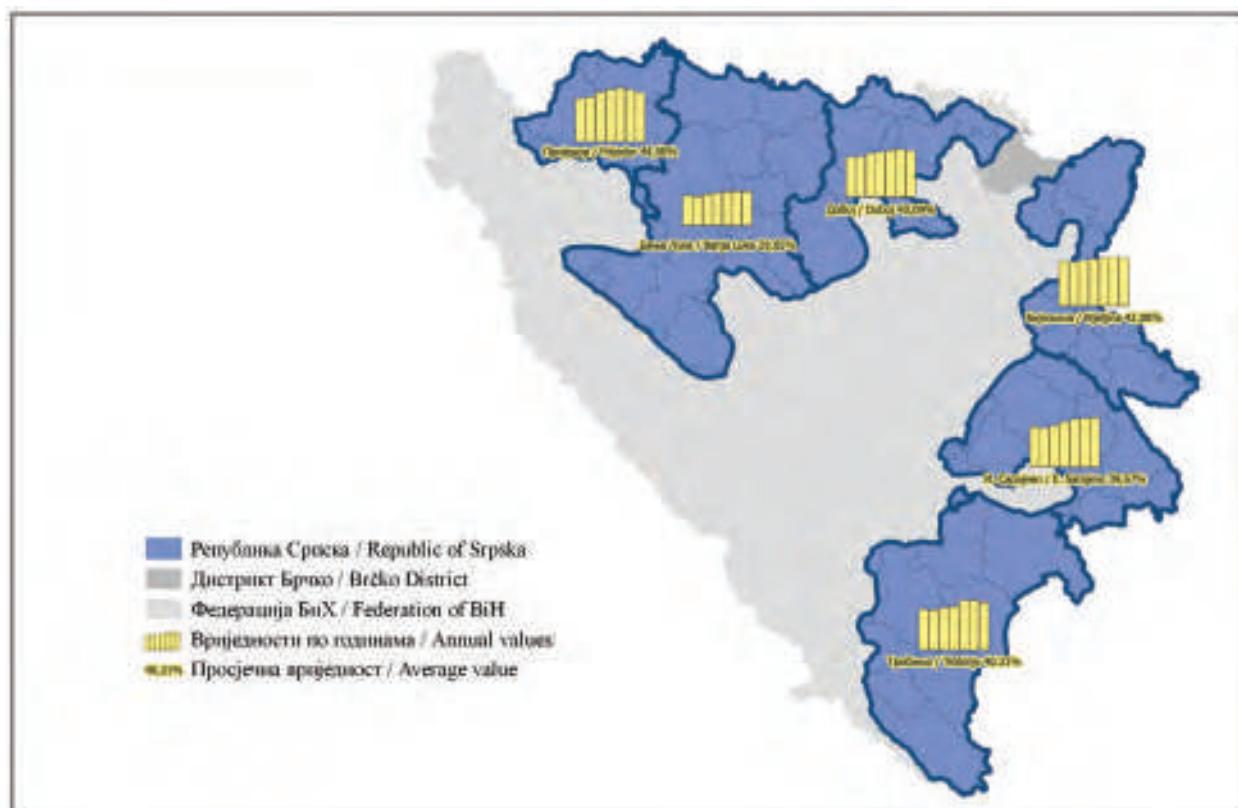
	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	Просјек Average 2007– 2013
Регија Бања Лука Banja Luka Region	27,22	26,44	28,40	29,29	30,68	30,72	30,63	29,05
Регија Бијељина Bijeljina Region	40,74	39,68	41,01	42,18	43,46	44,05	43,47	42,08
Регија Добој Doboj Region	36,11	37,04	39,67	40,79	42,25	42,91	41,86	40,09
Регија И. Сарајево I. Sarajevo Region	36,04	35,36	37,35	39,98	42,58	42,76	43,60	39,67
Регија Приједор Prijedor Region	39,13	40,63	44,90	47,07	48,31	46,86	44,59	44,50
Регија Требиње Trebinje Region	37,01	36,16	37,71	39,14	44,50	44,79	42,88	40,31
РС RS	34,20	33,92	35,99	37,33	39,12	39,18	38,48	36,89

Извор: 333РС и РЗС РС

Source: RS ES and RS IS

Када упоредимо вриједности административне стопе незапослености по регијама Републике Српске видимо да су у читавом периоду убједљиво најниže стопе забиљежене у регији Бања Лука. Насупрот овој регији, по највишој просјечној административној стопи незапослености у посматраном периоду истиче се регија Приједор, која је само у првој години периода забиљежила нижу стопу незапослености од регије Бијељина, а у свим наредним годинама посматраног периода приједорска регија је имала највећу стопу незапослености. Највећи раст стопе незапослености у једној години забиљежен је у регији Требиње 2011. године (за 13,68%), а двоцифрен процентуални раст стопе у односу на претходну годину забиљежен је само још у регији Приједор 2009. године.

When we compare the values of administrative unemployment rate by Republic of Srpska's regions, we see that in entire that period of time by far the lowest rates are recorded in the region of Banja Luka. Opposite to this region, region of Prijedor stands out for its highest average administrative unemployment rate in the observed period of time. This region only in the first year of the period recorded lower unemployment rate than the region of Bijeljina, and in all the following years Prijedor region had the highest unemployment rate. The biggest unemployment rate growth in a single year was recorded in the region of Trebinje in 2011 (13.68%), and a double-digit growth compared to the previous year was only recorded again in the region of Prijedor in 2009.

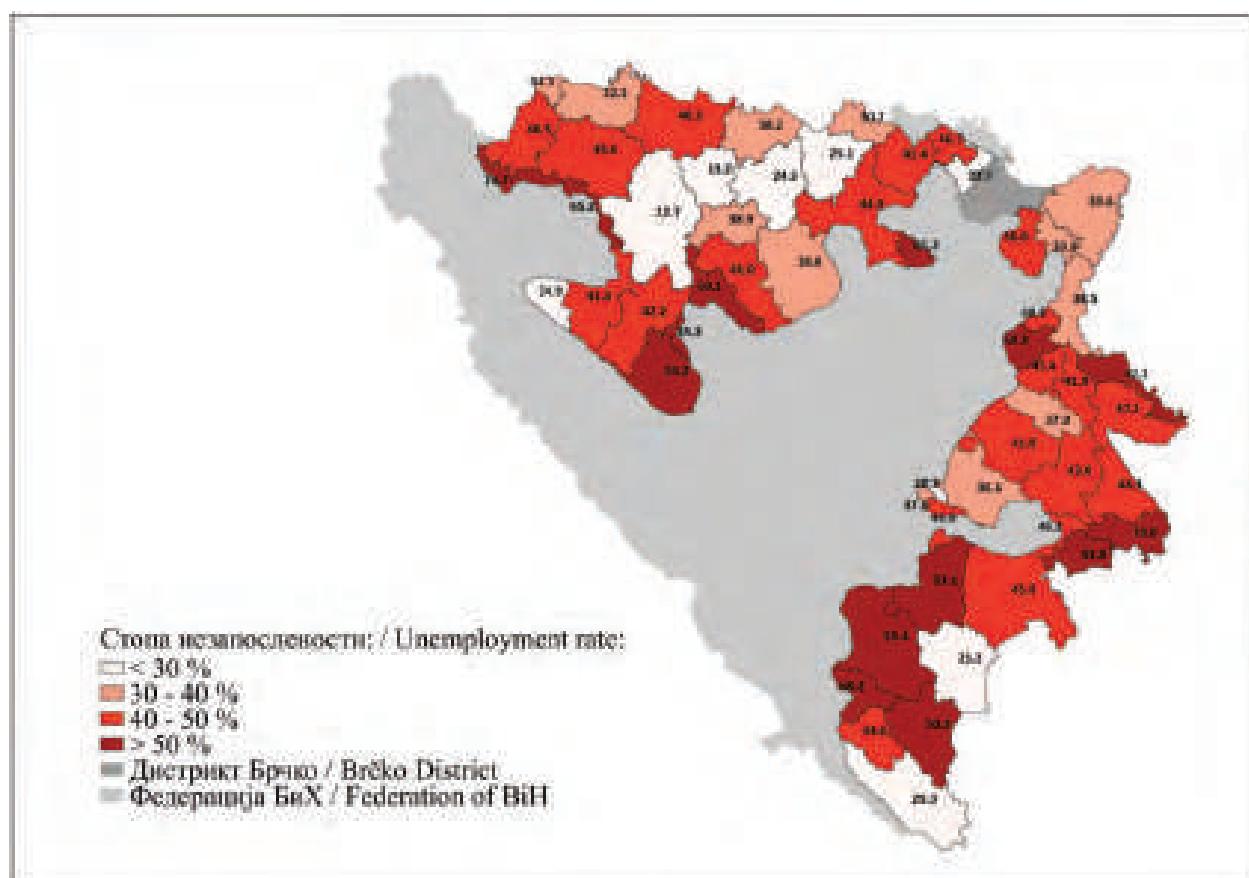


Картодијаграм 1. Административна стопа незапослености по регијама Републике Српске у периоду 2007–2013. године

Diagram Map 1. Administrative Unemployment Rate by Republic of Srpska's regions in the 2007–2013 time period

Поред регије Приједор, по вишеој стопи незапослености од осталих у посматраном периоду истицала се још и регија Бијељина, док су преостале регије (Требиње, Добој и Источно Сарајево) имале приближно подједнаку висину стопе незапослености.

Besides Prijedor region, among the regions that stood out for its high unemployment rate was also Bijeljina, while remaining areas (Trebinje, Doboј and Istočno Sarajevo) had approximately equally high unemployment rates.



*Картограм 1. Просјечна административна стопа незапослености по локалним јединицама у Републици Српској у периоду 2007–2013. године
Map Graph 1. Average Administrative Unemployment Rate by Local Units in Republic of Srpska in 2007–2013 Time Period*

Када упоредимо вриједности административне стопе незапослености по локалним јединицама Завода за запошљавање Републике Српске можемо примјетити да је на правцу Бања Лука –Дервента постојала концентрација локалних јединица са низим стопама незапослености, док сепростори са концентрацијом локалних јединица са вишими стопама незапослености могу уочити између Зворника и Требиња, те јужно и западно од Бање Луке.

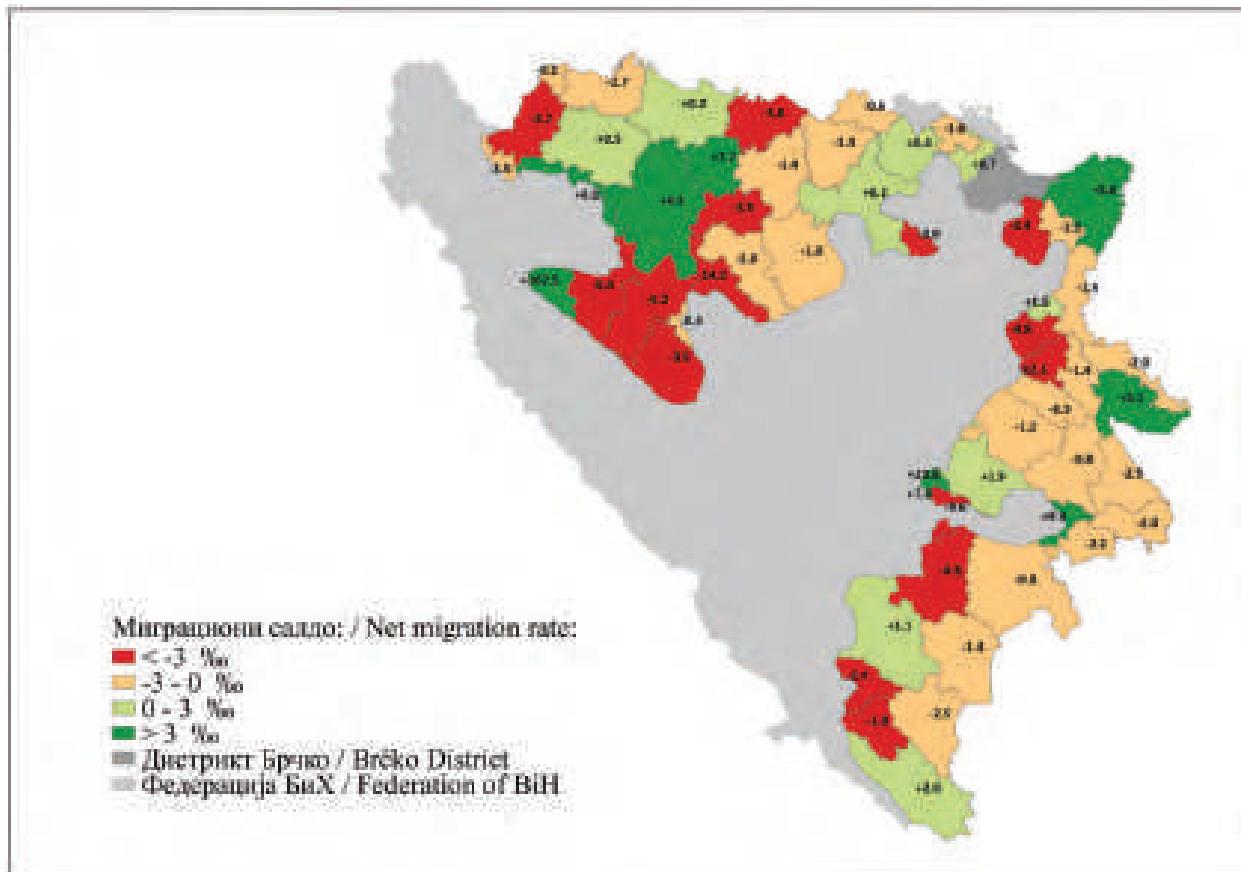
Када локалне јединице групишемо по регијама, можемо примјетити да само регије Пријedor и Бијељина нису имале ни једну локалну јединицу у којој је просјечна административна стопа незапослености била нижа од 30%. Занимљиво једа у добојској регији локалне јединице на њеној периферији

When we compare the values of administrative unemployment rates by local units of the Republic of Srpska Employment Service we can notice that there was a concentration of local units with lower unemployment rates in the area between Banja Luka and Derventa, while areas with concentration of local units with higher unemployment rates can be noticed between Zvornik and Trebinje, and also south and west of Banja Luka.

When we group local units by the regions, we can see that only regions of Prijedor and Bijeljina did not have a single local unit with administrative unemployment rate lower than 30%. It is interesting that in local units at the periphery of Doboј region (with the exception of Petrovo municipality)

(са изузетком општине Петрово) имају ниже стопе незапослености од локалних јединица у средишњем дијелу регије као што су Добој, Модрича и Шамац.

have lower unemployment rates than the local units in the central part of the region such as Doboј, Modriča and Šamac.



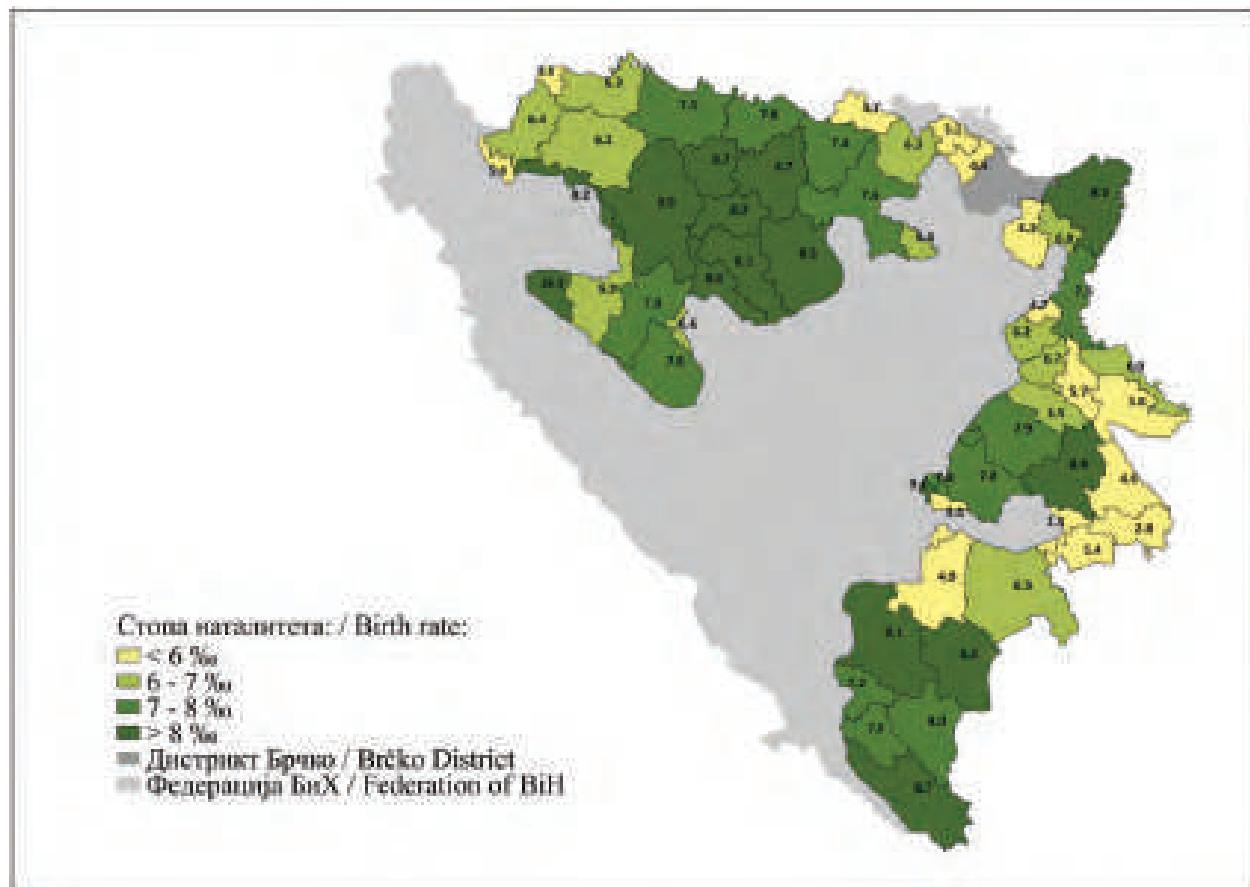
Картограм 2. Просјечна годишња стопа унутрашњег миграционог салда у Републици Српској у периоду 2007–2013. године
Map Graph 2. Average Annual Internal Migration Balance in Republic of Srpska in 2007–2013 time period

Када упоредимо картограм 1, на којем је приказана просјечна административна стопа незапослености, са картограмом 2, на којем је приказана просјечна годишња стопа унутрашњег миграционог салда, можемо примјетити да је од 9 локалних јединица са најнижом стопом незапослености њих 6 имало позитиван унутрашњи миграциони салдо. Значајну концентрацију локалних јединица са позитивним унутрашњим миграционим салдом чине Бања Лука, Лакташи, Оштра Лука, Градишка и Пријedor, док јужно од њих можемо примјетити концентрацију локалних јединица са изразито негативним

When we compare the Map Graph 1, in which the average administrative unemployment rate is shown, with Map Graph 2, in which the average annual internal migration rate is shown, we can notice that out of nine local units with the lowest unemployment rate, the six of them had positive internal migration balance. Significant concentration of local units with positive internal migration balance consists of Banja Luka, Laktaši, Oštrelj, Gradiška and Prijedor, while south of them we can notice a concentration of local units with pronouncedly negative internal migration

унутрашњим миграционим салдом, испод -3%. Већ се могло видјети на картограму 1. да су управо те локалне јединице јужно од Бање Луке погођене релативно високим стопама незапослености. Може се рећи да и у источном дијелу РС негативан унутрашњи миграциони салдо прати већину локалних јединица са релативно високим стопама незапослености на простору између Зворника и Требиња. На оба картограма можемо видјети да поред неких појединачних локалних јединица у источном дијелу РС изузетак представљају и три локалне јединице у средишњем дијелу града Источног Сарајева (Источно Ново Сарајево, Источна Илиџа и Пале), које чине мању концентрацију локалних јединица са нешто нижим стопама незапослености од просека и са позитивним унутрашњим миграционим салдом.

balance, below -3%. It could already be seen on Map Graph 1 that precisely those local units south of Banja Luka are affected by relatively high unemployment rates. It can be said that in the eastern part of RS negative internal migration balance follows most local units with relatively high unemployment rates in the area between Zvornik and Trebinje. On both Map Graphs we can see that besides some local units in the central part of the city of Istočno Sarajevo (Istočno Novo Sarajevo, Istočna Ilidža and Pale), which make a smaller concentration of local units with unemployment rates somewhat lower than average and with positive internal migration balance.



Картограм 3. Просјечна годишња стопа наталинтета у Републици Српској у периоду 2007–2013. године
Map Graph 3. Average Annual Birth Rate in Republic of Srpska in 2007–2013 time period

Када упоредимо картограм 1, на којем је приказана просјечна административна стопа незапослености, са картограмом 3, на којем је приказана просјечна годишња стопа наталитета, можемо примјетити да је од 9 локалних јединица са најнижом стопом незапослености њих 6 спадало у групу локалних јединица са највишом стопом наталитета, у просјеку изнад 8‰ годишње. На картограму 3. јасно се види концентрација локалних јединица са релативно високим стопама наталитета у регији Бања Лука. Бањалучка регија је поред тога и једина у којој ни једна локална јединица не спада у групу оних са најнижим стопама наталитета, са просјеком испод 6‰. Ова регија предњачи по висини стопе наталитета и по најнижој стопи незапослености.

Значајну концентрацију локалних јединица са ниским стопама наталитета можемо примјетити на крајњем истоку Републике Српске, тачније на простору од општине Милићи на сјеверу до општине Чаяниче на југу. Свих шест локалних јединица имале су натпросјечно високе стопе незапослености. Према условној регионалној подјели РС која је кориштена у овом раду, од ових шест локалних јединица четири припадају регији Источно Сарајево, а двије регији Бијељина. То ипак не значи да се ради о регијама са најнижим стопама наталитета у Републици Српској, пошто је ријеч о локалним јединицама са релативно малим удејлом у укупном броју становника ових регија.

When we compare Map Graph 1, in which the average administrative unemployment rate is shown, with Map Graph 3, in which average annual birth rate is shown, we can notice that out of nine local units with the lowest unemployment rate, the six of them fall into a group of local units with the highest birthrates, in average above 8‰ annually. On Map Graph 3 a concentration of local units with relatively high birth rates in the region of Banja Luka. Banja Luka region is besides that the only region in which no local unit falls into a group of those with the lowest birth rates, below 6‰ in average. This region leads both in highest birth rate and lowest unemployment rate.

Significant concentration of local units with low birth rates can be noticed on the far east of Republic of Srpska, more precisely in the area from Milići municipality on the north to Čajniče municipality on the south. All six local units had unemployment rates above average. According to the conditional regional division used in this work, out of these six local units, four of them belong to the region of Istočno Sarajevo, and the other two to the region of Bijeljina. That does not mean that these are the regions with lowest birth rates in Republic of Srpska, since those are units with relatively small share in the overall population in these areas.

Таб. 5. Административна стопа незапослености, стопа унутрашњег миграционог салда и стопа наталитета по регијама РС у периоду 2007–2013. године

Tab. 5. Administrative Unemployment Rate, Internal Migration Rate and Birth Rate by Republic of Srpska's Regions in 2007–2013 time period

Регија Region	Административна стопа незапослености 2007–2013 Administrative Unemployment Rate 2007–2013	Стопа унутрашњег миграционог салда 2007–2013 (просјечна годишња, ‰) Internal Migration Rate 2007–2013 (average annual, ‰)	Стопа наталитета 2007–2013 (просјечна годишња, ‰) Birth Rate 2007–2013 (average annual, ‰)
Бања Лука Banja Luka	29,07%	1,79	8,93
Бијељина Bijeljina	42,08%	0,87	7,03
Добој Doboj	40,11%	-0,51	6,68
Источно Сарајево East Sarajevo	39,60%	3,23	6,88
Приједор Prijedor	44,40%	-0,72	6,28
Требиње Trebinje	40,24%	-0,13	7,83
Коефицијент линеарне корелације (r) Linear Correlation Coefficient (r)		-0,47	-0,90

Извор: 333РС и РЗС РС

Source: RS ES and RS IS

Утврђено је да је према Пирсоновом коефицијенту корелације (r) на нивоу регија у посматраном периоду постојала висока повезаност између административних стопа незапослености и стопа наталитета (-0,90), те значајна повезаност између административних стопа незапослености и стопа унутрашњег миграционог салда (-0,47).

За разлику од корелације по регијама која је имала значајне и високе повезаности упоређиваних података, на локалном нивоу то није био случај. Показало се да на нивоу локалних јединица постоји мала повезаност стопа незапослености са стопама наталитета (-0,3) и унутрашњег миграционог салда (-0,26).

It was found that according to Pearson correlation coefficient (r) at the level of region there was a high correlation between administrative unemployment rate and birth rate (-0.90) in the observed time period, as well as significant correlation between administrative unemployment rates and internal migration rates (-0.47).

Unlike the correlation between regions which had significant and high correlations of the compared data, at the local level this was not the case. It has been shown that at the local units level there is a small correlation between unemployment rate on one side and birth rate (-0.3) and internal migration balance (-0.26) on

Разлоге мање повезаности на локалном нивоу треба тражити у утицају других фактора који нарочито могу доћи до изражaja у локалним јединицама са мањим бројем становника.

У свијету су до сада вршена бројна истраживања која доказују да повећање стопе незапослености утиче на пад стопе наталитета. Резултати једног од новијих таквих истраживања објављени су 2013. године од стране Института за демографска истраживања Макс Планк из Роштока у часопису „Demographic Research“, а показали су да је економска криза у посљедњој деценији значајно утицала на пад стопа фертилитета и наталитета у бројним европским земљама (Goldstein, 2013). Поред евидентног утицаја незапослености на наталитет, свједоци смо и све већег броја економских миграната који се досељавају у развијеније дијелове свијета са нижим стопама незапослености надајући се да ће тамо успјети да се запосле.

УМЈЕСТО ЗАКЉУЧКА

Највећи број запослених лица Републике Српска је имала 2008. године, након чега је био у паду све до 2012/2013. Број запослених у свим регијама је смањен у посматраном периоду. Смањењем броја запослених највише је погођена регија Приједор, док су најмање погођене биле регије Бања Лука и Бијељина.

Највећим дијелом посматраног периода број незапослених у Републици Српској се повећавао, те је на крају периода повећан у свим регијама, осим приједорске, што у комбинацији са веома израженим смањењем броја запослених у овој регији указује на значајно смањење активног становништва, тј. радне снаге.

Анкетна стопа незапослености у Републици Српској је у посматраном периоду била нижа него у ФБиХ, али виша него у сусједним земљама, те знатно виша него у ЕУ и износила је у просјеку 23,97%. Просјечна административна стопа незапослености је износила 36,89%. Ника од републичког просјека била је само у

the other side. Reasons for lesser correlation at the local level should be sought in the influence of other factors which especially can come to the fore in local units with small populations.

So far numerous researches have been conducted in the world that prove the increase of unemployment rate affects the decline of birth rate. The results of one such research were published in 2013 by the Max Planck Institute for Demographic Research from Rostock in "Demographic Research" magazine, and they showed that economic crisis in the last decade significantly affected the decline of fertility and birth rates in numerous European countries (Goldstein, 2013). Besides evident influence of unemployment on natality, we are witnesses increasingly larger number of economic migrants moving into more developed parts of the world with lower unemployment rates, hoping they would succeed in finding job there.

INSTEAD OF A CONCLUSION

The highest number of employed people Republic of Srpska had in 2008, after which there was a decline until 2012/2013. Number of employed people in all the regions was reduced in the observed period of time. Region of Prijedor was affected the most by the reduction of number of employed people, while the least affected were regions of Banja Luka and Bijeljina.

For the most part of the observed time period the number of unemployed people in Republic of Srpska was increasing, so it was higher in the end of the time period. The exception is the region of Prijedor, which in combination with a very severe decline of the number of employed people in this region indicates a significant decrease of active population, i.e. labour force.

Survey unemployment rate in Republic of Srpska was lower than in the Federation of B&H, but it was higher than in the neighbouring countries, and significantly higher than in the

регији Бања Лука, а највиша је била у регији Приједор. У посматраном периоду раст ове стопе је забиљежен у свим регијама Републике Српске.

Ранија истраживања у другим дијеловима Европе и свијета су јасно указала на утицај који висина стопе незапослености има миграционог кретања. Позната је и чињеница да проблемске регије широм Европе одликује економска пасивност и демографско старење као њена посљедица. Овим радом је указано на демографске посљедице које различите (административне) стопе незапослености имају у појединим дијеловима Републике Српске. Нарочито је значајан утицај незапослености на миграције становништва и наталитет. Проблем високих стопа незапослености и њихових демографских посљедица у Републици Српској се не може посматрати изоловано од укупне економске ситуације, па би мјере за смањење незапослености требале бити усклађене са свим другим мјерама привредног развоја и тржишта рада, како на нивоу цијеле земље, тако и на регионалном и локалном нивоу.

EU and it was on average 23.97%. Average administrative unemployment rate was 36.89%. It was lower than the entity average only in the region of Banja Luka, and it was highest in the region of Prijedor. In the observed period of time, increase of this rate was recorded in all the regions of Republic of Srpska.

Earlier researches in other parts of Europe and world have clearly pointed to the effect that unemployment rate has on migration movements. It is a known fact that problem regions throughout Europe are characterised by economic passivity and demographic aging as its consequence. This study points to the demographic consequences which different (administrative) unemployment rates have in some parts of the Republic of Srpska. Especially important is the influence of unemployment on the migrations of population and natality. The problem of high unemployment rates and their demographic consequences in Republic of Srpska cannot be observed isolated from overall economic situation, hence the measures for decreasing unemployment should be with all other measures of economic development and labour market, on the level of the whole country as well as on the regional and local level.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ/REFERENCES

Goldstein, R., J. et all (2013). Fertility reactions to the ‘Great Recession’ in Europe: Recent evidence from order-specific data. *Demographic research, Volume 29, article 4.* <http://www.demographic-research.org/Volumes/Vol29/4/>, стр. 85–104.

Ђерић, Б. (2009). Савремена рецесија, незапосленост и улога завода за запошљавање Републике Српске. Незапосленост... Економска криза, тржиште рада и перспективе запошљавања. Пале, Источно Сарајево: Завод за запошљавање Републике Српске, стр. 18–59

Ђурђев, Б. (2001). *Основне технике у демографији.* Нови Сад: Змај

Маринковић, Д. (2014). *Демографске детерминанте популационе политике Републике Српске.* Бања Лука: Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет

Пенев, Г. (1990). Однос миграција и старосне структуре становништва. *Миграционе теме, бр. 6.* Загреб: Институт за миграције и народности, стр. 173–182

Радивојевић, Б., Никитовић, В. (2010). Одрживост радне снаге у условима интензивног демографског старења. *Зборник Матице српске за друштвене науке, бр. 131.* Нови Сад: Матица српска стр. 455–464

Републички завод за Статистику Републике Српске (2008–2014). *Статистички годишњак Републике Српске, бр. 8, 9, 10, 11, 12, 13 и 14.* Бања Лука: Републички завод за Статистику Републике Српске.

Томаш, Р. et all (2004). *Незапослени, ресурс или социјални проблем?* Бања Лука: Економски факултет

Интернет извори:

Агенција за статистику Босне и Херцеговине
<http://www.bhas.ba/>

Државни завод за статистику Хрватске
<http://www.dzs.hr>

Завод за запошљавање Републике Српске (ЗЗЗРС)
<http://www.zzzrs.net/>

Завод за статистику Републике Српске (РЗС РС)
<http://www.rzs.rs.ba/>

Завод за статистику Србије
<http://www.stat.gov.rs>

Завод за статистику Црне Горе (МОНСТАТ)
<http://www.monstat.org/>

Статистичка канцеларија Европске уније (ЕУРОСТАТ)
<http://ec.europa.eu/eurostat/>

ФОРМАЦИЈА ОРАХОВСКИХ ГНАЈСЕВА И КВАРЦ-СЕРИЦИТСКИХ ШКРИЉАЦА НА СЈЕВЕРУ ПРОСАРЕ

Алексеј Милошевић¹

¹Рударски факултет Приједор, Универзитет у Бањој Луци, Република Српска

Сажетак: Теренским и лабораторијским испитивањима утврђено је да су на сјеверу Просаре заступљене метаморфизане творевине Ораховске формације представљене гнајсевима, микашистима, кварцсерицитским, кварцитним и амфиболитским шкриљцима. Те творевине, настале на океанској кори у субдукционом рову залучног басена, су крајем горње креде претрпеле обликовања у три фазе. Прво су биле интензивно изоклино убране. Затим су оне навучене на пограцку формацију, која је такође изоклино и коаксијално набрана заједно са стијенама у осталим формацијама. На крају су творевине ораховске формације заједно са осталим сјајним шкриљцима Просаре благо пренабране. Уз све то сјајни шкриљци су били изложени синхроним и накнадним руптурним деформацијама.

Кључне ријечи: Просара, Ораховска формација, сјајни шкриљци, гнајсеви, палиноморфе, турбидити

Original scientific paper

FORMATION OF ORAHOVA GNEISS AND QUARTZ-SERICITE SCHISTES IN THE NORTH OF MOUNTAIN PROSARA

Aleksej Milošević¹

¹Faculty of mining Prijedor, University of Banja Luka, Republika Srpska

Abstract: Testings mades in laboratory and on the field are shown that in the North of Prosara are represented Orahova metamorphosed creation by gneiss, micaschist, quartz-sericite, quartzite and amphibolite schistes. That creation, resulting in the ocean crust in subduction trench of basin, at the end of the upper cretaceous suffered formatting in three phases. First, they were intensely aclinic picked. Then they are drawn in the "Pogracka formation", which has also aclinic crimped and coaxial together with the rocks in other formations. At the end of the creation, orahova formation together with other shine schistes of Prosare, which are little bit prepleated. All these shiny schistes have been subjected to synchronous and subsequent rupture deformities.

Key words: Prosara, Orahova formation, shiny schists, gneiss, polymorphe, turbidites

УВОД

На Просари су заступљене средње и слабо метаморфизане, интензивно убране творевине, монотоног литолошког састава, настале од бивших глиновито пјесковитих седимената и карбоната, са зонама у којима долазе блокови базичних магмата, без фосила са карбонатном љуштуром и са палиноморфама. То су сјајни шкриљци, настали у два различита дубока басена океанског и семиокеанског типа. На овакве творевине указали су (Isler & Pantić, 1980).

INTRODUCTION

On the mountain Prosara are represented moderately and poorly metamorphosed intensively harvested creations, which are monotonous lithological composition, and which have arisen from the former sandy clay sediments and carbonates, with zones in which there are blocks of basic igneous rocks without fossils with carbonate shells and palinomorpha. These are shiny schistes, which occurred in two different deep ocean basins and semyocean type. On these creations indicated (Isler & Pantić,

На основу палинолошких испитивања документован је скоро цијели стуб просарских сјајних шкриљаца који уз гранитоиде чине четири формације. Најстарији су прекампански сјајни шкриљци из ораховске навлаке предмет овог рада. Бистрички аргилошисти и вриштички зелени шкриљци су горњомаастрихтске до доњопалеоценске старости. Пограцки тракасти кварцити и карбонати су доњо до средњоекоценски.

Овим новим, првенствено стратиграфским и тектонским, сазнањима преиспитане су исправљене раније интерпретације према којима су на Просари заступљене стијене горњокредне старости сврстане у три или четири зоне са структурима полеглим према сјеверу, раздвојене великим гравитационим расједима.

Податке о ораховским гнајсевима и кварцсерицитским шкриљацима налазимо још у радовима углавном аустријских истраживача: Mojsisovics, *et al.* (1887), Turina (1912), Kacer (1926), а затим у радовима из друге половине десетог вијека: Варићак (1956, 1957), Јовановић, (1968, 1974), Памић (1988, 1990, 1991, 1998). Новије податке о геологији Просаре су објавили: Ustaszewski *et al.*, (2010), Grubić *et al.*, (2010), Милошевић, (2013).

Темељним теренским и лабораторијским истраживањем детаљније су упознате литолошке, стратиграфске и структурно-тектонске карактеристике формације дате наредним редовима. Кроз приказ временских односа тектонских деформација, донекле је размотрена и геолошка еволуција Просаре.

РЕГИОНАЛНИ ГЕОЛОШКИ ПОЛОЖАЈ

Терени између Дрине и Мајевице на југоистоку и Просаре на сјеверозападу формирају интересантну геолошку јединицу у сјеверној Босни, „Сјевернобосанску зону“ (Grubić *et al.*, 2010), односно „Западни појас вардарске зоне“ (Karamata *et. al.*, 2000). Поменуто подручје је већим дијелом изграђено од два главна стијенска комплекса: нижег (старијег) и горњег (млађег), углавном

1980).

Based on palynological tests are documented almost all stub of prosara shiny slate which in addition consists of four granitoid formations. The oldest pre-campanian glossy schists of Orahova clutter are the subject of this paper. Bistrica argiloschistes and vristica green schists are older-Maastricht younger-paleocene age. "Pogracka" ribbon quartzites and carbonates are younger to middle eocene.

With this new stratigraphic and tectonic knowledge have been corrected earlier interpretations according to which the Prosara is represented by rocks of the Upper Cretaceous age and which are classified into three or four zones with a flattened structures to the north, which are separated by large gravitational faults.

Knowledge about Orahova gneisses and quartz-sericite schistes we find in the works of Austrian researchers mainly: Mojsisovics, et al. (1887), Turina (1912), Katzer (1926), then in the works from the second half of the twentieth century: Varicak (1956, 1957), Jovanovic (1968, 1974), Pamic (1988, 1990, 1991, 1998). More recent data on the geology Prosara published: Ustaszewski et al. (2010), Grubic et al. (2010), Milosevic (2013).

The basic field and laboratory research are detailed lithological, stratigraphic and structural-tectonic characteristics of the formation following lines. showing time relationships of tectonic deformation we also can discussed the geological evolution of Prosara.

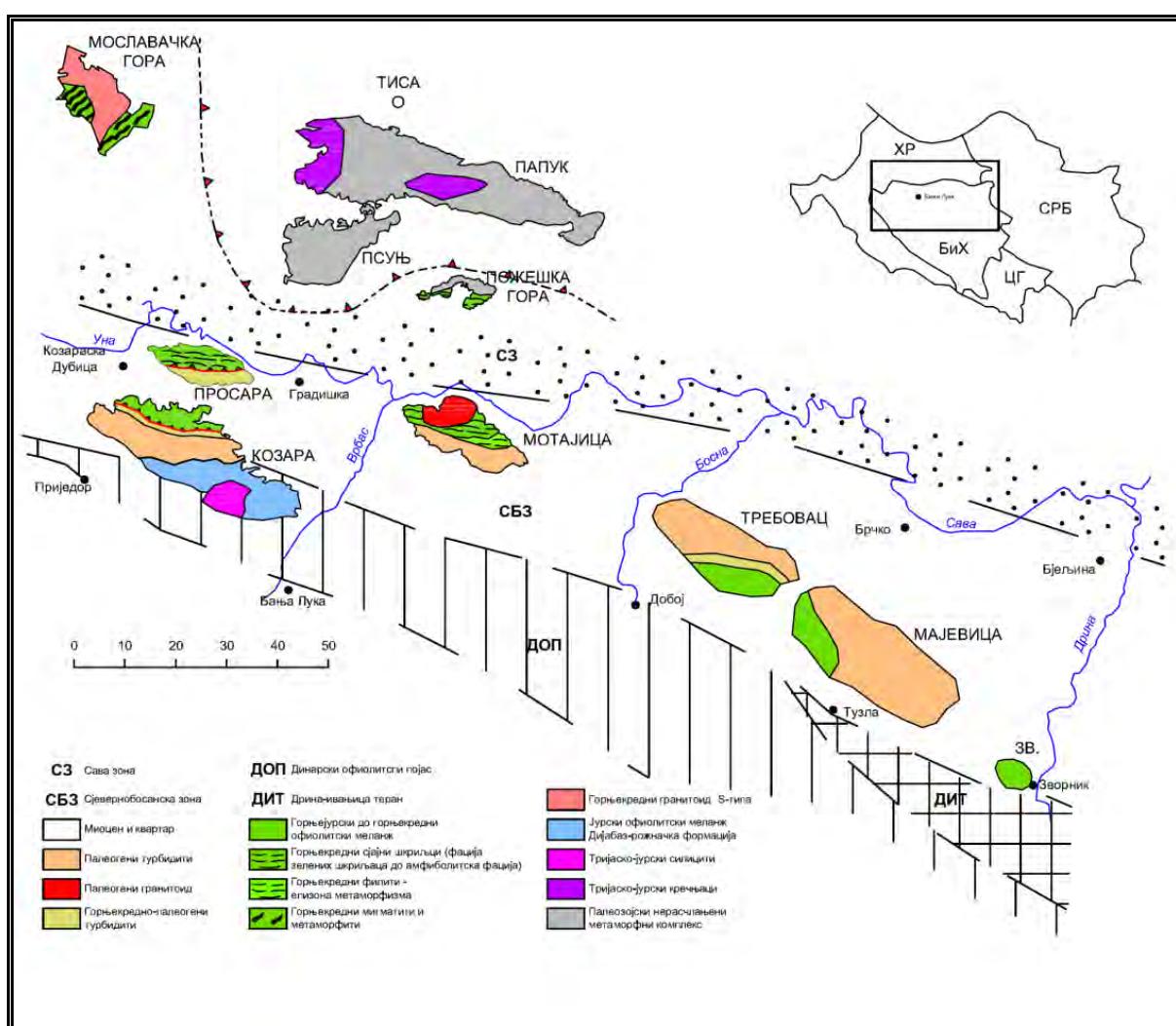
REGIONAL GEOLOGICAL POSITION

Fields (lands) between the Drina and the Majevica in the southeast and the mountain Prosara on northeast forming interesting geological unit in northern Bosnia – „Northbosnia zone“ (Grubić et al., 2010), respectively „Western belt Vardar zone“ (Karamata et. al., 2000). The area is mostly built of two main rock complexes: lower (older) and upper (younger), mostly covered

**ФОРМАЦИЈА ОРАХОВСКИХ ГНАЈСЕВА И КВАРЦ-СЕРИЦИТСКИХ ШКРИЉАЦА
НА СЈЕВЕРУ ПРОСАРЕ**
**FORMATION OF ORAHOVA GNEISS AND QUARTZ-SERICITE SCHISTES
IN THE NORTH OF MOUNTAIN PROSARA**

прекривено неогеним седиментима. Нижи комплекс је изграђен од офиолитског меланџа, а виши од маринских турбидитских секвенци, олистостромских и дјелимично континенталних формација. Офиолитски меланж чини седиментни матрикс и различити блокови горњокредних офиолита. Турбидити садрже палиноморфе из свих јединица између горњег мастрихта и млађег олигоцена. Офиолитски меланж и турбидити сјевернобосанске зоне заступљени су у подручју Зворника, на Мајевици, Требовцу, Мотајици, али и на Козари и Пројасари.

with Neogene sediments. Lower complex is built of ophiolitic melange, and upper from marine turbidites sequence olistostromic and partly continental formations. Ophiolitic melange makes the sedimentary matrix and the different blocks of upper cretaceous ophiolite. Turbidites contains palynomorphs from all units between the upper maastrichtian and younger oligocene. Ophiolitic melange and turbidites of northbosnian zone are presented in the Zvornik area, Majevica, Trebovac, Motajica, but also on Kozara and Prosara.



Сл.1. Географска и геолошка скица Сјеверно-босанске зоне

Fig. 1. Geographic and geological map of North Bosnian zone

Извор: Grubić, 1980; Grubić et al. 2010, изменјено и допуњено

Source: Grubić, 1980; Grubić et al. 2010, amended and supplemented

СТРАТИГРАФИЈА

На крајњим сјеверним падинама Просаре заступљени су кварц-серицитски, серицитско-хлоритски и кварцитни шкриљци удруженi са гнајсевима и гнајсоликим стијенама, којима су аутори који су се бавили проблемима њиховог просторног положаја и генезе давали прењаглашен значај. То се првенствено односи на интерпретацију приказану на листовима Основне геолошке карте Нова Градишак и Костајница, аутори: Šparica и др., (1983) и Jovanović и Magaš (1986), који су практично цијело сјеверно и један мањи дио средњег подручја Просаре интерпретирали као зону изграђену од гнајсева и микашиста. Осим тога, сматрали су да су ови метаморфити настали од флишоликих наслага, под утицајем интрузија кварцпорфира и гранитпорфира.

Гнајсоидне стијене Просаре (Варићак, 1956, 1957) издваја на сјеверним падинама Просаре, западно од линије Гаштица – Вриштик. Сврстава их у метаморфите амфиболитске фације и међу њима разликује гнајсеве, гнајсмикашисте, микашисте, кварцне шкриљце, наводећи да оне на знатнијим пространствима ријетко наступају појединачно, него се готово увјек јављају у комплексима у којима се смјењују сви чланови групе. Варићак наводи да су ове стијене настале прогресивним регионалним метаморфизмом једне серије седиментних стијена претежно пелитског и мањим дијелом псамитског карактера.

Дебео површински покривач распаднутог материјала због благих падова терена сјеверног дијела планине и његове пошумљености, онемогућили су геолошке опсервације на више локалитета и детаљнија провјеравања литолошког састава ове формације. То се првенствено односи на утврђивање тачне границе са пограцком формацијом тракастих кварцита преко којих је навучена. Што се тиче литолошког састава и структурно-тектонских карактеристика њених творевина, оне су подробније проучаване на локалитету Рашића брдо, односно у јаругама Демир потока, на крајњем сјеверозападном дијелу планине,

СТРАТИГРАФИЈА

At the end of the northern slopes the mountain Prosara we have quartz-sericite, sericite-chlorite schistes and quartzite associated with gneisses and gneissyside rocks, which the authors who dealt with this problems of their spatial position and the genesis of giving exaggerated character. This is primarily related to an interpretation of the displayed sheets Basic geological map Nova Gradiska and Kostajnica, the authors: Šparica et al., (1983) and Jovanović and Magaš (1986), which are virtually all the north and part of the middle region, interpreted as Prosara zone constructed of gneiss and micashist. In additionwith that, they considered that these metamorphic rocks originating from flysh-like layers under the influence of intrusion quartzphyre and granophyre.

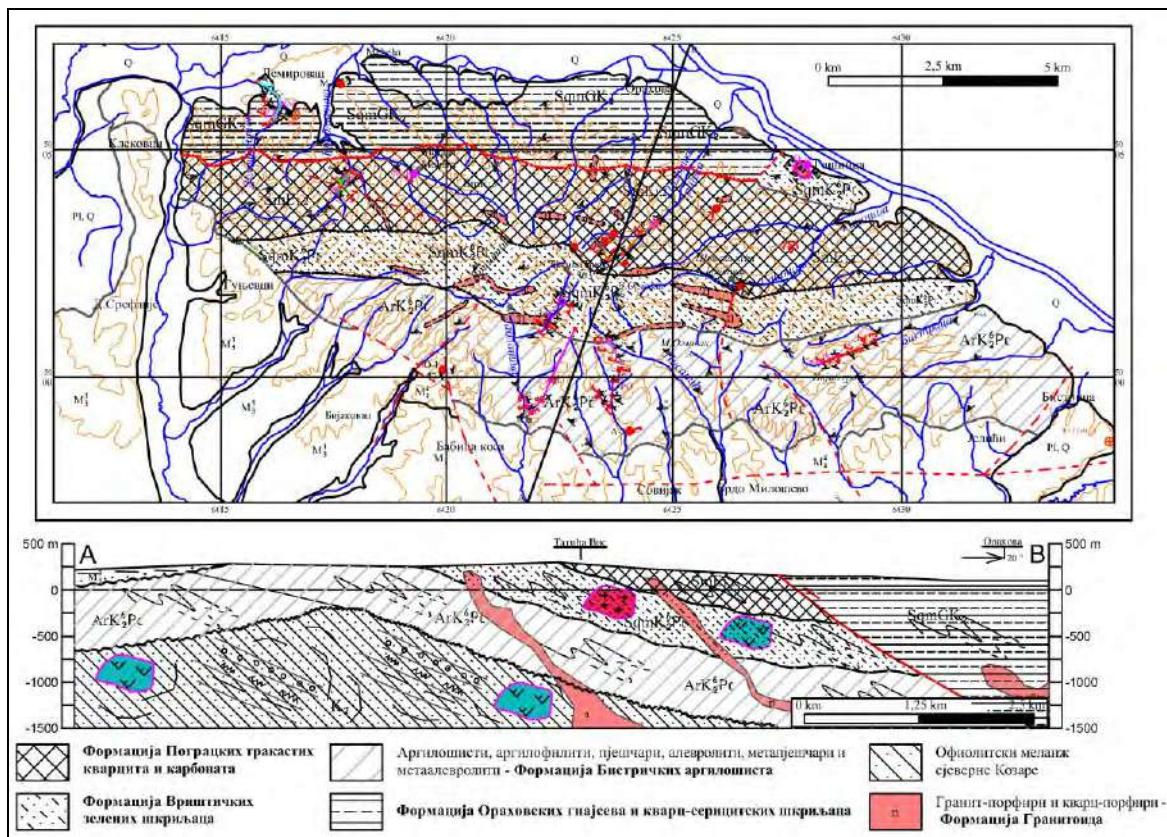
Gneissyside rocks on Prosara (Varićak, 1956, 1957) were notice in the northern slopes of Prosara, west of the line Gastica - Vistik. Author puts them in metamorphite with amphibolites facies and among different gneiss, gneiss-micashiste, micashist, quartz schistes, stating that those at substantial expanses rarely occur alone, but almost always appear in the complexes in which the alternate members of the group. Varićak states that these rocks are caused by progressive regional metamorphism of a series of sedimentary rocks mainly pelitic and partly psamitic character.

It was not possible to check lithological composition of formations of the northern part of the mountain because forestation, and because we have there a thick blanket of surface litter. This primarily relates to determining the exact boundaries of the "pogracka" belt quartzite formation through which he slipped. Lithological composition and structural-tectonic characteristics of its creations are studied in detail on the Rašića hill, or in ravines Demir stream, in the far northwestern part of the mountain, where we find the individual appearance

**ФОРМАЦИЈА ОРАХОВСКИХ ГНАЈСЕВА И КВАРЦ-СЕРИЦИТСКИХ ШКРИЉАЦА
НА СЈЕВЕРУ ПРОСАРЕ**
**FORMATION OF ORAHOVA GNEISS AND QUARTZ-SERICITE SCHISTES
IN THE NORTH OF MOUNTAIN PROSARA**

где налазимо појединачно појављивање гнајсоликих стијена, али и њихове комплексе (сл. 3). На изданцима у кориту ријечице Грабљивице, као и на тачкама осматрања горњег дијела тока Пограцке ријеке, гнајсолике стијене нису ни регистроване, тако да је распострањење ове формације редуковано и ограничено на крајње сјеверне, односно сјеверозападне дијелове планине.

gneissyside rocks, and their complexes (Figure 3). On outcrops in the riverbed of small river Grabljivica, as well as observation points Pogracka upper stream of the river, gneissyside rocks are not even registered, so that the distribution of these formations reduced and limited to the extreme north, and north-western parts of the mountain.



Сл. 2. Формациона слика и профил сјајних шкриљаца Прошара
Fig. 2. Formations figure and profile of shiny schistes on Prosara

Најзаступљеније стијене формације су кварц-серицитски шкриљци, поред којих се јављају и хлоритско-серицитски, хлоритски и кварцитни шкриљци, о чему свједочи и локални стуб снимљен у средишњим дијеловима Демир потока (сл. 5). Појединачни комади „гнајсоида“ и амфиболских стијена упућују на закључак да тамо међу шкриљцима заиста има гнајсева и амфиболита како је то тврдио Варићак. У наредним редовима слиједи њихов детаљнији минералошко петрографски опис, какав је приказао Д. Варићак (Варићак, 1957, стр. 32–33).

The most abundant rock formations are quartz-sericite schistes, and chlorite-sericite, chlorite schistes, and quartzite, what was evidenced by the local stub recorded in the central parts of Demir stream (Figure 5). Individual pieces "gneisses" and amphibolite rocks suggest that there indeed has the schistess gneisses and amphibolites that is claimed to Varićak. In the following lines follow their detailed mineralogical and petrographic description, as is demonstrated D. Varićak (Varićak, 1957, p. 32–33).

Гнајсеви су најраспрострањенији у контактним зонама око гранитоида. То су стијене сиве до зеленкастосиве боје. Текстура им је тракаста и окцаста. По структури су порфиробластични и гранобластични са прелазима у лепидобластичне. Ситнозрни су до средњозрни, често катаклизирани. Изграђени су од кварца, микроклина, киселог плагиокласа, мусковита, рјеђе од ортокласа и биотита.

Микашисти имају сивозелену боју и шкриљаву текстуру. На површинама шкриљавости упадљив је мусковит. Структурно и минералошки су слични гнајсевима али су знатно ријеђи. Главни састојци стијена су кварц, плагиоклас, ортоклас, мусковит и биотит.



Сл. 3. Гнајсолике стијене средњег дијела тока Демир потока

Fig. 3. Gneissisdye rock in the middle of Demir stream

Кврацитни шкриљци, уз кварц и лискун, садрже и мало калијског фелдспата.

Кварц-серицитски шкриљци „потсећају на ситнозрни, танколамирани растрвени гнајс“. У минералном саставу преовлађије серицит који прате мање количине кварца и фелдспата. Са хлоритом они прелазе у хлоритско-серицитске и чисте хлоритске шкриљце.

Gneiss are mostly widespread in contact zones around granitoides. That's rocks in gray or green-gray color. Texture is strip. By structure they are granoblastic or porphyroblastic and transited to lepidoblastic. They are fine-grained or middle-grained. They are made from quartz, microcline, acid plagioclase, muscovite, feldspar and less than biotite.

Micaschists have green-gray color and schistose texture. On schistose surface we find muscovite. Structurally and mineralogically they are similar with the gneisses but they are rarerly. Main ingredients of rocks are quartz, plagioclase orthoclase, muscovite and biotite.



Сл. 4. Мали набор кварцита у шкриљцима Демир потока

Fig. 4. Small folds of quartzite in schistes in Demir stream

Quartzite schistes with, behind quartz and mica, which containing little calcium feldspate..

Quartz-sericite schistes "reminds to the fine-grained, very low laminated gneiss". The mineral composition is mostly based on sericite with smaller amounts of quartz and feldspar. They cross to the chlorite-sericite with chlorite, and clean chlorite schistes.

ФОРМАЦИЈА ОРАХОВСКИХ ГНАЈСЕВА И КВАРЦ-СЕРИЦИТСКИХ ШКРИЉАЦА
НА СЈЕВЕРУ ПРОСАРЕ
FORMATION OF ORAHOVA GNEISS AND QUARTZ-SERICITE SCHISTES
IN THE NORTH OF MOUNTAIN PROSARA



Сл. 5. Детаљни локални стуб из Формације Ораховских гнајсева и кварцсерцирцитских шкриљаца снимљен у Демир потоку

Fig. 5. Detailed local column from Formation of Orahova gneiss in quartz-sericite schist made in Demir stream

Амфиболски шкриљци имају сивозеленкасту боју и шкриљаву текстуру. Структура им је нематобластична и хетеробластична. Битни минерали су хорнбленда, плагиоклас и аугит а споредни и секундарни епидот, клинозоизит, кварц, биотит, хлорит, сфен, серицит, минерали глина, илменит и пирит.

Ова формација изграђује најниже дијелове геолошког стуба Просаре. У њеној подини налази се пограцка формација еоценске старости, преко које је навучена. Горња граница формације је ерозиона.

У погледу старости ове формације важна је информација о старости протолита за зону „алпински метаморфизаних стијена Пресара-Мотајица-Цер-Букуља“ коју износи Pamić (1990, стр. 81). Аутор узима да су у њој, као и на Мославини, протолит „могли представљати горњокредни и/или прегорњокредни мезозојски кластични и карбонатни седименти“, са чим се слаже и Милошевић (2013), интерпретирајући ову зону као саставни дио кредног субдукционог комплекса Козаре и Пресаре који је млађим покретима навучен преко уране палеогене основе.

Amphibole schistes are gray-greenish, and they have a schistose texture. Their structures is non-matoblastic and heteroblastic. Essential minerals are hornblende, plagioclase and augite, less important are secondary epidote, klinozoizit, quartz, biotite, chlorite, sphene, sericite, clay minerals, ilmenite and pyrite.

This formation builds the lowest parts of the geological pillar of Prosara. In its basement is pograca formation of Eocene age, which is drawn through. The upper limit (border) of the formation is under erosion.

Important information about the age of the protolith area „alpine metamorphosed rocks Prosara-Motajica-Cer-Bukulja“ was said by Pamić (1990, p. 81). The author said that as well on Moslavina, protolite "could represent Upper Cretaceous and/ or pre-Upper Cretaceous Mesozoic clastic and carbonate sediments", and also Milosevic was agreed with this statement (2013), interpreting this area as an integral part of the Cretaceous subduction complex Kozara and Prosara, which is slipped over picked Paleogene base.

This zone, constructed from quartz-

Зона изграђена од формације кварц-серицитских шкриљаца и гнајсоидних стијена Просаре је широка око 2 km, а њен савремени стуб је дебео око 300 m.

ТЕКТОНИКА

Творевине и структуре формације ораховских гнајсева и кварц-серицитских шкриљаца припадају кимријском структурном спрату, односно млађем кимријском подспрату. Формиране су у басену субдукционог рова крајем кампана или почетком мастихта. Крајем еоцене творевине које их изграђују су коаксијално деформисане, а нешто касније су још и пренабране у широке наборе са b-осама правца сјевероисток-југозапад.

Слојевитост је развијена и видљива у цијелој формацији. Манифестије се као екстерна са слојевима дебљине од 1cm до 1m, и ријетко као интерна у виду паралелне ламинације. Изражена је најчешће промјенама у стијенском материјалу и међуслојним пукотинама.

Статистичком обрадом елемената падова слојевитости дошло се до информација да су полови нормала за ову сјеверну формацију Просаре груписани око једног максимума од 296/11 и једног субмаксимума 112/14, дијаграм Д-1 (сл. 6а). То указује да су стијене ове формације, поред обликовања у „старије“ изоклине стиснуте наборе, пренабране у отворене структуре млађе генерације.

Кливаж и фолијација добро су развијени. Теренским опсервацијама је утврђено постојање кливажа аксијалне површине, слојног кливажа (кливаја течења), фрактурног кливажа и кренулационог кливажа. Кливаж аксијалне површине и слојни кливаж имају добро развиће јер прате изоклина набирања прве и друге фазе. Већином су изражени у виду система многих блиских пукотина растављених микролитонима разне дебљине.

Сличности концентрације полова слојевитости и кливажа указује да су ови субпаралелни структурни елементи накнадно

sericites schistes formations and from gneissyside rocks is about 2 km wide, and its modern pillar is about 300 m thick.

TECTONIC

Structure formation of gneiss from Orahova and quartz-rcsericite schist belong Cimrian structural level or younger Cimrian sublevel. They were formed in the basin by subduction trench at the end of Campanian or early Maastrichtian. At the end of the Eocene, this formations are coaxially deformed, and later are also folded again in a wide range with the b-axis direction NE-SW.

Layering is developed and visible throughout all formation. It is manifested as an external layers with a thickness of 1 cm to 1 m, and rarely as an internal as parallel lamination. It is expressed mostly by changes in rock material and interfacial cracks.

Statistical analysis of the elements downs stratification led to the information that the poles are normal for this northern formation Prosara grouped around a maximum of 296/11 and 112/14 submaksimuma a diagram D-1 (Figure 6). This indicates that the rocks of this formation, in addition to the design of the elderly "aclinic tight sets", prenabrade the open structure of the younger generation.

Cleavage and foliation are well developed. Observations on the field are showed the existence of cleavage axial surface layer cleavage (cleavage point) and fracture cleavage. Cleavage of the axial surface and engineered cleavage are well develop as follow isoclines harvesting the first and second phases. They are mostly expressed in terms of a system of many close fissures divorced microlitones various heights.

Similarities in concentration of poles stratification and cleavage indicates that these subparallel structural elements and subsequently along plicative deformed around the axis B3 (40/5), which is associated with

ФОРМАЦИЈА ОРАХОВСКИХ ГНАЈСЕВА И КВАРЦ-СЕРИЦИТСКИХ ШКРИЉАЦА
НА СЈЕВЕРУ ПРОСАРЕ
FORMATION OF ORAHOVA GNEISS AND QUARTZ-SERICITE SCHISTES
IN THE NORTH OF MOUNTAIN PROSARA

и заједно пликативно деформисана око В3 осе (40/5), која је повезана са обликовањима треће фазе. У тој фази кливаж је представљао главну активну површину.

Набори у шкриљцима сјеверне Просаре су настајали у неколико фаза, па се разликују по геометрији и оријентацији. Мали набор Демир потока уз неколико полова концентрисаних у првом и трећем квадранту указује да је слојевитост у најстаријој формацији шкриљаца Продаре, поред млађих субвертикалних отворених набора, набрана у полегле изоклине структуре. Поменути мали набор добро маркира слој кварцита (сл. 2), чије доње крило има пад 220/25, а горње 320/30, са В1 осом набирања од 268/19, и са рефракционим кливажом који има елементе пада 330/45, представља прву генерацију набора који су заступљени само на теренима најсјеверније и најстарије формације сјајних шкриљаца.

Другој генерацији припадају ријетко сачувани шарнири интерфолијалних набора десиметарских димензија. Ријеч је о реликтима набора, са заобљеним или угластим шарнирима, знатно оштећених снажном транспозицијом слојевитости по кливажу аксијалне површине, чије осе најчешће падају према југоистоку са благим падним угловима који не прелазе 30°. Регистровано је неколико малих набора са угластим шарнирима уз пут тока Грабљивице.

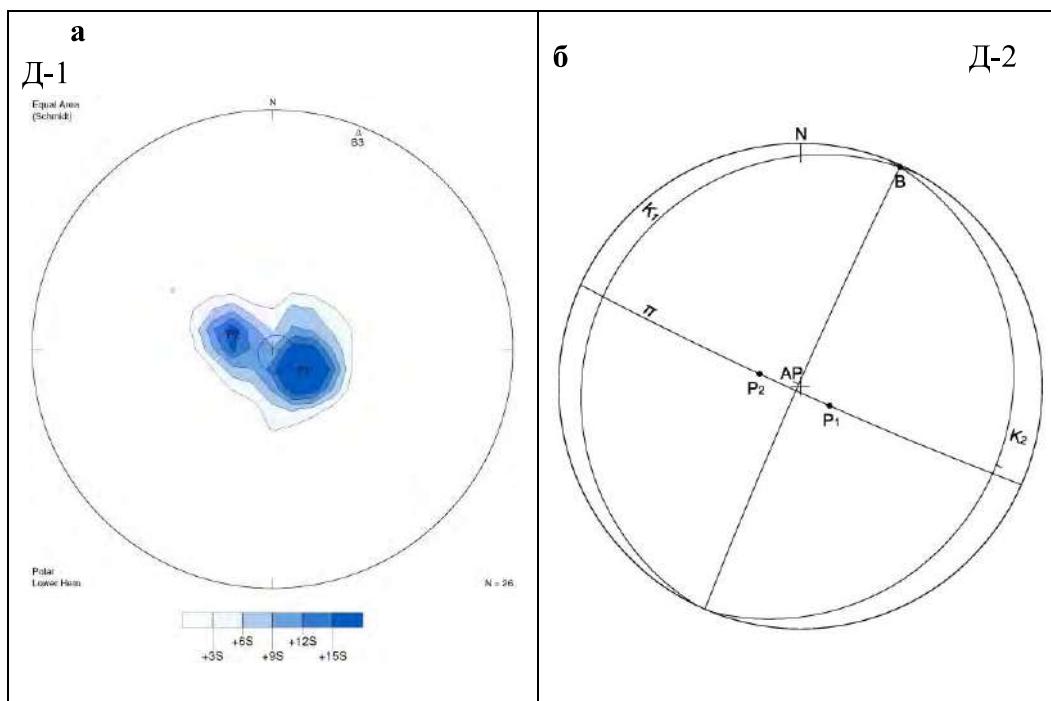
Осим малим наборима структуре које дају В осе друге генерације су представљене оријентацијом кварцних притки и будена, али и добијене као пресечнице слојева и кливажа аксијалне површине (дијаграм Д-3, сл. 7).

the forming of the third stage. At this stage, the cleavage, represents the main active surface.

Folds in northern Prosara schistes were created in several stages, and they are different in geometry and in orientation. A small set of Demir stream with a few poles concentrated in the first and third quadrant indicates that the stratification of the oldest Prosara schistes formation, in addition to younger subvertical open folds, pleated in acclinic structure. The aforementioned small set of well mark the quartzite layer (Fig. 2), which has a lower skirt pad 220/25, 320/30 and above, with the B1 axis accumulation of 268/19, and refractive cleavage that has elements falling 330/45, is the first generation of wrinkles that are present only on the grounds of the northernmost and oldest shiny schistes formations.

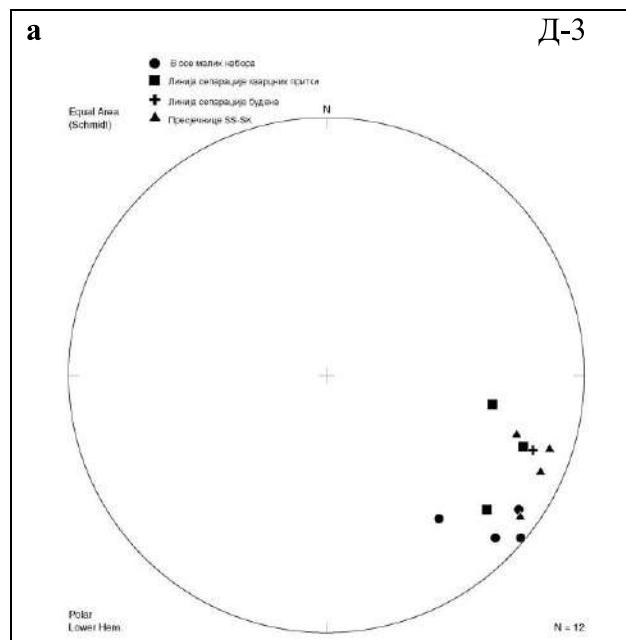
The second generation is represented by hinges interfoliale folds decimeter dimensions. It is the relics folds, with rounded or square hinges, significantly damaged by strong stratification transposition cleavage axial surface whose axis usually fall to the SEt with slight angles of which do not exceed 30°. There were registered a few small creases with angled hinges along the way flow of Grabljivica.

Besides the small folds that give structure B axis of the second generation are presented with orientation of quartz and awake, but received as a transversal layers and cleavage axial surface (Diagram D-3, Fig. 7)



Сл. 6. а,б: Дијаграми падова слојевитости Д-1 (а) и статистичких набора Д-2 (б) у Формацији Ораховских гнајсева и кварцсерицитских шкриљаца

Fig. 6. a,b.: Diagram D-1 (a) and statistical folds D-2 (b) in formation of Orahova gneiss and quartz-sericite schistes



Сл. 7. Дијаграм Д-3 б-оса малих набора, линија сепарације будена и квартних притки и пресјечница слојева и кливаџа аксијалне површине старије генерације набора

Fig. 7. Diagram D-3 b-axis of small folds, separation line of boudinage structure and quartz and intersection of layers and cleavage of older axial surface with folds

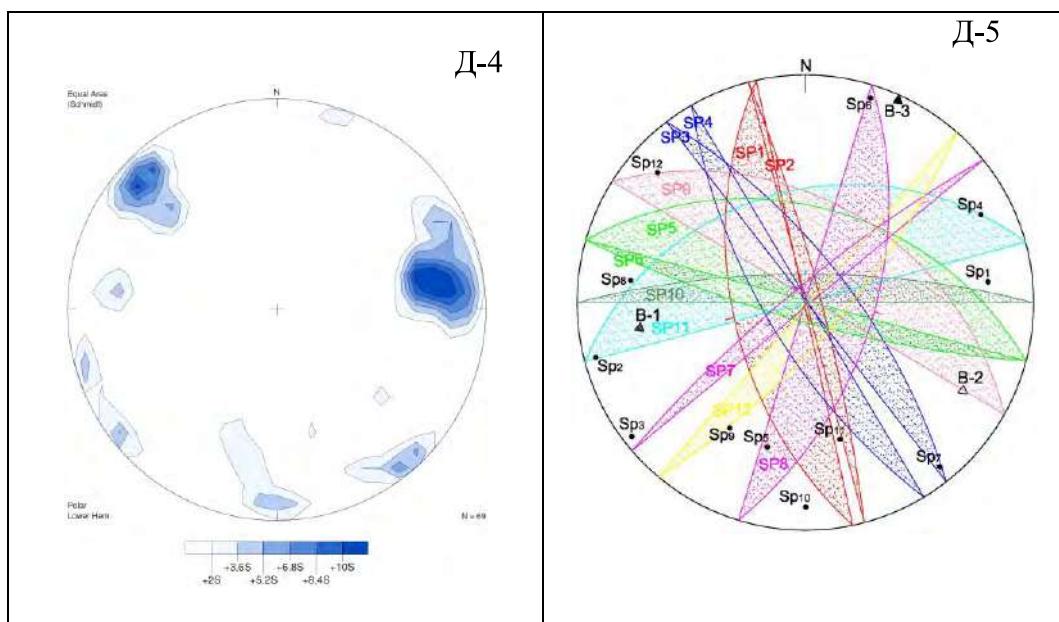
ФОРМАЦИЈА ОРАХОВСКИХ ГНАЈСЕВА И КВАРЦ-СЕРИЦИТСКИХ ШКРИЉАЦА
НА СЈЕВЕРУ ПРОСАРЕ
FORMATION OF ORAHOVA GNEISS AND QUARTZ-SERICITE SCHISTES
IN THE NORTH OF MOUNTAIN PROSARA

Трећа генерација набора није директно осматрана на терену због њихових димензија које излазе из оквира изданичаких подручја. Средњи статистички набори треће генерације за најстарију формацију кварцсерицитских шкриљаца и гнајсоидних стијена сјеверне Прошаре, као и за млађе формације слажу се добро, што значи да су и они настали у истој деформационој фази. Тако се на дијаграму слојевитости за ову прву истиче средњи статистички набор са елементима падова на крилима: 296/11 и 112/14, В3 осом набора 25/2, аксијалном површином 295/88 и углом вергенце од 2° према југоистоку (сл. 6 б, Д 2). Ријеч је о отвореном, скоро усправном и нормалном набору са заобљеним шарниром.

Од руптурних пукотинских структура детектована су четири спрегнута система пукотина (1) 258/65 и 75/85, (2) 130/78 и 30/55, (3) 240/75 и 51/87, (4) 196/83 и 15/5) и четири који се јављају самостално (5) 320/85, (6) 360/80, (7) 97/67 и (8) 345/50.

The third generation of folds is not directly monitored on the ground due to their dimensions that go beyond the outcrop area. Central statistical of the third generation sets good with the oldest formation quartz-sericite schistes and gneissiside rocks in northern Prosara, as well as younger formations agree well, which means that they are incurred in the same deformation stage. Thus, the stratification diagram for this first set of statistical highlights middle with elements falls on the wings: 296/11 and 112/14, В3 axis of folds 25/02, 295/88 and axial surface vergence angle of 20 to the southeast (Fig. 6b, D2). It is an open, almost upright, and the normal range of the rounded hinge.

Rupture of the shear fractures structures were detected by four coupled system of cracks (1) 258/65 and 75/85, (2) 130/78 and 30/55, (3) 240/75 and 51/87, (4) and 196/83 15/5) and which occur four independent (5) 320/85 (6), 360/80 (7) 97/67 and (8), 345/50.



Сл. 8. Дијаграми оријентације пукотина Д-1 и Д-2 из формације Ораховских гнајсева и кварцсерицитских шкриљаца

Fig. 8. Diagram with intersection D-1 and D-2 from Orahova gneiss formation and quartz-sericete schistes

Из дијаграма пукотина (Д-1 и Д-2, сл. 8), видљиво је да су стијене ове формације биле више пута изложене деформацијама, с тим да су максимално развијена само два система пукотина са средњим статистичким падовима 258/65 и 130/78. Та два система су дијагонална у односу на В1 и В2 осе регионалног набирања или попречни и уздужни у односу на В3 осу.

The diagram cracks (D-1 and D-2, picture 8), it is evident that the rocks of this formation were repeatedly subjected to deformations, with the maximum of only two developed a system of cracks with secondary statistical downs 258/65 and 130 / 78th These two systems are crosswise to axes B1 and B2 of the regional wrinkling and longitudinal and transversal with respect to the axis B3.

ВРЕМЕНСКИ ОДНОСИ ТЕКТОНСКИХ ДЕФОРМАЦИЈА

Простор на коме су заступљене творевине формације Ораховских гнајсева и кварцсерицитских шкриљаца одликује сложеним тектонским склопом, насталим током постгорњокредних тектонских обликовања. Чине га крупне линеарне (према сјевероистоку) благо тонуће пликативне структуре, али и бројни мали изоклини набори другачије оријентације. Наборни склоп је праћен системима руптура различитих димензија и кинематике.

Корелацијом статистички обрађених структурних података и тектонских елемената приказаних картом, реконструисана је еволуција тектонског склопа, чији настанак је највјероватније имао редослијед дат наредним редовима.

Током јуре и креде, сјеверно од обдуктованих навлака јужне Козаре, као последица субдукције ка сјеверу, одвијала се дубоководна седиментација у: предлучном јужном рову, у средњем незрелом острвском луку и у сјеверном залучном басену. У вријеме колизије изазване субдукцијом предлучног рова на сјевер под магматски (острвски) од магматских стијена са океанског дна, пелашких седимената и олистострома настале су крњинска и моштанична навлака крајем кампана или у доњем мастихту. Оне су ушли у састав западног појаса вардарске зоне и данас чине млађи поткат кимријског структурног спрата. Тада су, и седиментне стијене најсјеверније и најстарије ораховске

TIME RELATIONSHIP BETWEEN TECTONIC DEFORMATIONS

The area in which formations are represented creations Orahova gneiss and quartz-sericite schist characterized by complex tectonic structure, made during tectonic design which have been after younger Cretaceous. It consists of large linear (to the NE) goods sinking plicative structure and numerous small acinic sets with a different orientation. The recruitment is accompanied by a set of systems of various sizes and rupture kinematics.

Correlation between statistically processed structural data and tectonic elements displayed on map, is reconstructed the evolution of tectonic assembly, whose formation is likely to have given the order of the rows.

During the Jurassic and Cretaceous, north of autopsied cover the southern Kozara, as a result of subduction to the north, proceeded deepwater sedimentation in the southern Forarc trench in the middle immature insular port and the northern Backarc basin. At the time of the collision caused by subduction trench to the north under the magmatic (island) of igneous rocks from the ocean bottom, pelagic sediments and olistostroma emerged Krnijn and moštanična cover in late Campanian and Maastrichtian in the bottom. They are entered in the Western belt Vardar zone still make younger potkat kimrijskog structural floor. Then, and sedimentary rocks northernmost and oldest Orahova shiny

ФОРМАЦИЈА ОРАХОВСКИХ ГНАЈСЕВА И КВАРЦ-СЕРИЦИТСКИХ ШКРИЉАЦА
НА СЈЕВЕРУ ПРОСАРЕ
FORMATION OF ORAHOVA GNEISS AND QUARTZ-SERICITE SCHISTES
IN THE NORTH OF MOUNTAIN PROSARA

формације сјајних шкриљаца Просаре, убрање у стиснуте јужновергентне изоклине наборе и раскливажене, и као такве ушле у састав кредног субдукционог комплекса Козаре и Просаре.

У горњем мастрихту и током палеогена, дискордантно на субдукционом комплексу кимријског структурног спрата развио се нови акрециони басен, детаљније описан у раду Грубића и сарадника из 2010. године, претежно изграђен од флишних и силикокластичних творевина. Овај неоаутохтон, је у условима ортогоналне колизије Динаридског стабла и „Славонског континента“ са наслијеђеним напонским пољима из прве фазе набирања, убран заједно са ораховском формацијом током средњег или млађег еоцена.

Даљи ток пликативних процеса се манифестовао развојем кливажа аксијалне површине, дуж којег су се у мањем обиму одвијала и транспозициона кретања слојевитости по кливажу. То је довело до пораста индекса набирања и стварања набора вергентних према југу. О томе свједоче b-2 осе малих јужновергентних интерфолијалних стиснутих изоклиних набора са благим падом и са израженим кливажом аксијалне површине на сјеверу тог басена. (Д-3, сл. 7). Паралелно са набирањем генерисан је и руптурни склоп који карактеришу пукотински системи и расједи лонгитудиналне и трансверзалне оријентације у односу на регионалну B2 осу набирања. Том приликом је дошло до слабог регионалног метаморфизма творевина сјеверног дијела акреционог басена, а већ раније убрана ораховска формација навучена је са сјевера на југ преко формације пограцких тракастих кварцита.

Субдукционе процесе и пратеће набирање пратио је и базични, риолитски и гранитни магматизам. Те стијене, настале магматизмом острвског лука прије 82,68 Ma (Ustaszewski et.al. 2009, стр. 120), се појављују и сјеверније у вриштичкој формацији зелених шкриљаца у виду олистолитских блокова.

Трећа фаза пликативних деформација десила се у доњем олигоцену када је измјењено

schistes formations on Prosara, harvested in the tight south-vergent acclinic creases, and as such entered in the Cretaceous subduktionog complex Kozara and Prosara.

In the upper Maastrichtian during the Paleogene, discordantly on subductive Cimrian complex of structural floors, are developed a new accretion fable, described in more detail in the work of Grubić et al in 2010, mostly built of flysch and silicoclastic creation. This neoautohton, in terms of the orthogonal collision Dinaric part and "Slavonia continent" with inherited stress fields from the first stage of harvest, picked along with Orahova formation during the middle Eocene or younger.

Further course of plicative process is manifested by development of cleavage axial surface, along which are held on a smaller scale layering and transposition of movement after cleavage. This has led to a rise in the index of harvest, and wrinkling vergentnih south. This is evidenced by a 2-axis small sothvergent interfolial acclinic tight folds with a slight decline with prominent cleavage axial area to the north of this basin. (D-3, Fig.7). In parallel with the harvesting is generated and the burst circuit that characterize fracture systems and faults longitudinal and transverse orientation with respect to the regional B2 convicted harvesting. On that occasion there was a weak regional metamorphism accretion formations of the northern part of the basin, a previously harvested Orahova formations drawn from the north to the south through the formation belt quartzite.

Subductive processes and accompanying accumulation was accompanied by an alkaline, rhyolitic and granitic magmatism. These rocks, magmatism occurred island's airport before 82.68 Ma (Ustaszewski et.al., 2009, p. 120), appearing in the north Vristica green schistes formation in mind olistolites blocks.

The third phase plicative deformation occurred in the lower Oligocene when the stress field changed but the main pressures

напонско поље па су главни притисци били оријентисани правцем СЗ-ЈИ. До тога је дошло усlijед преласка ортогоналне у косу колизију Динаридског стабла према „Славонском континенту“. У то вријеме додоила су се и снажна десна транскурентна кретања по сусједном периадријатском линеаменту. Усlijед тога су све старије структуре у већој или мањој мјери пренабране у широке, отворене и усправне наборе са благим падовима на крилима и В3-осама Ј3-СИ (Д-2, сл. 6). Овакве наборе пратиле су руптуре од којих су неки системи преузети из старијег руптурног склопа. Овим тектонским догађајима завршено је пликативно обликовање сјајних шкриљаца сјеверне Просаре, али и њихових околних формација.

ЗАКЉУЧАК

На подручју Просаре заступљени су сјајни шкриљци, сврстани у четири формације, настали у различитим временским периодима у два различита басена. На сјеверу планине поред шкриљаца и метапјешчара долазе и гнајсолике стијене, са јаче испољеним метаморфним карактеристикама. Ове творевине су настале у субдукционом рову залучног басена, крајем горње креде, на палеоокеанској кори, тзв. „Пијемонтско-босански тип“.

Формација је широка око 2 km, а њен савремени стуб је дебео око 300 m. У литолошком погледу то су нешто јаче метаморфизане творевине представљене углавном кварцсерицитским и серицитским шкриљцима, са којима неправилно долазе микашисти и гнајсеви. Изграђује најниже дијелове геолошког стуба Просаре. У њеној подини налази се пограцка формација еоценске старости, преко које је навучена. Горња граница је ерозиона.

Творевине и структуре припадају младокимријском структурном спрату. Претрпјеле су вишефазна обликовања. Прво су убране у изоклине наборе, затим у јужновергентне наборе са b-осама правца

were oriented NW-SE direction. This occurred due to transition into the hair orthogonal collision Dinaric part by "Slavonia continent". At that time there were also strong right transcurrent movement in neighboring periadriatic lineament. As a result, all the old structure are open and upright folds with mild declines on the wings and B3-SW-NE axis (D-2, fig. 6). These sets were accompanied by rupture some of which are taken from older systems rupturnog assembly. This tectonic event ended plicative design shiny slate northern Prosara, but also their surrounding formations.

CONCLUSION

In the area of Prosara are represented shiny schistes, divided into four formations, formed at different times in two different basins. In the northern mountains of schist and metasandstones come gneissisyde rock, with more manifested metamorphic characteristics. These structures are created in the trench subductive basin, the upper end of the Cretaceous, the paleooceans crust, so-called "Piemont-Bosnian-type".

Formation is about 2 km wide, and its modern pillar is about 300 m thick. In regard to the lithological view, that are something stronger metamorphic formations represented mostly quartz-sericite and sericite schists, with whom wrongly come micashist and gneisses. They builds the lowest parts of the geological pillar Prosara. In its basement is "Pogracka" formation of Eocene age, which is drawn through. The upper limit is erosion.

Formations and structures belonging to young-cimrian structural floor. They suffered a multiphase design. First they picked the aclinic sets, then in south-vergent sets the b-axis direction of NW-SE and then folded again in the b-axis direction SW-NE.

ФОРМАЦИЈА ОРАХОВСКИХ ГНАЈСЕВА И КВАРЦ-СЕРИЦИТСКИХ ШКРИЉАЦА
НА СЈЕВЕРУ ПРОСАРЕ
FORMATION OF ORAHOVA GNEISS AND QUARTZ-SERICITE SCHISTES
IN THE NORTH OF MOUNTAIN PROSARA

ЗСЗ-ИЛИ а, потом, благо пренабране у наборе са б-осама правца ЈЗ-СИ. Уз све то сјајни шкриљци су били изложени синхроним и накнадним руптурним деформацијама.

Старост творевина није потврђена палиноморфама, као што је то учињено у осталим формацијама сјајних шкриљаца Просаре. Та чињеница уз још увјек непотпуно решене проблеме гранитоида оставља могућност за даља теренска и лабораторијска истраживања.

With all that shiny schists were exposed to the synchronous rupture and subsequent deformation.

Age has not been confirmed on palinomorpha creations, as is done in other schists formations shiny schist of Prosara. This fact, along with still incompletely resolved problems granitoid, leaves the possibility for further field and laboratory researches.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ/REFERENCES

- Варићак, Д. (1956). Кварцпорфири планине Просаре (Босна). *Геолошки гласник, бр. I*. Цетиње, стр. 199–206
- Варићак, Д. (1957). Метаморфне стене Просаре и њихова припадност фацијама метаморфизма. *Записници Српског геолошког друштва за 1956.* Београд: Српско геолошко друштво, стр.31–38
- Grubić, A., Ercegovac, M., Cvijić, R., Milošević, A. (2010). The age of the ophiolite melange and turbidites in the North-Bosnian zone. *Bulletin, CXL*. Beograd: Academie Serbe des sciences et des arts, Classe des Sciences mathematiques et naturelles, *Sciences naturelles*, no. 46, pp. 41–56
- Isler, A., Pantić, N. (1980). "Shistes lustrés"—Ablagerungen der Tethys. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 73, No. 3. Basel
- Jovanović, Č., Magaš, N. (1986). *Tumač OGK SFRJ – list Kostajnica*, Beograd: Savezni geološki zavod
- Karamata, S., Olujić, J., Protić, LJ., Resimić-Šarić, K. i dr. (2000). Zapadni pojас Vardarske zone – ostatak marginalnog mora. *Zbornik radova međunarodnog simpozijuma "Geologija i metalogenija Dinarida i Vardarske zone", knjiga I*, Banja Luka, str.131–135
- Kacer, F. (1926). *Geologija Bosne i Hercegovine*, sv. 1. Sarajevo: Geološki zavod
- Lanphere, M. & Pamić, J. (1992). K-Ar and Rb-SR ages of Alpine granite metamorphic complexes in the northwesternmost Dinarides and southwesternmost Pannonian Basin in Northern Croatia. *Acta geologica*, no. 22, *Prirodoslovna istraživanja JAZU*. Zagreb, str. 97–123
- Miladinović, M. (1966). О неким проблемима геологије и текtonike severnog dela Bosanske Krajine. *Geološki glasnik, br. II*, Sarajevo, str. 313–337
- Milojević, R., Živanović, D. (1974). *Konačni godišnji izvještaj Motajica-Prosara*. Sarajevo: Institut za geološka istraživanja
- Milošević, A. (2009). *Formaciona mineralagenska analiza dijabaza Kozare kao sirovinske baze tehničkog građevinskog kamenja – dijabaza*. Magistarski rad, branjen na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu. Beograd
- Милошевић, А. (2013). *Офиолитски меланж сјеверне Козаре и сјајни шкриљци Просаре*. Докторска дисертација, брањена на Природно-математичком факултету у Бањој Луци. Бања Лука
- Mojsisovics, E., Tietze, E. & Bittner, A. (1880). Grundlinien der Geologie von Bosnien und Hercegovina. *Jahrbuch der Geologischen Reichanstalt*. Wien
- Pamić, J. i Injuk, J. (1988). Alpske granitoidne stijene Prosare u sjevernoj Bosni. *Abstrakti Naučnog skupa Minerali, stijene, izumrli i živi svijet BiH*. Sarajevo, str. 17–18
- Pamić, J. & Lanphere, M. (1991). Alpine A-type granites from collisional area of the northernmost Dinarides and Pannonian Basin, Yugoslavia. *Neues Jahrbuch fuer Mineralogie, Abhandlungen*, vol. 162. Stuttgart. str. 215–236
- Pantić, N., Grubić, A. (1981). Sjajni škriljci, njihov значај i problem iproučavanja u novoj fazi geološkog kartiranja naše zemlje. *Bilten 3*. Beograd: Laboratorija za metode geološkog kartiranja. Rudarsko-geološki fakultet
- Turina, I. (1912). *Petri list formacijskih kontura BiH*, Slav. Gradiška Orahovo, Sarajevo.

Ustaszewski, K., Schmidt, S., S., Луговић, Б., Schuster, R., Schaltegger, U., Bernoulli, D., Hottinger, L., Kounov., Fugenschuch, B., Schefer, S. (2009). *Late Cretaceous Intra-Oceanic Magmatism in the Internal Dinarides (Northern Bosnia and Herzegovina)*. Lithos, 108, 106–125, Amsterdam: Elsevier

Cvetković, V., Šarić, K., Grubić, A., Cvijić, R., Milošević, A. (2014). The Upper Cretaceous ophiolite of North Kozuara – remnants of an anomalous mid-ocean ridge segment of the Neotethys? *Geologica Carpathica*, vol. 65, no. 2. Bratislava, str. 117–130

Šparica, M., Buzaljko, R. (1983). *Tumač OGK SFRJ – list Nova Gradiška*. Beograd: Savezni geološki zavod

ТРЕНДОВИ ИНДЕКСА ЕКСТРЕМНИХ ТЕМПЕРАТУРА У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ – ПРИМЈЕР МОСТАРА

Татјана Попов¹, Слободан Гњато¹ и Горан Трбић¹

¹Универзитет у Бањој Луци, Природно–математички факултет, Република Српска

Сажетак: У раду су анализирани трендови индекса екстремних температура у Босни и Херцеговини. Дневне минималне и максималне температуре у периоду 1961–2016. године са метеоролошке станице Мостар (који је изабран за студију случаја) коришћене су за израчунавање 18 индекса употребом RCLimDex (1.0) софтвера. Максималне и минималне температуре показују тенденцију раста током цијеле године. Позитивни трендови топлих температурних индекса изражени су од опадајућих трендова хладних температурних индекса. Међутим, оба тренда указују да је на овом подручју присутно загријавање климатског система. Осмотрени трендови најизраженији су у сезони лето, затим у сезонама пролеће и зима. Утврђена је значајна позитивна/негативна корелација између Источно-атлантске осцилације и топлих/хладних температурних индекса током цијеле године. Зимске и пролећне температуре такође су повезане са Сјеверно-атлантском и Арктичком осцилацијом, респективно.

Кључне ријечи: екстремне температуре, индекси, тренд, климатске промјене, Мостар (Босна и Херцеговина).

Original scientific paper

TRENDS IN EXTREME TEMPERATURE INDICES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA: A CASE STUDY OF MOSTAR

Tatjana Popov¹, Slobodan Gnjato¹ and Goran Trbić¹

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

Abstract: The study analyzes trends in extreme temperature indices in Bosnia and Herzegovina. Daily minimum and maximum temperatures during the 1961–2016 periods from Mostar meteorological station (which was chosen as a case study area) were used for calculation of 18 indices in the RCLimDex (1.0) software. The maximum and minimum temperatures displayed a warming tendency throughout the year. The positive trends in warm temperature indices were stronger than the downward trends in cold temperature indices. However, both trends indicate that the climate system warming is present. The observed trends were most prominent in summer, then in spring and winter. The significant positive/negative correlation between East-Atlantic pattern and warm/cold temperature indices was determined throughout the year. Winter and spring temperatures were also related to the North Atlantic Oscillation and Arctic Oscillation, respectively.

Key words: extreme temperatures, indices, trend, climate change, Mostar (Bosnia and Herzegovina).

УВОД

Просјечна глобална површинска температура ваздуха порасла је од краја 19. вијека (Hartmann, D. L. et al., 2013; IPCC, 2014). Овај тренд загријавања посебно је изражен од 1970-их година (Hartmann, D. L. et al., 2013). Истраживања на глобалном нивоу утврдила су веома кохерентне трендове екстремних температурних индекса који указују на загријавање климатског система – од средине 20. вијека у већини подручја присутно је смањење хладних температурних екстрема и повећање топлих температурних екстрема (Alexander, L. V. et al., 2006; Donat, M. G. et al., 2013; Hartmann, D. L. et al., 2013). На глобалном нивоу значајан је смањена/повећана годишња учесталост појаве хладних/топлих дана и ноћи (Alexander, L. V. et al., 2006; Donat, M. G. et al., 2013). Апсолутни температурни индекси такође показују тренд пораста у другој половини 20. вијека (Alexander, L. V. et al., 2006; Donat, M. G. et al., 2013). Глобално загријавање резултовало је продужењем вегетационог периода у умјереним ширинама сјеверне хемисфере (Frich, P. et al., 2002). Промјене индекса заснованих на фиксним вриједностима прагова (опадајући тренд годишње појаве мразних и ледених дана и растући тренд појаве тропских дана, тропских ноћи и љетних дана) такође потврђују тренд загријавања (Alexander, L. V. et al., 2006; Frich, P. et al., 2002). Такође, врло је вјероватно да је у овом периоду дужина трајања топлих таласа глобално повећана (Hartmann, D. L. et al., 2013). Годишња учесталост појаве топлих/хладних таласа значајно је порасла/смањена (Alexander, L. V. et al., 2006; Donat, M. G. et al., 2013). Дужина трајања и учесталост појаве веома топлог времена, укључујући топле таласе, порасла је од средине 20. вијека у већини региона свијета и Европе (Hartmann, D. L. et al., 2013). Свеобухватна пројекција осмотрених промјена екстремних догађаја представљена је у Специјалном извјештају IPCC о управљању ризицима екстремних догађаја и природним катастрофама у циљу унапређења адаптација на климатске промјене (IPCC, 2012). Сви глобално

INTRODUCTION

The globally averaged land surface air temperature has risen since the late 19th century (Hartmann, D. L. et al., 2013; IPCC, 2014). This warming trend has been particularly marked since the 1970s (Hartmann, D. L. et al., 2013). Global scale studies found the large coherent trends in temperature extremes consistent with the climate system warming – a large majority of global land areas had experienced decrease in cold temperature indices and increase in warm temperature indices since the middle of the 20th century (Alexander, L. V. et al., 2006; Donat, M. G. et al., 2013; Hartmann, D. L. et al., 2013). Global land area showed a significant decrease/increase in the annual occurrence of cold/warm days and nights (Alexander, L. V. et al., 2006; Donat, M. G. et al., 2013). The absolute temperature indices have also displayed an upward trend in the second half of the 20th century (Alexander, L. V. et al., 2006; Donat, M. G. et al., 2013). The global warming resulted in a lengthening of the growing season in most parts of the Northern Hemisphere mid-latitudes (Frich, P. et al., 2002). The changes in the threshold-based temperature indices (the downward trends in the annual occurrence of frost days and ice days and the upward trends in the annual occurrence of tropical nights, tropical days and summer days) also confirm warming trend (Alexander, L. V. et al., 2006; Frich, P. et al., 2002). In addition, globally averaged multi-day heat events had likely exhibited increase during this period (Hartmann, D. L. et al., 2013). The annual occurrence of warm/cold spells significantly increased/decreased (Alexander, L. V. et al., 2006; Donat, M. G. et al., 2013). The length and frequency of warm spells, including heat waves, has increased since the middle of the 20th century in large parts of world and Europe (Hartmann, D. L. et al., 2013). A comprehensive assessment of observed changes in extreme events was given in the IPCC Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (IPCC, 2012). All of these globally observed

осмотрени трендови индекса екстремних температура такође су запажени и у Европи (Klein Tank, A. M. G. & Könen, G. P., 2003; Andrade, C. et al., 2012; Dankers, R. & Hiederer, R., 2008).

Ова студија представља наставак истраживања проблема климатских промјена у Босни и Херцеговини (Trbić, G. et al., 2017; Попов, Т. & Трбић, Г., 2015; Трбић, Г., 2013). С обзиром на то да су претходне студије (Giorgi, F., 2006) установиле да ће регион Медитерана бити једно од примарних „жаришта“ климатских промјена (тј. област која ће снажно реаговати на глобалне промјене), за анализу трендова индекса екстремних температуре у Босни и Херцеговини изабран је простор Мостара због свог положаја у јужном (субмедитеранском) дијелу територије (регион Херцеговине). Мостар је смјештен у средишњем дијелу сјеверне умјерене зоне, на $43^{\circ}20'53''$ с. г. ш. и $17^{\circ}47'38''$ и. г. д. и на 99 м надморске висине. Налази се у долини ријеке Неретве која је према југу широко отворена и изложена снажним маритимним утицајима Медитерана. Стoga, специфичне климатске карактеристике Мостара доминантно су условљене близином Јадранског мора, долинским положајем и геолошким саставом терена (област карста). Измијењена Јадранска клима карактеристична је за ово подручје. Одликују је благе и кишовите зime и суva и вreла лjetra. Mаксимум падавina изluchi сe u zimskim mjeseциma, dok se minimalna kolichina padavina izluchi u sezoni ljetu.

Позитивни/негативни трендови топлих/хладних температурних индекса већ су утврђени бројним студијама широм региона Медитерана (Fioravanti, G. et al., 2016; Kioutsioukis, I. et al., 2010; Varfi, M. S. et al., 2009; Kostopoulou, E. & Jones, P. D., 2005; Fernández-Montes, S. & Rodrigo, F. S., 2012; Fonseca, D. et al., 2016; Kenawy, A. E. et al., 2011; Espírito Santo, F. et al., 2014). Истраживања у медитеранском и субмедитеранском дијелу југоисточне Европе, где се налази Босна и Херцеговина, утврдила су пораст топлих температурних индекса и смањење хладних, што указује на загријавање климатског система током друге половине 20.

trends in extreme temperature indices have also been found in Europe (Klein Tank, A. M. G. & Könen, G. P., 2003; Andrade, C. et al., 2012; Dankers, R. & Hiederer, R., 2008).

This study represents a continuation of a research on climate change in Bosnia and Herzegovina (Trbić, G. et al., 2017; Попов, Т. & Трбић, Г., 2015; Трбић, Г., 2013). Given that previous studies (Giorgi, F., 2006) had found that the Mediterranean region would be one of the primary hot-spots of climate change (i. e. an area whose climate will be especially responsive to global change), Mostar was chosen as case study area for the analysis of trends in extreme temperature indices in Bosnia and Herzegovina due to its location in the southern (submediterranean) part of the territory (in Herzegovina region). Mostar lies in the middle part of the northern temperate zone, at $43^{\circ}20'53''$ N latitudes, $17^{\circ}47'38''$ E longitudes and at an altitude of 99 m. It is located in the Neretva River valley, which is widely open to the south and exposed to the strong maritime influences of the Mediterranean Sea. Therefore, the specific features of Mostar climate are predominantly conditioned by proximity of the Adriatic Sea, location in the Neretva River valley and geological composition (the karst area). The modified Adriatic climate is typical for this area. It is characterized by mild and rainy winters and dry and hot summers. Maximum and minimum precipitation occurs in winter and summer months, respectively.

The upward/downward trends in warm/cold temperature indices have already been determined by numerous studies all over the Mediterranean region (Fioravanti, G. et al., 2016; Kioutsioukis, I. et al., 2010; Varfi, M. S. et al., 2009; Kostopoulou, E. & Jones, P. D., 2005; Fernández-Montes, S. & Rodrigo, F. S., 2012; Fonseca, D. et al., 2016; Kenawy, A. E. et al., 2011; Espírito Santo, F. et al., 2014). Studies in the Mediterranean and Submediterranean part of the Southeast Europe where Bosnia and Herzegovina is located have also reported an increase in warm temperature indices and a decrease in cold ones, thus indicating the warming of climate system during

вијека и на почетку 21. вијека (Branković, Č. et al., 2013; Zaninovic, K. & Cindric, K., 2014; Burić, D. et al., 2014; Burić, D. et al., 2015). Претходно наведено наметнуло је нужну потребу спровођења истраживање ове врсте у Босни и Херцеговини. Главни циљеви истраживања били су: 1. израчунати индексе екстремних температура у Босни и Херцеговини (Мостар) у периоду 1961–2016. године; 2. анализирати трендове индекса екстремних температура и 3. утврдити повезаност између осмотрених трендова и образца глобалне циркулације атмосфере на сјеверној хемисфери.

ПОДАЦИ И МЕТОДЕ

Анализа трендова индекса екстремних температура у периоду 1961–2016. године извршена је на основу климатолошких података о дневним максималним и минималним температурама ваздуха са метеоролошке станице Мостар. Податке је обезбједио Федерални хидрометеоролошки завод Сарајево. Током посматраног периода станица није мијењала локацију и није било прекида у мјерењима.

Анализи индекса екстремних температура претходила је анализа годишњих и сезонских средњих дневних максималних (T_{max}) и минималних (T_{min}) температуре. Савремена варијабилност екстремних температура утврђена је на основу трендова топлих и хладних температурних индекса. Укупно 18 климатских индекса (Таб. 1) које је препоручио CCI/CLIVAR тим експерата за детекцију савремених климатских промјена (ETCCDI) одабрано је за анализу. Изабрани индекси обухватају: апсолутне индексе (TNx , TNn , TXx и TXn), индексе засноване на перцентилима ($TN10p$, $TX10p$, $TN90p$ и $TX90p$), индексе засноване на фиксним вриједностима прагова ($FD0$, $ID0$, $SU25$, $TR30$ и $TR20$), индексе засноване на дужини трајања (WSDI, CSDI и GSL) и индексе варијабилности екстрема (DTR и ETR).

Индекси су израчунати употребом

the second half of the 20th and at the beginning of the 21st century (Branković, Č. et al., 2013; Zaninovic, K. & Cindric, K., 2014; Burić, D. et al., 2014; Burić, D. et al., 2015). Stated has imposed a certain need of undertaking research of this kind in Bosnia and Herzegovina. The main aims of the study were: 1. to calculate extreme temperature indices over Bosnia and Herzegovina (Mostar) during the 1961–2016 periods; 2. to analyze trends in extreme temperature indices and 3. to investigate the correlation between observed trends and the large-scale circulation patterns over the Northern Hemisphere.

DATA AND METHODS

The analysis of trends in extreme temperature indices during the 1961–2016 periods was carried out using climatological data set of daily maximum and minimum temperatures from Mostar meteorological station. Data were provided by the Federal Hydrometeorological Institute Sarajevo. During the observed period station did not change location and there were no interruptions in measurements.

The analysis of extreme temperature indices was preceded by an analysis of the annual and seasonal mean daily maximum temperatures (T_{max}) and mean daily minimum temperatures (T_{min}). The recent extreme temperatures variability was determined by trends in warm and cold temperature indices. A set of 18 climate indices (Tab. 1) recommended by the CCI/CLIVAR Expert Team for Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) was chosen for the analysis. The selected indices cover: absolute indices (TNx , TNn , TXx and TXn), percentile-based indices ($TN10p$, $TX10p$, $TN90p$ and $TX90p$), threshold-based indices ($FD0$, $ID0$, $SU25$, $SU30$ and $TR20$), duration-based indices (WSDI, CSDI and GSL) and extremes variability indices (DTR and ETR).

The indices were calculated using RClimDex (1.0) software package that had been developed at Climate Research Division Canada (Zhang, X. & Yang, F., 2004). Before calculations, the data

RCLimDex (1.0) софтвера који су развијен на Одсјеку за климатска истраживања Канаде (Zhang, X. & Yang, F., 2004). Прије израчунавања индекса, у RCLimDex софтверу извршена је контрола квалитета података. Неколико вриједности дневних максималних и минималних температуре било је изван дефинисаног опсега од 4 стандардне девијације. Наведене вриједности су затим проверене и потврђене. Вриједност трендова израчуната је линеарном методом најмањих квадрата и локално пондерисаном линеарном регресијом (испрекидана линија на графиконима). Статистичка обиљежја линије линеарног тренда такође су приказана на графиконима. Статистичка значајност израчунатих вриједности трендова дефинисана је на нивоу 99.9 % ($p \leq 0.001$), 99 % ($0.001 < p \leq 0.01$), 95 % ($0.01 < p \leq 0.05$) и 90 % ($0.05 < p \leq 0.10$).

quality control procedure in RCLimDex was also performed. The few outliers in daily maximum and minimum temperatures (defined as values outside a range of 4 standard deviations of the climatological mean value for the day) were found and then manually checked and confirmed. Trend slopes in RCLimDex were computed by linear least square method and locally weighted linear regression (dashed line on plots). The linear trend fitting statistics was also displayed on the plots. The statistical significance of the estimated trends was defined at the 99.9 % (p value ≤ 0.001), 99 % ($0.001 < p \leq 0.01$), 95 % ($0.01 < p \leq 0.05$) and 90 % ($0.05 < p \leq 0.10$) level.

ТАТЈАНА ПОПОВ, СЛОБОДАН ГЊАТО И ГОРАН ТРБИЋ
TATJANA POPOV, SLOBODAN GNJATO AND GORAN TRBIĆ

Таб. 1. Дефиниције температурних индекса коришћених у раду (ETCCDI, 2009)
Tab. 1. Definitions of the temperature indices used in the study (ETCCDI, 2009)

Индекс Index	Назив Descriptive name	Дефиниција Definition	Јединица Units
TXx	Максимална дневна максимална температура Maximum value of daily maximum temperature	Максимална годишња дневна максимална температура Annual maximum value of daily maximum temperature	°C
TXn	Минимална дневна максимална температура Minimum value of daily maximum temperature	Минимална годишња дневна максимална температура Annual minimum value of daily maximum temperature	°C
TNx	Максимална дневна минимална температура Maximum value of daily minimum temperature	Максимална годишња дневна минимална температура Annual maximum value of daily minimum temperature	°C
TNn	Минимална дневна минимална температура Minimum value of daily minimum temperature	Минимална годишња дневна минимална температура Annual minimum value of daily minimum temperature	°C
TX10p	Хладни дани Cold days	Број дана са TX < 10. перцентила Number of days when TX < 10th percentile	дани days
TX90p	Топли дани Warm days	Број дана са TX > 90. перцентила Number of days when TX > 90th percentile	дани days
TN10p	Хладне ноћи Cold nights	Број дана са TN < 10. перцентила Number of days when TN < 10th percentile	дани days
TN90p	Топле ноћи Warm nights	Број дана са TN > 90. перцентила Number of days when TN > 90th percentile	дани days
ID0	Број ледених дана Number of icing days	Годишњи број дана са TX < 0°C Annual count of days when TX < 0°C	дани days
FD0	Број мразних дана Number of frost days	Годишњи број дана са TN < 0°C Annual count of days when TN < 0°C	дани days
SU25	Број љетних дана Number of summer days	Годишњи број дана са TX > 30°C Annual count of days when TX > 30°C	дани days
SU30	Број тропских дана Number of tropical days	Годишњи број дана са TX > 30°C Annual count of days when TX > 30°C	дани days
TR20	Број тропских ноћи Number of tropical nights	Годишњи број дана са TN > 20 Annual count of days when TN > 20°C	дани days
WSDI	Трајање топлих периода Warm spell duration index	Годишњи број дана у периодима од најмање 6 узастопних дана са TX > 90. перцентила Annual count of days with at least 6 consecutive days when TX > 90th percentile	дани days
CSDI	Трајање хладних периода Cold spell duration index	Годишњи број дана у периодима од најмање 6 узастопних дана са TN < 10. перцентила Annual count of days with at least 6 consecutive days when TN < 10th percentile	дани days
GSL	Дужина трајања вегетационог периода Growing season length	Број дана између прве појаве најмање 6 дана са TG > 5°C и прве појаве након 1. јула 6 дана са TG < 5°C Annual count between first span of at least 6 days with TG > 5°C and first span after July 1st of 6 days with TG < 5°C	дани days
DTR	Дневна амплитуда Daily temperature range	Средња мјесечна разлика између TX и TN Monthly mean difference between TX and TN	°C °C
ETR	Апсолутна интрагодишња температурна амплитуда Intra-annual extreme temperature range	Разлика између највише и најниже измјерене температуре у некој години Difference between the highest and the lowest temperature of the calendar year	°C °C

Да би се објаснили осмотрени трендови, анализирани су обрасци глобалне циркулације атмосфере изнад сјеверне хемисфере. Анализирана су три примарна режима варијабилности атмосферске циркулације изнад сјеверног Атлантика (Сјеверно-атлантска осцилација (NAO), Источно-атлантска осцилација (EA) и Источно-атлантска/Западно-руска осцилација (EAWR)), као и Арктичка осцилација (AO) (Barnston, A. G. & Livezey, R. E., 1987; Thompson, D. W. J. & Wallace, J. M., 1998). Подаци о наведеним индексима глобалне циркулације атмосфере прикупљени од NOAA Climate Prediction Center (NOAA CPC, 2017). За квантификациовање веза између анализираних индекса екстремних температура и глобалних образца циркулације атмосфере коришћен је Пирсонов кофицијент корелације. Статистичка значајност утврђених корелација дефинисана је на нивоу 99.9 % ($p \leq 0.001$), 99 % ($0.001 < p \leq 0.01$), 95 % ($0.01 < p \leq 0.05$) и 90 % ($0.05 < p \leq 0.10$).

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Просјечне годишње и сезонске вриједности екстремних температура у посматраном периоду 1961–2016. године приказане су у Таб. 2. Годишње Tmax и Tmin у Мостару износе 20.4°C и 10.5°C , респективно. Анализа сезонских Tmax и Tmin показује да је љето најтоплија сезона (30.9°C и 18.3°C , респективно), а зима најхладнија (9.9°C и 3.0°C , респективно). У овом јужном дијелу Босне и Херцеговине, јесен је топлија од пролећа (20.9°C и 11.3°C напрема 19.7° и 9.1°C , респективно). Преглед просјечних годишњих вриједности индекса екстремних температура у Мостару у посматраном периоду 1961–2016. године дат је у Таб. 3.

In order to evaluate the observed trends, the large-scale atmospheric circulation patterns over the Northern Hemisphere were investigated. The three primary modes of atmospheric circulation variability over the North Atlantic (the North Atlantic Oscillation (NAO), the East-Atlantic (EA) pattern and the East Atlantic/West Russia (EAWR) pattern) and the Arctic Oscillation (AO) were analyzed (Barnston, A. G. & Livezey, R. E., 1987; Thompson, D. W. J. & Wallace, J. M., 1998). The data on these large-scale atmospheric circulation pattern indices were collected from NOAA Climate Prediction Center (NOAA CPC, 2017). For quantification of the links between the analyzed extreme temperature indices and the large-scale circulation patterns, the Pearson correlation coefficient was used. The statistical significance of the determined correlations was defined at the 99.9 % (p value ≤ 0.001), 99 % ($0.001 < p$ value ≤ 0.01), 95 % ($0.01 < p$ value ≤ 0.05) and 90 % ($0.05 < p$ value ≤ 0.10) level.

RESULTS AND DISCUSSION

The average annual and seasonal extreme temperatures in the observed period (1961–2016) are displayed in Tab. 2. The annual Tmax and Tmin in Mostar area are 20.4°C and 10.5°C , respectively. The analysis of seasonal Tmax and Tmin showed that summer is the warmest season (30.9°C and 18.3°C , respectively), whereas winter being the coldest (9.9°C and 3.0°C , respectively). In this southern part of Bosnia and Herzegovina, autumn is warmer than spring (20.9°C and 11.3°C vs. 19.7°C and 9.1°C , respectively). An overview of the average annual values of the extreme temperature indices in Mostar during the observed 1961–2016 periods is given in Tab. 3.

Таб. 2. Просјечне годишње и сезонске Tmax и Tmin у периоду 1961–2016.
Tab. 2. Average annual and seasonal Tmax and Tmin in the 1961–2016 periods

Параметар Variable	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn	Година Year
Tmax	9.9	19.7	30.9	20.9	20.4
Tmin	3.0	9.1	18.3	11.3	10.5

Таб. 3. Просјечне вриједности индекса екстремних температура у периоду 1961–2016.
Tab. 3. Average values of extreme temperature indices in the 1961–2016 periods

Индекс Index	Вриједност Value	Индекс Index	Вриједност Value	Индекс Index	Вриједност Value
TXx	38.89	TN10p	32.30	TR20	28.86
TXn	0.51	TN90p	51.48	WSDI	14.05
TNx	24.81	ID0	1.13	CSDI	4.64
TNn	-4.97	FD0	20.04	GSL	343.02
TX10p	33.88	SU25	127.00	DTR	9.92
TX90p	51.36	SU30	65.63	ETR	43.86

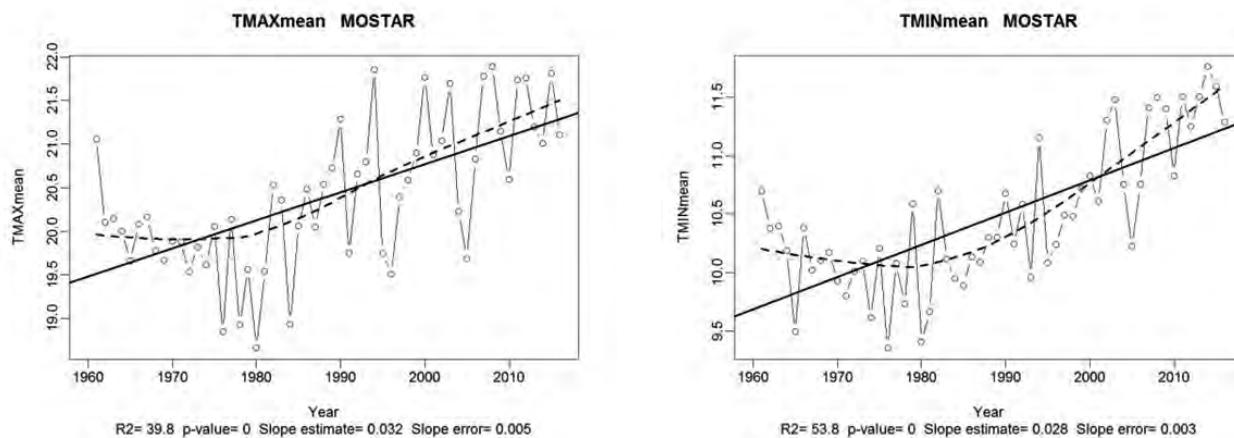
Декадни трендови годишњих и сезонских Tmax и Tmin приказани су у Таб. 4 и на Граф. 1. Значајни трендови пораста Tmax и Tmin присутни су током цијеле године (статистички није значајан једино тренд Tmax у сезони јесен). Годишње вриједности Tmax и Tmin значајно су порасле за 0.32°C по деценији и 0.28°C по деценији, респективно. Тренд загријавања очигледан је у свим сезонама, али је најизраженији у сезони љето – 0.59°C по деценији за Tmax и 0.46°C по деценији за Tmin. Веће вриједности тренда раста такође су утврђене за зимске и пролећне температуре, док је у сезони јесен забиљежен само незнатајан пораст температуре.

The decadal trends in annual and seasonal Tmax and Tmin in Mostar are shown in Tab. 4 and Fig. 1. The significant upward trends in Tmax and Tmin were present throughout the year (insignificant only for Tmax in autumn). The annual Tmax and Tmin significantly increased by 0.32°C per decade and 0.28°C per decade, respectively. The warming trend was apparent in all seasons, but most prominent was in summer – 0.59°C per decade for Tmax and 0.46°C per decade for Tmin. Higher trend values were also obtained for winter and spring temperatures, whereas in autumn only a slight temperature increase was determined.

Таб. 4. Декадни трендови годишњих и сезонских Tmax и Tmin у периоду 1961–2016.
Tab. 4. Decadal trends in annual and seasonal Tmax and Tmin in the 1961–2016 periods

Параметар Variable	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn	Година Year
Tmax	0.27 ^c	0.30 ^b	0.59 ^a	0.12	0.32 ^a
Tmin	0.25 ^b	0.25 ^a	0.46 ^a	0.18 ^c	0.28 ^a

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



Сл. 1. Трендови годишњих Tmax и Tmin у периоду 1961–2016.

Fig. 1. Trends in annual Tmax and Tmin in 1961–2016

Декадни трендови годишњих индекса екстремних температура у периоду 1961–2016. године приказани су у Таб. 5 и на Граф. 2–5. Добијени резултати показују да је на анализираном простору присутно загријавање климатског система. То потврђују оба тренда – позитивни тренд топлих температурних индекса и негативни тренд хладних температурних индекса. Међутим, треба напоменути да су топли температурни индекси показали јаче трендове загријавања који су такође били значајнији од негативних трендова који су повезани са хладним температурним индексима.

The decadal trends in annual extreme temperature indices in the 1961–2016 periods are given in Tab. 5 and Fig. 2–5. The obtained results indicate that the climate system warming is present over the study area. Both trends – the positive in warm temperature indices and the negative in cold temperature indices – suggest that. However, it should be noted that the warm temperature indices displayed stronger warming trends that were also more significant than the negative ones associated with cold temperature indices.

Таб. 5. Декадни трендови годишњих индекса екстремних температура у периоду 1961–2016.

Tab. 5. Decadal trends in annual extreme temperature indices in the 1961–2016 periods

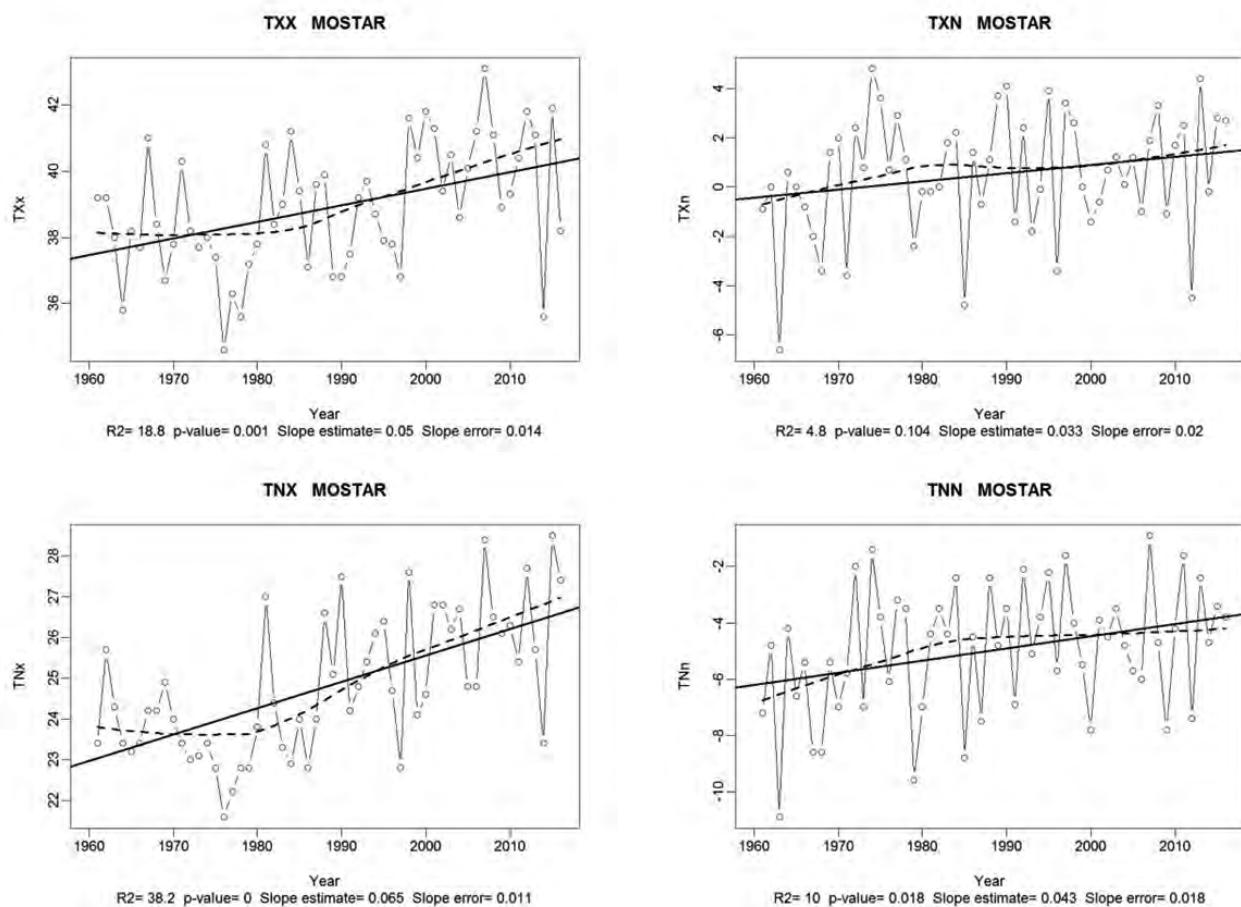
Индекс Index	Вриједност Slope	Индекс Index	Вриједност Slope	Индекс Index	Вриједност Slope
TXx	0.50 ^a	TN10p	-4.27 ^a	TR20	5.63 ^a
TXn	0.33	TN90p	9.28 ^a	WSDI	6.73 ^a
TNx	0.65 ^a	ID0	-0.30	CSDI	-0.80
TNn	0.43 ^c	FD0	-2.06 ^b	DTR	0.05
TX10p	-3.38 ^a	SU25	3.05 ^b	ETR	0.07
TX90p	8.97 ^a	SU30	5.20 ^a	GSL	3.45 ^b

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

Сви апсолутни температурни индекси показују значајне трендове пораста (само тренд TXn није значајан) (Граф. 2). Вриједности трендова максималних дневних максималних и минималних температура – TNx и TXx (0.65°C по деценији и 0.50°C по деценији, респективно) биле су више од вриједности трендова минималних дневних минималних и максималних температура – TNn и TXn (0.43°C по деценији и 0.33°C по деценији, респективно). Утврђени пораст DTR је занемарљив (свега 0.05°C по деценији).

All of the absolute temperature indices displayed the significant upward trends (only TXn trend was insignificant) (Fig. 2). The estimated trends in maximum values of daily minimum and maximum temperatures – TNx and TXx (0.65°C per decade and 0.50°C per decade, respectively) were higher than those in minimum values of daily minimum and maximum temperatures – TNn and TXn (0.43°C per decade and 0.33°C per decade, respectively). The determined increase in DTR was negligible (0.05°C per decade).



Сл. 2. Линеарни трендови апсолутних индекса у периоду 1961–2016.

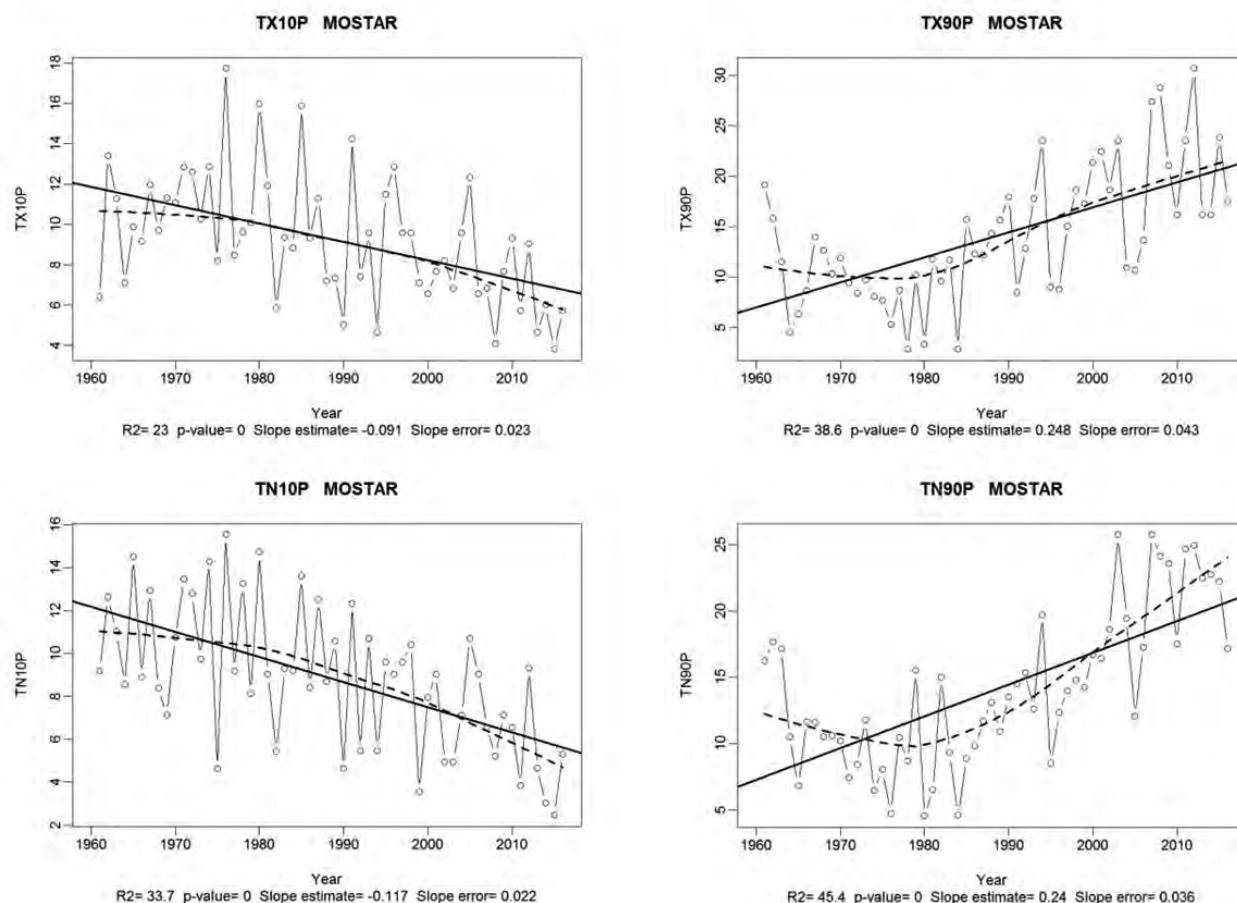
Fig. 2. Linear trends in absolute indices in 1961–2016

Статистички значајни позитивни трендови топлих дана (TX90p) и топлих ноћи (TN90p), као и значајни негативни трендови хладних дана (TX10p) и хладних ноћи (TN10p), такође сугеришу да је на истраживаном простору присутно загријавање климатског система

The statistically significant positive trends in warm days (TX90p) and warm nights (TN90p) as well as the significant negative trends in cold days (TX10p) and cold nights (TN10p) also suggest that climate system warming is present over the study area (Fig.

(Граф. 3). Међутим, трендови пораста TX90p (9.28 дана по деценији) и TN90p (8.97 дана по деценији) доста су израженији него трендови смањења TX10p (-3.38 дана по деценији) и TN10p (-4.27 дана по деценији).

However, the upward trends in TX90p (9.28 days per decade) and TN90p (8.97 days per decade) were much more prominent than the downward trends in TX10p (-3.38 days per decade) and TN10p (-4.27 days per decade).



Сл. 3. Линеарни тренд индекса заснованих на перцентилима у периоду 1961–2016.
 Fig. 3. Linear trend in percentile-based indices in 1961–2016

Декадни трендови сезонских индекса екстремних температура приказани су у Таб. 6. Анализа сезонских апсолутних температурних индекса показала је да је тренд пораста присутан током цијеле године, али је најизраженији у сезони љето (највише вриједности тренда добијене су за TNx – 0.64°C по деценији). Једино TNn показује већи пораст током хладнијег дијела године – у сезонама јесен и зима (0.4°C по деценији). Температурни индекси засновани на перцентилима такође показују највећи пораст/смањење топлих/хладних дана и ноћи у најтоплијој сезони.

The decadal trends in extreme temperature indices calculated seasonally are shown in Tab. 6. The analysis of seasonal absolute extreme temperature indices showed that an upward trend was present throughout the year, but most prominent was in summer season (the highest trend values were obtained for TNx – 0.64°C per decade). Only TNn displayed higher increase during the colder part of the year – in autumn and winter (0.4°C per decade). The percentile-based temperature indices also presented the highest increase/decrease in warm/cold days and nights in

Током љета, нарочито су TX90p и TN90p показали веома изражене трендове – 4.94 дана по деценији и 4.41 дана по деценији, респективно. Према томе, закључује се да је пораст загријавања већи током љета него у хладнијем дијелу године.

the warmest season. In summer, TX90p and TN90p showed the particularly pronounced trends – 4.94 days per decade and 4.41 days per decade, respectively. Thus, it can be concluded that warming was greater in summer than in the colder part of the year.

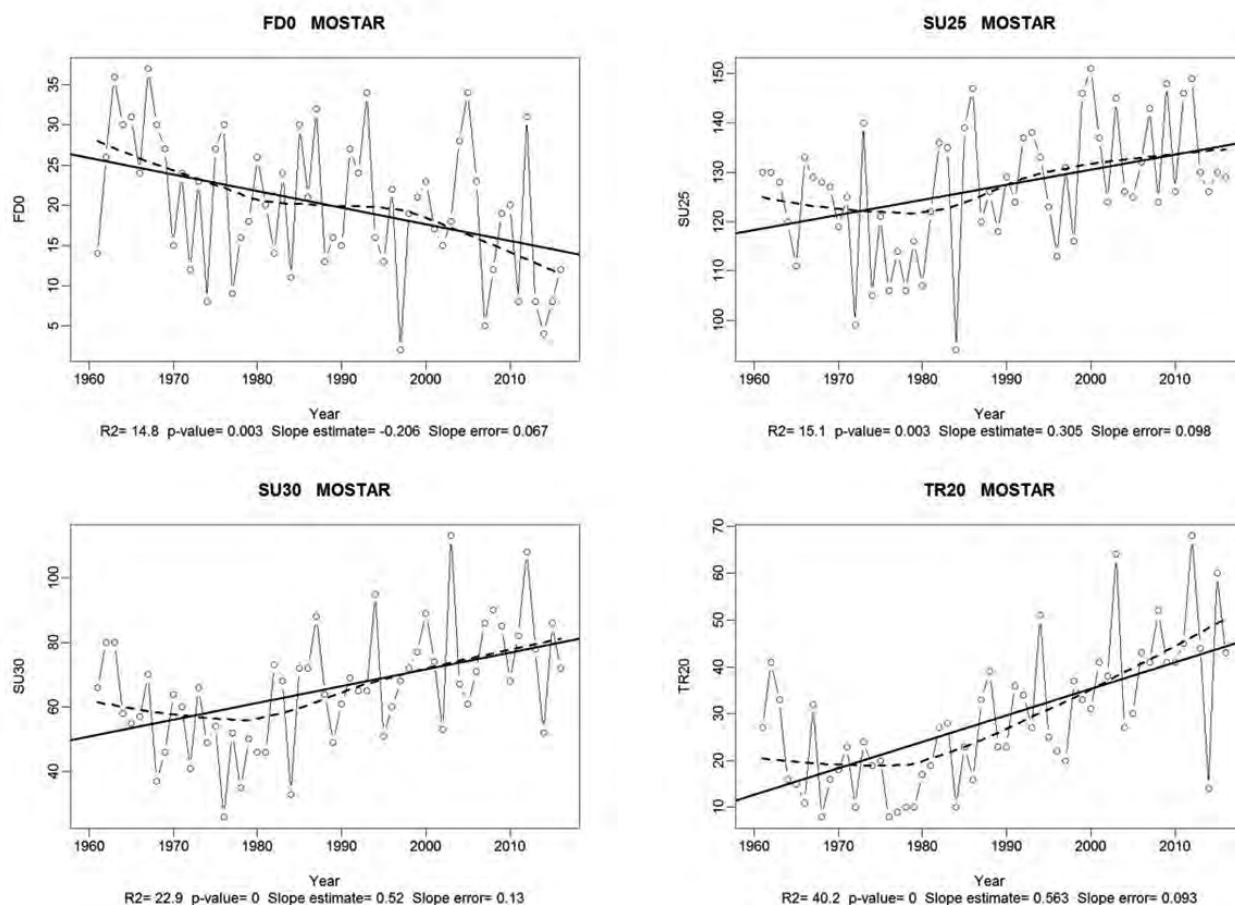
Таб. 6. Декадни трендови сезонских индекса екстремних температура у периоду 1961–2016.
Tab. 6. Decadal trends in seasonal extreme temperature indices in the 1961–2016 periods

Индекс Index	Апсолутни индекси Absolute indices				Индекс Index	Индекси засновани на перцентилима Percentile-based indices			
	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn		Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn
TXx	0.27 ^d	0.42 ^c	0.54 ^a	0.22	TX10p	-1.00 ^c	-0.58	-1.02 ^b	-0.15
TXn	0.27	0.18	0.52 ^c	0.46 ^d	TX90p	0.95 ^d	1.66 ^c	4.94 ^a	0.71
TNx	0.17	0.25 ^d	0.64 ^a	0.27 ^c	TN10p	-0.43	-1.50 ^a	-1.60 ^a	-0.24
TNn	0.40 ^c	0.25	0.20 ^a	0.43 ^c	TN90p	1.22 ^c	1.62 ^a	4.41 ^a	1.32 ^c

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 индекса заснованих на фиксним вриједностима прагова такође су били у складу са очекивањима у загријаном свијету (Граф. 4). Топли температурни индекси SU25, SU30 и TR20 показали су значајне позитивне трендове (3.05, 5.20 и 5.63 дана по деценији, респективно), док су хладни температурни индекси FD0 и ID0 показали опадајуће трендове (FD и статистички значајан – -2.06 дана по деценији). Годишња појава TR20 удвостручена је од почетка 21. вијека у поређењу са стандардним климатолошким периодом (1961–1990). И онако ријетка појава ID0 постала је још ријетка. Од почетка 21. вијека, у Мостару је забиљежено само 10 таквих дана (чак шест током екстремно хладне зиме 2012. године).

Trends in threshold-based indices were also as expected in a warmed world (Fig. 4). Warm temperature indices SU25, SU30 and TR20 showed a significant positive trend (3.05, 5.20 and 5.63 days per decade, respectively), whereas cold temperature indices FD0 and ID0 displayed a downward trend (FD significant – -2.06 days per decade). The annual occurrence of TR20 has doubled since the beginning of the 21st century compared to the standard climatological period (1961–1990). The already rare occurrence of ID0 became even more infrequent. Since the beginning of the 21st century, only 10 such days have been recorded in Mostar (even 6 of them during the extremely cold winter of 2012).



Сл. 4. Линеарни трендови индекса заснованих на фиксним вриједностима прагова у периоду 1961–2016.

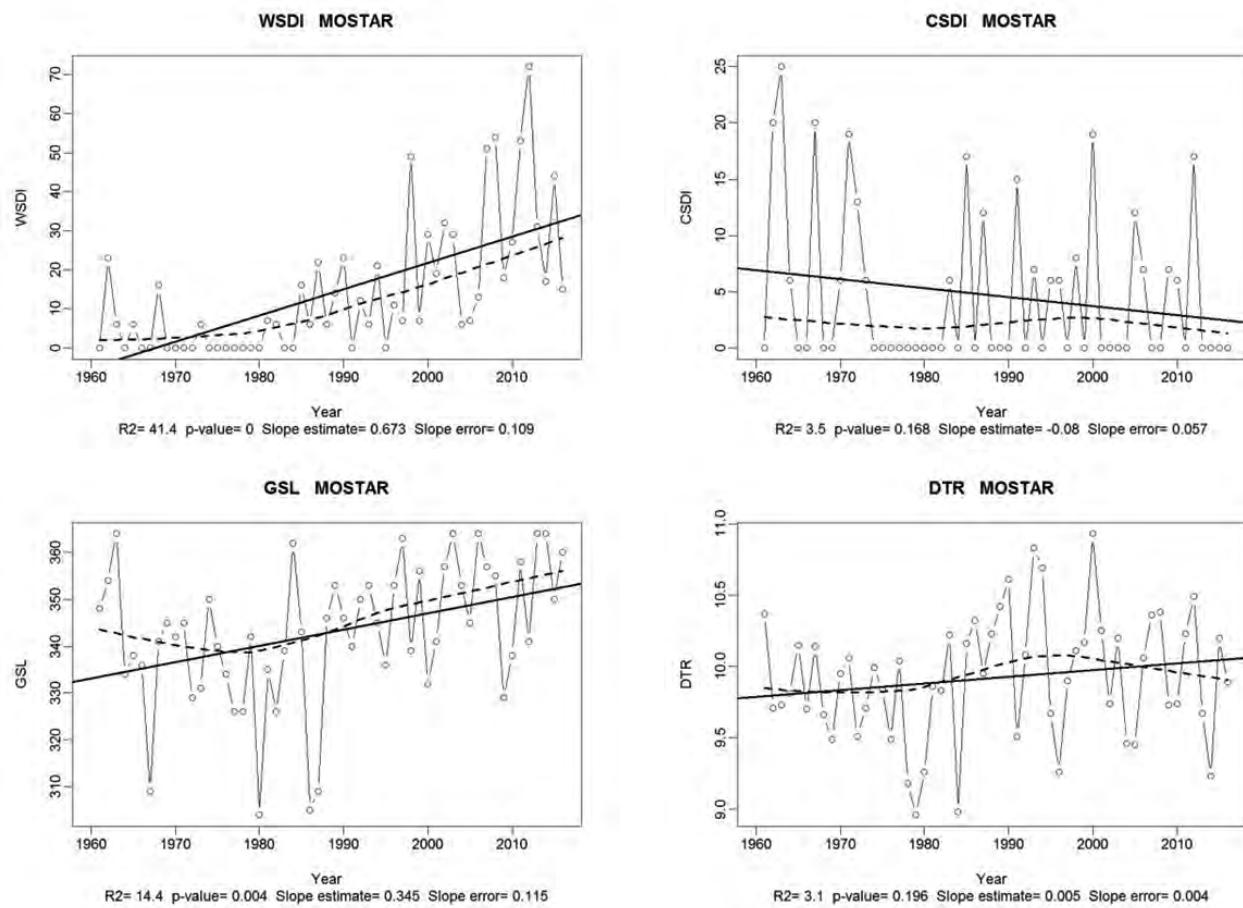
Fig. 4. Linear trends in threshold-based indices in 1961–2016

Током посматраног периода 1961–2016. године, трајање топлих таласа значајно је продужено, док су хладни таласи занемарљиво скраћени (Граф. 5). WSDI је показао веома изражен позитиван тренд од 6.73 дана по деценији.

Растући тренд максималних и минималних температура довео је до продужавања трајања вегетационог периода (GSL) за 3.45 дана по деценији.

During the observed 1961–2016 periods, duration of warm spells has significantly increased, whereas cold spell duration was negligibly shortened (Fig. 5). The WSDI displayed a highly prominent positive trend in the range of 6.73 days per decade.

The upward trends in maximum and minimum temperatures led to extension of the growing season length. The GSL increased by 3.45 days per decade.



Сл. 5. Линеарни трендови индекса заснованих на трајању и варијабилности екстрема у периоду 1961–2016.

Fig. 5. Linear trends in duration-based indices and extremes variability indices in 1961–2016

Тренд загријавања постаје све израженији након 1990. године, а нарочито од почетка 21. вијека. Таб. 7. показује да су најтоплије године забиљежене послиje 1990. године (а једино 1994. прије 2000. године). Такође, међу годинама са највишим/најнижим вриједностима топлих/хладних температурних индекса само је неколико година из периода прије 1990-их (треба напоменути да је већина њих забиљежена у 21. вијеку) (Таб. 8). На пример, екстремно високе/ниске вриједности топлих/хладних температурних индекса осмотрене су у најтоплијим годинама. Екстремно ниске вриједности хладних температурних индекса забиљежене су у 2015. години, години са највишом средњом годишњом температуром (Ta) – у тој години било је само 14 TX10p, 9 TN10p, 2 FD0 и без иједног ID0 и CSDI. Неке

The warming trend becomes more prominent after 1990 and particularly since the beginning of the 21st century. Tab. 7 shows that the warmest years have been recorded after 1990 (only 1994 of them before to 2000). Further, among years with highest/lowest values of warm/cold temperature indices, there were also just a few years before 1990s (it should be noted that the vast majority of them was recorded in the 21st century) (Tab. 8). For example, the extremely high/low values of warm/cold temperature indices were observed during the warmest years. The extremely low values of cold temperature indices were recorded in 2015, year with the maximum annual mean temperature (Ta) – in that year there were only 14 TX10p, 9 TN10p, 2 FD0 and without

од највећих вриједности топлих температурних индекса регистроване су у веома топлој 2003., 2007. и 2012. години, у којима је забиљежена и појава интензивних топлих таласа. У 2012. години било је чак 112 TX90p, 91 TN90p, 149 SU25, 108 SU30 и 72 WSDI. Већина најинтензивнијих и најдуготрајних топлих таласа од 1951. године (Russo, S. et al., 2015) у овом дијелу Европе десила се у 21. вијеку (на пример, у 2003, 2007, 2010, 2012. и 2015. години).

a single ID0 and CSDI. Some of the highest frequencies of warm temperature indices were observed in very warm 2003, 2007 and 2012, with the occurrence of intense heat waves. In 2012, there were even 112 TX90p, 91 TN90p, 149 SU25, 108 SU30 and 72 WSDI. The vast majority of the most intense and long-lasting heat waves since 1951 (Russo, S. et al., 2015) in this part of Europe occurred in the 21st century (for example in 2003, 2007, 2010, 2012 and 2015).

Таб. 7. Најтоплије године у периоду 1961–2016.
 Tab. 7. The hottest years in the 1961–2016 periods

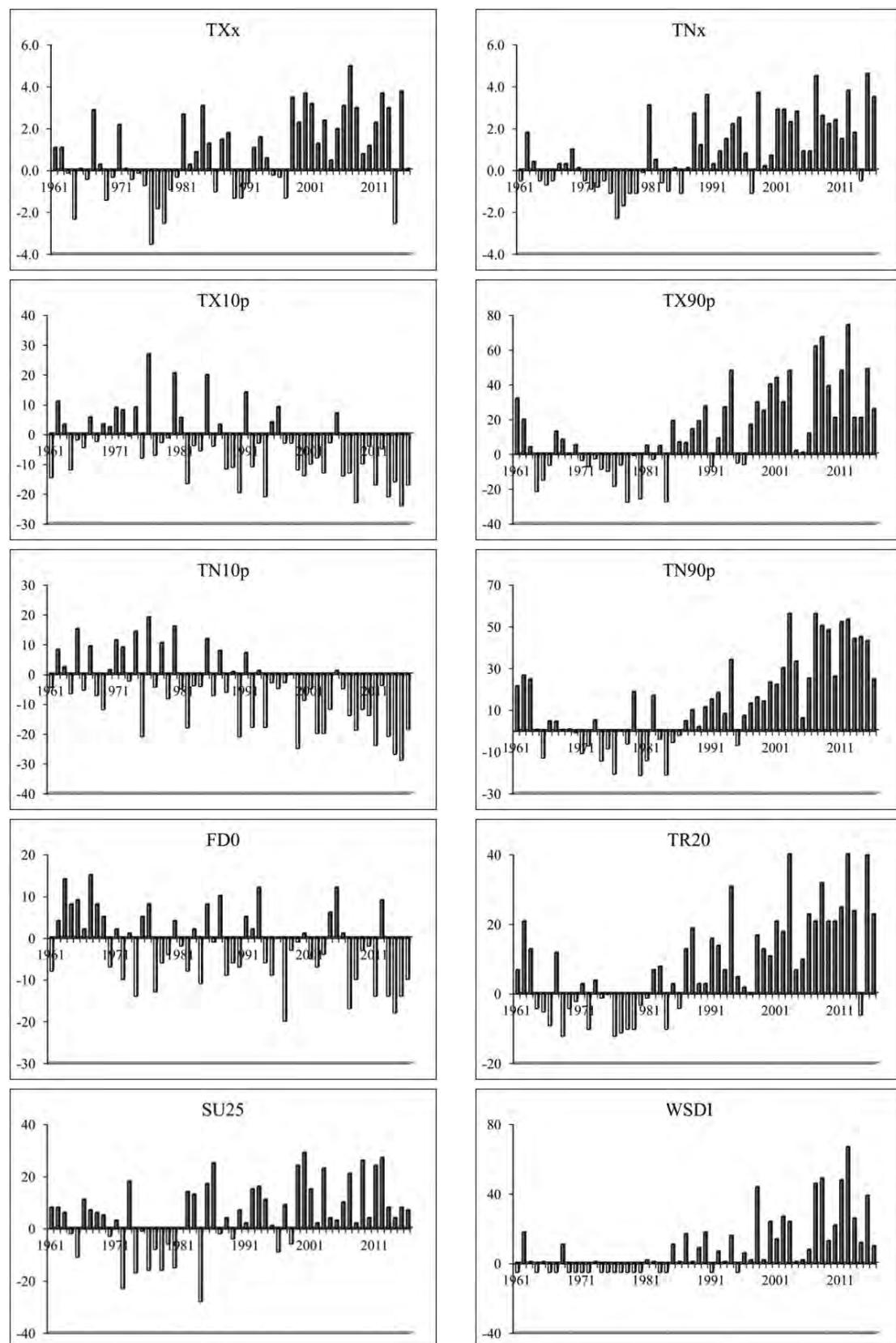
Бр. No.	Tmax		Tmin		Ta	
	Вриједност Value	Година Year	Вриједност Value	Година Year	Вриједност Value	Година Year
1.	21.89	2008	11.77	2014	16.23	2015
2.	21.86	1994	11.60	2015	16.21	1994
3.	21.81	2015	11.51	2011	16.17	2011
4.	21.78	2007	11.51	2013	16.10	2003
5.	21.76	2000	11.50	2008	16.10	2007
6.	21.76	2012	11.48	2003	16.10	2008
7.	21.74	2011	11.42	2007	16.10	2012
8.	21.70	2003	11.40	2009	16.00	2000
9.	21.29	1990	11.30	2002	15.90	2013
10.	21.20	2013	11.29	2016	15.80	2002

ТАТЈАНА ПОПОВ, СЛОБОДАН ГЊАТО И ГОРАН ТРБИЋ
TATJANA POPOV, SLOBODAN GNJATO AND GORAN TRBIĆ

Таб. 8. Године са највећим/најмањим вриједностима топлих/хладних температурних индекса у периоду 1961–2016.

Tab. 8. Years with highest/lowest values of warm/cold temperature indices in the 1961–2016 periods

No.	TXx		TNn		TNx		SU25		SU30		TR20	
	Value	Year										
1.	43.1	2007	-0.9	2007	28.5	2015	151	2000	113	2003	68	2012
2.	41.9	2015	-1.4	1974	28.4	2007	149	2012	108	2012	64	2003
3.	41.8	2000	-1.6	1997	27.7	2012	148	2009	95	1994	60	2015
4.	41.8	2012	-1.6	2011	27.6	1998	147	1986	90	2008	52	2008
5.	41.6	1998	-2.0	1972	27.5	1990	146	1999	89	2000	51	1994
6.	41.3	2001	-2.1	1992	27.4	2016	146	2011	88	1987	45	2011
7.	41.2	1984	-2.2	1995	27.0	1981	145	2003	86	2007	44	2013
8.	41.2	2006	-2.4	1984	26.8	2001	143	2007	86	2015	43	2006
9.	41.1	2008	-2.4	1988	26.8	2002	140	1973	85	2009	43	2016
10.	41.1	2013	-2.4	2013	26.7	2004	139	1985	82	2011	41	1962
No.	WSDI		TX90p		TN90p		TX10p		TN10p		FD0	
	Value	Year										
1.	72	2012	112.3	2012	94.0	2003	14.0	2015	9.0	2015	2	1997
2.	54	2008	105.3	2008	94.0	2007	15.0	2008	11.0	2014	4	2014
3.	53	2011	100.0	2007	91.2	2012	17.0	1994	13.0	1999	5	2007
4.	51	2007	87.0	2015	90.0	2011	17.0	2013	14.0	2011	8	1974
5.	49	1998	86.0	1994	88.2	2008	18.4	1990	16.9	1990	8	2011
6.	44	2015	86.0	2003	86.2	2009	21.0	2011	16.9	1975	8	2013
7.	32	2002	86.0	2011	83.0	2014	21.0	2016	17.0	2013	8	2015
8.	31	2013	82.0	2001	82.0	2013	21.4	1982	18.0	2002	9	1977
9.	29	2000	78.2	2000	81.0	2015	22.0	2014	18.0	2003	11	1984
10.	29	2003	77.2	2009	72.0	1994	23.4	1961	19.1	2008	12	1972



Сл. 6. Одступања екстремних температурних индекса од просјека стандардног климатолошког периода (1961–1990)

Fig. 6. Deviations of the extreme temperature indices from the standard climatological period (1961–1990) averages

Анализа одступања годишњих вриједности индекса екстремних температура од просјека стандардног климатолошког периода (1961–1990) (Граф. 6) такође потврђује да је тренд загријавања постао израженији од почетка 21. вијека. На примјер, у овом периоду, топли температурни индекси TX90p, TN90p, SU25 и WSDI нису забиљежили ниједну годину са вриједностима индекса испод просјека стандардног климатолошког периода, док су TXx, TNx и TR20 забиљежили само једну годину са вриједностима испод просјека – 2014. годину (то је била година са највишом годишњом Tmin, али без појаве интензивних топлих таласа са екстремно високим температурним аномалијама). Хладни температурни индекси TN10p, TN90p и FD0 били су углавном испод просјека референтног периода, што такође потврђује пораст загријавања климатског система у овом периоду.

У циљу објашњења осмотрених трендова, извршена је корелација између максималних и минималних температура, као и индекса екстремних температура, са обрасцима глобалне циркулације атмосфере изнад сјеверне хемисфере (Таб. 9. и Таб. 10.). Позитивне температурне аномалије у многим регионима Европе (међу којима и у дијелу континента где се налази Босна и Херцеговина) повезане су са ЕА осцилацијом (Rust, H. W. et al., 2015). У Босни и Херцеговини (Мостар), позитивна повезаност између годишњег индекса ЕА осцилације и Tmax и Tmin је јака и значајна (утврђени коефицијенти корелације износе 0.656 и 0.725, респективно). Позитивна и статистички значајна корелација присутна је током цијеле године. Међутим, највиши коефицијенти корелације добијени су за сезоне љето и зима. На варијабилност екстремних температура снажно утиче NAO, нарочито зими. Током позитивне NAO фазе, топлије маритимне ваздушне масе транспортују се јачим од уобичајених Западним вјетровима преко средњих широта, условаљено аномалијама ниског ваздушног притиска изнад Исланда и аномалијама високог ваздушног притиска око суптропског појаса Атлантика

The analysis of the extreme temperature indices deviations from the standard climatological period (1961–1990) averages (Fig. 6) also confirms that the warming trend becomes stronger since the beginning of the 21st century. For example, in this period, the warm temperature indices TX90p, TN90p, SU25 and WSDI registered not a single occurrence below the standard climatological period averages, whereas the TXx, TNx and TR20 displayed only one year below the average – 2014 (that was the year with the highest annual Tmin, but with no intense heat waves with extremely high temperature anomalies). The cold temperature indices TN10p, TN90p and FD0 were mostly below the reference period averages, thus confirming the increasing climate system warming in this period.

In order to evaluate the observed trends, maximum and minimum temperatures and extreme temperature indices were correlated with large-scale atmospheric circulation patterns over the Northern Hemisphere (Tab. 9 and Tab. 10). The positive temperature anomalies in many regions of Europe (among them in the part of the continent where Bosnia and Herzegovina is located) were associated with the EA pattern (Rust, H. W. et al., 2015). In Bosnia and Herzegovina (Mostar), the positive relation between annual EA pattern index and Tmax and Tmin was strong and significant (determined correlation coefficients were 0.656 and 0.725, respectively). The positive and statistically significant correlation was present throughout the year. However, the highest correlation coefficients were obtained for summer and winter. The extreme temperature variability is strongly influenced by the NAO, especially in winter season. During the positive NAO phase, the warmer maritime air masses are advected to Europe by stronger-than-average westerlies over the middle latitudes associated with low pressure anomalies over the region of the Icelandic low and anomalously high pressures across the subtropical Atlantic (Rust, H. W. et al., 2015;

(Rust, H. W. et al., 2015; Hurrell, J. W. et al., 2003). Веома висок позитиван NAO индекс од почетка 1980-их година условио је значајан дио осмотреног загријавања изнад Европе у овом дијелу године (Hurrell, J. & Van Loon, H., 1997). На истраживаном простору, у овој сезони, утврђена је позитивна корелација између NAO индекса и средњих максималних и минималних температура (значајна за Tmax – коефицијент корелације 0.640). Поред позитивне везе са обрасцима глобалне циркулације атмосфере изнад сјеверног Атлантика, такође, утврђена је позитивна повезаност са индексом Арктичке осцилације. Tmax показује позитивне корелације током цијеле године (није значајна једино у сезони љето). Највиши коефицијент корелације установљен је у сезони пролеће (0.359), а затим у сезони зима (0.515). Корелација са Tmin значајна је једино у сезони пролеће.

Таб. 9. Пирсонов коефицијент корелације између годишњих и сезонских индекса циркулација глобалних размјера и екстремних температура у периоду 1961–2016.

Tab. 9. Pearson correlation coefficient between annual and seasonal teleconnection patterns indices and extreme temperatures in the 1961–2016 periods

Индекс Index	Tmax					Tmin				
	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn	Година Year	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn	Година Year
EA	0.640 ^a	0.486 ^a	0.641 ^a	0.402 ^b	0.656 ^a	0.614 ^a	0.476 ^a	0.658 ^a	0.487 ^a	0.725 ^a
NAO	0.359 ^b	0.211	-0.417 ^a	0.037	0.166	0.162	0.214	-0.337 ^c	-0.011	0.080
EAWR	0.121	0.194	-0.316 ^c	-0.045	-0.175	-0.206	0.156	-0.345 ^a	-0.171	-0.321 ^c
AO	0.359 ^b	0.515 ^a	-0.081	0.296 ^c	0.473 ^b	0.006	0.489 ^a	0.005	0.065	0.318

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

Сви апсолутни температурни индекси (TXx, TXn, TNx и TNn) показују позитивну корелацију са EA осцилацијом (значајна једино за индексе који представљају максималне вриједности дневних минималних и максималних температура). Такође, EA осцилација показује јаку и значајну позитивну/негативну корелацију са свим топлим/хладним температурним индексима. Највиши коефицијенти корелације добијени су за TX10p, TX90p, TN10p, TN90p, TR20 и WSDI. NAO има снажан утицај на

Hurrell, J. W. et al., 2003). The exceptionally strong positive NAO index since the early 1980s accounted for a substantial part of the observed warming over Europe in this time of a year (Hurrell, J. & Van Loon, H., 1997). Over the study area, the positive correlation between NAO index and mean maximum and minimum temperatures was determined in this season (significant for Tmax – correlation coefficient 0.640). In addition to these positive links with the large-scale atmospheric circulations over the North Atlantic, the positive correlation with the Arctic Oscillation index was also determined. Tmax displayed significant positive correlation throughout the year (insignificant only in summer season). The highest correlation coefficients were found for spring season (0.359) and then for winter (0.515). Relation to Tmin was significant only in spring.

All of the absolute temperature indices (TXx, TXn, TNx and TNn) displayed positive correlation with the EA pattern (significant only for indices representing the maximum values of a daily maximum and minimum temperatures). Further, the EA pattern showed strong and significant positive/negative correlation with all warm/cold temperature indices. The highest correlation coefficients were obtained for TX10p, TX90p, TN10p, TN90p, TR20 and WSDI. The NAO had stronger influence

хладне температурне индексе. За разлику од ЕА осцилације, позитивна корелација између апсолутних температурних индекса и АО значајна је једино за индексе који представљају минималне вриједности дневних максималних и минималних температура. АО показује значајну позитивну повезаност са топлим температурним индексима, док је корелација са хладним температурним индексима негативна.

Таб. 10. Пирсонов коефицијент корелације између годишњих индекса циркулација глобалних размјера и индекса екстремних температура у периоду 1961–2016.

Tab. 10. Pearson correlation coefficient between annual teleconnection patterns indices and extreme temperature indices in the 1961–2016 periods

Индекс Index	TXx	TXn	TNx	TNn	TX10p	TX90p	TN10p	TN90p	DTR
EA	0.335 ^c	0.175	0.522 ^a	0.158	-0.648 ^a	0.584 ^a	-0.626 ^a	0.623 ^a	0.233 ^d
NAO	-0.075	0.303 ^c	-0.066	0.341 ^c	-0.241 ^d	0.003	-0.162	-0.010	0.208
EAWR	-0.326 ^c	-0.099	-0.405 ^b	-0.031	0.107	-0.271 ^c	0.174	-0.286 ^c	0.112
AO	0.105	0.341 ^c	0.190	0.334 ^c	-0.479 ^b	0.321 ^c	-0.350 ^b	0.250 ^d	0.461 ^b
Индекс Index	FD0	ID0	SU25	TR30	TR20	CSDI	WSDI	GSL	ETR
EA	-0.460 ^a	-0.096	0.409 ^b	0.491 ^a	0.533 ^a	-0.264 ^c	0.502 ^a	0.218	0.099
NAO	-0.252 ^d	-0.312 ^c	0.036	-0.016	-0.022	-0.189	-0.139	0.046	-0.320 ^c
EAWR	0.262 ^d	0.031	0.075	-0.154	-0.315 ^c	-0.036	-0.282 ^c	-0.168	-0.193
AO	-0.264 ^c	-0.296 ^c	0.228 ^d	0.221	0.295 ^c	-0.141	0.204	0.184	-0.194

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

Резултати корелационе анализе сезонских индекса телеконекција и индекса екстремних температура (апсолутних индекса и индекса заснованих на перцентилима) дати су у Таб. 11. Сезонски обрасци ЕА осцилације и апсолутни индекси показују позитивну и статистички значајну корелацију током цијеле године (није значајна једино за TXn у сезони пролеће и TNn у сезони пролеће и љето). Топли температурни индекси базирани на перцентилима TX90p и TN90p показују значајну позитивну корелацију са ЕА осцилацијом у свим сезонама (осим за TX90p у сезони јесен), док је корелација са хладним температурним индексима базираним на перцентилима TX10p и TN10p негативна и статистички значајна. Повезаност са NAO

on the cold temperature indices. In contrast to the EA pattern, the positive correlations between the absolute temperature indices and the AO was significant only for indices that represent minimum values of a daily maximum and minimum temperatures. The AO displayed significant positive correlation with warm temperature indices, whereas the determined relation with cold ones was negative.

The results of correlation analysis of the seasonal teleconnection patterns indices and extreme temperature indices (absolute and percentile-based indices) are given in Tab. 11. The seasonal EA pattern and the absolute temperature indices showed the positive and statistically significant correlation throughout the year (insignificant only for TXn in spring and TNn in spring and summer). Warm percentile-based temperature indices TX90p and TN90p displayed significant positive correlation in all seasons (except for TX90p in autumn), whereas cold percentile-based temperature indices TX10p and TN10p were negatively and significantly related to the EA pattern. The links with the NAO were

значајна је у сезони зима (осим за TNx, TX90p и TN90p). Значајна повезаност са АО такође је утврђена у сезони пролеће, док је корелација у сезонама јесен и зима значајна само за поједине индексе.

Таб. 11. Пирсонов коефицијент корелације између сезонских индекса циркулација глобалних размјера и индекса екстремних температура у периоду 1961–2016.

Tab. 11. Pearson correlation coefficient between seasonal teleconnection patterns indices and extreme temperature indices in the 1961–2016 periods

Индекс Index	TXx				TXn			
	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn
EA	0.339 ^c	0.384 ^b	0.443 ^a	0.266 ^c	0.460 ^a	0.183	0.288 ^c	0.348 ^b
NAO	0.228 ^d	-0.191	-0.282 ^c	0.075	0.248 ^d	0.156	-0.211	0.081
EAWR	0.177	0.020	-0.317 ^c	-0.155	-0.037	-0.109	-0.088	-0.038
AO	0.324 ^c	0.114	-0.026	0.386 ^b	0.151	0.333 ^c	-0.111	0.056
Индекс Index	TNx				TNn			
	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn
EA	0.237 ^d	0.340 ^b	0.629 ^a	0.243 ^d	0.422 ^a	0.155	0.205	0.397 ^b
NAO	-0.052	-0.032	-0.419 ^a	0.066	0.390 ^b	0.250 ^d	-0.118	-0.075
EAWR	-0.241 ^d	0.028	-0.464 ^a	-0.283 ^c	0.048	0.126	-0.089	-0.180
AO	-0.198	0.313 ^c	-0.020	0.320 ^c	0.314 ^c	0.386 ^b	-0.085	-0.256 ^d
Индекс Index	TX10p				TX90p			
	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn
EA	-0.525 ^a	-0.470 ^a	-0.533 ^a	-0.414 ^a	0.481 ^a	0.347 ^b	0.658 ^a	0.193
NAO	-0.378 ^b	0.011	0.278 ^a	0.004	0.202	0.269 ^c	-0.498 ^a	0.083
EAWR	-0.154	-0.086	0.216 ^b	-0.067	0.038	0.165	-0.353 ^b	-0.197
AO	-0.337 ^c	-0.370 ^b	0.081	-0.118	0.273 ^c	0.474 ^a	-0.114	0.335 ^c
Индекс Index	TN10p				TN90p			
	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn
EA	-0.467 ^a	-0.461 ^a	-0.518 ^a	-0.499 ^a	0.508 ^a	0.385 ^b	0.599 ^a	0.256 ^d
NAO	-0.260 ^d	-0.148	0.187	0.117	0.009	0.199	-0.384 ^b	0.049
EAWR	0.074	-0.117	0.276 ^c	0.101	-0.302 ^c	0.108	-0.338 ^c	-0.175
AO	-0.159	-0.370 ^b	0.036	-0.021	-0.082	0.495 ^a	-0.026	0.176

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

Поред наведених образца глобалне циркулације атмосфере, истражена је и повезаност варијабилности температуре и Атлантске вишедеценијске осцилације (AMO). Истраживања су показала да је AMO индекс у позитивној корелацији са средњом глобалном температуром површине копна (Muller, R. A. et al., 2013). Током периода инструменталних мјерења (од средине 19. вијека), AMO (који

значајна је у сезони зима (осим за TNx, TX90p и TN90p). Значајна повезаност са АО такође је утврђена у сезони пролеће, док је корелација у сезонама јесен и зима значајна само за поједине индексе.

In addition to the above-mentioned large-scale atmospheric circulation patterns, the correlation between the temperature variability and the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) was investigated. Studies showed that the AMO index is positively correlated with the global mean annual surface land temperature (Muller, R. A. et al., 2013). During the period of instrumental measurements (since the mid-19th century), the

представља варијабилност температуре површине мора у сјеверном Атлантику) показао је два циклуса од 65 до 80 година са амплитудом од 0.4°C између екстремних позитивних/топлих и негатвних/хладних фаза (Gray, S. T. et al., 2004). AMO је у топлој фази од 1995. године (Alexander, M. A. et al., 2014). Од тада, и пораст температуре ваздуха у Босни и Херцеговини такође постаје израженији (Trbic, G. et al., 2017). Резултати корелационе анализе показују јаку и значајну позитивну корелацију са T_{max} и T_{min} , као и са апсолутним температурним индексима (није значајна једино за TX_n и TN_n) (Таб. 12). Такође, значајна позитивна корелација утврђена је за топле температурне индексе, док је повезаност са хладним температурним индексима негативна и веома слаба. Утицај AMO на екстремне температуре нарочито је снажан током љета и јесени (Таб. 13).

AMO (which refers to sea surface temperatures variability in North Atlantic) showed two 65–80 years cycles with a 0.4°C amplitude between extremes of positive/warm and negative/cool phases (Gray, S. T. et al., 2004). The AMO has been in its warm phase since 1995 (Alexander, M. A. et al., 2014). Since then, the temperature increase in Bosnia and Herzegovina also becomes more pronounced (Trbic, G. et al., 2017). The correlation analysis results showed the strong and significant positive correlation with T_{max} and T_{min} , as well as with absolute temperature indices (only insignificant for TX_n and TN_n) (Tab. 12). Further, the significant positive correlation was found for warm temperature indices, whereas relations with cold temperature indices were negative and largely weak. The links between AMO and extreme temperatures were particularly strong during summer and autumn (Tab. 13).

Таб. 12. Пирсонов коефицијент корелације између годишњег AMO индекса и индекса екстремних температура у периоду 1961–2016.

Tab. 12. Pearson correlation coefficient between annual AMO and extreme temperature indices in the 1961–2016 periods

Индекс Index	r	Индекс Index	r	Индекс Index	r	Индекс Index	r	Индекс Index	r
T_{max}	0.493 ^a	TN_x	0.642 ^a	TN_{10p}	-0.416 ^b	$SU25$	0.332 ^c	$CSDI$	0.003
T_{min}	0.620 ^a	TN_n	0.039	TN_{90p}	0.633 ^a	$TR30$	0.491 ^a	DTR	0.074
TX_x	0.447 ^b	TX_{10p}	-0.385 ^b	$ID0$	-0.051	$TR20$	0.606 ^a	ETR	0.267 ^c
TX_n	0.072	TX_{90p}	0.530 ^a	$FD0$	-0.128	$WSDI$	0.547 ^a	GSL	0.344 ^b

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. 13. Пирсонов коефицијент корелације између сезонских AMO индекса и индекса екстремних температура у периоду 1961–2016.

Tab. 13. Pearson correlation coefficient between seasonal AMO and extreme temperature indices in the 1961–2016 periods

Индекс Index	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn	Индекс Index	Зима Winter	Пролеће Spring	Љето Summer	Јесен Autumn
T_{max}	0.021	0.129	0.512 ^a	0.240 ^d	T_{min}	0.083	0.173	0.576 ^a	0.418 ^a
TX_x	0.071	0.173	0.375 ^b	0.222 ^d	TX_{10p}	0.116	-0.050	-0.403 ^b	-0.240 ^d
TX_n	-0.023	-0.069	0.095	0.186	TX_{90p}	0.177	0.102	0.541 ^a	0.236 ^d
TN_x	0.243 ^d	0.203	0.596 ^a	0.314 ^c	TN_{10p}	0.113	-0.103	-0.429 ^a	-0.327 ^c
TN_n	0.010	-0.039	0.079	0.231 ^d	TN_{90p}	0.198	0.219	0.580 ^a	0.409 ^b

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

ЗАКЉУЧАК

Рад апострофира промјене индекса екстремних температура у Босни и Херцеговини у периоду 1961–2016. године. Резултати анализе трендова за простор Мостара (који је изабран за студију случаја) указују да је на истраживаном подручју присутно загријавање климатског система. Годишња и сезонска Tmax и Tmin значајно су порасле, али је тренд пораста Tmax био нешто јачи. Резултати показују да су топли температурни индекси показали значајне позитивне трендове који су били дosta изражени у односу на опадајуће трендове хладних температурних индекса. Међутим, оба тренда указују на тенденцију загријавања. Највеће вриједности трендова добијене су за топле температурне индексе: TXx, TXn, TX90p, TN90p, TR30, TR20 и WSDI. Иако је загријавање очигледно у сви сезонама, најизраженији трендови установљени су у сезони љето, а затим у сезонима зима и пролеће. Трендови повећања/смањења топлих/хладних температурних индекса посебно су изражени од почетка 21. вијека. Међу 15 најтоплијих година у Мостару, само су три године из периода прије 2001. године (двије из 1990-их – 1994. и 1990. година и једна са почетка посматраног периода – 1961. година). На примјер, екстремно ниске/високе вриједности хладних/топлих температурних индекса забиљежене су током неких од најтоплијих година са појавом интензивних топлих таласа – у 2012. и 2015. години. У 2015. години било је само 14 TX10p, 9 TN10P, 8 FD0 и без иједног CSDI и ID0. Неке од највиших вриједности топлих температурних индекса забиљежене су 2012. године – тада је забиљежено 112 TX90p, 91 TN90p, 149 SU25, 108 SU30, 68 TR20 и 72 WSDI.

Резултати добијени у овом истраживању слични су резултатима других студија савремених трендова индекса екстремних температура у сусједним регионима југоисточне Европе.

Даља истраживања ових проблема свакако су неопходна, јер ће климатске промјене имати огроман утицај на низ дјелатности као што су:

CONCLUSION

The paper addresses the extreme temperature changes in Bosnia and Herzegovina during the 1961–2016 periods. The results of trend analysis for Mostar (which was chosen as the case study area) indicate that climate system warming was present over the investigated area. The annual and seasonal Tmax and Tmin significantly increased, but the upward trend in Tmax was somewhat stronger. Given the results, warm temperature indices displayed the significant positive trends, that were much more prominent than the downward trends in cold temperature indices. However, both trends suggest a warming tendency. The highest trend values were obtained for warm temperature indices: TXx, TXn, TX90p, TN90p, TR30, TR20 and WSDI. Although the warming was apparent in all seasons, the most prominent trends were found in summer season, and then in winter and spring.

The upward/downward trends in warm/cold temperature indices have been particularly pronounced since the beginning of the 21st century. Among the 15 warmest years in Mostar there are only three years prior to 2001 (two from 1990s – 1994 and 1990 and one from the beginning of the observed period – 1961). For example, the extremely low/high values of cold/warm temperature indices were recorded during the some of the hottest years with the occurrence of intense heat waves – in 2012 and 2015. In 2015 there were only 14 TX10p, 9 TN10P, 8 FD0 and without a single CSDI and ID0. Some of the highest frequencies of warm temperature indices were recorded in 2012 – then there was 112 TX90p, 91 TN90p, 149 SU25, 108 SU30, 68 TR20 and 72 WSDI.

The results obtained in this survey are similar to the results of other studies related to recent trends in extreme temperatures in the adjacent regions of the Southeast Europe.

Further research on these issues is certainly necessary because climate change will have a major impact on a range of activities such as: agriculture production, forest management, fire

земљорадња, шумарство, сточарство, режим пожара, снабдевање водом и енергијом, туризам, заштита природе, здравље људи, итд. Истраживања треба да обухвате и анализу промјена режима падавина и екстремних падавинских догађаја, јер су пројекције показале да ће главни правци климатских промјена у овом региону (поред значајног пораста температуре) ићи према смањењу расположиве воде (посебно током лета) и према повећању учесталости и интезитета екстремних климатских догађаја.

regime, livestock, water and energy demands, tourism, nature conservation, people health, etc. Further research should encompass the analysis of the changes in precipitation regime and the extreme precipitation events because the projections showed that the main directions of the climate change in this region (in addition to the significant temperature increase), will be a decline in available water (particularly during summer) and an increase in frequency and intensity of extreme climate and weather events.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M. & Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global Observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature and Precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111, D05109.
- Alexander, M. A., Halimeda Kilbourne, K. & Nye, J. A. (2014). Climate Variability during Warm and Cold Phases of the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) 1871–2008. *Journal of Marine Systems*, 133, 14–26.
- Andrade, C., Leite, S. M. & Santos, J. A. (2012). Temperature Extremes in Europe: Overview of Their Driving Atmospheric Patterns. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, 1671–1691.
- Barnston, A. G. & Livezey, R. E. (1987). Classification, Seasonality and Persistence of Low-Frequency Atmospheric Circulation Patterns. *Monthly Weather Review*, 115, 1083–1126.
- Branković, Č., Cindrić, K., Gajić-Čapka, M., Güttsler, I., Pandžić, K., Patarčić, M., Srnec, L., Tomašević, I., Vučetić, V. & Zaninović, K. (2013). Sixth National Communication of the Republic of Croatia under the United Nation Framework Convention on the Climate Change (UNFCCC) Selected Sections in Chapters: 7. Climate Change Impacts and Adaptation Measures 8. Research, Systematic Observation and Monitoring. Zagreb: Meteorological and hydrological service of Croatia.
- Burić, D., Ducić, V., Mihajlović, J., Luković, J. & Dragojlović, J. (2015). Recent Extreme Air Temperature Changes in Montenegro. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, XCV, 4, 53–66.
- Burić, D., Luković, J., Ducić, V., Dragojlović, J. & Doderović, M. (2014). Recent Trends in Daily Temperature Extremes over Southern Montenegro (1951–2010). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 1, 67–72.
- Dankers, R. & Hiederer, R. (2008). Extreme Temperatures and Precipitation in Europe: Analysis of a High-Resolution Climate Change Scenario. Luxembourg: European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability.
- Donat, M. G., Alexander, L. V., Yang, H., Durre, I., Vose, R., Dunn, R. J. H., Willett, K. M., Aguilar, E., Brunet, M., Caesar, J., Hewitson, B., Jack, C., Klein Tank, A. M. G., Kruger, A. C., Marengo, J., Peterson, T. C., Renom, M., Oria Rojas, C., Rusticucci, M., Salinger, J., Elrayah, A. S., Sekele, S. S., Srivastava, A. K., Trewin, B., Villarroel, C., Vincent, L. A., Zhai, P., Zhang, X. & 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, 2098–2118.
- 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.

- ETCCDI (2009). Climate Change Indices, Definitions of the 27 Core Indices. Retrieved on May 8 2017 from http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml
- Fernández-Montes, S. & Rodrigo, F. S. (2012). Trends in Seasonal Indices of Daily Temperature Extremes in the Iberian Peninsula, 1929–2005. *International Journal of Climatology*, 32, 15, 2320–2332.
- 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.
- 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.
- Fröhlich, P., Alexander, L. V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank, A. M. G. & Peterson, T. (2002). Observed Coherent Changes in Climatic Extremes During the Second Half of the Twentieth Century. *Climate Research*, 19, 3, 193–212.
- Giorgi, F. (2006). Climate Change Hot-Spots. *Geophysical Research Letters*, 33, L08707.
- Gray, S. T., Graumlich, L. J., Betancourt, J. L. & Pederson, G. T. (2004). A Tree-Ring Based Reconstruction of the Atlantic Multidecadal Oscillation since 1567 A.D. *Geophysical Research Letters*, 31, L12205.
- Hartmann, D. L., Klein Tank, A. M. G., Rusticucci, M., Alexander, L. V., Brönnimann, S., Charabi, Y., Dentener, F. J., Dlugokencky, E. J., Easterling, D. R., Kaplan, A., Soden, B. J., Thorne, P. W., Wild, M., & Zhai, P. M. (2013). Observations: Atmosphere and Surface. In: Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (eds.) (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 159–254). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hurrell, J. & Van Loon, H. (1997). Decadal Variations in Climate Associated with the North Atlantic Oscillation. *Climatic Change*, 36, 3, 301–326.
- Hurrell, J. W., Kushnir, Y., Ottersen, G. & Visbeck, M. (2003). An Overview of the North Atlantic Oscillation. In: Hurrell, J. W., Kushnir, Y., Ottersen, G. & Visbeck, M. (eds.) (2003). *The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance and Environmental Impact*. American Geophysical Union, Washington, D.C., pp. 1–35.
- IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C. B., Barros, V., Stocker, T. F., Qin, D., Dokken, D. J., Ebi, K. L., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Plattner, G.-K., Allen, S. K., Tignor, M. & Midgley, P. M. (eds.)]. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R. K., & Meyer, L. A. (eds.)]. Geneva: IPCC.
- Kenawy, A. E., Lopez-Moreno, J. I. & Vicente-Serrano, S. M. (2011). Recent Trends in Daily Temperature Extremes over Northeastern Spain (1960–2006). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11, 9, 2583–2603.
- Kioutsioukis, 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.
- Klein Tank, A. M. G. & Können, G. P. (2003). Trends Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99. *Journal of Climate*, 16, 22, 3665–3680.
- Kostopoulou, E. & Jones, P. D. (2005). Assessment of Climate Extremes in the Eastern Mediterranean. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 89, 1, 69–85.
- Muller, R. A., Curry, J., Groom, D., Jacobsen, R., Perlmutter, S., Rohde, R., Rosenfeld, A., Wickham, C. & Wurtele, J. (2013). Decadal Variations in the Global Atmospheric Land Temperatures. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118, 11, 5280–5286.
- NOAA Climate Prediction Center (NOAA CPC) (2017). Northern Hemisphere Teleconnection Patterns. Retrieved on June 8 2017 from <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/telecontents.shtml>
- Russo, S., Sillmann, J. & Fischer, E. M. (2015). Top Ten European Heat Waves since 1950 and Their Occurrence in the Coming Decades. *Environmental Research Letters*, 10, 12, 124003.
- Rust, H. W., Richling, A., Bissolli, P. & Ulbrich, U. (2015). Linking Teleconnection Patterns to European Temperature – A Multiple Linear Regression Model. *Meteorologische Zeitschrift*, 24, 4, 411–423.

ТАТЈАНА ПОПОВ, СЛОБОДАН ГЊАТО И ГОРАН ТРБИЋ
TATJANA POPOV, SLOBODAN GNJATO AND GORAN TRBIĆ

- Thompson, D. W. J. & Wallace, J. M. (1998). The Arctic Oscillation Signature in the Wintertime Geopotential Height and Temperature Fields. *Geophysical Research Letters*, 25, 9, 1297–1300.
- Trbić, G., Popov, T. & Gnjato, S. (2017). Analysis of Air Temperature Trends in Bosnia and Herzegovina. *Geographica Pannonica*, 21, 2, 68–84.
- Varfi, M. S., Karacostas, T. S., Makrogiannis, T. J. & Flocas, A. A. (2009). Characteristics of the Extreme Warm and Cold Days over Greece. *Advances in Geosciences*, 20, 45–50.
- Zaninovic, K. & Cindric, K. (2014). Changes in Indices of Temperature Extremes in Croatia, 1961–2010. EMS Annual Meeting Abstracts, Vol.11/EMS (ed.), EMS2014–80, 14th EMS Annual Meeting & 10th European Conference on Applied Climatology, Prague, Czech Republic, October 6–10th 2014
- Zhang, X. & Yang, F. (2004). RCLimDex (1.0) User Manual. Downsview, Ontario, Canada: Climate Research Branch Environment Canada.
- Попов, Т. & Трбић, Г. (2015). Анализа температуре ваздуха у континенталном биогеографском региону Републике Српске. У: Станковић, С., Филиповић, Д. & Ђурђић, С. (уред.) (2015). Четврти српски конгрес географа са међународним учешћем "Достигнућа, актуелности и изазови географске науке и праксе" поводом 150 година рођења Јована Цвијића, Зборник радова, Књига 1 (115–120). Београд: Универзитет у Београду Географски факултет, Српско географско друштво
- Трбић, Г. (2013). Колебање климе у Републици Српској. У: Гњато, Р. (уред.) (2013). Зборник Обиљежавања 20. годишњице Географског друштва Републике Српске 1993–2013 (87–95). Бањалука: Географско друштво Републике Српске

ОДНОС ИЗМЕЂУ НАО ИНДЕКСА, МРАЗНИХ ДАНА И ЕКСТРЕМНИХ СРЕДЊИХ МАКСИМАЛНИХ ВРИЈЕДНОСТИ ТЕМПЕРАТУРЕ У ТУРСКОЈ

Serhat Sensoy¹, İhsan Çiçek², Necla Türkoğlu², Volkan Darende¹

¹Turkish State Meteorological Service, Ankara, Turkey

²Ankara University, Faculty of Languages, History and Geography

Сажетак: О односу NAO индекса и падавина и средње температуре у Турској су проведене бројне студије (Türkoğlu et. al, 2006, Türkeş and Erlat, 2003). У раду ћемо анализирати управо овај однос усљед недовољних података о утицају NAO индекса на број мразних дана те на максималну и средњу максималну температуру. Параметри телеконекције у мају или већој мјери утичу на глобалну климу те на њену диференцијацију према регионима. Турска је удаљена од океана а на климу у овој земљи више утиче NAO него ENSO (Sensoy et al, 2011). Рад се бави могућим утицајима NAO индекса (сјеверно-атлантске осцилације) на број мразних дана, те на максималну и средњу максималну температуру у Турској. Коришћени су подаци са 41 хидрометеоролошке станице у Турској и то вриједности за број мразних дана, екстремне максималне температуре и средње максималне температуре за временски период од 1960. до 2015. године. Најновији подаци NAO индекса су преузети са NCAR/UCAR Националног центра за атмосферска истраживања. Преузете су само вриједности индекса веће од ± 0.5 како бисмо елиминисали неутралну фазу NAO индекса. Мразним даном се сматра онај дан када је минимална дневна температура ваздуха испод 0°C. Поред тога, кофицијенти корелације су израчунати коришћењем Pearson формуле и за средње максималне и за екстремне максималне температуре, као и параметри броја мразних дана укључујући мјесечни ниво и DJFM. Сматра се да је корелација слаба ако су вриједности t између $\pm 0.10-0.29$, за вриједности $\pm 0.30-0.49$ она је умјерена, а за вриједности $0.50-1.00$ је висока. Поред тога, \pm приказује смjer корелације. Уколико је израчуната статистичка вриједност (t) већа од циљане табеларне вриједности (према степену слободе и нивоу значаја), хипотеза се не може потврдити те неће бити значајне корелације. У нашем раду, степен слободе износи $56-2 = 54$, а израчунати праг је ± 0.27 за $\alpha = 0.05$ и ± 0.34 за $\alpha = 0.01$. Према добијеним резултатима, однос између NAO индекса и максималне температуре је негативан, што заправо значи да негативан NAO индекс доводи до повећања максималне температуре. Умјерене/повишене и значајне негативне корелације су измјерене у мају, децембру, те DJFM у већини станица. Постоји слаба позитивна корелација почетком и крајем јесени (септембар и новембар). Уопштено говорећи, постоји слаба негативна веза између NAO индекса и средње максималне температуре, мада се у јуну и октобру јављају умјерене и статистички значајне корелације будући да су то прелазни мјесеци. Другим ријечима, негативни NAO индекс доводи до повећања средње максималне температуре, док се слаба позитивна корелација јавља у августу. Однос између NAO индекса и броја мразних дана је углавном позитиван, што значи да ће позитивни NAO индекс повећати број мразних дана док ће негативан индекс довести до мањег броја истих. На већини метеоролошких станица је забиљежена висока и статистички значајна позитивна корелација код DJFM осим у Истамбулу, Текирдагу, Чанакалеу и Мерсину. Према резултатима, DJFM NAO индекс нарочито утиче на климу у Турској усљед атмосферске циркулације. Средња температура у Турској у порасту је од 1981. године. Правац односа температуре је негативан док је позитиван када је ријеч о броју мрзних дана.

Кључне ријечи: Турска, NAO индекс, температура, мразни дани

Original scientific paper

RELATIONSHIP BETWEEN NAO INDEX, FROST DAYS, EXTREME AND MEAN MAXIMUM TEMPERATURE IN TURKEY

Serhat Sensoy¹, İhsan Çiçek², Necla Türkoğlu², Volkan Darende¹

¹Turkish State Meteorological Service, Ankara, Turkey

²Ankara University, Faculty of Languages, History and Geography

Abstract: More studies have been carried out on relations NAO index with Turkey's precipitation and mean temperature (Türkoğlu et. al, 2006, Türkeş and Erlat, 2003). Due to lack of study on effect of NAO on number of frost days and maximum and mean maximum temperature, in this study we investigated this relationship. Teleconnection parameters are more or less affecting world climate differentiating by the regions. Turkey is far away from the oceans. Turkey

climate is more affected by NAO rather than ENSO (Sensoy et al, 2011). In this study, possible impacts of North Atlantic Oscillation (NAO) Index on number of Frost Days, Maximum Temperature and Mean Maximum Temperature in Turkey have been investigated. Number of frost days, extreme maximum temperature and mean maximum temperature data of forty-one Turkish climate stations have been used from 1960 to 2015. Latest Hurrell North Atlantic Oscillation (NAO) Index (station-based) data have been downloaded from NCAR/UCAR, The National Center for Atmospheric Research. Only greater than ± 0.5 NAO Index has been taken in order to eliminate neutral phase of the NAO index. Frost Day (FD0) is the day with daily minimum temperature below 0°C . In relation with NAO index, correlation coefficients have been calculated by using Pearson formula for both mean maximum and extreme maximum temperature and number of frost day parameters including monthly and DJFM. It assumes that if r is in between ± 0.10 - 0.29 correlation is weak, ± 0.30 - 0.49 it's moderate and 0.50 - 1.00 its high. \pm shows the direction of correlation. If calculated Test statistic (t) value, greater than selected table value (according to degree of freedom and significance level) H_0 hypothesis will refused, there is significant correlation. In this study degree of freedom is $56-2 = 54$ and threshold has been calculated as ± 0.27 for $\alpha = 0.05$ and ± 0.34 for $\alpha = 0.01$. The result shows that the relation between NAO Index and maximum temperature is negative. It means that negative NAO Index causing an increase in the maximum temperature. Moderate/higher and significant negative correlations has been found in May, December and DJFM in most of the stations. There are weak positive correlation when starting and ending autumn (September and November). Generally there are weak negative relationship between NAO Index and mean maximum temperature. But in June and October there are moderate and statistically significant negative correlations due to they are transition months. It means that negative NAO Index causing an increase in the mean maximum temperature. There is weak positive correlation in August. Generally the relation between NAO Index and number of frost days are positive. It means positive NAO index will be increased number of frost day but negative NAO Index will cause a decrease in number of frost days. Most of the stations indicate high and statistically significant positive correlation in DJFM except İstanbul, Tekirdağ, Çanakkale and Mersin. The result shows that especially DJFM NAO Index is more affecting Turkey's climate due to atmospheric circulation. Turkey mean temperature has increasing trend when NAO has decreasing since 1981. Direction of relationship for temperature is negative while it's positive in number of frost day.

Key words: Turkey, NAO Index, Temperature, Frost Days

УВОД

Постоје бројне студије о односу NAO индекса, падавина у Турској, те средње температуре (Türkoğlu et. al, 2006, Türkeş and Erlat, 2003). У раду се бавимо утицајем NAO индекса на број мразних дана те на максималну и средњу максималну температуру. Параметри телеконекције у мањој или већој мјери утичу на климатску диференцијацију свијета на регионе. Турска је пак удаљена од океана те је њена клима под утицајем NAO индекса више него по утицајем ENSO-а (Sensoy et al, 2011).

ПОДАЦИ И МЕТОДЕ

Најновији подаци о индексу сјеверноатлантске осцилације (NAO индекс) (на основу података из станица) преузети су са NCAR/UCAR, Националног центра за атмосферска истраживања (URL 2). Мјесечне средње максималне температуре и број мразних дана су израчунати на основу података

INTRODUCTIONS

More studies have been carried out on relations NAO index and Turkey's precipitation and mean temperature (Türkoğlu et. al, 2006, Türkeş and Erlat, 2003). Due to luck of study on effect of NAO on number of frost days and maximum and mean maximum temperature, in this study we investigated this relationship. Teleconnection parameters are more or less affecting world climate differentiating by the regions. Turkey is far away from the oceans. Turkey climate is more affected by NAO rather than ENSO (Sensoy et al, 2011).

DATA AND METHODS

Latest Hurrell North Atlantic Oscillation (NAO) Index (station-based) data have been downloaded from NCAR/UCAR, The National Center for Atmospheric Research (URL 2). Monthly mean maximum temperature and frost days have been calculated from the data of TSMS (URL 1). Only greater than ± 0.5 NAO Index has

TSMS-a (URL 1). У обзир је узет само NAO индекс вриједности већих од ± 0.5 како бисмо елиминисали неутралну фазу индекса.

been taken in order to eliminate neutral phase of the NAO index.

МРАЗНИ ДАН (FD0)

Нека је Tn_{ij} минимална дневна температура на дан i у периоду j . Израчунаћемо број дана при чему је:

$$(1) \quad Tn_{ij} < 0^{\circ}\text{C}$$

Коефицијент корелације је израчунат коришћењем Персонове формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y} \quad (\text{URL 4}).$$

Where; \bar{x} and \bar{y} are mean for X_i and Y_i ; s_x and s_y are Standard deviation for X_i and Y_i and Σ = total from 1 to n

Табела 1. Евалуација коефицијента корелације (Cohen, 1988).

Table 1. Evaluation of correlation coefficient (Cohen, 1988).

корелација	негативна	позитивна
слаба	-0,29 to -0,10	0,10 to 0,29
умјерена	-0,49 to -0,30	0,30 to 0,49
јака	-0,50 to -1,00	0,50 to 1,00

Претпоставимо да је корелација слаба ако је вриједност r између $\pm 0.10-0.29$, за вриједност $\pm 0.30-0.49$ она је умјерена, а за вриједност $0.50-1.00$ је висока. Заправо, \pm приказује смјер корелације (позитиван или негативан) (URL 3).

It assumes that if r is in between $\pm 0.10-0.29$ correlation is weak, $\pm 0.30-0.49$ it's moderate and $0.50-1.00$ its high. \pm shows the direction of correlation (positive or negative), (URL 3).

ЗНАЧАЈ ТЕСТА ЗА КОЕФИЦИЈЕНТ КОРЕЛАЦИЈЕ

SIGNIFICANCE TEST FOR CORRELATION COEFFICIENT

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

Where r = correlation coefficient, n-2= degree of freedom

Ако је израчуната тестна статистичка вриједност (t) већа од одабране табеларне вриједности (према степену слободе и нивоу значаја), хипотеза није одржива те постоји значајна корелација. У нашем раду, степен слободе је $56-2=54$ а израчунати праг износи ± 0.27 за $\alpha = 0,05$ и ± 0.34 за $\alpha = 0,01$.

If calculated Test statistic (t) value, greater than selected table value (according to degree of freedom and significance level) Ho hypothesis will refused, there is significant correlation. In this study degree of freedom is $56-2=54$ and threshold has been calculated as ± 0.27 for $\alpha = 0,05$ and ± 0.34 for $\alpha = 0,01$.

Табела 2. Табеларне вриједности за тест-статистику
Table 2. Table values for Test Statistics

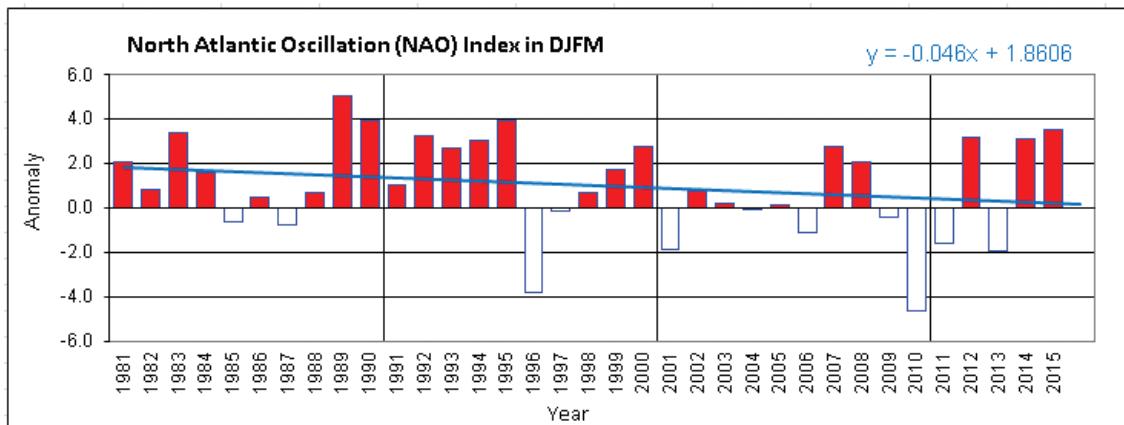
degree of freedom	unidirectional hypothesis		bi-directional hypothesis	
	.05	.01	.05	.01
1	6.314	31.821	12.706	63.656
2	2.920	6.965	4.303	9.925
3	2.353	4.541	3.182	5.841
4	2.132	3.747	2.776	4.604
5	2.015	3.365	2.571	4.032
6	1.943	3.143	2.447	3.707
7	1.895	2.998	2.365	3.499
8	1.860	2.896	2.306	3.355
9	1.833	2.821	2.262	3.250
10	1.812	2.764	2.228	3.169
11	1.796	2.718	2.201	3.106
12	1.782	2.681	2.179	3.055
13	1.771	2.650	2.160	3.012
14	1.761	2.624	2.145	2.977
15	1.753	2.602	2.131	2.947
16	1.746	2.583	2.120	2.921
17	1.740	2.567	2.110	2.898
18	1.734	2.552	2.101	2.878
19	1.729	2.539	2.093	2.861
20	1.725	2.528	2.086	2.845
21	1.721	2.518	2.080	2.831
22	1.717	2.508	2.074	2.819
23	1.714	2.500	2.069	2.807
24	1.711	2.492	2.064	2.797
25	1.708	2.485	2.060	2.787
26	1.706	2.479	2.056	2.779
27	1.703	2.473	2.052	2.771
28	1.701	2.467	2.048	2.763
29	1.699	2.462	2.045	2.756
30	1.697	2.457	2.042	2.750
40	1.684	2.423	2.021	2.704
50	1.676	2.403	2.009	2.678
60	1.671	2.390	2.000	2.660
80	1.664	2.374	1.990	2.639
100	1.660	2.364	1.984	2.626
120	1.658	2.358	1.980	2.617
to endless	1.645	2.326	1.960	2.576

У раду, степен слободе износи $56-2=54$, за $\alpha = 0,05$ $t54= 2,0$. За $\alpha = 0,01$ $t54= 2,68$.
In this study, degree of freedom is $56-2=54$. For $\alpha = 0,05$ $t54= 2,0$. For $\alpha = 0,01$ $t54= 2,68$.

ОДНОС ИЗМЕЂУ НАО ИНДЕКСА, МРАЗНИХ ДАНА И ЕКСТРЕМНИХ И СРЕДЊИХ МАКСИМАЛНИХ
ВРИЈЕДНОСТИ ТЕМПЕРАТУРЕ У ТУРСКОЈ
RELATIONSHIP BETWEEN NAO INDEX, FROST DAYS, EXTREME AND MEAN MAXIMUM TEMPERATURE
IN TURKEY

ТRENДОВИ НАО ИНДЕКСА И СРЕДЊЕ
ТЕМПЕРАТУРЕ

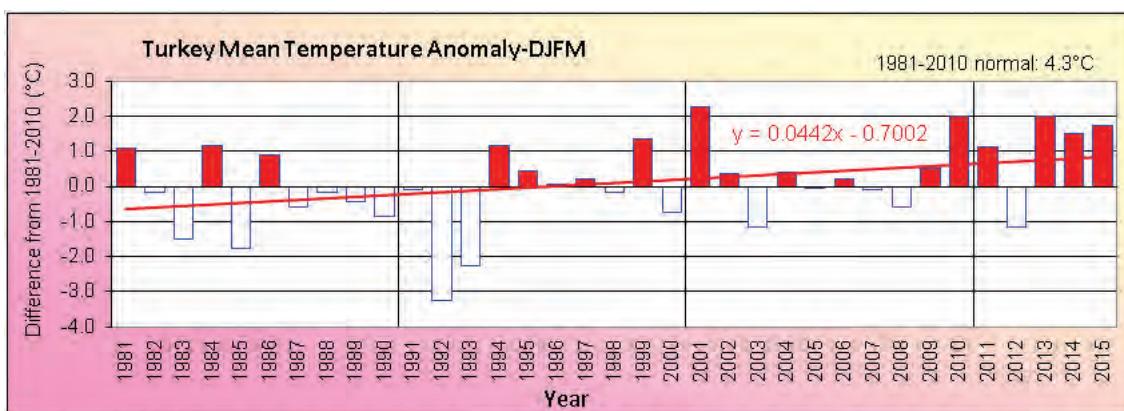
TRENDS IN NAO INDEX AND MEAN
TEMPERATURE



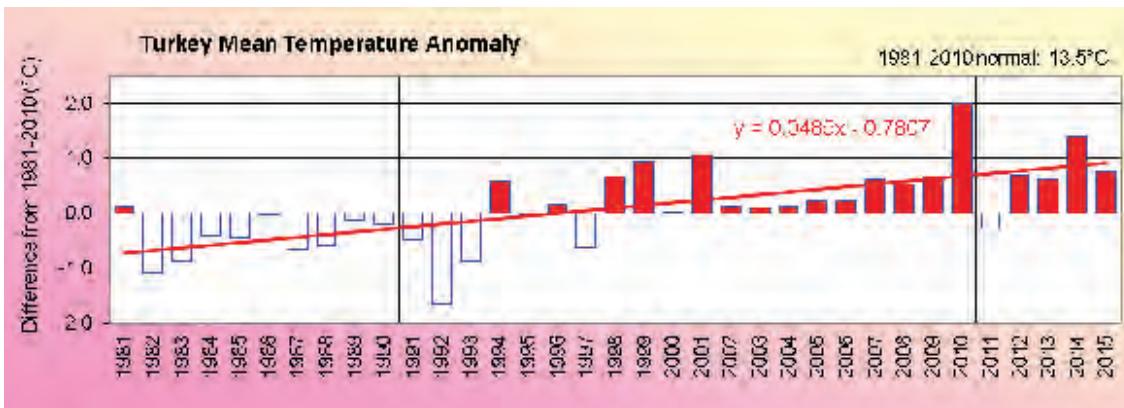
Слика 1. Индекс сјеверно-атлантске осцилације (NAO), DJFM, те њихови трендови
Figure 1. North Atlantic Oscillation (NAO) Index in DJFM and its trend

Мада се чини да су се појавиле 24 позитивне и 11 негативних неправилности, евидентно је да постоји опадајући тренд НАО индекса.

Although it's appearing that 24 positive 11 negative anomalies occurred in the time series, it's noticeable that there is decreasing trend in the NAO index.



Слика 2. Неправилности средње температуре те њен тренд у DJFM
Figure 2. Mean temperature anomaly and its trend in DJFM

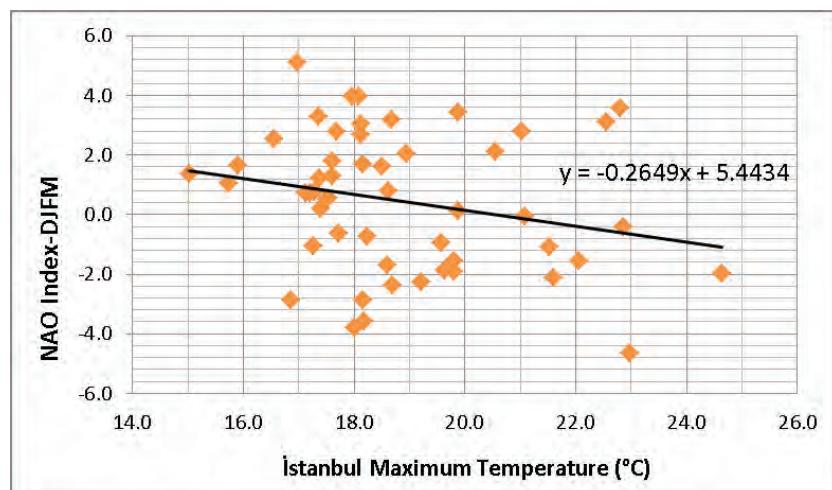


Слика 3. Неправилности средње годишње температуре и њен тренд
Figure 3. Annual Mean temperature anomaly and its trend

У периоду од 1981. до 2015. године, средње температуре су имале растући тренд и у DJFM и на годињем нивоу у Турској. Насупрот томе, постоји опадајући тренд NAO индекса у истом периоду. Ово указује на негативан однос ова два параметра.

Mean temperatures has increasing trends both in DJFM and annually in Turkey from 1981 to 2015. In contrast, there is decreasing trend in the NAO index in the same period. This shows negative relationship between two parameters.

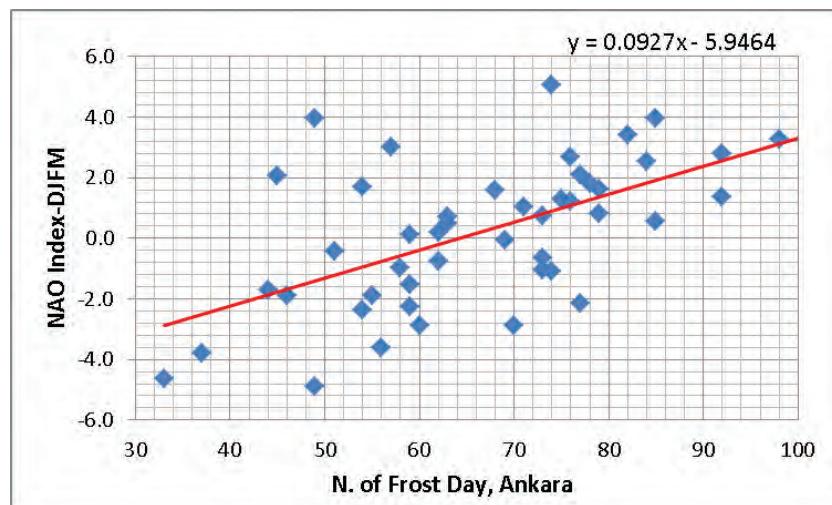
ХҮ ДИЈАГРАМ РАСИПАЊА НЕКИХ МЕТЕОРОЛОШКИХ СТАНИЦА



Слика 4. XY дијаграм расипања NAO индекса и максималне температуре у Истамбулу
Figure 4. XY Scatter Plot of NAO Index and Maximum temperature in İstanbul

Постоји негативан однос између NAO индекса и максималне температуре. Кофицијент корелације је слаб (-0.24), те није статистички значајан.

There is negative relation between NAO Index and maximum temperature. Correlation coefficient has been found as weak (-0.24) and it's not statistically significant.



Слика 5. XY дијаграм расипања NAO индекса и број мразних дана у Анкари
Figure 5. XY Scatter Plot of NAO Index and Number of Frost Day in Ankara

ОДНОС ИЗМЕЂУ НАО ИНДЕКСА, МРАЗНИХ ДАНА И ЕКСТРЕМНИХ И СРЕДЊИХ МАКСИМАЛНИХ
ВРИЈЕДНОСТИ ТЕМПЕРАТУРЕ У ТУРСКОЈ
RELATIONSHIP BETWEEN NAO INDEX, FROST DAYS, EXTREME AND MEAN MAXIMUM TEMPERATURE
IN TURKEY

Постоји позитиван однос између НАО индекса и броја мразних дана. Коефицијент корелације је висок (0.58) те је статистички значајан.

There is positive relationship between NAO Index and Number of Frost Days. Correlation coefficient has been found high (0.58) and it's statistically significant.

Табела 3. Коефицијент корелације између НАО индекса и максималне температуре
Table 3. Correlation coefficient between NAO Index and Maximum Temperature

Station	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.	DJFM
Adana	-0.06	-0.08	-0.15	-0.04	-0.34	-0.13	0.11	0.12	-0.01	-0.09	0.01	-0.25	-0.23
Afyon	-0.20	-0.25	-0.05	-0.12	-0.48	-0.14	-0.12	-0.24	0.08	-0.15	0.03	-0.31	-0.33
Ağrı	-0.23	-0.24	-0.14	-0.12	-0.34	0.12	-0.01	-0.10	-0.05	-0.06	0.03	-0.31	-0.26
Ankara	-0.19	-0.14	0.02	-0.08	-0.45	-0.21	0.02	-0.19	0.02	-0.22	0.00	-0.21	-0.26
Antakya	-0.03	-0.06	-0.04	0.05	-0.29	-0.21	0.00	0.04	-0.10	-0.14	0.07	-0.17	-0.11
Antalya	-0.22	-0.07	0.03	0.18	-0.36	-0.07	0.12	0.14	0.10	0.01	0.24	0.09	-0.09
Artvin	-0.21	-0.24	-0.01	-0.11	-0.21	0.04	-0.08	0.01	-0.04	-0.05	-0.02	-0.22	-0.33
Balıkesir	-0.17	-0.27	-0.01	0.11	-0.61	-0.15	0.11	-0.29	0.01	-0.08	0.02	-0.24	-0.20
Bursa	-0.23	-0.38	-0.11	0.04	-0.44	-0.31	-0.08	-0.15	-0.09	-0.28	-0.02	-0.46	-0.44
Çanakkale	-0.28	-0.30	-0.19	-0.13	-0.25	-0.18	-0.16	0.06	0.27	-0.05	-0.02	-0.29	-0.39
Çankırı	-0.18	-0.10	0.12	-0.07	-0.41	-0.26	-0.03	-0.13	-0.03	-0.27	0.20	-0.11	-0.17
Çorum	-0.26	-0.12	-0.08	-0.12	-0.47	-0.16	-0.07	-0.08	0.05	-0.31	0.04	-0.30	-0.40
Diyarbakır	-0.33	-0.06	-0.12	-0.09	-0.47	-0.23	-0.13	-0.14	0.15	-0.21	0.09	-0.07	-0.21
Edirne	0.04	-0.20	0.15	-0.14	-0.35	-0.28	-0.27	-0.16	0.21	-0.11	-0.02	-0.18	-0.04
Elazığ	-0.08	-0.04	-0.09	-0.03	-0.31	-0.13	-0.13	-0.18	0.06	-0.31	0.05	-0.24	-0.14
Erzincan	-0.14	-0.10	-0.15	-0.07	-0.45	0.01	-0.05	-0.21	-0.05	-0.23	0.10	-0.16	-0.30
Erzurum	-0.26	-0.28	-0.17	-0.06	-0.42	-0.10	-0.16	-0.03	-0.05	-0.08	0.16	-0.08	-0.16
Eskişehir	-0.32	-0.23	0.08	-0.02	-0.42	-0.30	0.06	-0.22	-0.08	-0.19	0.21	-0.41	-0.39
Gaziantep	0.15	0.00	-0.03	-0.02	-0.39	-0.23	-0.15	-0.24	0.09	-0.19	0.01	-0.14	-0.03
Hakkâri	-0.23	-0.20	-0.23	0.09	-0.08	-0.07	0.04	-0.17	-0.14	-0.19	0.01	-0.17	-0.22
İstanbul	-0.30	-0.21	-0.21	0.02	-0.26	0.27	-0.13	0.01	0.02	-0.25	0.19	-0.09	-0.24
İzmir	-0.31	-0.27	-0.29	-0.01	-0.34	-0.22	0.04	-0.08	-0.12	-0.17	0.00	-0.33	-0.37
Kars	-0.15	-0.22	-0.27	-0.11	-0.32	0.11	-0.07	-0.33	-0.06	-0.11	0.11	-0.30	-0.26
Kastamonu	-0.15	-0.16	0.06	-0.12	-0.34	-0.25	-0.04	-0.14	-0.05	-0.17	0.04	-0.30	-0.31
Kayseri	-0.31	-0.25	-0.23	-0.15	-0.32	-0.09	-0.15	-0.26	0.07	-0.12	-0.09	-0.35	-0.50
Konya	-0.41	-0.18	-0.25	0.08	-0.59	0.01	-0.19	-0.17	0.09	-0.12	0.06	-0.15	-0.39
Kütahya	-0.29	-0.19	-0.05	-0.09	-0.40	-0.23	0.06	-0.18	0.07	-0.16	-0.01	-0.24	-0.34
Manisa	-0.35	-0.40	-0.16	-0.03	-0.54	-0.24	-0.09	-0.17	0.10	-0.04	-0.07	-0.37	-0.51
Mersin	-0.24	-0.19	-0.32	0.05	-0.12	-0.26	-0.06	0.02	0.13	-0.13	0.09	-0.18	-0.35
Muğla	-0.06	-0.07	-0.09	-0.02	-0.52	-0.35	-0.05	-0.13	0.25	-0.05	0.11	-0.01	-0.01
Ordu	-0.06	-0.09	-0.25	0.02	-0.28	0.12	0.15	0.04	-0.09	-0.25	-0.03	-0.28	-0.30
Rize	-0.21	-0.11	-0.26	-0.05	-0.33	0.09	0.06	0.02	-0.20	-0.27	-0.07	-0.24	-0.35
Samsun	-0.15	-0.17	-0.29	0.06	-0.10	-0.17	0.08	-0.11	-0.21	-0.24	0.02	-0.27	-0.37
Sivas	-0.23	-0.09	-0.09	-0.16	-0.24	-0.03	0.01	-0.13	-0.01	-0.26	0.00	-0.30	-0.29
Şanlıurfa	-0.06	-0.06	-0.13	0.01	-0.30	-0.19	-0.20	-0.25	-0.01	-0.33	0.06	-0.24	-0.13
Tekirdağ	-0.22	-0.31	0.11	-0.01	-0.26	-0.28	-0.20	0.04	-0.31	-0.32	-0.21	-0.40	-0.29
Tokat	-0.25	-0.15	-0.14	-0.07	-0.28	-0.09	-0.05	-0.17	-0.08	-0.21	-0.03	-0.22	-0.46
Trabzon	-0.19	-0.17	-0.26	0.19	-0.24	0.13	0.03	0.04	-0.20	-0.24	-0.23	-0.09	-0.31
Van	-0.28	-0.27	-0.28	0.04	-0.22	0.08	-0.01	-0.12	0.04	-0.15	-0.10	-0.26	-0.32
Yozgat	-0.29	-0.11	-0.04	-0.05	-0.37	-0.13	-0.05	-0.13	0.06	-0.28	0.01	-0.26	-0.33
Zonguldak	-0.35	-0.37	-0.32	0.02	-0.31	-0.05	-0.07	-0.22	-0.19	-0.33	-0.08	-0.38	-0.50

Плава приказује негативну, а црвена приказује позитивну корелацију. **Болд** представља значајну корелацију.

Уопштео узевши, однос између NAO индекса и максималне температуре је негативан, што значи како негативан NAO индекс доводи до повећања максималне температуре. Умјерена/јака и значајна негативна корелација је установљена у мају, децембру, и DJFM на већини станица. Постоји слаба позитивна корелација почетком и крајем јесени (септембар и новембар).

Табела 4. Коефицијент корелације између NAO индекса и средње максималне температуре
Table 4. Correlation coefficient between NAO Index and Mean Maximum Temperature

Station	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.	DJFM
Adana	0.00	-0.07	-0.10	0.08	-0.04	-0.04	-0.02	0.06	0.11	-0.21	0.04	0.12	-0.13
Afyon	-0.19	-0.18	-0.09	0.02	-0.10	-0.38	-0.08	0.00	-0.01	-0.26	-0.10	-0.08	-0.31
Ağrı	-0.37	-0.32	-0.18	-0.13	-0.32	-0.10	-0.13	-0.18	-0.30	-0.11	-0.02	-0.34	-0.38
Ankara	-0.20	-0.05	0.00	-0.02	-0.04	-0.40	-0.02	0.03	-0.10	-0.25	-0.02	-0.01	-0.27
Antakya	-0.12	0.02	-0.09	0.11	-0.11	-0.23	-0.09	0.04	0.13	-0.22	-0.05	-0.03	-0.11
Antalya	-0.14	-0.05	-0.15	0.13	-0.12	-0.14	-0.06	0.04	0.27	-0.03	0.23	0.13	-0.26
Artvin	-0.25	-0.25	-0.16	-0.15	-0.16	-0.32	0.15	-0.03	-0.26	-0.36	-0.18	-0.22	-0.39
Balıkesir	0.00	-0.10	-0.13	0.07	0.02	0.07	0.09	-0.02	-0.26	-0.17	-0.17	-0.07	-0.27
Bursa	-0.03	-0.13	-0.05	0.01	-0.05	-0.37	-0.13	0.04	0.11	-0.35	-0.10	-0.05	-0.19
Çanakkale	0.13	-0.10	-0.01	-0.03	0.05	-0.19	-0.06	0.12	0.26	-0.28	-0.10	0.10	-0.06
Çankırı	-0.18	0.01	0.02	0.03	-0.10	-0.36	-0.02	0.05	-0.10	-0.23	0.14	0.02	-0.24
Çorum	-0.19	-0.08	-0.11	0.03	-0.22	-0.37	-0.01	0.02	-0.14	-0.29	-0.06	-0.10	-0.34
Diyarbakır	-0.23	-0.06	-0.17	-0.20	-0.27	-0.35	-0.08	-0.03	-0.22	-0.32	-0.01	-0.23	-0.31
Edirne	0.44	0.16	0.24	-0.04	0.05	-0.31	-0.23	0.07	0.24	-0.25	0.01	0.20	0.29
Elazığ	-0.24	-0.09	-0.12	-0.06	-0.20	-0.36	-0.13	0.00	-0.28	-0.30	-0.01	-0.10	-0.25
Erzincan	-0.25	-0.13	-0.19	-0.08	-0.30	-0.28	-0.09	-0.09	-0.29	-0.28	-0.01	-0.09	-0.31
Erzurum	-0.39	-0.30	-0.25	-0.05	-0.43	-0.30	-0.19	-0.03	-0.29	-0.18	-0.07	-0.03	-0.34
Eskişehir	-0.27	-0.07	-0.02	0.03	-0.19	-0.47	-0.03	0.02	0.03	-0.24	0.02	-0.06	-0.30
Gaziantep	-0.01	0.01	-0.03	-0.05	-0.21	-0.45	-0.05	0.03	-0.15	-0.20	-0.04	0.02	-0.05
Hakkâri	0.12	-0.16	-0.13	0.10	-0.08	-0.33	-0.23	-0.07	-0.22	-0.26	-0.01	0.18	-0.02
İstanbul	0.19	0.03	-0.08	-0.05	0.06	-0.45	-0.08	0.07	0.15	-0.38	0.07	0.07	0.00
İzmir	-0.12	-0.09	-0.09	0.07	-0.03	-0.30	-0.11	0.01	0.11	-0.29	0.00	-0.12	-0.25
Kars	-0.19	-0.02	-0.17	-0.15	-0.35	-0.26	-0.10	-0.19	-0.37	-0.30	-0.14	-0.25	-0.15
Kastamonu	-0.12	-0.06	0.00	-0.01	-0.06	-0.47	-0.02	0.07	-0.08	-0.31	0.00	-0.08	-0.27
Kayseri	-0.29	-0.25	-0.23	-0.01	-0.03	-0.38	-0.03	0.00	-0.24	-0.25	-0.13	-0.15	-0.42
Konya	-0.33	-0.27	-0.22	0.07	-0.26	-0.23	-0.06	-0.04	-0.26	-0.19	-0.02	0.07	-0.44
Kütahya	-0.18	-0.09	-0.03	0.02	-0.04	-0.47	-0.07	0.09	-0.04	-0.23	-0.03	-0.05	-0.27
Manisa	-0.29	-0.06	0.02	-0.01	-0.05	0.11	0.04	-0.02	-0.07	-0.06	-0.14	-0.13	-0.13
Mersin	-0.06	-0.04	-0.23	0.09	0.04	-0.38	-0.05	0.02	0.22	-0.27	0.07	0.02	-0.21
Muğla	-0.03	0.02	-0.03	0.07	-0.06	-0.30	-0.02	0.03	0.28	-0.17	0.16	0.03	-0.11
Ordu	-0.02	-0.17	-0.14	0.02	-0.04	-0.34	0.17	0.10	-0.02	-0.34	-0.22	-0.19	-0.25
Rize	-0.18	-0.22	-0.22	-0.08	-0.09	-0.36	0.04	0.11	-0.20	-0.43	-0.18	-0.25	-0.37
Samsun	-0.09	-0.24	-0.22	-0.03	-0.01	-0.22	0.08	0.03	-0.09	-0.44	-0.20	-0.11	-0.35
Sivas	-0.23	-0.13	-0.18	-0.04	-0.13	-0.39	-0.05	0.03	-0.26	-0.32	-0.13	-0.16	-0.31

Blue shows negative, red shows positive correlation. **Bold** represent significant correlation.

Generally the relation between NAO Index and maximum temperature is negative. It means that negative NAO Index causing an increase in the maximum temperature. Moderate/higher and significant negative correlations have been found in May, December and DJFM in most of the stations. There are weak positive correlation when starting and ending autumn (September and November).

ОДНОС ИЗМЕЂУ НАО ИНДЕКСА, МРАЗНИХ ДАНА И ЕКСТРЕМНИХ И СРЕДЊИХ МАКСИМАЛНИХ
ВРИЈЕДНОСТИ ТЕМПЕРАТУРЕ У ТУРСКОЈ
RELATIONSHIP BETWEEN NAO INDEX, FROST DAYS, EXTREME AND MEAN MAXIMUM TEMPERATURE
IN TURKEY

Şanlıurfa	-0.06	-0.02	-0.05	-0.05	-0.21	-0.45	-0.03	0.06	-0.19	-0.28	-0.04	-0.02	-0.12
Tekirdağ	0.22	-0.03	0.07	0.03	-0.16	-0.20	0.04	0.08	0.16	-0.35	-0.04	0.09	0.05
Tokat	-0.23	-0.23	-0.21	-0.02	-0.17	-0.42	0.05	0.01	-0.30	-0.24	-0.23	-0.19	-0.46
Trabzon	-0.20	-0.22	-0.29	0.11	-0.23	-0.03	0.02	0.06	-0.16	-0.42	-0.26	-0.04	-0.36
Van	0.06	-0.12	-0.21	0.06	-0.13	-0.37	-0.12	0.01	0.12	-0.30	0.02	0.00	-0.08
Yozgat	-0.17	-0.18	-0.16	-0.01	-0.09	-0.34	-0.05	-0.03	-0.24	-0.29	-0.07	-0.07	-0.33
Zonguldak	-0.05	-0.29	-0.17	-0.06	-0.16	-0.15	-0.06	-0.04	-0.01	-0.39	-0.15	-0.05	-0.27

Плава приказује негативну, а црвена приказује позитивну корелацију. **Болд** представља значајну корелацију.

Постоји слаб негативан однос између НАО индекса и средње максималне температуре, али у јуну и октобру се јавља умјерена и статистички значајна негативна корелација јер су у питању прелазни мјесеци. Другим ријечима, негативан НАО индекс доводи до повећања средње максималне температуре. Слаба позитивна корелација је забиљежена у августу.

Blue shows negative, red shows positive correlation. **Bold** represent significant correlation.

Generally there are weak negative relationship between NAO Index and mean maximum temperature. But in June and October there are moderate and statistically significant negative correlations due to they are transition months. It means that negative NAO Index causing an increase in the mean maximum temperature. There is weak positive correlation in August.

Табела 5. Коефицијент корелације између НАО индекса и броја мразних дана
Table 5. Correlation coefficient between NAO Index and Number of Frost Days

Station	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DJFM
Adana	-0.02	0.15	0.31										-0.18 0.14
Afyon	0.42	0.25	-0.35	-0.20						-0.27	0.12	0.21	0.48
Ağrı	0.44	0.33	0.29	0.08	0.30						0.21	0.26	0.21 0.19
Ankara	0.36	0.35	0.26	-0.05							-0.18	0.18	0.29 0.58
Antakya	0.28	-0.19	-0.17									-0.47	0.53 0.49
Antalya	0.62	0.00											0.61 0.48
Artvin	0.36	0.29	0.02	0.47								-0.19	-0.20 0.59
Balıkesir	0.16	0.02	-0.32									0.30	0.06 0.23
Bursa	0.27	0.22	0.08	0.06								0.11	0.12 0.44
Çanakkale	-0.16	0.08	-0.18									-0.71	0.01 -0.09
Çankırı	0.29	0.33	0.00	0.28							-0.25	0.22	0.05 0.67
Çorum	0.56	0.42	-0.05	0.23	0.07					-0.19	0.20	0.04	0.68
Diyarbakır	0.45	0.33	-0.05	0.69								0.18	-0.07 0.62
Edirne	-0.05	0.10	-0.04								-0.12	-0.19	-0.18 0.11
Elazığ	0.42	0.32	0.43	-0.21								0.18	0.28 0.53
Erzincan	0.48	0.30	0.21	0.35							-0.46	0.20	-0.07 0.54
Erzurum	0.53	0.46	0.36	0.15	0.13				0.05	0.07	0.33	0.15	0.40
Eskişehir	0.45	0.31	-0.27	-0.27							-0.02	0.10	0.36 0.66
Gaziantep	0.24	0.28	-0.08									0.01	-0.03 0.40
Hakkâri	0.51	0.27	0.28	0.12									0.16 0.26
İstanbul	-0.32	-0.10	-0.06										-0.19 -0.19
İzmir	-0.13	-0.16											0.75 0.04
Kars	0.53	0.32	0.18	0.19	0.20						0.13	-0.11	-0.03 0.30
Kastamonu	0.40	0.28	-0.03	0.28							-0.10	0.14	0.07 0.59
Kayseri	0.49	0.35	0.15	0.10								0.13	-0.02 0.66

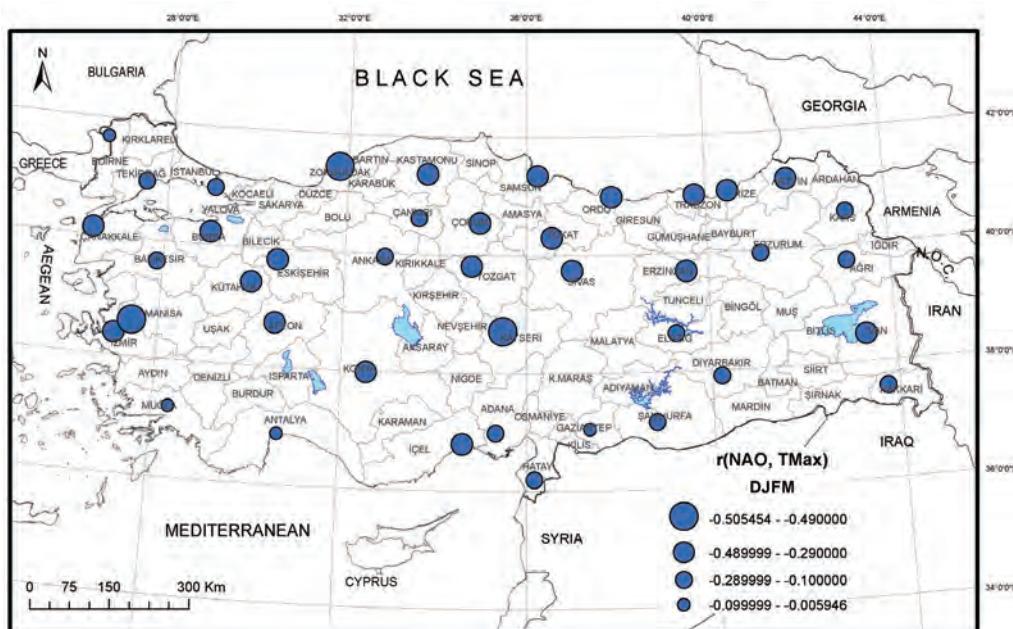
Konya	0.48	0.54	0.36	-0.09					-0.19	0.23	0.44	0.74
Kütahya	0.33	0.29	-0.30	-0.35					-0.31	0.20	0.26	0.57
Manisa	0.21	-0.06	-0.34								-0.08	0.35
Mersin	-0.04	-0.34										-0.18
Muğla	0.12	0.15	-0.50							0.14	0.14	0.47
Ordu	-0.10	-0.12	-0.43								0.07	0.33
Rize	0.30	0.17	0.03								0.57	0.28
Samsun	0.00	-0.01	-0.13								-0.10	0.22
Sivas	0.42	0.30	0.24	0.21					-0.33	0.16	-0.09	0.56
Şanlıurfa	0.17	0.12	0.02								0.14	0.31
Tekirdağ	-0.32	0.01	-0.29							-0.10	-0.08	-0.12
Tokat	0.33	0.15	-0.38	-0.35						0.13	0.34	0.58
Trabzon	-0.07	0.02	0.15								0.32	0.17
Van	0.41	0.41	0.19	0.13						-0.23	-0.03	0.30
Yozgat	0.41	0.27	-0.19	-0.35					-0.22	0.24	0.29	0.62
Zonguldak	-0.07	-0.09	0.39	0.60							0.23	0.08

Плава приказује негативну, а црвена приказује позитивну корелацију. **Болд** представља значајну корелацију.

Однос између NAO индекса и броја мразних дана је позитиван, што значи да ће позитиван NAO индекс довести до повећања броја мразних дана док ће негативан NAO индекс довести до смањења. На већини станица утврђена је јака и статистички значајна позитивна корелација у DJFM осим у Истамбулу, Текирдагу, Чанакалеу и Мерсину.

Blue shows negative, red shows positive correlation. **Bold** represent significant correlation.

Generally the relation between NAO Index and number of frost days are positive. It means positive NAO index will be increased number of frost day but negative NAO Index will cause a decrease in number of frost days. Most of the stations indicate high and statistically significant positive correlation in DJFM except İstanbul, Tekirdağ, Çanakkale and Mersin.

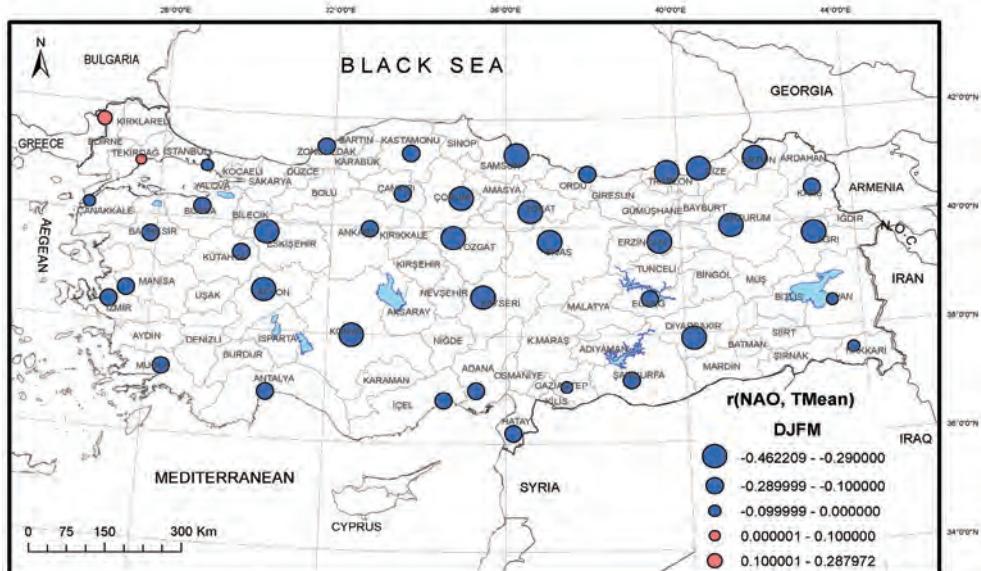


Слика 6. Коефицијент корелације између NAO индекса и максималне температуре током DJFM
Figure 6. Correlation coefficient between NAO Index and maximum temperature in DJFM

ОДНОС ИЗМЕЂУ НАО ИНДЕКСА, МРАЗНИХ ДАНА И ЕКСТРЕМНИХ И СРЕДЊИХ МАКСИМАЛНИХ
ВРИЈЕДНОСТИ ТЕМПЕРАТУРЕ У ТУРСКОЈ
RELATIONSHIP BETWEEN NAO INDEX, FROST DAYS, EXTREME AND MEAN MAXIMUM TEMPERATURE
IN TURKEY

Однос између НАО индекса и максималне температуре је негативан на свим станицама што значи да негативан НАО индекс доводи до повећања максималне температуре.

The relationship between NAO Index and maximum temperature is negative in all stations. It means that negative NAO Index causing an increase in the maximum temperature.

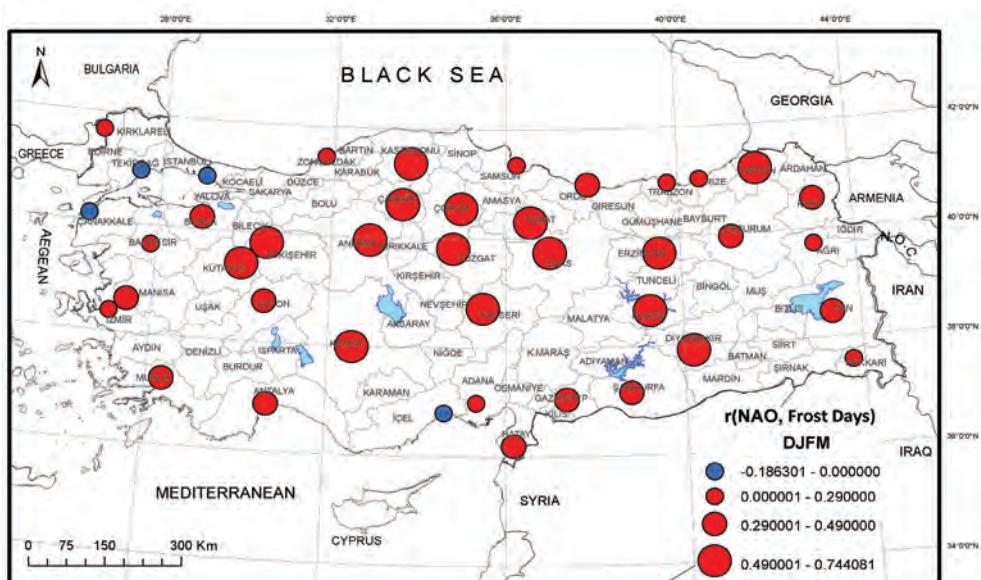


Слика 7. Коефицијент корелације између НАО индекса и средње максималне температуре током DJFM

Figure 7. Correlation coefficient between NAO Index and mean maximum temperature in DJFM

Однос између НАО индекса и средње максималне температуре је негативан осим у Едирну и Текирдагу, што значи да негативан НАО индекс доводи до раста средње максималне температуре.

Generally the relationship between NAO Index and mean maximum temperature is negative except Edirne and Tekirdağ. It means that negative NAO Index causing an increase in the mean maximum temperature.



Слика 8. Коефицијент корелације између НАО индекса и броја мразних дана током DJFM

Figure 8. Correlation coefficient between NAO Index and number of Frost Days in DJFM

Однос између NAO индекса и броја мразних дана је позитиван осим у Истамбулу, Текирдагу, Чанакалеу и Мерсину. Будући да од 1981. године постоји опадајући тренд NAO индекса, негативан NAO индекс доводи до смањења броја мразних дана у Турској.

Generally the relation between NAO Index and number of frost days are positive except İstanbul, Tekirdağ, Çanakkale and Mersin. Due to there is decreasing trends in NAO Index since 1981, negative NAO Index causing a decrease in number of frost days in Turkey.

ЗАКЉУЧАК

CONCLUSION

Табела 6. Коефицијент корелације између NAO индекса и мразних дана, средње максималне температуре и максималне температуре у Турској.

Table 6. Correlation Coefficient between NAO Index and Frost day, mean maximum temperature and maximum temperature across Turkey.

Teleconnection Parameters	Climatic Parameters	DJFM Correlation
NAO Index (DJFM)	Number of Frost Day (DJFM)	0,62
	Mean Max.Temperature (DJFM)	-0.34
	Maximum Temperature (DJFM)	-0.45

Умјерено негативан однос је утврђен између средње максималне температуре и максималне температуре и то -0.34 -0.45. Ипак, снажан позитиван однос је утврђен између NAO индекса и броја мразних дана широм Турске.

Опадајући тренд NAO индекса од 1981. године се подудара са повећањем температуре и смањењем броја мразних дана у Турској.

Резултати показују да NAO, у мањој или већој мјери, негативно утиче на средњу максималну температуру и максималну температуру, те да у великој мјери утиче на број мразних дана широм Турске.

Moderate negative relationship has been found between mean maximum temperature and maximum temperature as -0.34 -0.45 respectively. But strong positive relation has been found between NAO Index and number of frost days across Turkey.

Decreasing trends in NAO index since 1981, it's compatible with increasing temperature and decreasing number of frost days in Turkey.

The result shows that NAO is more or less negatively affecting mean maximum temperature and maximum temperature and strongly affecting number of frost days across Turkey.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ/REFERENCES

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.) Hillsdale, NJ:
Lawrence Erlbaum Associates

Sensoy, S., Demircan, M., Koc, E. M., Mengü, G.P., 2011,
Potential Impacts of Teleconnection Parameters on Turkey's Climate, 5th Atmospheric Science Symposium Proceedings,
S595-599, 27-29 April 2011

Türkeş, M., Erlat, E., 2003, Precipitation Changes and Variability in Turkey Linked to The North Atlantic Oscillation during the Period 1930-2000, International Journal of Climatology 23: 1771-1796,

Türkoğlu, N., Gürgen, G., Çiçek, İ., Ceylan, A., "Effects of North Atlantic Oscillation on Precipitation and Stream Flow at Büyük Menderes Basin" Proceeding Conference on Water Observation and Information System for Decision Support, Ohrid, Republic of Macedonia, 23-26 May 2006

URL 1, Turkish State Meteorological Service, <http://www.mgm.gov.tr> , 09 June 2016

URL 2, UCAR/NCAR <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-station-based> , 09 June 2016

URL 3: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Korelasyon> , 09 June 2016

ПРОСТОРНО-ФУНКЦИОНАЛНА ОРГАНИЗАЦИЈА СЕЛА ВРЕЛО И МОГУЋНОСТИ ТУРИСТИЧКЕ ВАЛОРИЗАЦИЈЕ

Видомир Обрадовић¹

¹, „Орион“ д.о.о. Власеница, Република Српска

Сажетак: У раду је одређен просторно-функционални оквир села Врело у регији Бирач. Анализиране су основе природних и антропогених вриједности, њихова инвентаризација, комплементарност и развојна компонента одрживости сеоског туризма. Предмет рада је базиран на анализи природних специфичности које су имале пресудан утицај на просторно-функционалну организацију села Врело. На основу тога створене су претпоставке за могућу туристичку валоризацију и поступно увођење у одрживу развојну фазу. Разматрано је тренутно стање и могућности развоја еко и етно-туризма на економски одрживим основама уз институционалне развојне пројекте и ангажовање локалног становништва са благовременим и правилним односом према животној средини. На бази аутентичних природних и антропогених вриједности, акценат је дат и на могућност стварања претпоставки за организацију теренских настава за студенте географије и просторног планирања.

Кључне ријечи: Село Врело, просторно-функционална организација, еко-туризам, одрживи развој.

Original scientific paper

SPATIAL-FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE VILLAGE VRELO AND POSSIBILITIES OF TOURIST VALORIZATION

Vidomir Obradović¹

¹“Orion“ Ltd, Vlasenica, Republika Srpska

Abstract: This paper is determined by the spatial-functional framework Vrelo village in the region of Birač. We analyzed the basics of natural and anthropogenic values, their inventory, complementarity and development component of the sustainability of rural tourism. The paper is based on an analysis of natural specifics that had a decisive influence on the spatial and functional organization of the village of Vrelo. On this basis, we created the conditions for a possible tourist valorization and the gradual introduction of a sustainable development phase. The current situation has been discussed and potential for development of eco and ethno-tourism on economically sustainable basis with institutional development projects and involvement of the local population with timely manner and proper attitude towards the environment. On the basis of authentic natural and anthropogenic values, emphasis is given to the possibility of creating conditions for organizing field classes for students of Geography and Spatial Planning.

Key words: Village Vrelo, spatial and functional organization, eco-tourism, sustainable development.

УВОД

Село Врело се налази у регији Бирач на југоисточним падинама брда Бачковац (971 м н. в.), у сливном подручју ријеке Врело. Припада општини Шековићи и мјесној заједници Тишча. Чине га засеоци Бојанићи, Врело, Гачићи, Максимовићи, Малетићи и Тришићи. По Попису 2013. г. има 236 становника и 72 домаћинства.

INTRODUCTION

Village Vrelo is located in the region Birač on the south-eastern slopes of Mount Bačkovac (971 AMSL), In the catchment area of the river Vrelo. It belongs to the municipality of Šekovići and local community Tišča. It is composed of hamlets Bojanići, Vrelo, Gačići, Maksimovići, Maletići and Trišići. According to 2013 Census, it has 236 residents and 72 households.

Рељеф као основно обиљежје природне средине састоји се од облика различитих по постанку и изгледу. На релативно малом простору уочљиве су разнолике рељефне форме. Кречњачка структура брда Бачковац сјеверозападно од села и брдо Велика стијена (835 м н. в.) на сјевроистоку села, простор је са разноликим површинским геоморфолошким формама где доминирају назубљени кречњачки врхови и сипари са бројним тоцилима. Тако предиспониран рељеф са подземним токовима створио је у подножју ових брда изворишни низ ријеке Врело, а низводно уз ријеку велике наслаге бигре и подземне рељефне облике са пећинама и јамама. Ријека Врело у изворишном дијелу „Грлина рупа“ појављује се у виду изворишног низа где се на дужини од стотињак метара појављују извори на топографској површини у виду изворишног хоризонта. Од извора до ушћа у Дрињачу у селу Тишча у дужини од око 3,5 km на ријеци су бројне бигровите уланчане каде и пречаге. На уздужном профилу ријеке су три водопада. У самом селу Врело је први и највећи водопад настао на бигровитим гредама и кадама где се у вријеме пролећног и јесењег поводња формирају широке лепезе слапова. У љетним мјесецима слапови се знатно смање и тада је могућ улаз у пећину испод водопада. Бочно од водопада су безводне пећине које су добиле назив по власницима стоке који су стоку у њих затварали. Те пећине указују на дуги процес постанка ријеке и њеног смањивања. Од извора до првих пећина је значајна еквидистанција што указује на некадашње постојање хидрографске комуникације до пећина. То упућује на закључак да би се спелеолошким истраживањима могли пронаћи подземни рељефни облици.

Брдовите стране су обрасле белогоричном вегетацијом (храст, буква, граб и ниско растиње). Испод села су оранице, паšњаци, воћњаци, а уз ток ријеке Врело је грмолико дрвеће лијеске, врбе, јошике... Сјевериистично од брда Велика стијена у окружењу белогоричне шуме се налази Мало језеро у близини којег су сточарске колибе. Језерска вода је изузетне чистоће што указује водена флора и фауна као

Terrain as a basic feature of the natural environment consists of various forms according to the origin and appearance. On a relatively small area there are many diverse forms of terrain. The limestone structure Baćkovac hill northwest of the village and the mountain Velika Stijena (835 AMSL) on the north-east part of village, an area with diverse geomorphological forms of surface dominated by the jagged limestone peaks and pebble with many rubble. That kind of predisposed terrain with underground streams at the foot of the hill created river well Vrelo, and downstream along a river large deposits of tufa and underground terrain forms with caves and pits. River Vrelo in the source of the "Grlina rupa" appears in the form of the source string where on the length of one hundred meters sources of topographic surface occur in the form of source horizon. From the source to the mouth of Drinjaca in the village of Tišća, a distance of about 3.5 km on the numerous chained tubs and rungs. On the longitudinal profile of the river there are three waterfalls. In the village of Vrelo is the first and largest waterfall originated on beams and tubs, where during the spring and autumn floods form a wide variety of waterfalls. In summer the falls significantly reduce and then the entrance to the cave is possible under the waterfall. On the side of the waterfall there are waterless caves which are named after the owners of livestock held their cattle there. These caves indicate the long process of the foundation of the river and its decrease. From the source to the first caves there is a significant equidistance, which indicates the former presence of hydrographic communication to the caves. This suggests that the cave exploration could find the underground terrain forms.

Hilly sides are covered with deciduous vegetation (oak, beech, hornbeam and low vegetation). Below the village are fields, pastures, orchards and along the river Vrelo there are bushy trees of hazel, willow, crone ... North-east from the Velika stijena hill in the surrounding of deciduous forests a small lake is situated, close to the farmers' cottages. The lake water is of exceptional purity, which indicates aquatic flora

индикатор чисте животне средине. Имајући у виду чињеницу да је село Врело у пограничном појасу са општином Власеница која је једина од општина у Бирчу имала мјерење климатских елемената за климатолошки низ од 1961. до 1990. г., а метеоролошка станица је на приближној надморској висини као село Врело, па на основу аналогије се могу извести и главне климатске одлике. Температура ваздуха, влажност ваздуха, падавине и вјетрови су најизраженији климатски елементи који утичу на живот човјека и значајним дијелом опредјељујући за организацију насеља. Средња годишња температура ваздуха је $9,48^{\circ}\text{C}$, средња годишња количина падавина 1123 mm, просјечна годишња влажност ваздуха 77,27 %, просјечна годишња облачност 5,19. Најзаступљеније врсте вјетрова су сјеверац, југо и развигорац. Вјетрови у пролеће и јесен достижу јачину $\Phi = 6$ по Бофору и попримају одлике олујних вјетрова $F = 8$ (СХЗ. Метеоролошки годишњак I, 1961–1985; РХЗ БиХ . 1986–1990). На основу анализе климатских елемената и биоклиматских утицаја (здравствени, рекреативни, седативни...), клима има битну улогу у основним пејзажним одликама, карактеру и сезонском кретању туриста, што за резултат има битну улогу за креирање економско-географских прилика.

Температура ваздуха, влажност ваздуха, падавине и вјетрови су најзначајнији климатски елементи који утичу на живот човјека и значајним дијелом опредјељујући за организацију насеља.

ПРОСТОРНО-ФУНКЦИОНАЛНА ОРГАНИЗАЦИЈА СЕЛА ВРЕЛО

Село је збијеног типа што није типично за села регије Бирач. По Цвијићу овакав тип села би се могао сврстати у читлучки или турско-источњачки (Цвијић, 1991, стр. 257). На некадашње присуство турског становништва и управе указују и топоними Беглук и Беговићи.

У контексту погодности валоризације еко и етно-туризма у селу Врело уз повољне

and fauna as an indicator of a clean environment. Bearing in mind the fact that the village Vrelo is in the border zone with the Municipality of Vlasenica, which is the only municipality in Birac that had a measure of climatic elements for climatological series of 1961 to 1990, and a weather station is at an approximate altitude as the village Vrelo, so based on the analogy the main climatic features can be drawn. Air temperature, humidity, precipitation and winds are most pronounced climatic elements affecting human life and a significant part of committing to the organization of the village. The mean annual air temperature is 9.48°C , mean annual precipitation is 1123 mm, the average annual humidity is 77.27%, the average annual cloudiness is 5.19. The most common types of winds are north wind, south wind and razvigorac. The winds in spring and autumn reach the strength of $F = 6$ per BOFOR and take on the characteristics of gale-force winds $F = 8$ (SHZ. Meteorological Yearbook I, 1961-1985; RHZ BiH. 1986-1990). Based on the analysis of climatic elements and bio-climatic impact (health, recreational, sedative ...), air has an important role in primary landscape qualities, character and seasonal movement of tourists, resulting in a significant role for the creation of economic and geographical conditions.

Air temperature, humidity, precipitation and winds are the most important climate elements that affect human life and a significant part of committing to the organization of the village.

СПАТИЈАЛ-ФУНКЦИОНАЛНА ОРГАНИЗАЦИЈА СЕЛА ВРЕЛО

The village is compact type, which is not typical for the villages of the region Birac. According to Cvijić this type of village could be classified into Čitluk style or Turkish-Eastern (Cvijić, 1991, p. 257). On the former presence of the Turkish population and administration toponyms Begluk and Begovići indicate.

In the context of the benefits of indexation

природне предуслове и очувану животну средину, погодују и антропогене туристичке вриједности. У знатној мјери се сачувала традиционална сеоска ахитектура у просторно-функционалној организацији објеката за становање и зграда које чине сеоско домаћинство (брвнаре, сигуше, шеперуше, ћерпичаре...). На основу истраживања Р. Мерингера, Ј. Цвијића и Ј. Дедијера, М. Караповић у раду „*O типу кућа у Босни*“ изводи анализу дотадашњих истраживања о типу брвнара. Он наводи да је и сам обишао просторе које данас чине регију Бирач (Осат, Лудмер, Бирач и кретао се ка Тузли и Спречи). Објашњава тип Цвијићеве динарске брвнаре, њене развојне фазе и распрострањеност при чему анализирајући Мерингерово истраживање примјећује да се он није бавио разликама између хришћанске и муслиманске брвнаре, као ни развитком брвнаре како у хоризонталном тако и у вертикалном правцу (Караповић, 1927, стр. 207-214). За већину кућа је заједничко да се пажљиво бира локација. Због морфолошки преовлађујућег брдско-планинског рељефа у Бирчу је највише сеоских насеља настало у подножју планина и брда. Управо на том подножју је најчешће изворишни хоризонт. На додиру водопропустивих и водоодрживих стијена појављује се изворски низ.

Ти извори се уређују у чесме које су у средишту села. Много је примјера да су чесме

претворене и у спомен-обиљежја. Изнад села се налазе пањњаци и шуме, док су испод

кућа оранице, воћњаци и ливаде. Путне комуникације су најчешће испод кућа, а изнад

чесме. При формирању домаћинства се

пази на осунчаност, заклон од вјетрова, нагиб

терена и прилаз. Улаз у кућу се прилагођава условима терена и налази се са супротне

странице од главног смјера дувања вјетрова.

Уздигнути покрови објеката су прилагођени падавинама и отпорни на ударе вјетрова.

Према материјалу од ког се граде, објекти се дијеле у три основна типа: дрвене, камене, земљане и прелазни облици.

Изглед и тип куће није био везан само за материјал, већ и за религијску припадност па

of eco and ethno-tourism in the village of Vrelo with favorable natural conditions and preserved environment, anthropogenic tourist values serve. To a large extent, the traditional rural architecture of the spatial and functional organization of living quarters and buildings is preserved, that make up the farm (chalets, Sigus, šeperušas, čerpičaras ...). Based on the research of R. Meringer, J. Cvijić and J. Dedijera, M. Karanovic in the work "The types of houses in Bosnia" performed an analysis of previous research on the type of cabins. He said that he himself visited the premises which today form the region of Birač (Osat, Ludmer, Birac, moving toward Tuzla and Spreca). The type of Cvijićev dinaric chalet is explained, its development phases and distribution with analyzing of Meringer study notes that he did not deal with the differences between the Christian and Muslim chalets, as well as the development of the structure both in horizontal and vertical direction (Karanovic, 1927, pp. 207- 214). Most houses have in common that location is carefully selected. Because of the predominant morphologically mountainous terrain in Birac, the most rural settlements arose at the foot of mountains and hills. It is at the foot of the mountain that is the most common place for source horizon. On contact of waterproof and watersustainable rocks is where well string appears.

These sources are regulated in the faucets at the center of the village. There are many examples that faucets are converted into memorials. Above the village there are pastures and forests, while below

houses there are arable land, orchards and meadows. Road communications are usually under houses, and above

fountain. When forming households sunlight is watched for, shelter from the wind, slope of terrain and access. The entrance to the house adapts to the conditions of the terrain and is located on the opposite side of the main direction of the wind. Elevated winding sheets on houses are adjusted to precipitation and wind resistant.

According to the materials that are used

су и знатне разлике између српских кућа у селу Врело у односу на мусиманске куће у регији Бирач.

Село Врело због своје аутентичности у контексту просторно-функционалне организације може се узети као примјер за могућу организацију и поставке етно-села које осликава основне елементе грађевинско-архитектонског и социо-културног наслеђа у регији Бирач. Ревитализацијом објеката који припадају типу традиционалне сеоске архитектуре, њиховом категоризацијом и прилагођавањем потребама туриста, побољшањем путне инфраструктуре и едукацијом становништва би се сеоски туризам увео у знатну развојну фазу. Неопходна је и обнова воденица које су биле на ријеци Врело.

У селу се налазе три некрополе стећака: Ружевића башта 11 стећака у облику сандука и 10 сљemeњака, Главица 2 сљemeњака, Подкуће 8 сандука (Бешчагић, 1971, стр. 218). На узвишењу Главица је саграђена 2014. г. Црква Свете великомученице Марине. У близини села је и манастир Пророка Илије у Рудиштима изграђен 1891. г. у чијем се дворишту налази спомен-обиљежје за све ратове Срба у XX вијеку. Уз манастир је и археолошки римски локалитет Подградина који је 1902. г. открио аустријски археолог Карло Пач (Пач, 1902, стр. 5).

Околна брда и пољане обилују љекобиљем и гљивама, а становништво се бави традиционалним занатима (плетња, ткање, вез, дрводјељство...), сточарством, пчеларством, печенjem воћних ракија, сушењем љекобиља и месних производа, прављењем млијечних производа... У оваквом амбијенту је могућа вожња бициклом, организација џипијада, јахање брдских босанских коња, шетње шумским стазама, скупљање плодова, параглајдинг са брда Баćковац до Тишчанског поља. Ови предуслови омогућавају специфичне врсте туризма које се могу дефинисати као:

здравствено-реабилитациони, спортско-рекреативни, културно-манифестациони...

Могуће су и организације радионица за обуку старих заната и учешће у

for building, the facilities are divided into three basic types: wood, stone and earth, and their intermediates. The format and the type of house was not only related to the material, but also for religious affiliation but are also significant differences between the Serbian houses in the village Vrelo in relation to Muslim houses in the region Birac.

Village Vrelo, because of its authenticity in the context of the spatial and functional organizations can be taken as an example for the possible organization and setting ethno-village that depicts the basic elements of construction and architectural and socio-cultural heritage of the region Birac. By revitalizing objects which belong to traditional type of village architecture, with their categorization and adjusting the needs of tourists, improving road infrastructure and education of the population to whom rural tourism would be introduced, it would enter substantial development stage. It is necessary to reconstruct watermills that were on the river Vrelo.

In the village there are three necropolis: Ružević Gardens 11 standing tombstones in the chest and 10 gabled, 2 Glavica gabled, Podkuća 8 crates (Beščagić, 1971, p. 218). On the hill Glavica Church of the Holy Great Martyr Marina was built in 2014 . Near the village is the monastery of the Prophet Elias in Rudiste built in 1891 In the courtyard of the memorial for all wars of the Serbs in XX century. In addition to the monastery and archeological Roman site Podgradina which is discovered in 1902 Austrian archaeologist Karlo Patch (Patch, 1902, p. 5).

The surrounding hills and meadows are rich with medical herbs and mushrooms, and the population is engaged in traditional crafts (knitting, weaving, embroidery, carpentry ...), animal husbandry, beekeeping, baking, fruit brandies, dried herbs and meat products, making dairy products ... In this environment, cycling is possible, organizing Jeep races, Bosnian mountain horse riding, forest trails hiking, collecting fruits, paragliding from the hill Baćkovac to Tišča field. These preconditions allow specific types of tourism that can be

пољопривредним радовима. Значајан број породица из села Врело су шездесетих година XX вијека нашли запослење у земљама Западне Европе. Потребно је искористити њихову жељу за повратком и улагање у своје село и понудити им одрживе пројекте за улагање у еко-туризам. Маркирана планинска стаза као једнодневна пјешачка тура води до срењовјековног манастира Ловнице, задужбине краља Драгутина, извора ријеке Ловнице и Ловничке пећине. Искуствено се показало да су студенти географије на теренској настави у селу Врело имали могућности за мултидисциплинарна практична истраживања везана за наставу географије и просторног планирања. Да би се поспијешио развој и постигла одрживост еко-туризма, потребно је укључити и локалну заједницу са развојним пројектима, стандардизовати и категорисати сеоска домаћинства, извршити инвентаризацију смјештајних јединица, осмислiti смјештај и програме за туристе у сеоским домаћинствима и унаприједити кућну радиност. Сарадњом са туристичким организацијама и туристичким агенцијама потребно је оспособити стручну водичку службу, израдити одговарајуће једнодневне и вишедневне програме у складу са потребама туриста... Едукацијом становништва које пружа услуге у кућној радиности, побољшава се социо-економска слика села, постиже се савремена опремљеност информационим и комуникационим технологијама које је потребно уоквирити у традиционални амбијент. На основу природних и антропогених вриједности које се издвајају својом аутентичношћу, село Врело развојну компоненту и предности треба базирати на ширем регионалном и државном простору и одрживи еко-туризма базирати на планском развоју и очувању биодиверзитета. Надлежне републичке и општинске институције треба да дјелују савјетодавно и партнерски са локалним становништвом, да поспјешују очување и развој старих заната, производњу здраве хране, помогну при пласману тих производа, врше промоцију развоја... Потребно је законским регулативама да се успостави

defined as: health and rehabilitation, recreation and cultural manifestations. It is also possible to organize workshops for local crafts and participation in agricultural work. A significant number of families from the village of Vrelo found employment in Western Europe in the 60's. It is necessary to take advantage of their desire to return and invest in their village and offer them viable projects for investment in eco-tourism. A marked hiking trail as a one-day walking tour leads to a Medieval monastery Lovnica, endowment of King Dragutin, and the source of the river Lovnica and Lovnica cave. It is empirically proved that the students of geography fieldwork classes in the village of Vrelo have opportunities for multidisciplinary applied research related to the teaching of geography and spatial planning. In order to achieve accelerated development and sustainability of eco-tourism, it is necessary to involve the local community development projects, standardize and categorize rural households, make an inventory of units, to devise programs and accommodation for tourists in rural households and improve yourselves. Cooperation with tourist organizations and travel agencies need to train a professional tour guide service, develop appropriate one-day and multi-day programs to meet the needs of tourists ... Educating the population that provides services at home, improving the socio-economic picture of the village, modern equipment of information and communication technologies are achieved that need to be framed in a traditional setting. On the basis of natural and anthropogenic values that are distinguished by their authenticity, village Vrelo development component and benefits should be based on broader regional and national space and sustainable eco-tourism based on the planned development and biodiversity conservation. Competent republican and municipal institutions should act advisory and partnership with the local population to promote the preservation and development of traditional crafts, healthy food, help with the placement of these products, carry out the promotion of development ... Necessary legal regulations are needed to establish harmony with nature tourism to avoid the negative

склад туризма са природом како би се избегле негативне посљедице туризма. Село Врело нема наглашену тенденцију демографског пражњења у односу на окружење па је потребно благовремено ту предност искористити. Мотивисањем и млађег становништва да остане на селу и нађе своју шансу у руралном развоју, постићи ће се позитиван економски ефекат и подстицати и јачати газдинства. На тај наћин ће се побољшати и социо-културни мотив млађег становништва и разлози њиховог останка на селу који ће побољшањем свог стандарда бити спремни да виде своју дугорочну шансу у сеоском туризму. Већина домаћинстава немају јасну детерминисану слику нити потенцијале за озбиљним бављењем сеоским туризмом. Стиче се утисак да ни само становништво није свјесно потенцијала и предности аутентичности амбијента у којем живи и колико би њихова средина била интересантна туристима урбаних средина. Зато је етно и еко-туризам шанса која се треба искористити и која не изискује велика материјална улагања нити би ревитализација традиционалног сеоског домаћинства представљала велико економско оптерећење. Локални и регионални развојни планови дајући основне смјернице туристичког развоја представљају основу укупног економског развоја. Економским ефектима се поспјешује опстанак сеоских домаћинстава, стварају нове инвестиције, повећава запосленост, смањује демографско пражњење. Таквим приступом се омогућује економска одрживост руралних насеља и стварају предуслови и за одрживи развој етно и еко-туризма.

ЗАКЉУЧАК

На основу анализе степена развоја еко-туризма у Бирчу и показатеља који посредно и непосредно утичу на развој туризма, може се закључити да је то геопростор са бројним природним и антропогеним вриједностима које нису доволно искоришћене. Дио тих вриједности су у функцији развоја туризма, дио је дјелимично искоришћен, док значајан дио

consequences of tourism. Village Vrelo doesn't have pronounced tendency of depopulation in relation to the environment, so it is necessary to promptly take advantage of this benefit. Motivating the younger population to remain in the countryside and find their opportunity in rural development, will be achieved through positive economic effect and encourage and strengthen the farms. In this manner it will be improved the socio-cultural motif younger population and the reasons for their stay in the country, which will improve their standard and be prepared to see their long-term opportunity in rural tourism. Most households do not have clearly determined the image nor the potential for serious engagement in rural tourism. One gets the impression that not only the population is not aware of the potential and advantages of the authenticity of the environment in which they live and how much they mean to be of interest to tourists in urban areas. Therefore, the ethnic and eco-tourism opportunity that should be seized, and that does not require large financial investments, nor revitalization of traditional rural households represent a major economic burden. Local and regional development plans by providing basic guidelines for tourism development are based on the overall economic development. Economic effects enhance the survival of rural households, creating new investments, increase employment, reduce depopulation. Such an approach allows for the economic viability of rural settlements and create prerequisites for sustainable development of ethno and eco-tourism.

CONCLUSION

Based on the analysis of the level of development of eco-tourism in Birac and indicators that directly and indirectly affect the development of tourism, it can be concluded that this geographical space with numerous natural and anthropogenic values is not sufficiently used. Some of these values are in the function of tourism development, part of it is partially used,

не представља предмет туристичке тражње. У развојној стратегији неопходна је поступност развоја еко-туризма, где би се развојни концепт базирао на планирању на краћи, средњорочни и дугорочни период тако да се село Врело са својим специфичностима издвоји у односу на окружење и на тај начин да се оправдају принципи одрживог развоја туризма. Процесом планирања и израде планске документације у оквиру просторних планова, дошло се до анализе постојећег стања и сагледавања потреба становништва кроз развојне програме који се базирају, између остalog и на дугорочан развој у функцији интегралног третирања проблема уређења простора, заштите и унапређења животне средине. Развојни циљеви треба да су усмјерени и на едукацију становништва и подизање свијести кроз указивање на могућности увођења њихових домаћинстава у процес туристичке валоризације, пласман њихових производа туристима, прилагођавање објекта туристичкој намјени уз чување грађевинско-архитектонског аутохтоног наслеђа. Битни ограничавајући фактори развоја су: неприлагођеност инфраструктуре туристичкој намјени, недостатак креативности у осмишљавању туристичких садржаја, недостатак инвестицирања у нове садржаје, неадекватно презентовање постојећих садржаја, недовољан ангажман локалне заједнице у сегменту подстичајних активности и административних погодности... Отклањањем утврђених аномалија спријечиће се процес популационог гашења села и створити битни предуслови значајни за развој еко-туризма. Носиоци и промотери одрживог развоја еко-туризма треба да буду туристичке организације, турситичке агенције, локална администрација, локално становништво и други даваоци туристичких услуга.

while a significant portion does not constitute the subject of tourism demand. In the development strategygradualness of eco-tourism is necessary, where the development concept was based on the planning in the short, medium and long term so as to Vrelo village with its specifics aside in relation to the environment and thus to justify the principles of sustainable tourism development . Process planning and manufacturing planning documentation within spatial plans, led to the analysis of the current situation and considering the needs of the population through development programs which are based, among other things, the long-term development in the function of integral treatment of the problem of spatial development, protection and improvement of the environment. Development goals should be aimed at education and awareness raising by pointing to the possibility of introducing their homes in the process of tourist valorization, marketing their products to tourists, customizing objects with the purpose of tourist construction and architectural preservation of indigenous heritage. The important limiting factors of development are: un conformity of infrastructure for tourist purpose, lack of creativity in the design of tourist facilities, the lack of investment in new facilities, inappropriate drug presentation of existing facilities, insufficient engagement of local communities in the area of stimulating activities and administrative convenience ... elimination of identified anomalies will prevent the process of population quench of the village and create important preconditions which are significant for the development of eco-tourism. Bearers and promoters of sustainable development of eco-tourism should be tourism organizations, National Tourist Agency, local administration, local residents and other tourism service providers.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ/REFERENCES

- Бешлагић, Љ. (1971). *Стешци, каталошко-топографски преглед*. Сарајево: Веселин Маслеша.
- Цвијић, Ј. (1991). *Сабрана дјела Балканско полуострво*, Београд: Народна библиотека Србије.
- Црногорац, Ч. (2002). Заштита брдско-планинских простора Републике Српске у функцији развоја туризма. Нови Сад: Часопис Департмана за географију, туризам и хотелијерство.
- Чомић, Љ. (2002). Рурални туризам у Србији - могућности и перспективе. Нови Сад: Часопис Департмана за географију, туризам и хотелијерство.
- Ђекић, С. (2002). Одрживи развој туризма као компонента одрживог руралног развоја. Нови Сад: Часопис Департмана за географију, туризам и хотелијерство.
- Филиповић, Д. (2008). *Еколошка основе просторног планирања*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.
- Група аутора, *Еколошко - вегетацијска рејонизација БиХ*. Сарајево: Шумарски факултет.
- Обрадовић, В. (2014). *Туристичко-географска монографија регије Бирач*, Власеница: СПКД „Просвјета“.
- Обрадовић, В. (2015). *Просторна и функционална организација традиционалне сеоске архитектуре у контексту климатских прилика у регији Бирач*. Београд: Асоцијација просторних планера Србије – Географски факултет.
- Пач, К. (1902). Поједини налази из римског доба-Подцрквина у котару власеничком. Сарајево: *Гласник Земаљског музеја*.
- Симовић, Ђ., Рибар, М. (1993). *Уређење сеоских територија и насеља*. Београд: IBI.
- Стратегија развоја туризма Републике Српске за период 2010-2020. г.*(2009). Бањалука: Универзитет у Бањој Луци.
- Стратегија руралног развоја Републике Српске (2009)*. Бањалука: Влада Републике Српске.
- СХЗ, *Метеоролошки годишњак I, 1911-1985*.
- Федерални хидрометеоролошки завод БиХ 1986 – 1990*.

Рајко Гњато, Срђа Поповић и Обрен Гњато
ГЕОГРАФИЈА И ПРОСТОР

Rajko Gnjato, Srđa Popović and Obren Gnjato
GEOGRAPHY AND SPACE 3

Mirko Grčić

PUTEVI I NASELJENA MESTA ZAPADNOG BALKANA NA POJTINGEROVU TABLI - ITINERARU

Mirko Grčić

WEST BALKAN ROADS AND SETTLEMENTS ON PEUTINGER'S MAP - ITINERARY 17

Огњен Ерић и Милимир Јојовић

ОПТИМАЛНА ЛОКАЦИЈА СЛОБОДНИХ ЗОНА И НОВА ЕКОНОМСКА ГЕОГРАФИЈА

Ognjen Erić and Milimir Lojović

OPTIMAL LOCATIONS OF FREE ZONES AND NEW ECONOMIC GEOGRAPHY..... 39

Даворин Бајић, Драгутин Аџић и Радослав Декић

ГИС БАЗИРАНА ПРОСТОРНО-ВРЕМЕНСКА АНАЛИЗА ПРОДУКЦИЈЕ БИОМАСЕ НА
ПОДРУЧЈУ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

Davorin Bajić, Dragutin Adžić and Radoslav Dekić

GIS-BASED SPATIAL-TEMPORAL ANALYSIS OF THE BIOMASS PRODUCTION IN THE
REPUBLIC OF SRPSKA TERRITORY..... 53

Саша Станивук и Драшко Маринковић

НЕЗАПОСЛЕНОСТ СТАНОВНИШТВА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ – ПРОСТОРНО-ДЕМОГРАФСКЕ
КАРАКТЕРИСТИКЕ

Saša Stanivuk and Draško Marinković

UNEMPLOYMENT OF REPUBLIC OF SRPSKA'S POPULATION –
SPATIO-DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS..... 71

Алексеј Милошевић

ФОРМАЦИЈА ОРАХОВСКИХ ГНАЈСЕВА И КВАРЦ-СЕРИЦИТСКИХ ШКРИЉАЦА НА СЈЕВЕРУ ПРОСАРЕ

Aleksej Milošević

FORMATION OF ORAHOVA GNEISS AND QUARTZ-SERICITE SCHISTES
IN THE NORTH OF MOUNTAIN PROSARA 91

Татјана Попов, Слободан Гњато и Горан Трбић

ТRENDS OF INDEXES OF EXTREME TEMPERATURES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA –
ПРИМЈЕР МОСТАРА

Tatjana Popov, Slobodan Gnjato and Goran Trbić

TRENDS IN EXTREME TEMPERATURE INDICES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA:
A CASE STUDY OF MOSTAR 107

Serhat Sensoy, İhsan Çiçek, Necla Türkoğlu, Volkan Darende

ОДНОС ИЗМЕЂУ НАО ИНДЕКСА, МРАЗНИХ ДАНА И ЕКСТРЕМНИХ И СРЕДЊИХ МАКСИМАЛНИХ
ВРИЈЕДНОСТИ ТЕМПЕРАТУРЕ У ТУРСКОЈ

Serhat Sensoy, İhsan Çiçek, Necla Türkoğlu, Volkan Darende

RELATIONSHIP BETWEEN NAO INDEX, FROST DAYS, EXTREME AND MEAN MAXIMUM
TEMPERATURE IN TURKEY 133

Видомир Обрадовић

ПРОСТОРНО-ФУНКЦИОНАЛНА ОРГАНИЗАЦИЈА СЕЛА ВРЕЛО И МОГУЋНОСТИ ТУРИСТИЧКЕ
ВАЛОРИЗАЦИЈЕ

Vidomir Obradović

SPATIAL-FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE VILLAGE VRELO AND POSSIBILITIES OF TOURIST
VALORIZATION 147

ISSN 2232-8610

