



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ
И ХОТЕЛИЈЕРСТВО



ВРЕДНОВАЊЕ ГЕОЕКОЛОШКИХ ДЕТЕРМИНАНТИ БАЧКЕ У ФУНКЦИЈИ ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор:

др Милана Пантелић, ванр. проф.

Кандидат:

Никола М. Милентијевић

Нови Сад, 2021. године

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
 ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
 ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ И ХОТЕЛИЈЕРСТВО

ОБРАЗАЦ – 5а

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА¹

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Никола Миленџијевић
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	др Милана Пантелић, ванредни професор, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство; Универзитет у Новом Саду
Наслов рада:	Вредновање геоеколошких детерминанти Бачке у функцији одрживог развоја
Језик публикације (писмо):	Српски (_____) или (навести ћирилица или латиница) _____ ћирилица _____
Физички опис рада:	Унети број: Страница _____ 290 _____ Поглавља _____ 10 _____ Референци _____ 638 _____ Табела _____ 63 _____ Слика _____ 30 _____ Графикона _____ / _____ Прилога _____ 15 _____
Научна област:	Геонауке
Ужа научна област (научна дисциплина):	Геоекологија, Физичка географија
Кључне речи / предметна одредница:	геоекологија, геоеколошке детерминанте, геоеколошко вредновање, одрживи развој, Бачка
Резиме на језику рада:	Докторска дисертација је настала из потребе синтезе физичкогеографских схватања о Бачкој, пошто се озбиљнији научни приступ у проучавању природних ресурса Бачке односи на истраживања још од седамдесетих година прошлог века. Предмет истраживања у докторској дисертацији се

¹ Аутор докторске дисертације потписао је и приложио следеће Обрасце:

5б – Изјава о ауторству;

5в – Изјава о истоветности штампане и електронске верзије и о личним подацима;

5г – Изјава о коришћењу.

Ове Изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику и не кориче се са тезом.

односи на геоеколошко вредновање природне основе Бачке и корелацију са концептом одрживог развоја. Са наведеног аспекта, у евалуацији природних вредности значајна је примена: а) модерних емпиријских модела, б) математичко-статистичких метода, в) ГИС алата и г) метода даљинске детекције. Искључиво наведеним приступом у геоеколошкој процени потенцијала може се пружити дугорочни модел одрживог развоја Бачке. Циљ истраживања представља утврђивање међузависности геоеколошких детерминанти и одрживог развоја, посебно са аспекта доминантних привредних делатности. Искључиво истакнутим приступом могуће је утврдити степен и правце развоја тих односа и детерминисати законитости геоеколошког развоја Бачке. Анализа орографских детерминанти на основу RUSLE модела указују на ерозију земљишта ниског интензитета на простору Бачке, за изузетком Тителског лесног платоа где су ерозивни услови израженији. Одрживост пољопривредне производње може бити угрожена слабом пошумљеношћу Бачке и њеног пољопривредног земљишта као и неповољном дистрибуцијом шумских ресурса. Ман-Кендал тест коришћен у анализи климатолошких детерминанти указује на позитивне трендове температуре ваздуха, док код падавинских варијабли нема промена (1949-2018). ГИС моделовање података и потенцијални климатски сценарио (2018-2050) указују на просторну варијабилност промена: а) доминантно повећање температуре ваздуха и б) код падавинских варијабли промене су потенцијално мање изражене, са изузетком севера и југа Бачке, где ће у перспективи постојати дефицит падавина. Индекс аномалија падавина указује на варијабилност суме падавина, посебно одређених година (1999, 2000, 2001. и 2010. године). Интерпретирани резултати могу довести у питање одрживост пољопривредне производње и смањење просечних приноса, у одређеној мери ограничити туристичка кретања у већим урбаним агломерацијама Бачке, утицати на редукацију површина под заштићеним влажним подручјима у Бачкој. Квалитет ваздуха у урбаним агломерацијама Бачке је на задовољавајућем нивоу и ово су повољне околности са аспекта пољопривреде, здравља становништва и туризма. У анализи хидролошких детерминанти коришћена су различити приступи у евалуацији квалитета подземних и површинских вода. Дескриптивна статистичка анализа и IDW метод интерполације указују на повишене вредности садржаја гвожђа, ортофосфата и арсена. Токсичност арсена ограничава употребу воде из издани за потребе водоснабдевања и пољопривреде. ANOVA тест коришћен у процени квалитета вода Дунава и Тисе кроз Бачку указује да је квалитет површинских вода углавном на задовољавајућем нивоу. Проблем представљају прекорачења вредности суспендованих материја (и до неколико пута виша од дозвољених вредности). Код одређених сектора на Тиси проблем представљају повишене вредности нитрита, BOD_5 и амонијум јона. Пирсонова корелациона анализа указује на израженију статистичку значајност тј. корелисаност анализираних параметара за ток Дунава у односу на ток Тисе у Бачкој. РСА анализа указује на већи број доминантних фактора загађења на Тиси у односу на ток Дунава у Бачкој. Према томе, представљени резултати квалитета вода Дунава и Тисе могу потенцијално негативно деловати на постојеће и планиране системе водоснабдевања; повишене концентрације суспендованих материја могу довести до повећања замућености речних вода, и бити узрок израженијих потреба за пречишћавањем воде. Сличне ефекте могу имати и прекорачења вредности нитрита и амонијум јона на одређеним секторима Тисе, што ограничава водоснабдевање насеља у приобаљу Тисе. Уопштено, квалитет воде Дунава и Тисе која се користи за наводњавање је на задовољавајућем нивоу. Повишене концентрације суспендованих материја на Дунаву и Тиси као и нитрита на Тиси могу утицати неповољно са аспекта одводњавања и плодности земљишта. За потребе одређених индустријских грана, попут текстилне, машинске или

	<p>хемијске индустрије, квалитет воде Дунава и Тисе је задовољавајући. У одређеној мери квалитет воде је лимитирајући једино за потребе прехранбене индустрије (услед садржаја суспендованих материја или нитрита). Активности на Дунаву и Тиси попут пловидбе могу бити ограничене повишеним вредностима суспендованих материја и нитрита, док нитрити на Тиси доводе до еутрофикације, и додатно истичу наведени проблем. Високе концентрације раствореног кисеоника су повољне са аспекта одрживог риболова; проблем могу представљати повремена прекорачења амонијум јона код свих профила на Тиси, нитрита на профили Тител и BOD₅ на Мартоношу – истакнута прекорачења могу довести при одређеним условима до редукције популације ихтиофауне. Туристичке активности значајне за одрживи развој бачког сектора Дунава и Тисе односе се на наутички туризам, спортско-рекреативни туризам и екотуризам. На појединим секторима присутна су и одређена ограничења. Повећан садржај суспендованих материја посебно у топлијој половини године, може ограничити активности са аспекта наутичког туризма. Пошто у приобаљу Дунава и Тисе постоја бројна заштићена природна добра од значаја за екотуризам, повишене вредности суспендованих материја и нитрата могу довести до помора рибе, јер доводе до повећане мутноће воде, што је ограничавајући фактор са становишта спортског риболова као сегмента екотуризма. Одржива пољопривредна производња на простору Бачке је могућа захваљујући повољној структури земљишта и доминантном учешћу чернозема. Одређена ограничења постоје услед присуства слатина, која су ограничене производне способности. CORINE програм даљинске детекције је евидентирао одређене педолошке промене: а) од укупно пет категорија и 26 класа коришћења земљишта, посебно се истиче повећање удела површина у категорији вештачке површине (нецеловита урбана подручја и вештачке јединице); б) у категорији пољопривредне површине, површине под ненаводњаваним обрадивим земљиштем нису редуковале свој удео, што указује на одрживост пољопривредне производње; в) класа воћњаци и плантаже зрнастог воћа су до 2018. године повећале површину за близу 4.000 ha; г) култивисане парцеле су доживеле најинтензивније промене (смањење површина за око 21.000 ha); д) присутна је редукција површина под класом листопадних шума, што указује на проблем дефорестације; њ) конверзија класа педолошког покривача је најизраженија у периоду 1990-2000. године и са аспекта укупних површина и удела класа захваћених конверзијом; е) повољна је чињеница да конверзија класа земљишта није изражена на релацији пољопривредне површине – вештачке површине; ж) картирање педолошких промена указује да су промене најинтензивније током деведесетих година XX века. Експанзија урбанизације, градског начина живота и индустријализација могу у перспективи утицати на одрживост пољопривредне производње. Анализа CORINE промена у интерпретацији биотичких промена на простору Бачке указују да су у односу на: (а) укупне промене вегетационог покривача и начину коришћења земљишта Бачке као и (б) промене у издвојеним заштићеним подручјима Бачке промене највећег интензитета регистроване деведесетих година прошлог века. Генерално, највећи део Бачке је без изражених промена вегетационог покривача. Такође, уочена је слаба пошумљеност Бачке (око 6%), док у структури вегетације, највећу површину заузима класа листопадних шума, што је повољна околност. Промене највећег интензитета у смислу анализираних заштићених подручја Бачке постоје у СРП „Горње Подунавље“, што кореспондира са утицајем његове величине у односу на анализирана заштићена подручја Бачке (СРП „Ковиљско-петроварадински рит“, СРП „Карађорђево“, ПИО „Суботичка пешчара“). Детерминисане промене у заштићеним подручјима Бачке указују на негативне ефекте шумарства у контексту непланског газдовања и неповољне структуре дрвенастих врста које се</p>
--	--

	<p>користе за шумљавање. Заштићена природна добра Бачке су уједно и центри активног ловства и ловног туризма, па постојећи број ловишта и смештајни капацитети повољно утичу са аспекта одрживости ових привредних делатности. Такође, екотуризам и екотуристичка понуда у заштићеним природним добрима Бачке се заснива на аутентичности и туристичкој валоризацији „СРП Горње Подунавље“, где је екотуризам посебно развијен. Међутим, са аспекта одрживости екотуризма ограничавајући фактор туристичке понуде Бачке представља чињеница да је овај ресурс делимично искоришћен само у бачком Подунављу. Наведене чињенице указују да је неопходно активирати и остале дестинације екотуризма у Бачкој, посебно заштићена подручја у бачком Потисју. Резултате истраживања је могуће искористити за комплексне геопросторне анализе и тумачења, израду тематских карата и сличне намене. Истакнути резултати истраживања могу представљати базу за геоеколошка истраживања комплекснијег карактера и емпиријске студије физичкогеографских потенцијала у перспективи.</p>
Датум прихватања теме од стране надлежног већа:	26.09.2019.
Датум одбране: (Попуњава одговарајућа служба)	
Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)	Председник: Члан: Члан: Члан:
Напомена:	/

UNIVERSITY OF NOVI SAD

FACULTY OF SCIENCES

DEPARTMENT OF GEOGRAPHY, TOURISM AND HOTEL MANAGEMENT

KEY WORD DOCUMENTATION²

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Nikola Milentijević
Supervisor (title, first name, last name, position, institution)	Ph.D. Milana Pantelić, Associate Professor, Faculty of Sciences, Department of Geography, Tourism and Hotel Management, University of Novi Sad
Thesis title:	Evaluation of Geocological Determinants of Bačka in the Function of Sustainable Development
Language of text (script):	Serbian language (_____) or (_____) (cyrillic or latin script) _____cyrillic_____ language
Physical description:	Number of: Pages__290_____ Chapters_____10_____ References__638_____ Tables_____63_____ Illustrations__30_____ Graphs_____/_____ Appendices_____15_____
Scientific field:	Geosciences
Scientific subfield (scientific discipline):	Geocology, Physical Geography
Subject, Key words:	geocology, geocological determinants, geocological evaluation, sustainable development, Bačka
Abstract in English language:	This doctoral dissertation was written in order to fulfill the need for a synthesis of physical-geographical understandings about Bačka region, since the only serious scientific approach in the study of natural resources of Bačka refers to the research performed in 1970s. The subject of research in the doctoral dissertation is related to the geocological evaluation of the natural basis of Bačka and the correlation with the concept of sustainable development. Taking

² The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:

5б – Statement on the authority,

5в – Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical and about personal data,

5г – Statement on copyright licenses.

The paper and e-versions of Statements are held at the faculty and are not included into the printed thesis.

this into consideration, in the evaluation of natural values, the following should be applied: a) modern empirical models, b) mathematical-statistical methods, c) GIS tools and d) remote sensing methods. This is the only approach in the geoeological assessment of potential that can provide a long-term model of sustainable development of Bačka. The aim of the research is to determine the interdependence of geoeological determinants and sustainable development, especially when it comes to dominant economic activities. Only with a prominent approach, it is possible to determine the degree and directions of development of these relations as well as the rules of geoeological development of Bačka region. The analysis of orographic determinants based on the RUSLE model indicates the soil erosion of low intensity in Bačka, with the exception of the Titel loess plateau, where erosive conditions are more pronounced. The sustainability of agricultural production may be endangered by the low afforestation of Bačka and its agricultural land as well as the unfavorable distribution of forest resources. The Mann-Kendall test used in the analysis of climatological determinants indicates positive air temperature trends while there are no changes in precipitation variables (1949-2018). GIS data modeling and possible climate scenario (2018-2050) indicate the spatial variability of changes: a) dominant increase of air temperature and b) in precipitation variables changes are potentially less pronounced, with the exception of the north and south of Bačka, where there will be a deficit of precipitation. The rainfall anomaly index indicates the variability of the total precipitation, especially in certain years (1999, 2000, 2001 and 2010). Interpreted results may endangered the sustainability of agricultural production and reduce average yields, to some extent limit tourist movements in larger urban agglomerations of Bačka, affect the reduction of areas under protected wetlands in Bačka. The quality of air in the urban agglomerations of Bačka is at a satisfactory level and these are favorable circumstances from the aspect of agriculture, health of population and tourism. In the analysis of hydrological determinants, different approaches were used in the evaluation of groundwater and surface water quality. Descriptive statistical analysis and IDW interpolation method indicate higher values of iron, orthophosphate and arsenic concentration. Arsenic toxicity limits the use of water from water discharges for water supply and agriculture. The ANOVA test used in the assessment of the water quality of the Danube and Tisza through Bačka indicates that the quality of surface waters is generally at a satisfactory level. The problem is the exceeding of the values of suspended solids (up to several times higher than the permitted values). Higher values of nitrite, BOD₅ and ammonium ions are a problem in certain sectors on the Tisza. Pearson's correlation analysis indicates a more pronounced statistical significance, i.e. correlation of the analyzed parameters for the sector of the Danube in relation to the sector of the Tisza in Bačka. PCA analysis indicates a higher number of dominant pollution factors on the Tisza in relation to the sector of the Danube in Bačka. Therefore, the presented water quality results of the Danube and Tisza can potentially have a negative impact on existing and planned water supply systems; higher concentrations of suspended solids can lead to increased turbidity of river waters, and be the cause of more pronounced needs for water purification. Exceeding the values of nitrite and ammonium ions in certain sectors of the Tisza can have similar effects, which limits the water supply of settlements on the banks of the Tisza. In general, the water quality of the Danube and Tisza used for irrigation is at a satisfactory level. Higher concentrations of suspended solids on the Danube and Tisza as well as nitrites on the Tisza may adversely affect from the aspect of drainage and soil fertility. For the needs of certain industries, such as the textile, machine or chemical industry, the water quality of the Danube and Tisza is satisfactory. To a certain extent, water quality is limiting only for the needs of the food industry (due to the content of suspended solids or nitrites). Activities on the Danube and the Tisza such as navigation may be limited by higher levels of suspended solids and nitrites, while nitrites

on the Tisza lead to eutrophication, and further highlight this problem. High concentrations of dissolved oxygen are favorable from the aspect of sustainable fishing; Occasional exceedances of ammonium ions in all profiles on the Tisza, nitrite on the Titel profile and BOD₅ on Martonoš can be a problem - prominent exceedances can lead to reduction of ichthyofauna population under certain conditions. Tourist activities important for the sustainable development of the Bačka sector of the Danube and Tisza are related to nautical tourism, sports and recreational tourism and ecotourism. There are certain restrictions in some sectors. The increased content of suspended solids, especially in the warmer half of the year, may limit activities from the aspect of nautical tourism. Since there are numerous protected natural assets of importance for ecotourism on the banks of the Danube and Tisza, higher levels of suspended solids and nitrates can lead to fish extinction, as they lead to increased water turbidity, which is a limiting factor from the point of view of sport fishing as an ecotourism segment. Sustainable agricultural production in the area of Bačka is possible thanks to the favorable soil structure and the dominant participation of chernozems. Certain limitations exist due to the presence of halomorphic soils, which are limited production capacity. The CORINE remote sensing program recorded certain pedological changes: a) out of a total of five categories and 26 land use classes, especially the increase in the share of areas in the category of artificial areas (incomplete urban areas and artificial units); b) in the category of agricultural land, the area under non-irrigated arable land has not reduced its share, which indicates the sustainability of agricultural production; c) the class of orchards and granary plantations increased the area by nearly 4.000 ha by 2018; d) complex cultivation patterns have undergone the most intensive changes (reduction of areas by about 21.000 ha); e) there is a reduction of areas under the class of broad-leaved forests, which indicates the problem of deforestation; f) the conversion of pedological cover classes is most pronounced in the period 1990-2000 and from the aspect of total areas and shares of classes affected by conversion; g) it is a favorable fact that the conversion of land cover classes is not expressed in the relation agricultural land – artificial land; h) mapping of pedological changes indicates that the changes were most intense during the 1990s. Expansion of urbanization, urban lifestyle and industrialization may in the future affect the sustainability of agricultural production. Analysis of CORINE changes in the interpretation of biotic changes in the area of Bačka indicates that in relation to: (a) total changes in vegetation cover and land use of Bačka as well as (b) changes in selected protected areas of Bačka changes of the highest intensity were registered in the 1990s. In general, the largest part of Bačka is without pronounced changes in the vegetation cover. Also, low afforestation of Bačka was observed (about 6%), while in the structure of vegetation, the largest area is occupied by the class of broad-leaved forests, which is a favorable circumstance. The most intensive changes in terms of the analyzed protected areas of Bačka exist in SNR “Gornje Podunavlje”, which corresponds to the influence of its size in relation to the analyzed protected areas of Bačka (SNR “Koviljsko-petrovaradinski rit”, SNR “Karadjordjevo”, REC “Suboticka peščara”) . Determined changes in the protected areas of Bačka indicate the negative effects of forestry in the context of unplanned management and unfavorable structure of woody species used for afforestation. The protected natural areas of Bačka are also the centers of active hunting and hunting tourism, so the existing number of hunting grounds and accommodation capacities have a favorable effect from the aspect of sustainability of these economic activities. Also, ecotourism and ecotourism offer in the protected natural areas of Bačka is based on the authenticity and tourist valorization of “SRP Gornje Podunavlje”, where ecotourism is especially developed. However, from the aspect of the sustainability of ecotourism, the limiting factor of the tourist offer of Bačka is the fact that this resource is partially used only in the Bačka Danube region. These facts indicate that it is necessary to activate other ecotourism destinations in Bačka, especially

	protected areas in Bačka Potošje. The results of the research can be used for complex geospatial analyzes and interpretations, production of thematic maps and similar purposes. Prominent research results can represent the basis for geocological research of a more complex character and empirical studies of physical-geographical potentials in perspective.
Accepted on Scientific Board on:	26.09.2019.
Defended: (Filled by the faculty service)	
Thesis Defend Board: (title, first name, last name, position, institution)	President: Member: Member: Member:
Note:	/

ПРЕДГОВОР

„Мајка ми је оставила сећање на тихо, предано трпљење, јаче од њене љубави. Она је тражила и заузимала мало места у животу, и хтела је да свакоме поред ње буде лепо и добро. Шта жеља да никоме не учини зло, проистицала је из уверења да човек носи у себи осећање правде и настојање да буде човечан; без тога није човек!“

Меша Селимовић (Круг)

Непосредни додир са геоекологијом сам доживео крајње случајно, дошавши у посед уџбеника који се користи у настави на студијском програму геопросторних основа животне средине Географског факултета Универзитета у Београду. Тада нисам ни могао претпоставити да ће се наслов докторске дисертације односити на геоеколошку евалуацију простора. Приступ сфери геоекологије био је заиста изазован, имајући на уму да током високошколског образовања нисам имао прилике да се сусретнем са геоеколошким истраживањима.

Докторска дисертација је структурирана из десет поглавља: *уводна разматрања; дефинисање терминологије истраживања; материјали и методе истраживања; орографске детерминанте; климатолошке детерминанте; хидролошке детерминанте; педолошке детерминанте; биотичке детерминанте; закључна разматрања и литература и извори података*. Из докторске дисертације проистекла су два ауторска рада у међународним часописима са SCI листе.

Изузетно разумевање, доступност, подршку, похвале али и конструктивне критике од менторке др Милане Пантелић, ванр. проф. биле су од несумњивог значаја приликом формулисања наслова, садржаја дисертације, методолошког приступа, писања поглавља и њихове корекције. Безусловна посвећеност и систематичност су неке од особина које сам од почетка заједничког подухвата изузетно ценио код Вас, те сам на нашу сарадњу посебно поносан. Нарочито бих истакао и писање првих ауторских радова са Вама, стрпљење у тренуцима када није било одговарајућих очекиваних резултата, али и радост, већу и од личне, у тренутку прихватања првог ауторског рада из дисертације. Изражавам огромну захвалност и најискреније се надам да је ово само почетак наше сарадње!

Још током основних академских студија географије открио сам афинитет према дисциплинама физичке географије. Прекретницом на овом напорном, али и путу пуном изазова који су захтевали константно усавршавање и превазилажење сопствених лимита, сматрам „сусрет“ са проф. др Драгомиром М. Кићовићем. Од стране уваженог професора, потом колеге и пријатеља добио сам прилику за професионални, али и лични развој и усавршавање. Вечно ћу памтити похвале, драгоцене савете, али и добронамерне критике драгог професора, које тек у последњих пар година настојим да разумем. Мудра поука блаженопочившег патријарха Павла гласи: *„Никад није било лако бити човек међу људима“*. Ви сте доказали да је најлакше! Неизмерно сам захвалан на свему што сте чинили и чините за мене!

Велико хвала дугујем и колегама са докторских студија геоинформатике, Милошу Остојићу и Ренати Фекете, који су пружили огромну подршку и помоћ приликом израде

карата за потребе докторске дисертације. Врло је важно навести и подршку са Одсека за географију Природно-математичког факултета у Косовској Митровици, мср Душана Ристића и др Николе Бачевића. Од поменутих колега имао сам помоћ приликом статистичке обраде података и техничке припреме радова који представљају продукт рада на дисертацији. Захвалност дугујем и проф. др Стевану Савићу са Департамана за географију, туризам и хотелијерство Природно-математичког факултета у Новом Саду као и колегиници и пријатељу са докторских студија, Кристини Калкан приликом формирања и допуне базе података у оквиру једног од поглавља докторске дисертације. Уваженом др Александру Ваљаревићу, ванр. проф. са Географског факултета Универзитета у Београду захваљујем на континуираној подршци од почетка академске каријере, али и на конструктивним сугестијама у вези израде и дизајна карата у ГИС окружењу. Ваша достигнућа у научном и педагошком смислу представљају сопствену идеју водиљу и бићу задовољан уколико достигнем делић Ваше каријере. Научном сараднику са Географског института „Јован Цвијић“ САНУ, др Дејани Јаковљевић захваљујем на доступности у вези коришћене библиографске грађе у дисертацији као и на идеју која се односила на примену индекса аномалија падавина у дисертацији. Захваљујем се шефу Одсека за географију у Косовској Митровици, др Данијели Вукоичић, ванр. проф. на искреној подршци, разумевању и саветима током свих ових година.

Безусловну подршку и помоћ током целокупног школовања сам добио од брата Александра. Бато, ти си једна од особа које је заслужна за мој лични и професионални развој! Пуно те волим и неизмерно сам ти захвалан! Моја драга сестра, др Марија Цимбаљевић ми је увек пружала несебичну подршку, на крају, на њен наговор сам и уписао докторске студије у Новом Саду и никада се нисам покајао. Писање докторске дисертације је процес који је захтевао време, изузетну марљивост, посвећеност и разумевање. У честим тренуцима обесхрабрености и малодушности, где само један докторанд може разумети другог, њене речи су ми уливале преко потребну снагу: „*И ово ће проћи*“. И заиста, прошло је! Волим те и хвала ти на свему! Овом приликом се захваљујем малобројној родбини и пријатељима који су остали уз мене у тренуцима када је најлакше било отићи. Нажалост, постоји пар људи чији губитак сматрам животном неправдом, а који су ми уједно представљали и животну инспирацију. Истрајност приликом писања докторске дисертације сматрам и њиховом заслугом!

Докторску дисертацију посвећујем прерано преминулој мајци Милени, баби Радосави и деди Милосаву. Знао сам колико сте ме волели, али никада нећете сазнати колико ми недостајете. Вечно ћу вас волети!

Никола Миленџијевић

Нови Сад, 2021.

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР

УВОДНА РАЗМАТРАЊА	7
ДЕФИНИСАЊЕ ПРЕДМЕТА И ПРОБЛЕМА ИСТРАЖИВАЊА	8
ЦИЉЕВИ, ЗАДАЦИ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА	11
НАУЧНА ОПРАВДАНОСТ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ, ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ И ЊИХОВА ПРИМЕНА	12
ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА	14
ДЕФИНИСАЊЕ ТЕРМИНОЛОГИЈЕ ИСТРАЖИВАЊА	17
ГЕОЕКОЛОГИЈА И ЖИВОТНА СРЕДИНА	17
ГЕОЕКОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ.....	20
ПОЈАМ И ЗНАЧАЈ КОНЦЕПТА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА	21
МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА.....	25
МЕТОДЕ ГЕОЕКОЛОШКОГ ВРЕДНОВАЊА ОРОГРАФСКИХ ДЕТЕРМИНАНТИ ...	25
RUSLE емпиријски модел.....	26
Вишеструка корелациона анализа.....	28
МЕТОДЕ ГЕОЕКОЛОШКОГ ВРЕДНОВАЊА КЛИМАТОЛОШКИХ ДЕТЕРМИНАНТИ	29
Колмогоров-Смирнов тест	30
Линеарна регресија	30
Ман-Кендал непараметријски тест.....	30
Географски информациони систем (ГИС) и моделовање података.....	32
Индекс аномалија падавина	32
Српски индекс квалитета ваздуха	33
МЕТОДЕ ГЕОЕКОЛОШКОГ ВРЕДНОВАЊА ХИДРОЛОШКИХ ДЕТЕРМИНАНТИ .	35
Опис анализираних физичко-хемијских параметара квалитета подземних и површинских вода.....	35
Дескриптивна статистичка анализа.....	41
Inverse Distance Weighting (IDW) метод	41
Једнофакторска анализа варијансе (ANOVA).....	42
Анализа главних компоненти (PCA).....	43
Пирсонова корелациона анализа	44
МЕТОДЕ ГЕОЕКОЛОШКОГ ВРЕДНОВАЊА ПЕДОЛОШКИХ И БИОТИЧКИХ ДЕТЕРМИНАНТИ	46
CORINE програм.....	46

ОРОГРАФСKE ДЕТЕРМИНАНТЕ	49
ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОЛОШКА ГРАЂА ТЕРЕНА БАЧКЕ	49
МОРФОМЕТРИЈСКЕ И МОРФОЛОШКЕ ОДЛИКЕ БАЧКЕ	53
Еолски облици рељефа Бачке	56
Флувијални облици рељефа Бачке	61
ОРОГРАФСKE ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ	63
Процена интензитета ерозије земљишта Бачке применом RUSLE емпиријског модела	63
Утицај ерозивних фактора на просечне стопе губитка земљишта	68
УТИЦАЈ ОРОГРАФСКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ	69
КЛИМАТОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ	72
ТЕРМИЧКИ РЕЖИМ БАЧКЕ	72
ПЛУВИОМЕТРИЈСКИ РЕЖИМ БАЧКЕ	73
РЕЖИМ ОСТАЛИХ КЛИМАТСКИХ ЕЛЕМЕНАТА БАЧКЕ	76
КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ	76
Параметри и анализа тренда	77
Географски информациони системи (ГИС) и моделовање података	81
Индекс аномалија падавина	84
Српски индекс квалитета ваздуха	88
УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ	93
ХИДРОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ	98
ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ БАЧКЕ	98
ПОВРШИНСКЕ ВОДЕ БАЧКЕ	103
ХИДРОЛОШКЕ ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ	112
Квалитет подземних вода	112
Квалитет површинских вода	119
<i>Анализа квалитета воде на основу једнофакторске анализе варијансе (ANOVA)</i> ..	119
<i>Анализа квалитета воде на основу Пирсоновог коефицијента корелације</i>	141
<i>Анализа квалитета воде на основу Анализе главних компоненти (PCA)</i>	142
<i>Утицај извора загађења на квалитет вода Дунава и Тисе у Бачкој</i>	145
УТИЦАЈ ХИДРОЛОШКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ	147
ПЕДОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ	156
КЛАСИФИКАЦИЈА ЗЕМЉИШТА БАЧКЕ	156
Ред аутоморфних земљишта	159
Ред хидроморфних земљишта	163
Ред халоморфних земљишта	168

Фактори угрожавања земљишта Бачке	171
ПЕДОЛОШКЕ ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ	176
CORINE Land Cover (CLC) промене у начину коришћења земљишта Бачке	176
УТИЦАЈ ПЕДОЛОШКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ	186
БИОТИЧКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ	192
БИОДИВЕРЗИТЕТ БАЧКЕ	192
Угрожавајући фактори биодиверзитета Бачке	198
Заштићена подручја Бачке	200
БИОТИЧКЕ ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ	209
CORINE Land Cover (CLC) промене на простору Бачке	210
CORINE Land Cover (CLC) промене у одабраним заштићеним подручјима Бачке ...	213
УТИЦАЈ БИОТИЧКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ	223
ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	227
ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ ПОДАТАКА	232
СПИСАК КАРАТА, ПРИЛОГА И ТАБЕЛА	271
БИОГРАФИЈА	276

УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Докторска дисертација је заснована на анализи односа између детерминисаних геоеколошких детерминанти и одрживог развоја. Наиме, геоеколошке детерминанте представљају дестимулативни (ограничавајући) или стимулативни фактор одрживог развоја конкретног геопростора, што је од посебног значаја у адекватном планирању развоја одређених привредних делатности. Лимитирајући утицаји геоеколошких детерминанти на подручју истраживања испољавају се на основу: а) *орографских детерминанти* – појава ерозије земљишта и еродибилних зона на подручју Бачке; б) *климатских детерминанти* – ефекти попут рецентних климатских промена, пројекције варијабилности климе у будућности, квантификација сушних догађаја или проблема попут квалитета амбијенталног ваздуха; анализиране климатске детерминанте у највећој мери испољавају утицај на одрживост пољопривреде и стабилност приноса пољопривредних култура; в) *хидролошких детерминанти* – квалитет подземних и површинских вода тј. контаминација супстанцама различитог порекла посредно, путем педосфере, утиче на физиолошке процесе у биљкама, што је значајно будући да ограничава активности у пољопривреди. Осим утицаја на пољопривреду, загађеност водних ресурса Бачке у већој или мањој мери утиче и на остале антропогене активности (водоснабдевање, наводњавање, индустрија, риболов, рекреација итд.). Стимулативни утицаји геоеколошких детерминанти на простору Бачке представљени су по значају у хијерархијском смислу: а) *педолошким детерминантама* – диверзитет педолошких услова омогућава истраживање односа између површина под различитим типовима фертилног земљишта и начина коришћења земљишта, што је од значаја у одрживој пољопривредној производњи; б) *биотичким детерминантама* – однос између промена у вегетационом покривачу Бачке и одабраних заштићених подручја са привредним делатностима попут шумарства, лова и екотуризма. Према томе, идентификовани природни услови представљају променљиву и динамичку категорију, стога се из разлога нерационалне употребе природних ресурса јавила потреба за одрживом валоризацијом животне средине (Davies, 2013; Klarin, 2018).

Пошто су природни ресурси Бачке у вишегодишњем истраживању парцијално проучавани у оквиру истраживања на простору АП Војводине, јавила се потреба за проширивањем и синтезом досадашњих истраживања. У уводним разматрањима су дефинисана следећа поглавља: а) дефинисање проблема и предмета истраживања; б) циљеви, задаци и постављене хипотезе у истраживању; в) научна оправданост проблематике истраживања, очекивани резултати и њихова апликативна примена; г) хронолошки преглед досадашњих истраживања. Такође, у теоријском делу докторске дисертације су терминолошки објашњени појмови који су у корелацији са предметом истраживања: а) однос између геоекологије и животне средине, б) дефинисање геоеколошких детерминанти и в) концепт одрживог развоја. Поглавље које се односи на методологију истраживања је класификовано по категоријама анализираних геоеколошких детерминанти, где су сумиране: а) различите статистичке технике у геоеколошком вредновању и б) примена Географских информационих система (ГИС) у интерпретацији резултата. Наведена поглавља представљају теоријско-методолошку основу за пружање одговара на најважнија истраживачка питања. На основу детаљног приказа рецентних природних карактеристика Бачке интерпретирана је анализа природних потенцијала

конкретног геопростора. Посматрано по геоеколошким детерминантама научноистраживачки процес је планиран у три главна правца: а) интерпретација општих физичкогеографских одлика подручја истраживања; б) детерминисане геоеколошке промене у животној средини и в) утицај испољених геоеколошких промена на одрживи развој Бачке. Овакав приступ омогућава објективно сагледавање степена досадашњих промена и односа између промена у будућности и концепта одрживог развоја, па очекивани резултати могу представљати полазну основу за потребе планирања, уређења и одрживог коришћења простора. Представљени резултати су синтезом и генерализацијом обликовани кроз изношење преовлађујућих ставова и закључака. Резултати истраживања су упоређени са резултатима сличних истраживања у Србији и на регионалном нивоу. Такође, биће представљена могућа ограничења и проблеми приликом одабира најоптималније методологије геоеколошке евалуације, али и предлог будућих истраживања.

ДЕФИНИСАЊЕ ПРЕДМЕТА И ПРОБЛЕМА ИСТРАЖИВАЊА

Геоекологија пружа основне смернице у циљу оптималног управљања и развоја геопростора (Naveh, 2000). Усвајањем геоеколошких принципа приликом управљања простором, избегава се његова деградација док се истовремено омогућава његова рационална валоризација. Предмет истраживања докторске дисертације представља вредновање комплекса природних вредности тј. најважнијих геоеколошких детерминанти на простору Бачке. Истраживање истиче потребу да се применом одговарајуће методологије валоризују геоеколошке компоненте у циљу детерминисања најпогоднијих зона у простору за различите намене: а) примена резултата за потребе одређених привредних делатности, б) израде просторнопланских докумената, в) предлога ревитализације деградираних делова простора. Актуелни су бројни проблеми који се односе на вредновање природних геоеколошких ресурса. Геоеколошка евалуација предела омогућава праћење континуитета интеракција између природних и друштвених комплекса, као и детерминисање интензитета утицаја природног на друштвени комплекс (Пецељ, Пурковић-Пецељ и Пецељ, 2015). Централни проблем дисертације односи се на проблем одређивања најподесније методологије геоеколошког вредновања; истакнута чињеница је од значаја с обзиром да постоје бројни методолошки поступци, у зависности од начина валоризације простора: а) са аспекта искоришћености површина за различите намене, б) просторног планирања, в) заштите и ревитализације конкретног простора и др.

Главни аспект у научноистраживачком раду представља: а) статистичка и геопросторна анализа орографских, климатских, хидролошких, педолошких и биотичких детерминанти и б) процена утицаја промена у индивидуалним геоеколошким детерминантама на одрживи развој Бачке. Орографске промене биће дефинисане на основу RUSLE емпиријског модела за процену интензитета ерозије земљишта, док ће вишеструка корелациона анализа послужити у разматрању утицаја конкретних ерозивних фактора на ерозију земљишта у Бачкој. Климатске детерминанте биће дефинисане на основу анализе трендова у одабраним климатским варијаблама (температуре ваздуха и суме падавина), што представља основу у одабиру одговарајућег климатског модела за потребе пројекције климе на простору Бачке; сушни догађаји и детерминисање аридних услова биће интерпретирани применом индекса аномалија падавина, екстремних климатских догађаја (поплава и

топлотних таласа); важан сегмент проблема климатских промена представља контаминација већих урбаних агломерација Бачке, где посебну улогу има индекс квалитета ваздуха. Хидролошке детерминанте биће дефинисане на основу водног режима Дунава и Тисе (водостаја и протицаја), примене адекватних статистичких процедура у анализи квалитета подземних и површинских вода. Осим тога, најважнији параметри квалитета подземних вода биће приказани методом интерполације на основу ГИС алата. Педолошке детерминанте биће анализирани на основу издвајања доминантних класа, типова земљишта и структуре педолошког покривача на простору Бачке; интегрисани приступ CORINE програма и ГИС алата ће представљати главни метод у анализи CORINE класа педолошког покривача, начина коришћења земљишта и конверзије класа током вишегодишњег интервала. Биотичке детерминанте биће анализирани преко биодиверзитета на специјском и нивоу станишта, док ће централни сегмент поглавља представљати примена CORINE метода у анализи промена у вегетационом покривачу Бачке и издвојеним заштићеним подручјима подручја истраживања.

Циљ анализе представља утврђивање међузависности геоеколошких детерминанти и одрживог развоја, посебно са аспекта доминантних привредних делатности. Пошто одрживи развој чини један од највећих глобалних изазова савременог доба, проблем одрживости је основа људских делатности. Одрживи развој се посматра у контексту капацитета простора и у наведеном смислу ће бити испитана одрживост простора Бачке на основу добијених резултата. Како се Бачка издваја као изразито пољопривредни рејон, утицај геоеколошких детерминанти биће у највећем обиму дефинисан кроз одрживи развој пољопривреде, али и осталих привредних грана као што су индустрија, саобраћај, туризам итд. На тај начин, добијени резултати биће искоришћени за одређивање таксономских рангова приоритета и лоцирање зона најподеснијих за обављање одређених привредних делатности.

Бачка представља историјско-географску целину на северозападу Србије (западни део Аутономне покрајине Војводине). Границе Бачке према суседним предеоим целинама су двојаког карактера: природне и вештачке. Природну границу Бачке чине реке: Тиса према Банату на истоку, Дунав према Срему на југу, док Бачку од суседне Хрватске такође одваја Дунав (делимично на југу и западу). Граница према Мађарској на северу спада у групу вештачких граница (*Карта 1*). Ова граница попречно сече и спаја две највеће реке Панонске низије, Дунав и Тису. По Браниславу Букурову (1975) северна граница Бачке у климатском и хидролошком смислу не представља зону раздвајања суседних рејона, пошто се налази на простору континуалне Панонске низије. Бачка заузима површину од 8,956 km² (Букуров, 1978), док је површина одређена векторизацијом у ГИС алату 8,786,23 km² са 990.364 становника (Попис становништва, домаћинстава и станова 2011. у Републици Србији, 2014).



Карта 1. Географски положај Бачке на територији Републике Србије (а), у Европи (б) и у односу према суседним регионалним целинама и државним територијама (в)

Извор: Аутор на основу софтвера ArcGIS 10.7

ЦИЉЕВИ, ЗАДАЦИ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

Главна тежиште у докторској дисертацији је суштински дефинисано насловом, са циљем аналитичког односа према разматраним природним ресурсима истраживаног простора са аспекта одрживог развоја. Основни циљ рада је дуалног карактера – *теоријског и емпијског*. Са једне стране, неопходно је представити теоријске основе докторске дисертације. Коришћењем научно верификованих метода, аналитичко-синтетичким приступом потребно је рационално сагледати и оценити релевантне геоеколошке факторе. Циљ истраживања ове тезе произилази из општег циља геоеколошких истраживања, који се односи на изучавање везе између геоеколошких детерминанти које су доминантне на подручју истраживања. Како би се испунио циљ дисертације потребно је одговорити на следеће истраживачке задатке и научне проблеме:

- анализирати природне елементе географске средине релевантне за геоеколошку проблематику;
- на основу валидних квалитативних и квантитативних показатеља истражити односе и везе између природних геоеколошких детерминанти и одрживог развоја;
- утврдити степен и правце развоја тих односа и детерминисати законитости геоеколошког развоја Бачке;
- предложити, уколико резултати захтевају, скуп мера и поступака у циљу одрживог, рационалног и економичног геоеколошког развоја Бачке.

Основни задатак у геоеколошким истраживањима Бачке је указати на природне услове и факторе који су условили њен рецентни изглед. У складу са претходно дефинисаним предметом истраживања, дефинисани су и остали задаци истраживања. Њихово дефинисање је засновано на коришћењу научно потврђених факата утврђених прегледом литературе, статистичких и других извора, група карата (топографских, геолошких, геоморфолошких, хидрографских, педолошких и сл.), сателитских снимака (примена ГИС алата). У том смислу, дефинисани су и издвојени следећи задаци:

- Искрпна и свеобухватна анализа физичкогеографских компоненти истраживаног подручја;
- Веза између дефинисаних геоеколошких детерминанти и појединих привредних делатности;
- Резултати геоеколошког вредновања биће искоришћени за израду синтезних карата. Овде до значаја долази примена ГИС техника, где се јасно могу диференцирати делови терена најпогоднији за функционисање и развој одређених привредних делатности;
- Детерминисање нивоа приоритета тј. диференцирање приоритетно најоптималнијих зона за развој анализираних делатности;
- Детерминисање делова простора где постојећи физичкогеографски услови стварају потребу да се на њих обрати посебна пажња. Наиме, на природне ресурсе негативно делују антропогени утицаји па су неопходне мере у смислу заштите од деградације. У том смислу, могуће је препознати „осетљиве“ локације и зоне јер оне поседују могући ризик од потенцијалних хазарда (нпр. суша, контаминација подземних вода различитим полутантима итд.).

Основна хипотеза (X_0) представља основу докторске дисертације и односи се на релацију да између физичкогеографске основе Бачке и одрживог развоја постоји тесна и нераскидива веза. Са једне стране, рејон Бачке у привредном смислу, представља витално подручје АП Војводине и Републике Србије. Са друге стране, по питању привредног развоја постоје и одређена ограничења у виду пољопривредних и водопривредних проблема: варијабилност влажних и сушних раздобља, поплаве, загађеност речних токова и др. Ово су разлози из којих се јавила оправдана потреба за квалитативном и квантитативном евалуацијом геоеколошких компоненти простора.

Друга хипотеза (X_1) је везана за синтезу добијених резултата, јер ће они омогућити да се на самом крају детерминишу и диференцирају зоне са различитим степеном погодности за реализацију одређених привредних делатности са становишта одрживог коришћења простора. У овом кораку, важну улогу имаће и примена ГИС алата, као врло корисног средства за картографско представљање добијених резултата.

Трећа хипотеза (X_2) допринеће идентификацији геоеколошких проблема попут: ерозије земљишта, климатских промена и загађености ваздуха, контаминације подземних и површинских вода, конверзије класа педолошког покривача, угрожености биодиверзитета анализираног кроз промене у вегетационом покривачу на подручју истраживања и издвојеним заштићеним природним добрима итд. Примена геоеколошких принципа ће омогућити ублажавање наведених проблема или њихово потпуно елиминисање.

Апликативни циљ дефинисаног истраживања је у чињеници да интерпретирани резултати дају објективну слику испољених утицаја геоеколошких детерминанти на одрживи развој. Резултати могу бити општа полазна основа за планирање економичнијег искоришћавања простора као и основа за будућа истраживања и детаљније пројекције. Такође, резултати истраживања могу послужити стручњацима различитих профила, нарочито са аспекта пољопривредних ресурса, индустрије, саобраћаја, туризма и рекреације, јер дају комплексну статистичку и геопросторну анализу простора Бачке и могу се искористити за потребе планирања, коришћења и заштите простора у будућности.

НАУЧНА ОПРАВДАНОСТ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ, ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ И ЊИХОВА ПРИМЕНА

Актуелност геоеколошких проблема у глобалним оквирима чини да истраживачки рад у форми докторске дисертације има потпуну научну оправданост, и у теоријском, и у апликативном смислу. Такође, потребу за истраживањем оправдава недовољан број геоеколошких истраживања и основне уџбеничке литературе на српском језику. У теоријско-медолошком смислу, геоеколошки и физичкогеографски проблеми истраживања се поистовећују, иако постоје одређене битне разлике. Физичкогеографске дисциплине одликује јасно дефинисан предмет истраживања, док је „*геоекологија наука мултидисциплинарног карактера која анализира односе абиотских компоненти Земљине површине, као просторно-временске промене изазване интеракцијом природних и техногених фактора на људско друштво*“ (Trofimov, 2009).

Наведени факти указују да је у нашој научној теорији и пракси проблем геоеколошке евалуације запостављен и није у довољној мери усклађен са проблемима геоеколошке евалуације предела на глобалном нивоу. Зато се сусрећемо са радовима чији су резултати

међусобно неупоредиви и доста неуједначени. Ово је последица коришћења различитих методолошких поступака приликом геоеколошке евалуације предела. Примера ради, Ханс-Кимстед модел (Пецељ, Пурковић-Пецељ и Пецељ, 2015) који се користи за геоеколошку евалуацију брдско-планинских предела у себи садржи климатски фактор прилагођен за простор Немачке. Он се израчунава на основу годишњих температура ваздуха, сума падавина, надморске висине и типа предела. Овај модел коришћен је и у радовима домаћих аутора. Тако је за урбано подручје Новог Сада климатски фактор одређен на основу температуре, падавина и доминантних ветрова (Pecelj et al., 2017). За потребе геоеколошке евалуације Лознице са околином (Pecelj et al., 2018) као климатски фактор коришћен је биоклиматски индекс - UTCI, Universal Thermal Climate Index (Универзални Термални Климатски Индекс). Према томе, постоји одређена неусаглашеност у овом моделу јер је климатски фактор одређен применом две различите методе.

Тема докторске дисертације поседује национални и регионални значај, посебно имајући у виду очекиване промене са аспекта одрживог развоја. Ова чињеница долази до изражаја будући да постоји изражена потреба за усклађивањем праксе геоеколошке евалуације на националном нивоу са праксом на регионалном и глобалном нивоу. Очекивани резултати усмерени су ка утврђивању природних потенцијала и њихове валоризације, водећи рачуна о рационалном и уравнотеженом тј. одрживом управљању и заштити животне средине; неопходно је да очекивани резултати поседују фундаментални, научни али и шири, апликативни значај.

Осим синтезе постојећих факата о физичкогеографској основи Бачке, очекивани резултати би применом савремених емпиријских модела у геоеколошкој процени пружили модел одрживог и уравнотеженог развоја подручја истраживања. Тако, примена RUSLE модела омогућава детекцију потенцијалне ерозије земљишта и планирање одрживе пољопривредне производње. Анализа климатских трендова, пројекције климатских варијабли, интерпретација индекса аномалија падавина пружају увид у динамику климе током протеклих деценија, као и планирање развоја Бачке као пољопривредног рејона у АП Војводини и Републици Србији. Математичко-статистичке методе и технике интерполације интегрисане са ГИС алатом представљаће основу у интерпретацији параметара квалитета вода који су у интеракцији са делатностима попут водоснабдевања, пољопривреде, наводњавања, индустрије, саобраћаја, риболова и рекреације. Даљинска детекција и CORINE модел у анализи промена у начину коришћења земљишта Бачке указује да би се добијени резултати могли корелисати са одрживим развојем Бачке. Наиме, пољопривредне површине нису у потпуности искоришћене, где је претпоставка да демографски фактор и уситњеност земљишних поседа утичу на деаграризацију. Са друге стране, актуелни проблеми са аспекта намене земљишта се односе на интензивирање урбанизације и дефорестације простора. Очекивани резултати у анализи биотичких промена су дефинисани у два правца: а) анализа CORINE промена на нивоу Бачке и б) промене вегетационог покривача у одабраним заштићеним подручјима Бачке. Анализа обухвата сателитске податке у савременом периоду (1990-2018), тако да се неће стећи увид у карактер промена након Другог светског рата када су промене услед урбанизације и индустријализације биле неупоредиво израженије; неадекватно управљање шумским ресурсима у заштићеним природним добрима Бачке представља лимитирајући фактор одрживог развоја, док ловно-туристички ресурси и услови за унапређење екотуризма представљају повољне околности у односу биотичких детерминанти и одрживог развоја Бачке.

Наведеним аналитичким приступом у детерминисању односа геоеколошких детерминанти Бачке и концепта одрживог развоја формира се основа за синтезу исцрпних и апликативних сазнања о подручју истраживања што је фундаментални инструмент у политици регионалног и националног планирања. Резултати геоеколошког вредновања би омогућили детерминисање и издвајање потенцијално погодних локација за развој приоритетних делатности најповезанијих са циљевима одрживог развоја. У том смислу, од приоритетног значаја су следеће делатности: пројектовање и управљање простором, његова заштита и уређење, рекреација и туризам, планирање привредних делатности, начин коришћења земљишта, одрживо коришћење водних ресурса и др.

ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Физичкогеографском основом терена Бачке бавили су се бројни аутори, најчешће у склопу истраживања природних ресурса АП Војводине. У докторској дисертацији је наведена обимна библиографија која се односи на физичкогеографске компоненте простора. Издвојени су најважнији истраживачи који су својим радом највише задужили домен физичке географије. Истичу се имена бројних страних и домаћих аутора: геолога, геоморфолога, географа, хидролога, климатолога, педолога, биолога и др. Са наведеног аспекта, у контексту геолошких, палеогеографских и геоморфолошких особина Бачке истичу се Б.Ж. Милојевић (1949, 1953) и V. Laskarev (1951, 1952). О лесним оазама на простору Бачке расправљао је географ, Бранислав Букуров кроз више радова. У раду *Долина Тисе у Југославији* (1948) обухватио је источне делове Бачке, Тителски брег, алувијалну раван Тисе, средњобачки лесни плато са лесном терасом (Средњобачка лесна зараван). Рад заправо представља докторску дисертацију аутора, где је приказана генеза и еволуција долине Тисе кроз Југославију. У раду *Геоморфолошке црте јужне Бачке* (Букуров, 1953а) је приказао морфогенезу јужног дела Бачке, где је нарочито описан и Тителски лесни плато као посебна геоморфолошка и предеона целина. Букуров је аутор и неколико студија, где се издвајају: а) *Геоморфолошки приказ Војводине* (Букуров, 1953б) и б) *Проблем генетике у рељефу* (Букуров, 1966). Допринос истраживању рељефа, тачније неотектонике Бачке, пружио је и Земски (1973). Своја истраживања је допунио морфоструктурном поделом рељефа Југославије (1990) и радом *Проблем хроностратиграфије леса Војводине* (1991). У новијем раздобљу, истиче се улога академика др Слободана Б. Марковића који је са сарадницима пружио немерљив допринос у проучавању лесно-палеоземљишних секвенци Бачке, посебно Тителског лесног платоа (Marković et al., 2008; Marković et al., 2015а; Marković et al., 2015b; Vjelajac et al., 2016; Kalkan et al., 2020).

Научно верификована анализа климатских карактеристика Бачке је забележена у следећим уџбеницима: *Хидрографија и клима Војводине* (Вујевић, 1924) *Климатографска скица АП Војводине* (Катић, 1952), *Клима САП Војводине* (Катић, Ђукановић и Ђаковић, 1979), *Време и клима Југославије* (Радиновић, 1981), *Клима Србије* (Дуцић и Радовановић, 2005). Поглавље о климатским приликама и рејонизацији климе је посебно обрађено у *Физичко-географским проблемима Бачке* (Букуров, 1975). Од радова у којима се анализира поднебље Бачке издвајају се: *Облачност у Војводини* (Милосављевић, 1955), *Особине ветрова у југоисточној Бачкој* (Дукић, 1974), *Климатско рејонирање СР Србије* (Ракићевић, 1989). Током новијег периода повећао се број радова који третирају проблем

климатских промена у Бачкој у оквиру АП Војводине (Milošević et al., 2015; Gavrilov et al., 2015; Gavrilov et al., 2016; Gavrilov et al., 2019, Milentijević et al., 2021).

Подземне воде су на простору Војводине и Бачке обрађене са аспекта квалитета вода, хемијског састава, водоснабдевања и сл. Истичу се монографије: *Подземне воде Србије и решење проблема водоснабдевања* (Коматина, 1996), *Подземне воде у Војводини* (Шкорић, 1996), *Подземне воде Србије* (Коматина, 2016). Од аутора релевантних чланака са аспекта квалитета и експлоатације подземних вода издвајају се: Милојевић и Спирић (1963), Вујошевић (1974), Мијатовић (1994), Шкорић (1995), Соро, Слимак и Јосиповић (1997), Стојиљковић (2000), Pavić et al. (2006), Вељковић и Јовичић (2007), Pavić, Mészáros and Ćurčić (2012), Mrazovac et al. (2013), Marić et al. (2014), Kurilić et al. (2015), Kurilić et al. (2019). Пионирски подухват у домену потамолошких проучавања река Бачке представља докторска дисертација Павла Вујевића – *Die Theiss, eine potamologische Studie*. Због овог монументалног дела сматра се оснивачем југословенске потамологије (Дукић и Гавриловић, 2006). У периоду након Другог светског рата један од истакнутих стручњака из потамологије овог подручја је Б. Букуров. Његово дело *Долина Тисе* (Букуров, 1948) је у основи геоморфолошког карактера, јер је генеза и еволуција рељефа Потисја битна за разумевање хидролошких прилика на Тиси. Од значаја су његови радови који пружају осврт на водoprивредне проблеме канала Дунав-Тиса-Дунав (Букуров, 1949) и три реке у Бачкој: Кривају, Јегричку и Мостонгу, где разматра њихов постанак, развој и хидролошке прилике (Букуров, 1950). Значајан допринос проучавању река у Бачкој пружио је Павле Томић. Посебно се издваја његова докторска дисертација *Водоснабдевање насеља и индустрије у САП Војводини* (1977). Од осталих радова аутора издвајамо: *Загађивање вода у САП Војводини и њихов утицај на животну средину* (1978а), *Реке Бачке* (1978б), *Хидросистем Дунав-Тиса-Дунав* (1978в), *Загађеност Великог Бачког канала и његов утицај на животну средину* (1982). Хидролог и климатолог Душан Дукић је такође пружио одређени допринос потамолошким студијама бивше Југославије, АП Војводине и Бачке. Од значаја су његови уџбеници, монографије и радови – *Наше реке* (1952), *Амплитуде екстремних водостаја на рекама и језерима у ФНР Југославији* (1959), *Водоснабдевање градских насеља и индустрије у СР Србији* (1971), *Воде СР Србије* (1977а), *Загађеност река и језера у Југославији* (1977б); *Загађивање и заштита вода у рекама и каналима у СР Србији* (1986), *Водни ресурси СР Србије - њихово искоришћавање и заштита* (1989). Током новијег раздобља истиче се публикација *Реке Србије* (Гавриловић и Дукић, 2014). У њима су представљене најзначајније реке у Србији, њихови водни режими, водoprивредни проблеми везане за њих итд. Осим набројаних, бројни аутори су се у својим истраживањима бавили питањем квалитета вода у речним токовима Бачке (Leščešen et al., 2014; Pantelić et al., 2015; Leščešen et al., 2018). Овде се посебно истиче проблем контаминације отпадним водама Великог Бачког канала (Pantelić et al., 2012а; Pantelić et al., 2012б; Pantelić et al., 2016; Pantelić et al., 2017).

Интензивније проучавање језера Бачке је започело у другој половини ХХ века. Истраживању Палићког језера допринео је Ђурић, уџбеником *Прилог физичком истраживању језера Палић* (1953). Године 1954. Букуров је публикувао дело *Језера и баре у Бачкој*. Ђ. Селеш је указао на последице загађења и деградације, као и на мере санације Палићког језера (1973). Након санација језерског басена, аутор је публикувао уџбеник *Језеро поново живи* (1977). Издања су допуњена и проширена новим истраживањима кроз публикацију *Вода Палићког језера: од 1781. до 1999. године* (Селеш и сар., 2000). Исти

аутор је обрадио и Лудашко језеро (Селеша, 1981; Селеша, 2006). Са аспекта квалитета животне средине и могућности развоја туризма у Специјалном резервату природе „Лудашко језеро“, допринос његовом проучавању пружио је и Топаловић (2010). Најновија истраживања Лудашког језера указују на потребу предузимања ургентних мера у циљу спречавања даље деградације (Tokodi et al., 2018). Значајан допринос лимнолошким проучавањима Србије, Војводине и Бачке пружио је географ, Стеван Станковић. Посебно се истичу његова публикација *Језера Србије: лимнолошка монографија* (2005). Осим природних језера, у монографији П. Бугарчића су анализирана вештачка језера Војводине (2007), где вештачка језера Бачке заузимају посебно поглавље.

Интензивна проучавања педолошког покривача Бачке је педесетих година прошлог века предузео педолог, Виктор Нејгебауер. Значајне публикације овог аутора су: *Земљишта јужне Бачке са аспекта наводњавања* (1948), *Чиниоци стварања земљишта у Бачкој* (1952), *Прилог познавању генезе слатина у Војводини* (1954), *The Water Holding Capacity of Chernozems in Ваџка and the Water Constants Which Characterize Them* (1963), *Земљишта Војводине* (Живковић и сар., 1972). Од публикација осталих аутора истиче се дело *Слатине Војводине* (Миљковић, 1972), *Особине и проблеми мелiorације земљишта у сливу северне Јегричке (Војводина)* (Никодијевић и Јеремић, 1972). Од аутора чланака релевантних за педогеографску основу Бачке издвајају се: Милошев (1968), Хацић и сар. (1997), Летић, Савић и Николић (2009), Жежељ, Хојка и Димовски (2019).

На основу досадашњих вишегодишњих теренских истраживања и података из литературе, флора овог подручја је обрађена кроз велики број публикација уџбеничког и монографског карактера: *Вегетација Тителског брега* (Стојановић, 1981), *Биљногеографске карактеристике флоре слатина Бачке* (Будак, 1986), *Флора и вегетација Суботичко-хоргошке пешчаре* (Гајић, 1986), *Флористичке одлике Бачке лесне заравни* (Игић, 1991), *Прилог познавању долинских ливада Подунавља Бачке* (Парабућски и Вучковић, 1991), *Comparative phytogeographical analysis of the flora of halobiomes in Ваџка and Vanat (Serbia)* (Кнежевић and Будак, 1997), *Флора и биљногеографске одлике слатина Бачке* (Будак, 1998), *Флора и вегетација основне каналске мреже ХС ДТД у Бачкој* (Стојановић и сар., 2007), *Ритови Бачке: географске карактеристике, исушивање, коришћење и заштита природе* (Стојановић, Павић и Месарош, 2014а). Истраживања биодиверзитета Бачке су допуњена радовима бројних еминентних аутора (Атанацковић, 1958; Атанацковић, 1961; Обрадовић, 1981; Буторац и сар., 1985; Кабић, 1988; Igić, Knežević and Marin, 1997, Sabovljević and Stevanović, 2006; Цигурски и сар, 2011).

ДЕФИНИСАЊЕ ТЕРМИНОЛОГИЈЕ ИСТРАЖИВАЊА

За потребе докторске дисертације неопходно је дефинисати теоријско-методолошке основе научноистраживачког рада. Са тог аспекта, од значаја у будућем истраживачком раду представља дефинисање основних појмова који су у вези са предметом истраживања: а) геоекологија и животна средина, б) појам геоеколошких детерминанти и в) појам и значај концепта одрживог развоја. На тај начин, отклањају се недоумице семантичке природе и пружа увид у проблематику одрживог развоја, као и његових веза за геоекологијом као науком и односа са појмом животне средине.

ГЕОЕКОЛОГИЈА И ЖИВОТНА СРЕДИНА

Термин „геоекологија“ и рани ставови који су допринели њеном издвајању као суб-дисциплине географије везани су за немачког географа Карла Трола (*Прилог 1*). Године 1939. Трол је у свом кључном раду представио назив *екологија ландшафта (Landschaftsökologie)*. Трол је идеју за представљање назива екологија ландшафта (енг. *Landscape ecology*) пронашао у методама интерпретације авионских снимака у бившем Совјетском Савезу. Коначно, седамдесетих година XX века Трол је предложио нови, адекватнији термин погодан за интернационалну употребу – *геоекологија* (Holtmeier, 2015). Troll (1971) сматра да „геоекологија проучава целокупан природно-географски садржај Земљине површине, водећи рачуна о комплементарној вези, корелацији и интеракцији литосфере, педосфере, хидросфере, атмосфере и биосфере. Реч је о проучавању целокупног деловања животних заједница (биоценоза) и животних услова околине, чији је резултат мозаик односно природно-географске специфичности“.



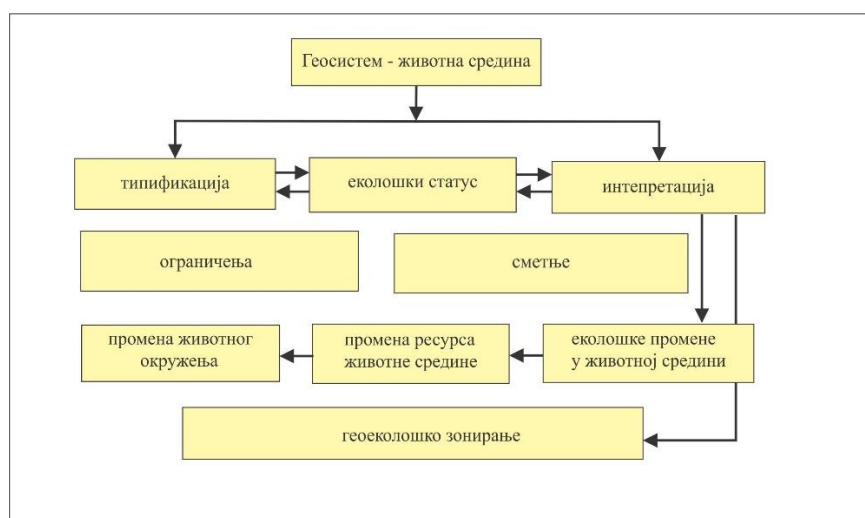
Прилог 1. Карл Трол, пионер геоекологије

Извор: <http://people.wku.edu/charles.smith/chronob/TROL1899.htm>

Осим наведене дефиниције бројни су покушаји теоретског одређења појма геоекологије (Miklos, 1994; Vognar, Lozić i Saletto, 2002). Прихватљиву дефиницију геоекологије изнео је и словачки геоеколог, Miklos (1994). Он сматра „да геоекологија представља примењену науку о пределу, као животној средини човека и других организама,

чији је циљ дефинисање еколошки оптималне просторне организације коришћења и заштите предела“. Вредан помена је и став хрватских географа Vognar, Lozić i Saletto (2002) који сматрају да је „геоекологија интердисциплинарна наука која се нави међуодносима човека и његовог животног простора – отвореног (природног) и изграђеног предела“.

Упоредо са теоријско-методолошким одређењем геоекологије јавила се потреба за систематизацијом геоеколошких схватања. Ту се, пре свега, истиче немачка геоеколошка школа. Бројни географи (А. Хумболт, К. Ритер, А. Хетнер) су допринели развоју геоекологије у Немачкој. Међутим, тек са истраживањима ландшафта С. Пасарга и концепта културног пејзажа Д. Шлитера, и нарочито К. Трола постављени су темељи модерној геоекологији. Руска геоеколошка школа била је под снажним утицајем Карла Ритера и географије ландшафта. Њен предмет проучавања је географски омотач. Представници руске геоеколошке школе су: А. Григорјев, Л. Берг, К. Марков, С. Калесник, С. Миљков, В. Докучајев. Француска геоеколошка школа се развијала у складу са схватањима посибилисте, Пол Видал де ла Блаша. Она се заснивала на проучавању руралног ландшафта Француске. Од представника потребно је важна улога Жоржа Бертрана, који је и 1978. године први увео термин геосистем. А. Григорјев, М.И. Будико и В.Б. Сочава су усавршили овај концепт (Пецељ, Пурковић – Пецељ и Пецељ, 2015). За интерпретацију еколошких карактеристика геосистема, осмишљен је концепт „геосистем-животна средина“ (Прилог 2). Геосистем се схвата као спој еколошке (природне) компоненте животне средине, станишта за човечанство и основа за његову економску активност (Kuznetsova and Lopatkin, 2019). У Северној Америци се геоекологија развијала на основу настојања харвардског професора, Ричарда Формана. Она има полазишта у радовима географа и геолога Вилијема М. Дејвиса и његових географских циклуса. Овом теоријом је објашњавао еволуцију рељефа и дао значајан допринос у одређивању предеоних целина односно пејзажа. Геоекологија се у Сједињеним Америчким Државама убрзано развијала, нарочито у оквиру пејзажне архитектуре, захваљујући примени ГИС техника и даљинске детекције. Осим набројаних геоеколошких школа, велики значај у развоју геоекологије допринеле су З. Навех и А. Либерман у Израелу и Л. Миклош и М. Ружичка у Словачкој (Antrop and Van Eetvelde, 2017).



Прилог 2. Шема еколошке интерпретације информација

Извор: Аутор на основу Kuznetsova and Lopatkin (2019)

Бројни су методолошки поступци геоеколошке евалуације у свету и на нашим просторима. О перспективама геоекологије у вредновању предела значајан допринос је дао Isak S. Zoneveld (1990). Он је предложио методолошки концепт за потребе геоеколошког вредновања и планирања. Једна од најкомплекснијих и најоптималнијих геоеколошких метода вредновања ландшафта и планирања предела је метод LANDEP (Landscape-ecological Planning). Метод је развијен у оквиру Института за Екологију предела Словачке Академије наука и уметности у Братислави. На њеном креирању радили су словачки геоеколози М. Ружичка и Л. Миклош деведесетих година прошлог века, а дефинисао га је Л. Миклош 1994. године (Miklos and Špinerová, 2019). LANDEP је, од раних седамдесетих година прошлог века, примењиван на више од 150 подручја у бившој Чехословачкој, Бугарској, Мађарској, Вијетнаму, Мексику и Непалу (Miklos, 1994).

Осим модела који се користе за потребе коришћења и планирања земљишта, постоје методе које се користе у сврху туризма и рекреације. Један од често коришћених модела је метод Ханс-Кимстед (Hans Kiemsted). Он се користи за утврђивање погодности брдско-планинских терена за потребе рекреације. Заснива се на познавању природних елемената предела. Међутим, он је конципиран за простор Немачке и прилагођен њеним климатским одликама (Kiemsted, 1967). У свету се данас користе бројне математичко-статистичке методе које се могу применити и при евалуацији животне средине. Захваљујући развоју ГИС-а и информатичких технологија, у геоеколошкој евалуацији се користе и методе мултикритеријумске анализе. Аналитички хијерархијски процес (АХП) једна је метода која се може користити приликом геоеколошког вредновања предела. Код овог метода потребно је дефинисати хијерархијски ред елемената и урадити математички модел који је заснован на међусобном упоређивању парова (Голијанин, 2015). У нашој литератури често коришћен метод је Индекс рекреацијског потенцијала и бонитета (FAO, 1976). Он је прописан у оквиру пројекта „*Оквир за евалуацију земљишта*“ (Framework for Land Evaluation). Суштина овог метода је да се одређеном пределу додељују класе бонитета, на основу корективних особина предела.

Проблем животне средине, њен значај и актуелност добили су и интернационалну потврду. Од Стокхолмске конференције 1972. године и Конференције УН о животној средини 1992. године, постоји заинтересованост стручњака за проблем животне средине, што је потврђено и ратификацијом бројних докумената. Тада је констатовано да „*заштита и побољшање животне средине, заштита природе и рационално искоришћавање њених ресурса, у интересу садашњих и будућих поколења, представља један од задатака*“. Значај дефинисања појма „животна средина“ је присутан код бројних активности на пољу њене заштите. То се, пре свега односи на правни и социо-економски аспект животне средине, где прецизна дефиниција омогућава ефикасну примену правних аката и друштвених мера (Љешевић, 2000). На основу дефиниције представљене у британском Речнику појмова за област животне средине (Gilpin, 1976), животна средина чини простор (регион, околину) или околности у којима постоје услови за егзистенцију. У актуелном Уставу РС (2006), чл. 74 јасно се наводи да „*свако има право на здраву животну средину и на благовремено и потпуно обавештавање о њеном стању. Република Србија и аутономне покрајине су одговорне за заштиту животне средине. Свако је дужан да штити и побољшава животну средину*“. На основу Закона о заштити животне средине Републике Србије (2009), „*животна средина чини скуп природних и створених вредности чији комплексни међусобни односи чине окружење, односно простор и услове живота*“. Под животном средином се

подразумева скуп: а) абиотских фактора (ваздух, вода, земљиште и др.); б) биотских фактора, који се састоје од органског света, заједно са популацијом којој биљни или животињски организми заједно са антропогеним фактором (у смислу људског друштва) припада. Ове компоненте заједно чине целовит систем у стању динамичке равнотеже (Благојевић, 2012).

Право на здраву животну средину није нашло своје место у Европској конвенцији о људским правима из 1950. године (European Convention on Human Rights, 2013). Међутим, Европски суд за људска права, који се у случајевима еколошких тужби дуго проглашавао ненадлежним, пронашао је модалитете који су му омогућили да у своју надлежност преузме и случајеве који се односе на угрожавање животне средине (García San José, 2005). Активност Европске економске заједнице (ЕЕЗ) на легислативи која уређује област животне средине је била нарочито актуелна осамдесетих и деведетих година XX века (Weale, 1996). Крајем XX и почетком XXI века Европска унија је покушавала да преузме водећу улогу на међународном плану, посебно након повлачења САД из Кјото протокола (Wurzel et al., 2012). Међутим, и даље је било изазова, пошто су се кључне државе заједнице попут Велике Британије опирале примени заједничке политике на плану животне средине (Collier, 1998). Додатни проблем је настао 2004. године када се Европска унија проширила, интеграцијом нових сиромашнијих чланица, којима политика у области животне средине није била приоритет (Braun, 2014). Услед Светске економске кризе крајем протекле деценије XXI века, ЕУ је била погођена њеним ефектима (Falkner, 2016) комбинованим са нестанком популарности (Serricchio, Tsakatika and Quaglia, 2013). Аутори сматрају да се ЕУ налази у фази дезинтеграције (Rosamond, 2016) и уситњавања (Gravey and Jordan, 2016), праћеним напуштањем ЕУ од стране Велике Британије (Schimmelfennig, 2018). Сматра се да некадашњи пионири „зелене политике“ нису наставили са својим начелима, и из овог разлога ЕУ је изгубила лидерску улогу у дипломатији животне средине (Parker et al., 2012; Burns, Eckersley and Tobin, 2020). Обично се сматра да Европска унија (ЕУ) има ригидније правне акте у односу на међународне организације. Њена политика у области заштите животне средине је у значајној мери присутна и у националним политикама, као и на регионалном нивоу (ЕЕА, 2019). Легислатива ЕУ третира проблеме попут квалитета ваздуха, воде, одлагања отпада, утицаја буке на здравље људи, обновљиве изворе енергије, редукацију озонског омотача, киселих киша (Jordan and Adelle, 2012).

ГЕОЕКОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ

Геоколошки фактори (у тексту дефинисане као геоколошке детерминанте) представљају скуп феномена и процеса који указују на различите глобалне и локалне промене на Земљиној површини. Они могу бити природног и антропогеног порекла. Природни геоколошки фактори на глобалном нивоу чине варијабилност енергетских ресурса за планету Земљу (сила гравитације, електромагнетизам, ротација). На регионалном и локалном нивоу, природни геоколошки фактори укључују (Lješević, Trbić and Doderović, 2011):

- геофизичке факторе (сеизмизам, вулканизам);
- морфологију терена (морфоструктура, хипсометрија и нагиб);
- геоморфолошке факторе (ерозија, клизишта);

- климатске факторе (поплаве, суше, екстремни климатски догађаји);
- хидролошке факторе (колебање нивоа Светског мора, ниво подземних вода, флукуације протицаја у речним коритима, дистрибуција и дебљина пермафроста);
- педолошке факторе (тип и дебљина педолошких хоризоната, минералоски састав);
- биогене факторе (тип вегетационог покривача и степен покривености).

У антропогене геолошке факторе спадају: економска производња (пољопривреда и индустрија), саобраћај, насеља и комунална инфраструктура. Кључни задатак савремених истраживања животне средине је утврдити интеракцију антропогених утицаја и природних процеса. На тај начин, могу се објаснити везе будућег демографског раста и економске активности са повећаним захтевима за енергијом, доступном водом и обновљивим и необновљивим изворима енергије (Oldfield and Dearing, 2003). Љешевић (2007) сматра да комплексна геоеколошка анализа односа између природних услова и друштвених чинилаца подразумева: а) утицај климатских услова на живот и рад становништва; б) водне ресурсе и потенцијале неопходне за разноврсне људске потребе (водоснабдевање, пољопривреда, индустрија, саобраћај, туризам и рекреација); в) педолошке услове, од којих зависи пољопривредна производња, тј. егзистенција становништва; г) однос биогених ресурса и утицаја антропогеног фактора.

ПОЈАМ И ЗНАЧАЈ КОНЦЕПТА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА

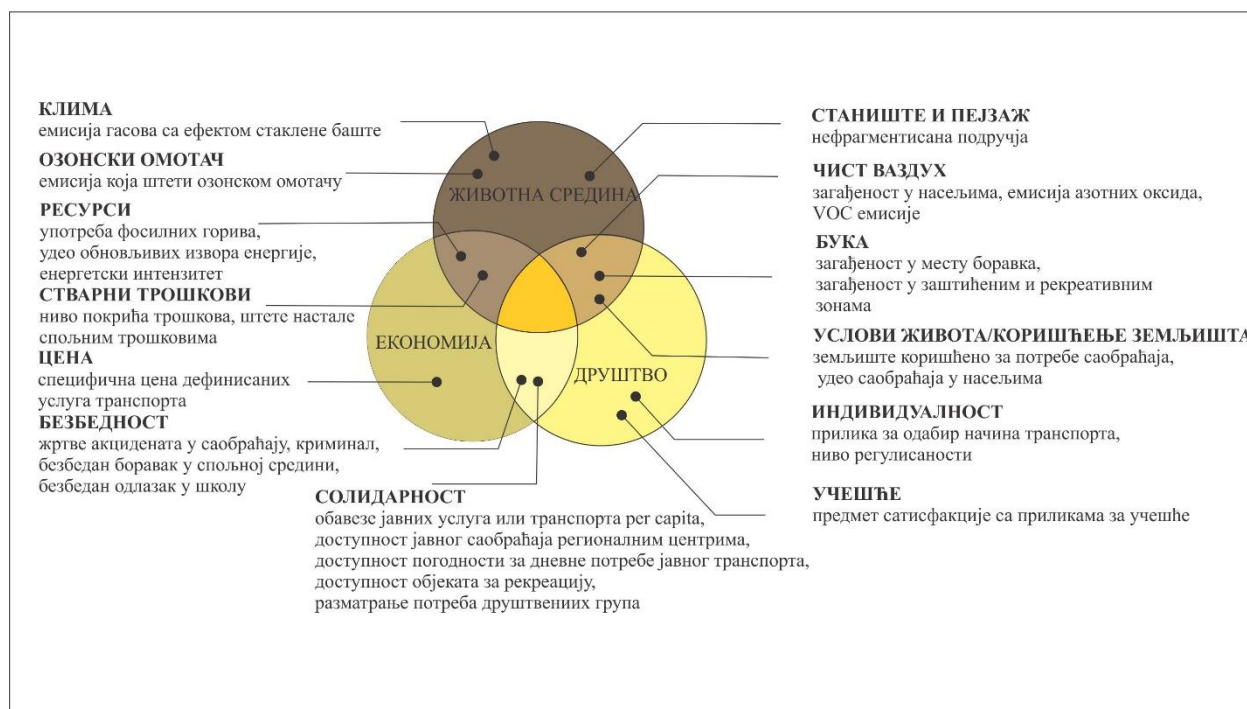
Један од водећих проблема данашњице представља глобална еколошка криза, која са собом носи бројне дилеме. Енглески филозоф Higgins (1978) истиче између осталог и следеће проблеме: експлозиван раст становништва, недостатак хране и глад, исцрпљивање природних ресурса, деградација животне средине и др. Неусаглашеност између привредног раста и биосфере добијају размере глобалне друштвено-еколошке кризе. Норвешка премијерка Гро Харлем Брунтланд (World Commission on Environment and Development, 1987) дефинисала појам “*одрживи развој*” (“*sustainable development*”) у публикацији *Наша заједничка будућност* (*Our common Future*).³

“Одрживи развој – то је такав развој, при којем се задовољавају потребе садашњег времена, али без угрожавања могућност будућих генерација ка задовољавању својих потреба”; стратегија одрживог развоја усмерена је на постизање хармоније између народа и између друштва и природе”.

У својој еволуцији, одрживи развој је популаризован као концепт који се састоји из три димензије: еколошке, економске и друштвене (Elkington, 1994; Rogers; Jalal and Boyd, 2008). Одрживи развој захтева остваривање: 1) *еколошке одрживости* – квалитет животне средине је кључан за економске активности и животни стандард; 2) *економска одрживост* – природни, социјални и људски капитал је неопходан за остваривање прихода и

³ Термин „*одрживи развој*“ је први пут поменут у Стратегији Конзервације Природе и Природних ресурса (Nature Conservation and Natural Resources Strategy), 1980. године. Првобитно се користио у пољу шумарства као однос између пошумљавања и сече шума, што је довољно за биолошки минимум, тј. не би требало да доведе у питање опстанак шумских ресурса (IUCN, 1980).

одговарајући животни стандард; 3) *друштвена одрживост* – очување социјалног и културног идентитета, диверзитет култура, раса и религија, очување друштвених начела и норми, заштита људских права и једнакост и др.). Интеракције између ових димензија представљају оквир одрживог развоја, концепт познат под називом *Triple bottom line concept*, дефинисан од стране Џона Елкинтона (1994). Концепт представља недељиву интеракцију између ове три димензије одрживог развоја, које морају бити избалансиране (Прилог 3). Постизање баланса између компоненти представља комплексан подухват, јер његово остваривање захтева узимање у обзир суб-системе у оквиру система, без појаве дисбаланса. Овај однос је посебно сложен уколико укључује перспективу *снажне или ригидне одрживости*, без могућности замене природног капитала другим формама капитала.



Прилог 3. „Triple bottom line concept“ одрживог развоја

Извор: Аутор на основу Elkington (1994)

Иако је концепт одрживог развоја стекао широку популарност и актуелност, постоји тенденција од његовог занемаривања и погрешног тумачења кроз призму историјског развоја. Глобална забринутост је истакла необновљиви карактер одређених природних ресурса који угрожавају производњу и дугорочни економски раст, тј. доводе до загађења и деградације животне средине. Ова пробуђена свест о могућности остваривања Малтусових идеја о диспаритету између раста бројности светске популације и ограничених природних ресурса је наметнула питања о остварењу идеје одрживог развоја (Kates et al., 2001). Проблеми на релацији животна средина-одрживи развој су постали бројни. Тако је, од 3-14. јуна 1992. године у организацији Уједињених нација (УН) у Рио де Жанеиру (Бразил), одржана Конференција о животној средини и развоју - *United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)*, познатија и као *Earth Summit*. Закључци конференције су артикулисани кроз заједнички документ, познат као *Агенда 21* (Worster, 1993). Овај документ је препоручио државама потписницима дефинисање националних стратегија у сагледавању економског, друштвеног и аспекта животне средине у оквиру

одрживог развоја (Allen, Metternicht and Wiedmann, 2018). Остали значајни документи који су усвојени у оквиру конференције су: а) *Конвенција о биодиверзитету – Convention on Biological Diversity* која представља обавезујући споразум о инвентаризацији биљног и животињског света, и посебно угрожених и врста пред нестајањем (Kate, 2002); *Декларација о животној средини и развоју – Declaration on Environment and Development*, која садржи 27 необавезујућих принципа у заштити животне средине (Palmer and Nurser-Bray, 2007); *Оквирна конвенција УН о климатским променама – The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*, који је представљао фундаментални споразум који је регулисао однос држава потписница одговорних за глобално загревање (Kuh, 2018). Овај документ је чинио основу за Кјото протокол из 1997. године (Maamoun, 2019) који је покушао да регулише проблем емисије угљен-диоксида, и Париски споразум о климатским променама из 2015. године, који је изазвао бројне контроверзе из разлога недоследне имплементације држава потписница (Teske, 2019). У савременој историји два догађаја су од значаја за концепт одрживог развоја. Обележавањем двадесет година од реализовања Светског Самита (1992), од 13-22. јуна 2012. године одржана је Конференција у организацији УН (*From Rio to Rio20+*). Коначни закључци конференције су уобличени имплементацијом документа *Будућност коју желимо – The future we want* (UN, 2012). Бројни изазови са којима се суочавао концепт одрживог развоја ревидирани су током 2015. године на Конференцији УН о одрживом развоју у Њујорку у документу *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development with new 17 Millennium Development Goals*, који су постављени као циљ до 2030. године (UN, 2015a; UN, 2015b).

Остваривање циљева одрживог развоја заснива се на великом броју принципа. Међутим, доминантно схватање је да се принципи одрживог развоја односе на економију, друштво и животну средину (Ji, 2019). Између осталог, ови принципи се односе на очување екосистема и биодиверзитета, контролу бројности популације, менаџмент људских ресурса. Један од кључних принципа је *очување екосистема*. Органском свету су неопходни услови за живот. Међутим, прекомерна експлоатација ових ресурса се негативно одражава на животну средину, па из овог разлога, развој мора бити одрживи, уз поштовање начела да коришћење природних ресурса мора бити у складу са капацитетима Земље (Kanie and Viermann, 2017). За остваривање концепта одрживог развоја неопходна је *контрола бројности популације*. Коришћењем ограничених ресурса планете за егзистенцијалне потребе, попут исхране, објеката за живот и рад, облачење, постоји могућност исцрпљивања ових потреба, што у крајњој линији доводи у опстанак људског рода (Taylor, 2016). Човечанство има одговорност да користи и спроводи мере за очување животне средине. Ово чини улогу *људског ресурса* кључном у остваривању модела одрживог развоја. Ово даље указује на важност људског знања и вештина у кризи за животну средину, економију и друштво. Ово може бити остварено кроз едукацију, развијен здравствени систем. Ово је узор којим се ствара позитиван однос према природи (Collste et al., 2017). На крају, истиче се улога *заједничког деловања* у циљу успешног одрживог развоја. Овде се истиче премиса да се одрживи развој не може остварити уз деловање појединца или организација. Неопходна је колективна одговорност, која укључује партиципацију свих одговорних чинилаца у друштву. Одрживи развој је базиран на партиципацији који захтевају позитивне ставове појединаца у друштву, јер се само на овај начин може реализовати значајан прогрес на овом пољу (Zhai and Chang, 2019). Принципи одрживог развоја на глобалном нивоу биће остварени само уколико истоветне идеје буду реализоване

и на локалном нивоу. Улога локалних власти и заједница овде је од пресудног значаја. Такав процес укључује карактеристике обележене локалним условима, укључујући географске, социјалне, економске, као и јавно мњење. Локални одрживи развој није само стратегија животне средине, него обухвата решавање социјалних и економских проблема. Један од првих корака у реализацији локалне Агенде 21 је прикупљање свих неопходних информација о локалним условима и приоритетима, а у складу са потребама становништва (Стојановић, 2011).

МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

За потребе анализе идентификованих геоеколошких детерминанти подручја истраживања било је неопходно формирати адекватне базе података, а све у циљу одабира најоптималније методолошке основе истраживања. У овој фази израде докторске дисертације долази до изражаја аналитични приступ приликом избора одговарајућих варијабли, њихово прикупљање и сортирање (*емпиријска фаза*). Током емпиријске фазе огроман значај представљају подаци публиковани од стране релевантних институција на националном нивоу. Доступни подаци биће анализирани кроз одговарајуће статистичке поступке, а потом је извршена њихова систематизација, генерализација и интерпретација добијених резултата (*кабинетска фаза*). Осим математичко-статистичке обраде података посебна улога у докторској дисертацији припада Географским информационом системима (ГИС) који су основна техника у анализи просторне дистрибуције варијабли. Такође, у геоеколошком вредновању биће коришћене и методе даљинске детекције (нпр. CORINE анализа стања земљишног покривача), методе оцене валоризације животне средине (нпр. RUSLE метод за одређивање интензитета ерозије земљишта) и геоеколошке пројекције (нпр. пројекције климе применом одговарајућих модела). Добијени резултати истраживања ће поступцима индукције, анализе, синтезе и генерализације (Николић, 2010) бити уобличени кроз формирање кључних ставова и закључака. У завршној фази интерпретирани резултати ће бити упоређени са резултатима сличних истраживања на глобалном, регионалном и националном нивоу.

МЕТОДЕ ГЕОЕКОЛОШКОГ ВРЕДНОВАЊА ОРОГРАФСКИХ ДЕТЕРМИНАНТИ

Развијени су бројни широко распрострањени и популарни емпиријски модели који служе у процени интензитета ерозије: Erosion Potential Method – EPM (Ristanović et al., 2019), The Universal Soil Loss Equation – USLE (Životić et al., 2012), Modified Universal Soil Loss Equation – MUSLE (Arekhi et al., 2012) и Revised Universal Soil Loss Equation – RUSLE (Tošić et al., 2013). У оквиру докторске дисертације, у процени интензитета стопа ерозије коришћен је RUSLE метод у комбинацији са софтвером ArcGIS 10.7. На овај начин, интеграција RUSLE метода са ГИС алатом има за циљ ефикасније предвиђање интензитета ерозије земљишта и њене просторне дистрибуције. Недостаци RUSLE емпиријског модела су представљени кроз више проблема: а) слаба доступност поузданих дугорочних података за моделирање; б) немогућности узимања у обзир ерозије земљишта пореклом из јаруга и транспортованог еродираних материјала; г) предикција потенцијалног наноса седимената (Benavidez et al., 2018). Упркос својим недостацима, RUSLE метод (Biswas and Pani, 2015) остаје популаран алат за одређивање интензитета ерозије земљишта, захваљујући лакоћи уноса података и једноставној структури модела. Овај метод је погодан за утврђивање износа ерозије у пољопривредним рејонима низијског карактера са нагибом падина од 3 до 18% (Kouli et al., 2009; Milentjević et al., 2021).

RUSLE емпиријски модел

Често коришћен модел за процену ерозивног потенцијала је **RUSLE** метод, развијен од стране Департмана за пољопривреду (САД) за потребе конзервације земљишта и планирања начина коришћења земљишта. Овај метод представља модификацију **USLE** метода најчешће коришћеног за предвиђање просечне стопе губитка пољопривредног земљишта. **RUSLE** метод се често користи за процену губитка педолошког покривача и потенцијалне ерозије, као и скуп предложених мера и поступака у циљу контроле интензитета ерозије при различитим начинима коришћења земљишта (Renard et al., 1997). **RUSLE** метод се може изразити следећом једначином (Panditharathne et al., 2019):

$$A = R * K * L * S * C * P$$

где је A – просечан годишњи губитак земљишта по јединици површине ($t\ ha^{-1}\ yr^{-1}$), R – кишни ерозивни фактор ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ yr^{-1}$), K – фактор еродибилности земљишта ($t\ ha\ h\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$), L – фактор дужине падине, S – фактор нагиба падине, C – начин коришћења земљишта и P – фактор конзерваторске праксе.

Кишни ерозивни фактор (R). Подаци о вредности сума падавина са доступних метеоролошких станица у Бачкој (Нови Сад, Сомбор, Бечеј и Палић) у тридесетогодишњем периоду (1981-2010) су коришћени у детерминисању средње годишње вредности R фактора за (Renard and Freimund, 1994). Овај индекс узима у обзир податке о месечним и годишњим падавинама као и емпиријске формуле које указују на релацију F до R :

$$F = \sum_{i=1}^{12} \frac{p_i^2}{P}$$

где, p_i чини месечну количину падавина за месец i (mm), а P представља годишње падавине (mm). Renard and Freimund (1994) су предложили једначину за одређивање вредности R :

$$R = 0.739 * F^{1.847}$$

Карта кишне ерозивности подручја истраживања је добијена применом **IDW** (Inverse Distance Weighting) технике интерполације где су непознате вредности израчунате на основу вредности познатих тачака (Perry and Hollis, 2005).

Фактор еродибилности земљишта (K). Фактор еродибилности земљишта (K) представља квантитативни индикатор који служи као мера подложности земљишта деловању ерозије путем падавина и њиховог отицања (Renard et al., 1997). Реч је о емпиријској мери која указује на карактеристичну текстуру земљишта. Текстура земљишта је главни фактор који утиче на интензитет ерозије земљишта, заједно са његовом структуром, уделом органске материје и водопропустљивошћу (Lee et al., 2017). Типови земљишта на подручју истраживања су идентификовани на основу карте земљишта (Benka and Salvai, 2006). Сваком типу земљишта додељена је одређена вредност K (табела). Фактор K је процењен на основу класификације текстуре земљишта на основу Stewart et al. (1975) узимајући у обзир да је садржај органске материје <4% (Табела 1).

Табела 1. Вредност K на основу текстуре земљишта са претпоставком да је садржај органске материје $<4\%$

Текстура земљишта	K вредност
песак	0,02
иловести песак	0,04
песковита иловача	0,13
иловача	0,3
муљевита иловача	0,38
муљ	0,6
песковита глина-иловача	0,2
глиновита иловача	0,3
муљевита глина-иловача	0,32
песковита глина	0,14
муљевита глина	0,26
глина и набијена глина	0,22

Извор: Аутор на основу Stewart et al. (1975)

Дужина падине и фактор нагиба падине (LS). Топографски фактор (LS) укључује две компоненте: фактор дужине падине (L) и фактор нагиба падине (S). LS фактор је израчунат коришћењем DEM-а (Digital Elevation Model) и екстензије у софтверу ArcGIS (Spatial Analyst extension). L фактор је израчунат на основу једначине коју су предложили Wischmeier and Smith (1978) коришћењем растер калкулатора:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m$$

где је λ хоризонтална пројекција дужине падине, док је m експонент дужине падине. S фактор служи као мера нагиба падине и израчунат је на основу Ganasri and Ramesh (2016) коришћењем растер калкулатора и дефинисане релације:

$$S = 10,8 \sin\theta + 0,03 \text{ за нагиб } < 9\%,$$

$$S = 16,8 \sin\theta - 0,50 \text{ за нагиб } \geq 9\%$$

где је S фактор нагиба падине и θ угао нагиба у степенима.

Начин коришћења земљишта (C) и фактор конзерваторске праксе (P). Начин коришћења земљишта (C фактор) представља везу између земљишта, пољопривредних култура, нивоа производње, дужине вегетационог периода, распореда падавина (Костадинов, 2008). Даљинска детекција и њена интерпретација пружају корисне информације о стању и квалитету животне средине. У докторској дисертацији C фактор је детерминисан на основу CORINE Land Cover базе података у размери 1:100000 (CLC, 2018). За потребе докторске дисертације, коришћен је сателитски снимак за 2018. годину (у резолуцији од 10 m). На основу ових података, анализирани су промене у стању земљишног

покривача за подручје истраживања. Вредности C фактора су додељене свим типовима коришћења земљишта на основу вредности цитираних у литератури (Morgan, 1995). Подручје истраживања је класификовано у 24 категорије коришћења земљишта подељене у 5 основних класа (Табела 2). Пољопривредно земљиште заузима највећи удео (84,9%), потом следе површине под вегетационим покривачем (6,5%), вештачке површине настале антропогеним деловањем (5,9%), док најмање површине заузимају водене (2,0%) и некатегорисане површине (0,7%). На основу представљених C вредности генерисана је растерска карта Бачке која се односи на начин коришћења земљишта.

Табела 2. Вредности C фактора коришћених за различите намене коришћења земљишта на подручју истраживања

Класа	Начин коришћења земљишта	C фактор	Површина (km ²)
I	вештачке површине	1,0	527,08
II	пољопривредно земљиште	0,28	7575,61
/	огољено земљиште	0,18*	/
III	пошумљене површине	0,004	575,89
IV	некатегорисане површине	0,00	65,26
V	водене површине	0,00	182,95

Извор: Аутор на основу Morgan (1995)

*Наведена категорија коришћења земљишта није заступљена у Бачкој.

Фактор конзерваторске праксе (P) представља „однос губитка тла са специфичном праксом подршке одговарајућем губитку са обрадом уз нагиб и пад терена“ (Wischmeier and Smith, 1978). Вредности које се односе на фактор конзерваторске праксе (P) варирају у интервалу од 0 до 1. Вредности P фактора блиске нули указују на добру конзерваторску праксу, док јединична вредност указује на неадекватне мере у борби против ерозије. Заједно са C фактором, ово је параметар у моделу RUSLE који је изузетно подложен динамичним променама (Kebede et al., 2021).

Вишеструка корелациона анализа

Вишеструка корелација представља аналитичку процедуру којом се утврђује на који начин више независних варијабли утиче на једну зависну варијаблу. За рачунање коефицијента вишеструке корелације (R) потребно је прво израчунати коефицијенте корелације између сваког пара варијабли. Однос коефицијената корелације варијабли може се приказати корелационом матрицом. Добијене коефицијенте неопходно је уврстити у једначину за израчунавање вишеструке корелације. Формула за израчунавање вишеструке корелације када посматрамо утицај две независне варијабле на трећу, зависну, је следећа:

$$R = \frac{\sqrt{r_{YX_1}^2 + r_{YX_2}^2 - 2r_{YX_1} * r_{YX_2}}}{\sqrt{1 - r_{X_1X_2}^2}}$$

Независне варијабле чије се вредности анализирају означене су са X_1 и X_2 , док је зависна варијабла означена са Y . Коефицијент вишеструке корелације је у интервалу вредности од 0 до 1; више вредности указују на високу зависност зависне од независне варијабле, вредност 1 указује на снажну корелацију, док вредност блиска или једнака нули имплицира слабу корелациону везу. У циљу добијања што тачнијих резултата, неопходно је користити узорак са више вредности варијабле (Quade, 1974).

МЕТОДЕ ГЕОЕКОЛОШКОГ ВРЕДНОВАЊА КЛИМАТОЛОШКИХ ДЕТЕРМИНАНТИ

У анализи рецентних климатских промена (1949-2018) извршена је процена трендова климатских варијабли (температуре ваздуха и суме падавина). Подаци за пет метеоролошких станица на подручју Бачке су преузети из Метеоролошких годишњака Републичког Хидрометеоролошког Завода Србије (РХМЗС, 2019). Непрекидна инструментална мерења постоје за већину метеоролошких станица, са изузетком Бечеја; на МС Бечеј, мерења и осматрања климатолошких података нису извршена за 2016, 2017. и 2018. годину. Пошто је свега 4,3% података недостајало, постојећи прекиди у инструменталном мерењу нису значајније утицали на представљене резултате. Подаци који недостају су допуњени методом линеарне интерполације. Ова једноставна статистичка процедура је дефинисана као аритметичка средина линеарних интерполаната између суседних низова података (Hazewinkel, 1990). Софтвер који је коришћен за потребе интерполације је EXCEL. Климатске варијабле су категорисане у четири низа података: средње годишње температуре ваздуха (Y_T), средња годишња температура ваздуха током вегетационог периода ($T_{\text{mean-VP}}$), средње годишње падавине (Y_P) и сума падавина током вегетационог периода ($P_{\Sigma-VP}$). Анализиране метеоролошке станице су обележене одговарајућом скраћеницом (Табела 3). Анализа ових података, нарочито током вегетационог периода (април – октобар) је од огромног значаја за пољопривреду као доминантну привредну делатност на подручју Бачке.

Табела 3. Анализиране метеоролошке станице у Бачкој са њиховим ознакама географским координатама, дужином инструменталног мерења и типа (ОМС – обична метеоролошка станица, ГМС – главна метеоролошка станица)

Ред. бр.	Назив м. с.	Ознака	ϕ	λ	Надморска висина (m)	Дужина мерења	Тип
1.	Бачки Петровац	BP	45°20′	19°40′	80	1948-2018	ОМС
2.	Бечеј	B	45°37′	20°04′	75	1948-2015	ОМС
3.	Нови Сад	N	45°19′	19°50′	86	1948-2018	ГМС
4.	Палић	P	46°06′	19°46′	102	1945-2018	ГМС
5.	Сомбор	S	45°46′	19°09′	87	1949-2018	ГМС

Извор: Аутор на основу РХМЗС (2019)

Применом ГИС алата анализиране варијабле су коришћене за потребе моделирања климе, тј. потенцијалног климатског сценарија (2018-2050). Падавине као климатска варијабла су коришћене за одређивање вредности Индекса аномалаја падавина (Rainfall

Anomaly Index, RAI) на простору Бачке (1990-2018). Као интегрални сегмент проблема климатских промена анализиран је проблем квалитета амбијенталног ваздуха у већим урбаним агломерацијама Бачке. За приказ стања квалитета ваздуха на основу SAQI_11 индекса коришћени су подаци публиковани у Годишњем извештају о стању квалитета ваздуха у Републици Србији (Кнежевић и сар., 2020) и у Годишњем извештају о контроли квалитета ваздуха на територији града Сомбора (Одељење за пољопривреду и заштиту животне средине града Сомбора, 2020).

Колмогоров-Смирнов тест

У циљу адекватне и прецизне интерпретације резултата у поглављу о климатолошким детерминантама, пре анализе климатских трендова, статистичка значајност средњих вредности и дистрибуција два различита низа података је тестирана применом Колмогоров – Смирнов (Kolmogorov – Smirnov, KS) теста. Колмогоров – Смирнов тест представља функцију емпиријске дистрибуције где теоријска кумулативна функција теста је упоређена са емпиријском дистрибуцијом анализираних временских серија (Javari, 2016). Нулта хипотеза (H_0) је представљена са два сета података из исте континуалне дистрибуције. Алтернативна хипотеза (H_a) се прихвата уколико два сета података потичу из различитих континуалних дистрибуција. Наведене хипотезе се прихватају или одбијају при нивоу статистичке значајности од 5% (0,05) (Teegavarapu, 2019). Колмогоров – Смирнов тест је указао да нулта хипотеза не може бити одбијена, што наводи на закључак да два узорка података потичу из исте непрекидне дистрибуције. Дакле, може се закључити да су анализирани подаци поуздани за квалитетну статистичку анализу, без неопходних корекција. За одређивање нормалности дистрибуције временских серија употребљен је SPSS софтвер.

Линеарна регресија

Први статистички поступак се односи на одређивање једначине тренда анализираних параметара на основу линеарне регресије (Mudelsee, 2019). Одабрани поступак је дуго у употреби у климатолошким истраживањима (Ваћевић et al., 2021), пошто пружа резултате једноставне за интерпретацију и тумачење. Вредност тренда анализираних климатских варијабли зависи од нагиба криве. Овде су могућа три сценарија: а) уколико је величина нагиба већа од нуле, тренд је позитиван; б) уколико је нагиб једнак нули, нема тренда и в) ако је мањи од нуле, тренд је негативан. Други статистички метод, магнитуда тренда (Δy) је дефинисана као разлика између варијабли на почетку и крају периода. Магнитуда тренда се одређује из једначине линеарног тренда (Parić et al., 2020). Као и у случају једначине тренда, и код магнитуде тренда могућа су три случаја: а) када је $\Delta y > 0$, тренд је позитиван; б) уколико је $\Delta y = 0$, нема тренда и в) ако је $\Delta y < 0$, тренд је негативан.

Ман-Кендал непараметријски тест

Ман-Кендал (Mann-Kendall, МК) тест је популаран непараметријски тест за детекцију присуство тренда или нестационарности централне тендеције у временским серијама. У компарацији са алтернативним параметријским тестовима, Ман-Кендал тест

представља посебан случај Кендаловог τ , који указује на тренд монотоности између две варијабле (Wilks, 2011). МК тест има широку употребу у детекцији хидро-метеоролошких трендова: магнитуде и фреквенције поплава (Zadeh et al., 2020), температуре ваздуха и падавина (Panda and Sahu, 2019) и аридности (Nouri and Bannayan, 2018). Ман-Кендал тест се може израчунати на основу следећих једначина (Karmeshu, 2012):

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \operatorname{sgn}(X_j - X_k),$$

$$\text{где је } \operatorname{sgn}(x) = \begin{cases} 1 & \text{ако је } x > 0 \\ 0 & \text{ако је } x = 0 \\ -1 & \text{ако је } x < 0 \end{cases}$$

Аритметичка средина S је $E[S] = 0$ и варијација σ^2 је:

$$\sigma^2 = \left\{ n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j+5) \right\} / 18,$$

где p представља број повезаних група у сету података и t_j временске серије које се односе на одабране варијабле. Наредни корак се односи на израчунавања вероватноће p . Ман-Кендал тест за заснива на прорачуну варијансе S :

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma} & \text{ако је } S > 0 \\ 0 & \text{ако је } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sigma} & \text{ако је } S < 0 \end{cases},$$

где σ чини варијансу за приближно нормално дистрибуисану вредност S за $n \geq 10$. Коначно, у одређивању статистичке значајности трендова одабраних варијабли, вероватноћа p се одређује:

$$p = [1 - f(Z)] * 100,$$

Овде, $f(Z)$ са просечном вредношћу 0 и стандардном девијацијом 1 се изражава на основу једначине:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right)$$

Коришћењем МК теста две хипотезе су тестиране: нулта хипотеза (H_0) – указује на непостојање тренда у временској серији; и алтернативна хипотеза (H_a) – указује на постојање статистички значајног тренда у временској серији за одабрани ниво значајности (α). Главну улогу у МК тесту има p вредност. Вредност p одређује ниво поузданости

хипотезе. Ако је вредност p мања од изабраног нивоа значајности α (уобичајено је да је $\alpha=0,05$ или 5%), хипотеза H_0 треба бити одбачена, а хипотеза H_a треба бити прихваћена. У случају да је p веће од нивоа значајности α , онда се хипотеза H_0 прихвата (Razavi et al., 2016).

Географски информациони систем (ГИС) и моделовање података

Географски информациони систем (ГИС) представља веома значајан алат који уз подршку геостатистичких и статистичких метода пружа врло значајне и вредне резултате. ГИС има могућност интерпретације климатских сценарија на основу GRID података (Li and Cheng, 1999). У моделовању климатских података предност је пружена глобалном кригинг алгоритму услед једноставности, транспарентности и апликативности (Orus et al., 2005). Стандардни кригинг и семи-кригинг су у овом поглављу употребљени за климатолошке прорачуне. Остале технике коју могу унапредити климатолошке процене и унапредити генерално анализу климатских пројекција су интерполационе методе (Tomaszkiewicz et al., 2016). У семи-кригинг методу вредности од -0,5 до +1,0 на Z осе и 0,2 до -0,5 на X осе су коришћени. Даље, модификована Гаусова регресија и Колмогорова предикција су коришћене. Beijing Climate Center Climate System Model (BCC-CSM2-MR) је употребљен као модел предикције података између 2081-2100. Резолуција GRID података је 2,5 минута; резолуција GRID је 5 km географске ширине и дужине. Главна предност овог модела од фазе 5 (CMIP5, Coupled Model Intercomparison Project) до фазе 6 (CMIP6) је прецизност физичких параметара и перформансе самог модела (Wu et al., 2019). GRID са 114 тачака укључује координате Бачке просечне величине подручја 5 km². Наведени GRID укључује анализирани климатске варијабле у смислу температура ваздуха и падавина. Уз помоћ специјалног рачунара *Tesla L3* са паралелном функцијом операција, процењен је веома тачан GRID од 1 km². На овај начин је могуће установити положаје свих података из метеоролошких станица на глобалном, регионалном и локалном нивоу. QGIS софтвер је коришћен за процену GRID будућих пројекција; овај модел укључује и одређене несигурности у предикцији климатских параметара. Неусаглашеност између индивидуалних симулација у највећој мери зависи од унутрашње варијабилности, где се климатски модели изврсно усаглашавају уз одсуство унутрашње варијабилности (Fischer et al., 2014). Из овог разлога, ГИС алатима је пружена предност у климатским пројекцијама. Грешка у предикцијама на основу ГИС софтвера је између 3-5%.

Индекс аномалија падавина

Индекс аномалија падавина (Rainfall Anomaly Index, RAI) је развијен од стране ван Роја (1965). Позитивне и негативне вредности овог индекса се могу израчунати на основу просека екстремних вредности. Овај индекс се користи за одређивање тзв. позитивних и негативних аномалија падавина. Једначина за одређивање позитивних аномалија (дужине влажних периода) је следећа:

$$RAI = 3 * \frac{P - \bar{P}}{M - \bar{P}},$$

где P представља количину падавина у години за коју се утврђује наведени индекс, \bar{P} је просечна количина падавина у вишегодишњем периоду, \bar{M} чини просечну вредност десет максималних количина падавина током посматраног периода (Shen et al., 2003). Негативна вредност RAI (трајање сушних догађаја) за одабрану годину је:

$$RAI = -3 * \frac{P - \bar{P}}{\bar{m} - \bar{P}}$$

У овој једначини једина непозната варијабла је \bar{m} . Она представља просечну вредност десет минималних количина падавина у посматраном интервалу (Shen et al., 2003). Наведени индекс указује на карактер влажности у датој години (Табела 4).

Табела 4. Класификација влажности на основу индекса аномалија падавина (RAI)

RAI	Опис влажности
$\geq 3,00$	екстремно влажна
2,00 до 2,99	веома влажна
1,00 до 1,99	умерено влажна
0,50 до 0,99	незнатно влажна
0,49 до -0,49	нормална
-0,50 до -0,99	незнатно сушна
-1,00 до -1,99	умерено сушна
-2,00 до -2,99	веома сушна
$\leq -3,00$	екстремно сушна

Извор: Аутор на основу Hänsel et al. (2016)

Српски индекс квалитета ваздуха

Индекс квалитета ваздуха (Air Quality Index, AQI) представља стандардизовани поступак мерења квалитета амбијенталног ваздуха који се користи да се изрази ниво здравственог ризика у вези са честицама чврстог или гасовитог порекла у ваздуху (Kowalska et al., 2009). AQI индекс је генерално заснован на комбинацији неколико суб-индикатора за појединачне полутанте. Главни полутанти су обично озон (O_3), азот-оксид (NO_x), угљен-моноксид (CO), суспендоване и оксидоване честице. Овакав комбиновани индекс је погодан за опис амбијенталних услова у ваздуху урбаних агломерација, где се обавља непрекидни мониторинг специфичних полутаната. Овај индикатор пружа јавности могућност праћења квалитета ваздуха на локалном, регионалном и националном нивоу, где је главни циљ пружање адекватних информација које омогућавају становништву да предузме одговарајуће акције у смислу заштите здравља (Monteiro et al., 2016). Пошто AQI није прецизно дефинисан у регулативи Европске уније, Индекс квалитета ваздуха SAQI_11 је дефинисан од стране Агенције за заштиту животне средине која је координирана од стране Министарства заштите животне средине РС. SAQI_11 представља акроним, где AQI означава уобичајену ознаку за индекс квалитета ваздуха, „S“ је ознака за националну верзију индекса, док „11“ представља годину када је индекс дефинисан. Индекс квалитета

ваздуха SAQI_11 садржи пет класа у зависности од концентрације одређених полутаната (SEPA, 2013): 1) када присуство полутаната није детектовано или када је концентрација полутаната нижа од граничних вредности, ваздух је „чист“ – класа *одлично*; 2) када је концентрација полутаната виша у односу на концентрацију која представља доњу граничну вредност или када је мања од концентрације која представља горњу граничну вредност – ваздух припада класи *добро*; 3) када је вредност концентрације полутаната виша него концентрација која чини горњу граничну вредност али није виша од лимитиране вредности – квалитет ваздуха се налази у класи *прихватљив*; 4) када је концентрација полутаната виша од лимитиране вредности, али није виша у односу на толерантну вредност – ваздух је *загађен*; 5) када је концентрација полутаната виша у односу на толерантну вредност – ваздух је *веома загађен*. Нумеричке вредности концентрација загађујућих материја, у $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за период усредњавања од 24 сата и календарску годину, дефинисане су по класама Индекса квалитета ваздуха SAQI_11 (Табела 5). Учесталост појаве класа квалитета ваздуха по Индексу квалитета ваздуха SAQI_11 је одређена на основу 24-часовних вредности концентрација загађујућих материја. Она није прописана, али је дефинисана, пре свега, у циљу једноставнијег приказа резултата мониторинга у реалном времену и усклађена је са приказом концентрација полутаната на сајту ЕЕА (<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index/index>). На тај начин, могуће је приказати расподелу учесталости класа SAQI_11, на месечном и годишњем нивоу (SEPA, 2019).

Табела 5. Квантитативне вредности загађујућих материја за 24-часовни период и календарску годину, по класама Индекса квалитета ваздуха SAQI_11

Период усредњавања	Загађујућа материја	ГВ, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ТВ, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ОДЛИЧАН	ДОБАР	ПРИХВТЉИВ	ЗАГАЂЕН	ЈАКО ЗАГАЂЕН
24 h	SO ₂	125		0,0-50,0	50,0-75,0	75,1-125,0	125,1-187,5	>187,5
	NO ₂	85	125	0,0-42,5	42,6-60,0	60,1-85,0	85,1-125,0	>125,0
	PM ₁₀	50	75	0,0-25,0	25,1-35,0	35,1-50,0	50,1-75,0	>75,0
	CO	5000	10000	0,0-2500	2501-3500	3501-5000	5001-10000	>10000
	O ₃ (8-h)	120		0,0-60,0	60,1-85,0	85,1-120,0	120,1-180,0	>180,0
	Чађ	50		0,0-25,0	25,1-35,0	35,1-50,0	50,1-75,0	>75,0
Календарска година	SO ₂	50		0,0-30,0	30,1-40,0	40,1-50,0	50,1-75,0	>75,0
	NO ₂	40	60	0,0-26,0	26,1-32,0	32,1-40,0	40,1-60,0	>60,0
	PM ₁₀	40	48	0,0-20,0	20,1-28,0	28,1-40,0	40,1-48,0	>48,0
	CO	3000		0,0-1500	1501-2100	2101-3000	3001-4500	>4500
	Чађ	50		0,0-25,0	25,1-35,0	35,1-50,0	50,1-75,0	>75,1

Извор: Аутор на основу SEPA (2019)

*ГВ – гранична вредност; ТВ – толерантна вредност

МЕТОДЕ ГЕОЕКОЛОШКОГ ВРЕДНОВАЊА ХИДРОЛОШКИХ ДЕТЕРМИНАНТИ

Како би био постигнут задовољавајући квалитет површинских и подземних вода неопходан је мониторинг који је изразито битан сегмент у управљању водама. Када су у питању мониторинг програми који се спроводе на годишњем и месечном нивоу, за обраду великог скупа података најчешће се користе статистичке методе. Ове методе омогућавају редукацију великог броја података мониторинга и дефинишу проблематичне показатеље квалитета. Статистичке методе омогућавају идентификацију могућих фактора који су одговорни за варијабилност квалитета воде. Оне се користе за карактеризацију и евалуацију квалитета воде водних тела и представљају користан алат за утврђивање временских и сезонских варијација услед природних и антропогених притисака. Такође, омогућавају идентификацију распореда извора загађења и на тај начин представљају користан алат за развој одговарајуће стратегије како би се остварило ефикасно управљање водним ресурсима (Ayeni and Soneye, 2013).

За потребе докторске дисертације су идентификовани, класификовани и анализирани физичко-хемијски параметри квалитета подземних и површинских вода Бачке. Квалитет подземних вода и површинских вода је анализиран на основу података из публикација Агенције за заштиту животне средине (Резултати испитивања квалитета површинских и подземних вода, 2018). Са одабраних пијезометара на подручју Бачке су издвојени подаци о квалитету подземних вода; подаци су груписани у три категорије хидрохемијских параметара: а) хемијска потрошња кисеоника (НРК), б) продукте коришћења вештачких ђубрива (NH_4 , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3 , NO_2) и в) метале (Fe, As, Cu, Cr, Pb) и анализирани за петнаестогодишњи период (2004-2018). У анализи квалитета површинских вода коришћене су годишње и месечне вредности параметара за Дунав (1999-2018) са профила: Бездан, Богојево и Нови Сад; подаци за Тису су анализирани за интервал 1982-2018 са профила: Мартонош, Нови Бечеј, Тител. Анализирани су физичко-хемијски параметри квалитета вода релевантни за подручје истраживања: рН вредност, температура воде, електропроводљивост (ЕС), растворени кисеоник (DO), биолошка потрошња кисеоника (BOD_5), суспендоване материје (SS), нитрати ($\text{NO}_3\text{-N}$), нитрити ($\text{NO}_2\text{-N}$) и ортофосфати ($\text{NH}_4\text{-N}$).

Опис анализираних физичко-хемијских параметара квалитета подземних и површинских вода

рН вредност. Реакција воденог раствора представља негативан логаритам активности водоникових јона. На рН вредност утичу састав адсорпцијских јона, састав и концентрација растворљивих соли и присуство или одсуство гипса и земноалкалних карбоната (Шкорић, 1996). На основу WHO (2017), оптимална рН вредност је и интервалу од 6,5-8,5. Вредности параметра ниже од 7 указују на кисели карактер воденог раствора, док рН вредности више од 7 карактеришу водени раствор алкалне реакције (Стојановић, Павић и Пантелић, 2014).

Температура воде. Наведени параметар испољава утицај на употребну вредност воде за различите потребе; генерално, у водоснабдевању већи значај има вода ниже температуре. Температура подземних вода се повећава са повећањем дубине аквифера (U.S.

Environmental Protection Agency, 2017). Температура представља један од фактора који може утицати на квалитет воде. Повећање температуре воде резултира повећаном биолошком активношћу и смањењем концентрације раствореног кисеоника (Sánchez, 2007).

Електропроводљивост (Electroconductivity, EC). Електропроводљивост воде је дефинисана као количина растворљивих соли (концентрација јонизованих честица) у узорку воде. Максимално дозвољене вредности EC су $500 \mu\text{s}/\text{cm}$ за пијаћу воду (Gharahi and Zamani-Ahmadmoodi, 2020). Далмација и сар. (2012) указују да концентрација растворљивих соли у површинским водама расте током интензивних и обилних падавина као и процеђивања воде из других средина. Електропроводљивост је у корелацији са температуром ваздуха, пошто при повећању температуре ваздуха наступа интензивније испаравање воде, што доводи до повећања концентрације соли у воденом раствору; наведени услови имају за последицу повећање вредности електропроводљивости.

Растворени кисеоник (Dissolved Oxygen, DO). Растворени кисеоник је један од основних показатеља квалитета вода. Концентрација раствореног кисеоника зависи од температуре, салинитета и атмосферског притиска. При нижим температурама раствара се више кисеоника, док је при вишим температурама концентрација раствореног кисеоника нижа; повећан салинитет утиче на смањење концентрације раствореног кисеоника (Грабић, 2016). Садржај DO рапидно опада са контаминацијом бактеријског порекла. Редукција DO концентрације на 50% капацитета засићености утиче на лососе, док је шаран угрожен на свега 30% сатурације. Масовни помор ихтиофауне је у већини случајева узрокован наглим смањењем концентрације DO, што је последица органског загађења (EPA, 2001).

Биолошка потрошња кисеоника (Biochemical Oxygen Demand, BOD). Биолошка потрошња кисеоника припада најважнијим параметрима квалитета вода; он представља приближну процену биоразградиве органске материје која се формира у акватичним условима. Заправо, BOD „представља количину кисеоника неопходног у оксидацији органске материје услед биолошке активности акватичних организама“. BOD_5 је најчешће коришћен параметар и дефинише се као концентрација кисеоника која се утроши при процесима биолошке разградње у року од пет дана (Khaled et al., 2018).

Хемијска потрошња кисеоника (Chemical Oxygen Demand, COD). Хемијска потрошња кисеоника се односи на концентрацију оксидованих материја у узорку воде при специфичним условима. Када је загађеност у акватичном екосистему последица садржаја органских материја, нитрата, гвожђа, соли и сулфида, COD се може користити као индикатор хемијског загађења (Zaghoul, Saber and El-Dewany, 2019). У пракси се често BOD замењује COD тестом за потребе мониторинга отпадних вода, пошто BOD захтева период инкубације од пет дана, док су резултати хемијске потрошње кисеоника готови за 24 часа (Dubber and Gray, 2010).

Суспендоване материје (Suspended Solids, SS). Термин суспендоване материје се односи на концентрацију органских и неорганских честица, које се задржавају у воденим басенима турбулентним кретањем водене масе. SS се типично састоје од финих честица пречника $<62 \mu\text{m}$ (Waters, 1995). Под природним условима у воденим басенима константно постоје одређене концентрације суспендованих материја. Повећани садржај суспендованих материја у водотоцима је пореклом из расутих (спирање са пољопривредних, урбаних површина и зона градилишта) и концентрисаних извора загађења (индустријске и канализационе отпадне воде). Поремећени режим концентрација SS доводи до измена физичких, хемијских и биолошких особина копнених вода. Физичке промене укључују

редукцију светлости, промене температуре воде и депоновање суспендованих материја у каналску мрежу на одређеном подручју. Измене хемијских својстава обухватају емисију загађујућих честица попут тешких метала и пестицида и нутријената (фосфор). Биолошки ефекти се односе на угрожавање функционисања популација у акватичним екосистемима и њихово угинуће; смањење извора доступне хране, њено отежано проналажење и поремећај миграторних траса за акватичне организме (Billota and Brazier, 2008; Грабић, 2016).

Амонијум јон (NH_4). Амонијум јон представља један од најважнијих јона у воденим растворима. У воденој средини амонијум постоји у облику јона (NH_4) и као амонијак (NH_3). Оба облика су лако биодоступне форме азота које биљке користе у физиолошким процесима. Високе концентрације амонијума могу убрзати раст алги и акватичних биљака. Трећи значајан ефекат је директна токсичност по рибли свет. При високој рН вредности (7,5-8,0) значајан део укупног азота у водама постоји као непромењен или се у слободној форми (амонијум јон) транспортује кроз мембране и утиче на ћелијски метаболизам, што је узрок његове токсичности. Токсичност амонијака је директно пропорционално температури воде, и повећава се са порастом температуре водене средине (Грабић, 2016). Потенцијални извори амонијума су бројни: спирање вештачких ђубрива са садржајем амонијака, фекално порекло, отпадне воде, атмосферске падавине, амонијак из ваздуха (Кукучка, 2016).

Сулфати (SO_4^{2-}). У природним условима сулфати се јављају у форми минерала, укључујући барит (BaSO_4), епсомит ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Њихови растворени облици одређују укупну минерализацију пијаће воде. У воденом раствору јављају се у анјонском облику (SO_4^{2-}). Сулфати се употребљавају у производњи вештачких ђубрива, инсектицида, фунгицида и др. Алуминијум-сулфат се користи као средство седиментације у третману пијаћих вода. Бакар-сулфат се употребљава за контролу раста алги у јавном водоснабдевању. У копненим водама сулфати се јављају као последица спирања сумпорних једињења у рудницима или су пореклом из текстилне или индустрије целулозе и папира. Сумпор-оксид пореклом из атмосфере настао као последица сагоревања фосилних горива или процеса у металургији, може допринети појави сулфата у воденим басенима (WHO, 2004).

Хлориди (Cl^-). Хлориди се у воденом раствору јављају у облику соли натријума, калцијума и магнезијума. Уколико су присутни у облику натријум-хлорида, при високим концентрацијама јавља се карактеристичан слан укус воде, док воде обогачене калцијум и магнезијум-хлоридом не изазивају слан укус. Хлориди присутни у воденом раствору у анјонском облику (Cl^-) су последица присуства хлорида у стенским масама. Повећан садржај хлорида у води, не утиче на здравље становништва, изузев што је вода са $>250 \text{ mg/l}$ сланог укуса, док садржај хлоридних анјона $>300 \text{ mg/l}$ указује на контаминацију вода. Хлориди се јављају као последица примена вештачких ђубрива као и емисије комуналних отпадних вода (Филиповић и Вујасиновић, 1982; Лакетић и сар., 2014).

Ортофосфати (PO_4^{3-}). Елементарни фосфор се ретко среће у природним условима и најчешће се јавља у облику ортофосфата. Извори фосфора могу бити природног или антропогеног порекла; основни природни извори фосфора су минерални и стенски комплекси подложни растварању; антропогени извори су разноврсни и представљени су загађивачима попут: индустријских и комуналних отпадних вода, спирањем фосфатних ђубрива са пољопривредних површина, инфилтрацијом или су пореклом од детерџената. Уколико се фосфати јаве заједно са нитратима образују се повољни услови за

еутрофизацију. Пошто се у водотоцима јављају у ниским концентрацијама, обично су ограничавајући фактор у појави еутрофизације (Грабић, 2016).

Нитрати (NO_3). Нитрати представљају један од облика азота и употребљавају се као минерално ђубриво, док у прекомерним концентрацијама долази до њиховог спирања са обрадивих површина и контаминације површинских токова и подземних вода. Такође, повишен садржај NO_3 доводи до еутрофизације, промену биохемијског састава вода (дневна колебања концентрација кисеоника и рН вредности). Биолошки ефекти се манифестују хипоксијом и токсичношћу за акватичне организме (концентрације $>10 \text{ mg/l}$). У природним условима ниво нитрата обично не прелази 1 mg/l , док у отпадним водама може прећи вредност од 30 mg/l . Антропогено порекло нитрата се тумачи емисијом индустријских и комуналних отпадних вода, спирањем са обрадивог земљишта (Грабић, 2016).

Нитрити (NO_2). Нитрити и нитрати су у природи присутни у анијонском облику где представљају део циклуса азота. Нитрити се обично формирају у водоводним цевима деловањем бактерије *Nitrosomonas* интеракцијом нитрата и воде сиромашне кисеоником у галванизованим цевима; други начин образовања је у процесу додавања хлора како би се осигурала дезинфекција воде и уколико процес није у довољној мери контролисан. Узроци повишеној концентрацији нитрита могу бити хлорисање водоводних система и нитрификација (WHO, 2011). У слатководним срединама нитрити пореклом из антропогених извора могу бити изазивачи помора ихтиофауне, док су маритимни организми толерантнији на повишене концентрације нитрита (Грабић, 2016).

Гвожђе (Fe). Као један од најзаступљенијих елемената у Земљиној кори, гвожђе је највише присутно у подземним водама. Најчешће је присутан у подземним водама заједно са манганом. Постоје ретки случајеви да је манган у повећаној концентрацији (без присуства гвожђа) присутан у истом изворишту. Присуство гвожђа и мангана у подземним водама не изазива здравствене проблеме, чак су наведени елементи и есенцијални за људско здравље. Међутим, високе концентрације Fe пружају води карактеристичан металан укус, иако је вода и даље безбедна за употребу (Кукучка, 2016).

Арсен (As). Арсен у животној средини може бити геолошког или антропогеног порекла, а његов транспорт се обавља путем водене средине. Идентификовани су бројни штетни ефекти арсена по људско здравље, попут промена на кожи, ефеката на кардиоваскуларни и респираторни систем као и неуролошки ефекти (Ћук, Стојковић и Тодоровић, 2012). Арсен представља саставну компоненту руда, па се најчешће као последица растварања руда појављује у подземним водама. Осим тога, арсен представља нуспроизвод при преради метала попут бабра и олова. Нјавећи ризик по људско здравље представља употреба воде контаминиране арсеном, што је изузетно токсично и може бити фатално (Кукучка, 2016).

Бакар (Cu). Бакар је као елемент у траговима значајан нутритијент пошто је од значаја за функционисање више од тридесет ензима и учествује у низу реакција у организму (Wright and Welbourn, 2002). Међутим, његово прекомерно уношење на организам има токсичан утицај. Осим природних извора бабра (у форми минерала у стенским комплексима), постоје и антропогени извори: депоније рудних сировина које садрже бакар, примена заштитних средстава за развој биљака у пољопривреди, депоније отпада и депоније металне индустрије. У воденој средини, бакар је пореклом из отпадних

индустријских вода или потиче од испирања са пољопривредних површина (Marković i sar., 2015).

Хром (Cr). Хром је један од мање распрострањених метала у природи, са свега 0,03% у Земљиној кори и у стенама се најчешће јавља као хромит (FeCr_2O_4). Највише хрома има у земљиштима насталим распадањем ултрабазита (серпентинити). У тлу хром може оксидирати или редуцирати, бити апсорбован на гвожђе или манган оксиде или се везати са водом. Осим природног извора хрома, постоје и антропогени извори: депоније отпада и рудних сировина, отпадне воде, пољопривредна делатност (Marković i sar., 2015).

Олово (Pb). Олово се у природи најчешће појављује у облику сулфида – галенит (PbS). Калијумски фелдспати и пегматити су значајни извори олова у природи, као и наслаге угља и руде цинка и кадмијума. У Земљиној кори олово је најзаступљеније међу тешким металима просечне концентрације 13-16 ppm, док је земљишту садржај олова нижи, у интервалу 2,6-25 ppm. На дистрибуцију олова утичу бројни фактори (педогенетски чиниоци, климатски и топографски услови, микробиолошка активности). Осим природних извора олова, антропогеним утицајима се могу јавити веће концентрације олова у животној средини. Антропогени извори олова су: депоније рудних сировина и металне индустрије, пољопривреда и депоније отпада. Осим тога, у употребом фунгицида на бази олова и спирањем са пољопривредних површина, олово се јавља у површинским и подземним водама (Marković i sar., 2015).

Критеријуми за оцену квалитета подземних вода (Табела 6) су дефинисани на основу препорука Светске здравствене организације (WHO, 2017), док су из разлога недоступности МДК за амонијум јон и ортофосфате, дозвољене вредности за истакнуте параметре дефинисане на основу Saana et al. (2016) и Behailu, Badessa and Tewodros (2018).

Табела 6. Опис анализираних хемијских параметара квалитета подземних вода са максимално дозвољеним концентрацијама (МДК) од стране Светске здравствене организације (WHO)

Редни број	Хемијски параметар	Мерна јединица	Дозвољена вредност
1.	хемијска потрошња кисеоника (НПК)	mg/l	40,0
2.	амонијум јон (NH_4)	mg/l	1,5*
3.	хлориди (Cl^-)	mg/l	600,0
4.	сулфати (SO_4^{2-})	mg/l	400,0
5.	ортофосфати (PO_4^{3-})	mg/l	0,01*
6.	нитрати (NO_3)	mg/l	5,0
7.	нитрити (NO_2)	mg/l	3,0
8.	гвожђе (Fe)	mg/l	0,3
9.	арсен (As)	$\mu\text{g/l}$	10,0
10.	бакар (Cu)	$\mu\text{g/l}$	2.000
11.	хром (Cr)	$\mu\text{g/l}$	50,0
12.	олово (Pb)	$\mu\text{g/l}$	10,0

Извор: Аутор на основу WHO (2017)

*Услед недефинисаних граничних вредности у публикацији WHO, аутор је дозвољене граничне вредности дефинисао на основу Saana et al. (2016) и Behailu, Badessa and Tewodros (2018).

На основу Уредбе о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање (Службени гласник РС, 2012а) речни токови на територији Републике Србије су категорисани у I, II, III, IV и V класу квалитета према дозвољеним граничним вредностима анализираних параметара (Табела 7).

Табела 7. Граничне вредности одабраних параметара квалитета површинских вода⁴

Параметар	Мерна јединица	Класа I	Класа II	Класа III	Класа IV	Класа V
pH	/	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	<6,5 или <8,5
Електропроводљивост	[mS/cm]	<1.000 (или ПН)*	1.000	1.500	3.000	>3.000
Растворени кисеоник	[mg/l]	(или ПН)	/	5	4	<4
BOD ₅	[mg/l]	(или ПН)	4	7	25	>25
Суспендоване материје	[mg/l]	25	25	/	/	/
Нитрати (NO ₃ -N)	[mg/l]	1 (или ПН)	/	6	15	>15
Нитрити (NO ₂ -N)	[mg/l]	0,01 (или ПН)	0,03	0,12	0,3	>0,3
Ортофосфати (PO ₄ -P)	[mg/l]	(или ПН)	/	0,2	0,5	>0,5
Амонијум јон (NH ₄ -N)	[mg/l]	(или ПН)	/	0,6	1,5	>1,5

Извор: Аутор на основу Службени гласник РС (2012а)

*ПН – природни ниво

⁴ Класа I – Опис класе одговара одличном еколошком статусу према класификацији дефинисаној Уредбом. Површинске воде које припадају наведеној класи на основу граничних вредности обезбеђују одговарајуће услове за функционисање екосистема, живот и заштиту риба (салмонида и ципринида) и могу се користити за одређене намене: водоснабдевање уз претходни третман филтрацијом и дезинфекцијом, купање и рекреацију, наводњавање, индустријску употребу; Класа II – опис класе одговара добром еколошком статусу, па се површинске воде које припадају овој класи могу користити за узгој ципринида као и за идентичне намене као и површинске воде I класе; Класа III – наведена класа припада умереном еколошком статусу; квалитет воде ове класе омогућава оптималне услове за живот и заштиту ципринида. Површинске воде наведене класе се могу користити за: водоснабдевање (уз претходни третман коагулацијом флокулацијом, филтрацијом и дезинфекцијом, купање и рекреацију, наводњавање и потребе индустрије; Класа IV - Опис класе одговара слабом еколошком статусу према класификацији дефинисаној Уредбом. Површинске воде које припадају дефинисаној класи се у ограниченом обиму могу користити за: водоснабдевање (уз примену претходно наведених третмана), наводњавање и индустријску употребу; Класа V - Опис класе одговара лошем еколошком статусу, стога се површинске воде које припадају овој класи немају употребну вредност за одређене намене (Службени гласник РС, 2012а).

Дескриптивна статистичка анализа

Дескриптивна статистика представља скуп метода и поступака којим се описује узорак у истраживању. На основу дескриптивне статистике добијају се варијабле попут статистичке мере пребројавања (фреквенција и проценти), мере централне тенденције (аритметичка средина тј. средње вредности, медијана и модус), мере дисперзије или одступања резултата. Овде разликујемо интервал варијације, средње апсолутно одступање, варијансу и стандардну девијацију (Grace, Kemp and Snelgar, 2009). *Аритметичка средина* представља најчешће коришћену меру „просечних вредности“. Једначина којом се дефинише одређивање аритметичке средине је следећа:

$$M = \frac{\sum X}{N}$$

где M представља аритметичку средину, $\sum X$ суму резултата од првог до последњег, а N број резултата (Турјачанин и Чекрлија, 2006). У оквиру докторске дисертације биће анализирани варијабле које се односе на квалитет подземних вода (средње, максималне и минималне вредности параметара) и класификоване на основу дозвољених граничних вредности. Наведене вредности биће анализирани у софтверу Excel на основу функције AutoSum.

Inverse Distance Weighting (IDW) метод

IDW метод је заснован на премиси да вредност неузорковане тачке може бити процењена тежинском вредношћу анализираних вредности унутар радијуса истраживаног подручја; радијус се дефинише опсегом одређеног броја најближих тачака (Cheng et al., 2017). Shepard (1968) је дефинисао овај детерминистички метод путем једначина:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n w_i z_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$w_i = \frac{1}{d_i^p} \quad (2)$$

где z представља интерполисану вредност, z_i је позната вредност, n је укупни број познатих вредности коришћених у интерполацији, d_i је удаљеност између познатих и интерполираних вредности, док је p параметар снаге где се тежински коефицијент смањује како се растојање између интерполираних тачака повећава. Параметар снаге као експонент удаљености између тачака, је дефинисан најчешће коришћеном вредношћу (2). Резултати интерполације су високо зависни од тежинског коефицијента интерполације (Mueller et al., 2001). Предности IDW геостатистичког метода у односу на остале методе интерполације (нпр. кригинг) је једноставност употребе, јасна и ефикасна интерпретација резултата (Mei, Xu and Xu, 2017). Из овог разлога, IDW је често коришћен у анализи хидро-климатских параметара (Mair and Fares, 2011; Mirzaei and Sakizadeh, 2016).

Једнофакторска анализа варијансе (ANOVA)

ANOVA (енг. Analysis of Variance) представља једну од најчешће коришћених статистичких техника са применом у бројним научним пољима: биологији, пољопривреди, хемији, друштвеним наукама, психологији, инжењерским дисциплинама (Stigler, 1986). Једнофакторска ANOVA анализа представља параметарски тест за утврђивање разлика између аритметичких средина три и више независних узорака. Тестна величина представља однос средина квадрата, а исказана је емпиријском F вредношћу (Šošić, 2004). Резултат који се добија F вредношћу је параметар који указује да што је величина ове вредности већа, већа је и вероватноћа да просечне разлике у резултатима нису добијене случајно (Salkind, 2012):

$$F = \frac{\sum_{j=1}^K n_j \frac{(\bar{x}_j - \bar{x})^2}{K} - 1}{\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 / n - K},$$

где су: $(K - 1)$; $(n - K)$ – степени слободе

$$SSB = \sum_{j=1}^K n_j (\bar{x}_j - \bar{x})^2 - \text{збир квадрата разлике између узорака}$$

$$SSW = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 - \text{збир квадрата разлике унутар узорка}$$

Дескриптивна статистичка анализа је примењена за утврђивање просечних, максималних и минималних вредности на одабраним профилима и временским серијама. ANOVA је коришћена за дефинисање статистички значајне корелације између зависних варијабли (температуре воде, рН вредности, електропроводљивости, zasiћености кисеоником, биолошке потрошње кисеоника, суспендованих материја, нитрата, нитрита, ортофосфата и амонијум јона) и независних варијабли (годишњих и месечних вредности). У детерминисању статистички значајних разлика између одређених група података коришћен је post-hoc Scheffe-ов тест (Obradović et al., 2020). Резултати F теста могу искључиво потврдити статистичку значајност разлика између група са најнижим и највишим аритметичким срединама (Leščešen et al., 2015). Post-hoc Scheffe-ов тест представља један од најчешће коришћених статистичких процедура, стога је коришћен у истраживању. Рес (1981) описује тест у следећа четири корака:

1. Након што су F вредности у анализи варијансе дефинисане, следећа једначина је примењена за сваки пар аритметичких средина, где су M_{ai} и M_b средње вредности узорака који се упоређују, док N_a и N_b чине величину узорка, заједно са варијансом групе MS_{wg} :

$$F = \frac{(M_{ai} - M_b)^2}{MS_{wg}(N_a + N_b)/N_a N_b}$$

2. F вредности потребне за одређивање нивоа статистичне значајности ($(k-1)$ and $(N-1)$) се одређује из F таблице.
3. F вредности су мултиплициране са $(k-1)$ и нова гранична вредност (F') је утврђена.
4. F вредност се израчуната на основу претходно наведених формула за све парове аритметичких средине и добијена вредност је упоређена са F' вредношћу. Уколико је $F > F'$, онда се разлика може сматрати статистички значајном на основу нивоа значајности из корака 2.

Анализа главних компоненти (РСА)

Анализа главних компоненти (енг. Principal Component Analysis) представља једну од најједноставних мултиваријантних техника. Она се примењује када је велик број варијабли у скупу редувант, тј. када се више варијабли односи на исту димензију и када не пружају никакву додатну информацију која већ није обухваћена неком другом варијаблом. Анализа главних компоненти има способност да препознаје и елиминира сувишне податке из резултата. Применом анализе главних компоненти редукује се број расположивих података, а као резултат се добија различити број нових променљивих тзв. главне компоненте. Главна компонента, је у ствари линеарна комбинација оригиналних променљивих (Vastag et al., 2013). Висока корелисаност података у факторској анализи (позитивно или негативно) претпоставља и велику вероватност да су подаци под утицајем истих фактора, док су релативно некорелисани подаци под утицајем различитих фактора, што је и аксиом факторске анализе (Adamu and Aris, 2011; Singh et al., 2005).

У докторској дисертацији су према (Liu et al., 2003) коришћени следећи критеријуми факторског оптерећења: $>0,75$ сматра се да је повезаност „висока“, а ако се вредност факторског оптерећења креће од $0,75-0,5$ повезаност је „средња“. Такође, у раду је према (Varol and Sen, 2009) усвојено да се сопствена вредност једнака 1 или већа од 1 сматра значајном. Код избора броја фактора је примењен Кајзеров критеријум (Liu et al., 2003) којим се задржавају само они фактори који имају карактеристичне вредности веће од 1, као и тест прелома (енг. Scree-test) који представља графички приказ сопствених вредности свих компоненти и сугерише да се у анализи задрже оне компоненте које обухватом варијансе знатно (визуелно) одступају од осталих. Код избора броја фактора Кајзеров критеријум је био одлучујући. РСА анализа се састоји из пет кључних операција:

- 1) Изворна матрица података је представљена на следећи начин:

$$X = (x_{ij})_{n \times p} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{np} \end{bmatrix}$$

где x_{ij} у матрици чини податке, n представља профил где се обављају мерења и p обухвата појединачни параметар квалитета вода.

- 2) Стандардизација изворних података са Z стандардизационом формулом која служи елиминацији утицаја димензионалности (Belkhiri and Narany, 2015):

$$x_{ij}^* = (x_{ij} - x_j) / s_j$$

где x_{ij}^* представља стандардну варијаблу, x_j је просечна вредност j -ог индикатора, док је s_j стандардна девијација j -ог индикатора.

- 3) Израчунати коефицијент корелације матрице (R) са стандардизованим подацима и утврдити корелацију између индикатора (Yang et al., 2020):

$$R = (r_{ij}) = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n x_{ti}^* * x_{tj}^*$$

- 4) Израчунати карактеристичне (својствене) вредности и векторе коефицијента корелације у матрици (R) како би се утврдио број главних компоненти. Својствене вредности коефицијента корелације у матрици су представљене са $\lambda_i (i=1, 2, \dots, n)$, док су својствене вредности вектора дефинисане са $u_i (u_i = u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{in}) (i=1, 2, \dots, n)$. Вредност λ кореспондира варијанси главне компоненте и вредност варијансе је позитивно корелисана са стопом доприноса главне компоненте. Даље, кумулативна стопа доприноса прве m главне компоненте мора бити више од 80% (Uddameri, Honnungar and Hernandez, 2014). Главна компонента је представљена једначином:

$$F_i = u_{i1}x_1^* + u_{i2}x_2^* + \dots + u_{in}x_n^* \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

где x_i^* је варијабла стандардизованог индикатора:

$$x_i^* = (x_i - \bar{x}_i) / s_i$$

- 5) Сумарно, главне компоненте се валоризују на основу разумљиве функције:

$$F = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n} F_1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n} F_2 + \frac{\lambda_n}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n} F_n$$

Математичко-статистички прорачуни су извршени у софтверу SPSS 26.0 и Excelu.

Пирсонова корелациона анализа

Корелациона анализа је статистички метод који се користи у валоризацији односно процени јачине везе између две варијабле. Висока корелација означава да између варијабли постоји тесна, узајамна веза, док слаба корелација означава да се тешко може успоставити однос између променљивих. Ова техника је тесно повезана са линеарном регресионом анализом, која представља статистички поступак моделирања односа између зависне променљиве и једне или више независних варијабли (Franzese and Iuliano, 2019).

Уопштено посматрано, корелација се описује на основу коефицијента корелације који представља однос коваријансе са стандардном девијацијом две варијабле:

$$r_{xy} = \frac{C_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

где r_{xy} представља Пирсонов коефицијент корелације између варијабли, x и y , док су σ_x и σ_y њихове стандардне девијације (Ма, 2019).

Најчешће се користе Пирсонов и Спирманов коефицијент корелације, док се њихова статистичка значајност исказује вредношћу p . Искључиво се могу тумачити статистички значајни коефицијенти корелације. Овај коефицијент показује у којој су мери промене вредности једне варијабле повезане с променама вредности друге варијабле. Информације о смеру повезаности дају предзнаци $+$ или $-$. При одређивању статистичке значајности коефицијента корелације као граница између статистички значајних и статистички безначајних коефицијента узима се вредност $0,05$. Уколико је $p < 0,05$ коефицијент корелације је значајан и тада се може тумачити. Међутим, уколико је ако је $p > 0,05$ коефицијент корелације није значајан и без обзира на његову вредност не сме се тумачити (Младеновић и Нојковић, 2015). Јачина повезаности између варијабли је зависна од коефицијента корелације (Табела 8).

Табела 8. Јачина повезаности између варијабли на основу апсолутне вредности коефицијента корелације

Апсолутна вредност коефицијента корелације	Јачина веза између варијабли
$ r =1$	Потпуна корелација
$0,8 \leq r < 1$	Јака корелација
$0,5 \leq r < 0,8$	Средње јака корелација
$0,2 \leq r < 0,5$	Релативно слаба корелација
$0 < r < 0,2$	Незнатна корелација
$ r = 0$	Потпуно одсуство корелације

Извор: Аутор на основу Младеновић и Нојковић (2015)

У докторској дисертацији одабране варијабле ће бити анализирани применом Пирсоновог коефицијента корелације. Он припада групи параметријских тестова, који су иначе поузданији у односу на непараметријске тестове. Пирсонов коефицијент корелације користи се за варијабле на интервалној или односној лествици, која садржи податке који су у линеарном односу. Уколико су подаци међусобно повезани, а нису у линеарном односу тада се Пирсонов коефицијент корелације не може одредити. Вредности могу бити у распону од -1 до $+1$. Уколико је вредност позитивна, односно у распону од 0 до $+1$, она указује на раст вредности обе варијабле, што значи да порастом вредности једне варијабле расте и вредност друге варијабле. Међутим, уколико је вредност негативна, односно у распону од -1 до 0 , то указује на пораст вредности једне варијабле, а пад вредности друге варијабле. Када је вредност коефицијента корелације једнака 0 , тада не постоји линеарна повезаност међу подацима, тј. познавањем вредности једне варијабле не може се ништа закључити о вредности друге варијабле. Примена овог коефицијента захтева нормалну расподелу података, тј. симетричност дистрибуције барем једне варијабле, али и довољно велик узорак ($n \geq 30$). Када су задовољена сва три услова: линеарност, симетричност дистрибуције и довољна величина узорка, Пирсонов коефицијент корелације се може калкулисати.

Симбол r представља Пирсонов коефицијент корелације и приказан је следећим изразом:

$$r = \frac{\sum_{t=1}^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (x_i - \bar{x})^2 * \sum_{t=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

где x и y представљају вредност варијабли (Vulić, 2015).

МЕТОДЕ ГЕОЕКОЛОШКОГ ВРЕДНОВАЊА ПЕДОЛОШКИХ И БИОТИЧКИХ ДЕТЕРМИНАНТИ

Даљинска детекција (енг. Remote sensing) и ГИС софтвер представљају најпогодније методе у анализи просторне дистрибуције и еволуције географских феномена који се односе на промене у начину коришћења земљишта. Европска комисија је у области заштите животне средине развила CORINE програм, чији је задатак прикупљање, повезивање и усаглашавање информација о стању животне средине и природних ресурса. Значај који поседује даљинска детекција у оквиру програма CORINE се односи на више аспеката: снимање и истраживање природних ресурса, проучавање промена у вегетационом покривачу, картирање земљишног покривача (Милановић, Ваљаревић и Лукић, 2020).

CORINE програм

Основу CORINE програма (енг. Coordination of Information on the Environment) чине сателитски снимци настали опсервацијом података са вештачких сателита у Земљиној орбити. Добијени сателитски снимци представљају главни извор података о стању земљишног или вегетационог покривача. Избор адекватне размере (1:100.000), минимална вредност јединице мапирања (Minimum Mapping Unit, MMU) од 25 ha као и минимална вредност ширине линеарних елемената (100 m) су основни услови за картирање CORINE промена у земљишном или вегетационом покривачу (Corine Land Cover Changes, CLC) (ЕЕА, 2007). CLC инвентаризација у прикупљању података и анализи промена о стању животне средине у Европи представљао је један од најважнијих пројеката који је започео 1985. године (1990. се сматра референтном годином у компарацији промена). Током деценија број држава учесница пројекта се повећао од почетних 29 на садашњих 39 држава Европе. Прва CLC база података се односила на 1990. годину, док су подаци допуњени за 2000, 2006, 2012. и 2018. годину (база података се допуњава актуелним подацима сваких шест година). Национални центри креирају националне CLC базе података у координацији са Европском агенцијом за животну средину – ЕЕА (Büttner and Cosztra, 2017).

CLC номенклатура се састоји од три нивоа: I ниво (пет класа) укључује макро категорије земљишног покривача на глобалном нивоу, II ниво (15 класа) се користи за размере 1:1.500.000 и 1:1.000.000 и III ниво (44 класа) који за сопствене потребе користи размеру 1:100.000 (ЕЕА, 1995). Сателитски снимци пореклом са LANDSAT сателита употребљени у интерпретацији података CLC 2000 су замењени сателитским снимцима (обично преузетих са IRS SPOT-4 сателита) (Büttner and Cosztra, 2017). Геометријска прецизност за CLC 2018 је мања од 10 m, где извор података представља Sentinel-2 (и

Landsat-8 за допуну података) и обухвата интервал 2017-2018. године. CLC 2012 представља побољшану и унапређену верзију Copernicus програма, чиме обезбеђује одрживо финансирање у будућности. Copernicus је програм Европске уније за опсервацију података на Земљи координисан и управљан од стране Европске комисије (у сарадњи са Европском агенцијом за свемир, чланицама ЕУ и Агенцијама ЕУ). CLC 2018 финансиран од стране Copernicus програма је завршен за мање од једне године (Copernicus Land Monitoring Services, 2019). Минимална вредност картографске јединице за CLC карту промена (CLC-Change map, CHA) износи 5 ha. Вишеструки сателитски снимци (појединачна локација је снимљена са најмање два сателита) је корисно средство у детерминисању разлика између класа земљишног покривача (нпр. обрадиво земљиште и пашњаци). У интерпретацији промена користе се и ортофотоснимци, апликација Google Earth и планови градова (Hościło and Tomaszewska, 2015). Анализа CLC података и промена у земљишном и вегетационом покривачу су изведене у софтверу ArcGIS 10.7 употребом алата за експорт података у Excel окружење. Подаци су сортирани, класификовани на основу алата SUBTOTAL и издвојени су типови земљишног/вегетационог покривача и промене по нивоима и по периодима (1990-2000, 2000-2006, 2006-2012. и 2012-2018). Узимајући у обзир различите периоде анализе података, могуће је извршити мониторинг и визуализацију промена у простору. Преклапањем слојева података из различитих периода могуће је добити информације о зонама у којима су промене најизраженије као и детерминисати просторни карактер промена. Просторна интерполација дефинише разлике на нивоу исте субкласе, па се могу детерминисати трендови просторног развоја на основу ознака и дефиниција класе и одговарајуће субкласе (Табела 9).

Табела 9. CORINE Land Cover класа са субкласама

Код	Категорије
1	Вештачке површине
111	<i>Целовито урбано подручје</i>
112	<i>Нецеловито урбано подручје</i>
121	<i>Индустријске или комерцијалне јединице</i>
122	<i>Путне и железничке мреже и пратеће земљиште</i>
123	<i>Луке</i>
131	<i>Експлоатација минерала</i>
132	<i>Депоније отпада</i>
133	<i>Градилишта</i>
141	<i>Вегетација у урбаном ткиву</i>
142	<i>Спортски и рекреативни објекти</i>
2	Пољопривредне површине
211	<i>Ненаводњавано обрадиво земљиште</i>
221	<i>Виногради</i>
222	<i>Воћњаци и плантаже зрнастог воћа</i>
231	<i>Пашњаци</i>
242	<i>Култивисане парцеле</i>

243	<i>Претежно пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације</i>
3	Шуме и полуприродна подручја
311	<i>Листопадне шуме</i>
312	<i>Четинарске шуме</i>
313	<i>Мешовите шуме</i>
321	<i>Природни травнати предели</i>
324	<i>Прелазно подручје шуме, жбуња и макије</i>
331	<i>Плаже, дине и пескови</i>
332	<i>Огољена стена</i>
333	<i>Подручје са разређеном вегетацијом</i>
334	<i>Пожаришта</i>
4	Влажна подручја
411	<i>Копнене мочваре</i>
5	Водени басени
511	<i>Водотоци</i>
512	<i>Водени басени</i>

Извор: Аутор на основу ЕЕА (1995)

ОРОГРАФСKE ДЕТЕРМИНАНТЕ

Статички утицаји рељефа резултирају из морфометријских карактеристика, структура нагиба и експозиција. Динамички утицаји рељефа су последица рецентних процеса присутних на одређеном подручју – ерозије земљишта, појаве клизишта и др. Из ових разлога, познавање распрострањења, карактера и интензитета савремених морфолошких процеса чини предуслов за редукацију њихових штетних дејстава. Рељеф и облици рељефа имају значајну улогу у пољопривредној производњи, пре свега, на основу хипсометријских односа, хоризонталне и вертикалне дисекције рељефа, нагиба земљишта, експозиције терена и степена ерозије. Вредновање рељефа је од изузетне важности у начину коришћења земљишта, за предузимање мера у борби против ерозије, за водопривреду (Грчић и Грчић, 2002).

ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОЛОШКА ГРАЂА ТЕРЕНА БАЧКЕ

Са аспекта геотектонске рејонизације постоје разлике између аутора у погледу класификације и просторног обухвата појединих геотектонских јединица на подручју Бачке (Зеремски, 1973; Петковић, 1982; Анђелковић и сар., 1991; Димитријевић, 1995; Карамата, Крстић и Димитријевић, 1998; Marović et al., 2007; Shmid et al., 2008). Према Зеремском (1973) и Петковићу (1982) већи део подручја Бачке представља део Панонске масе као геотектонске јединице, са изузетком јужних и југозападних делова који су на контакту Панонске масе и зоне Унутрашњих Динарида са острвским планинама. Анђелковић и сар. (1991) сматрају да територија Бачке представља део крупне тектонске јединице првог реда – Велике панонске депресије или Панонида. Ово схватање је слично тумачењима Димитријевића (1995), који равничарске терене на северу Србије категорише као Панонски басен. На основу тумачења од стране Карамата, Крстић и Димитријевић (1998), простор Србије је диференциран на геотектонске јединице или теране⁵, па у складу са наведеном рејонизацијом, предео Бачке припада Тиском терану. Marović et al. (2007) издвајају блок Тиса-Дакија, северно од транс-бачко-банатске дислокације, где доминирају седименти неогеоно-квартарних басена (Панонски басен). Тиса мега-јединица у склопу Панонског басена чини доминантну геотектонску јединицу на подручју истраживања (Shmid et al., 2008).

⁵ „Теран представља блок са интерним континуитетом геолошког развоја. Заправо, реч је о територији специфичног геолошког развоја која је ограничена разломима или другим формацијама формираним у дубоким рововима. Они их одвајају од суседних терана, другачијих геолошких особина“ (Јовановић и Срећковић-Батоћанин, 2006). Услед кретања терана долази често до доковања (прикључења) уз друге теране, а спајањем два или више терана формирају се композитни терани. Након спајања, почиње заједничка геолошка еволуција односно формирање повлатних (overstep) секвенци. На простору Србије постоји шест композитних терана. То су Мезијски теран, Карпатско-балкански теран, теран Српско-македонске масе, теран Вардарске зоне, Тиски и Динарски теран. Посебне целине представљају Јадарски блок и Дринско-ивањички теран као одвојени део динарског терана (Карамата, Крстић и Димитријевић, 1998).

У морфоструктурном смислу, територија Бачке припада Панонској морфоструктурној целини (просторни обухват целине је дно и јужни обод Панонског басена). Покретима алпске орогенезе, током терцијара (посебно у олигоцену) разломљено је и спуштено Панонско копно и формиран Панонски басен у који је почетком миоцена продрла вода из Тетиса. На тај начин, формирано је епиконтинентално море – Паратетис. Паратетис је комуницирао са Тетисом путем Ронског залива, Баварске и Бечког басена, док је на југу веза између Паратетиса била Трансегејска бразда. Заправо, Панонско море је у основи било део много већег епиконтиненталног мора, које се протезало од Бечког басена преко Панонске и Влашко-пантијске низије до Црног мора и Аралског језера. На основу данашњих процена, сматра се да је Панонски басен испуњен водом пре око 30 милиона година, док су воде Панонског мора отекле пре око 600 хиљада година, средином плеистоцена (Родић и Павловић, 1994). За разлику од Баната где су током неогена постојале изражене тектонске промене, дотле су у Бачкој такве промене знатно ређе и знатно мањих димензија. Најчешће су се манифестовале стварањем раседних линија дуж којих су се формирали хорстови и депресије. Трансгресија великог медитеранског мора током доњег и средњег миоцена (медитеран I и медитеран II) захватила је Средњу Европу, делове Источне Европе и простор све до Аралског језера. Ова медитеранска трансгресија поплавила је и читаву Бачку, сем источних делова у Потисју, где су се већ у средњем миоцену (II медитеран) простирали крајњи западни делови великог банатског копна. Мања копнена оаза у Бачкој постојала је између Бајше и Куле. Крајем средњег миоцена (торгонски кат) потиски део банатског копна у Бачкој се смањује и на његовом месту се формирају приобални спрудни наноси. Међутим, у осталим деловима Бачке копнених острва већ има знатно више. За време горњег миоцена (панонски кат) морфолошка ситуација у Бачкој се није много изменила. Водене површине и даље заузимају највеће просторе, а поменута острва су сада без приобалних спрудова. На прелазу у плиоцен (понт) наступа спуштање и распадање банатског копна и његово потапање, а заједно са овим и потапање мањих копнених оаза у Бачкој. У исто време у северним деловима Бачке, нарочито између Бачке Тополе и Жедника, врше се мања издизања. Слатководно левантијско језеро са палудинама, знатно смањено, улази у плеистоцен, током којег се све више смањује, пропуштајући кроз своје мање или веће депресије речне воде према данашњој Ђердапској клисури (тадашња Ђердапска отока). Врло фини и глиновити пескови из језерске фазе замењују се флувијалним, а касније и субаерским материјалом, којег су донели ветрови. Дакле, флувијалним седиментима и еолском ерозијом створени су рецентни облици рељефа по дну Панонског басена, значајни за његову геоморфологију (Вукашиновић, 1973).

Комплексна геолошка грађа Бачке представљена је у дубљим слојевима формацијама палеозојске, мезозојске и кенозојске старости, док су на површини творевине квартарне старости. Захваљујући детаљним гравиметријским и сеизмичким испитивањима, али и бушотинама на великим дубинама (преко 2.500 m) за које су везана лежишта нафте и природног гаса, позната је старост и петрографски састав Бачке. Палеозојске формације су представљене магматским, седиментним и метаморфним стенама. Стене магматског порекла постоје на више локација у Бачкој: формације гранита код Фекетића и Куле, пироксенита код Мошорина, на северу Бачке (између Палића, Келебије и Суботице) има риолита, дацита код Чантавира, док је дацит на површини заступљен и код Горњег Брега, Бикова, Жедника, Бачке Тополе, Сенте, Лалића, а с леве обале Дунава и на дубини од 60 m. Магматити су још заступљени код Бачког Градишта (дијабази испод кредних седимената)

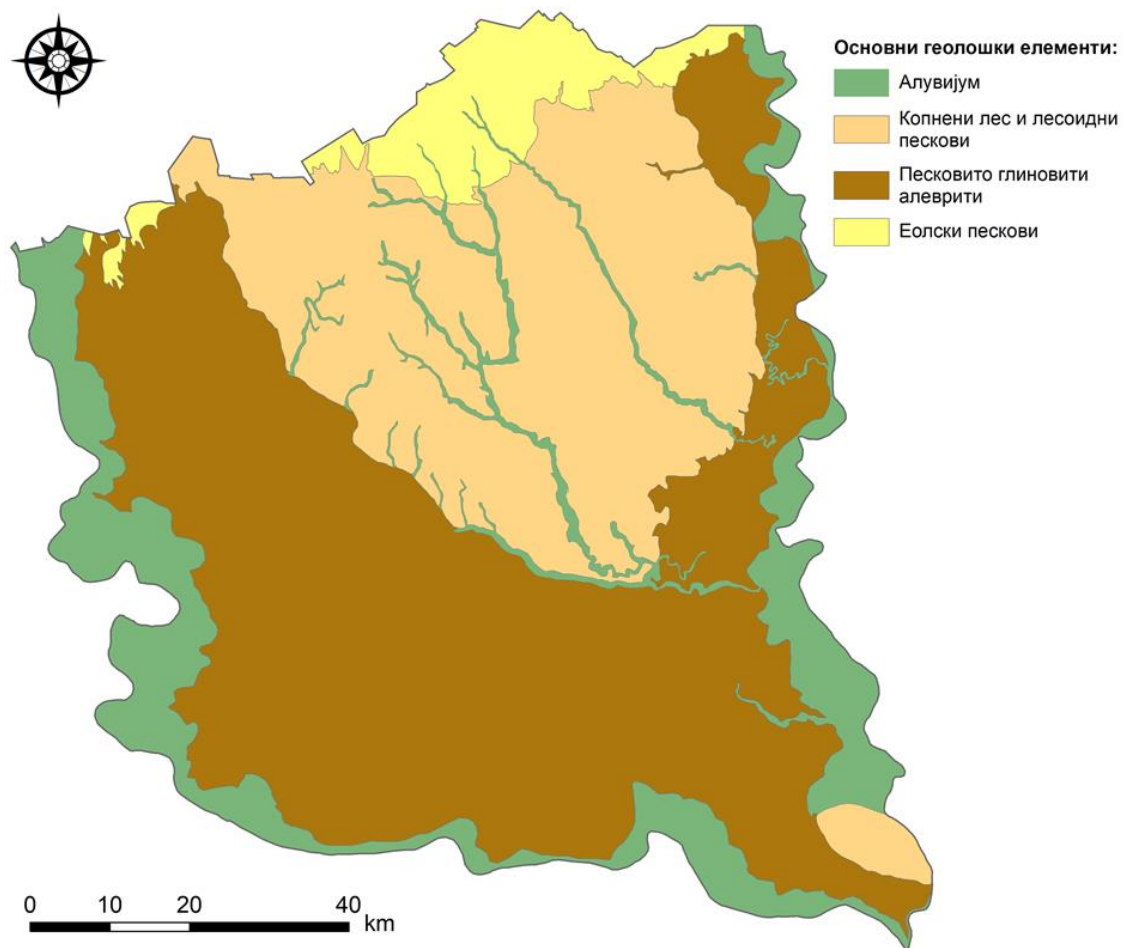
и код Вајске (мелавир испод плиоцених наслага). Слојеви седиментних стена палеозојске старости на простору Бачке нису у потпуности дефинисани у хроностратиграфском смислу. На основу изгледа и положаја претпоставља се да су из перма. Мезозојске творевине су представљене тријаским, јурским и кредним наслагама. Тријаске форме су заступљене између Бајше и Врбаса, потом у троуглу између Сенте, Хоргоша и Томпе у Мађарској. Ове плитководне кластичне творевине код Бајше чине прекристалисани кречњаци, метаморфисани глинци и кречњачке брече. Јурске творевине су слабо заступљене; има их западно од Суботице и представљене су кречњацима, лапорима и пешчарима. Кредних седимената има прилично и дебљине од неколико стотина метара. Највише их има на простору јужне Бачке, од Шајкашке до Плавне, Силбаша и линије Бачко Петрово Село – Риђица. Глинаца, кварцних пешчара и лапораца из периода креде има и код Бечеја, Бачког Петровог Села и Бачког Градишта на дубини од 1600 m и дебљине од 540 m, код Степановићева на 1838 m дубине. Код Лалићева и Силбаша су присутни конгломерати и конгломератски кречњаци, код Плавне се смењују ситнозрни, крупнозрни пешчари и глинци, дебљине од 150 метара (Букуров, 1975). Скоро читава Бачка је током неогена била прекривена морем. Истражним бушотинама откривени су седименти из доњег, средњег и горњег миоцена, као и седименти из доњег, средњег и горњег плиоцена. Седименти из доњег и средњег миоцена (I и II медитеран) су променљивих дебљина и хетерогеног састава. Углавном се састоје из дробине, бреча и конгломерата, а мањи удео чине песковите глине, ситнозрни и прашинасти пешчари, лапори. Горње слојеве чине, махом, глиновито-песковити седименти са местимичним појавама угља и доста туфа од базичних еруптива (Мариновић, 1962). Горњи миоцен је заступљен сарматским слојевима у знатним дебљинама. Њихов литолошки састав чине лапоровити и песковити седименти. Дебљина сарматских слојева у југоисточној Бачкој износи око 20 m, али су у великим дубинама и до 1338 m (Мариновић и Кукин, 1972). Изнад сарматских слојева настављају се понтијски седименти моћних наслага и представљени су лапорима и песковима. Њихова дебљина је у Шајкашкој од 300 m (у Мошорину) до 800 m (у Жабљу), у Бечеју је виша од 550 m, у Суботици виша од 450 m, док је у Сомбору дебљина виша од 275 метара (Стевановић, 1952; Мариновић и Кукин, 1972). Након сарматских творевина следе левантијски седименти са палудинама. Њихова моћност у југоисточној Бачкој износи од 200-300 m, па су тако у Мошорину на дубини од 200-300 m, док су у Жабљу дубине израженије (500-700 m). Коначно, квартарне творевине су присутне са плеистоциним и алувијалним седиментима. Плеистоцени материјал се састоји од шљунковитих и глиновитих пескова, пескова флувијалног порекла и глиновито-муљевитих наслага. Плеистоцени слојеви у Бачкој се налазе на различитим дубинама. У Суботици се налазе и на дубини од 96 m а код Сомбора до 25 m. Плеистоцени слојеви код Тителског брега имају дебљину од 14 m. Алувијалне творевине су смештене у алувијалним равнима великих граничних река, затим у алувијалним равнима њихових притока, на Суботичкој пешчари, на алувијалној тераси Дунава и делимично на лесним терасама (Букуров, 1975).

Шкриљасте метаморфне стене из палеозојске ере показују изузетну распрострањеност на територији Бачке. Са простора Баната прелазе Тису између Хоргоша и Бачког Градишта и пружају се северозападним правцем према Мадарашу и Чикерији у Мађарској. Поменути метаморфити су заступљени на различитим дубинама и на више локација у Бачкој: на дубини од 2.150 m до 2.350 m (код Хоргоша), на 1.425 m гнајсеви (код Бечеја), на 1.650 m (код Бачког Градишта), на 2.200 m (код Турије), између 1.400 и 1.650 m

(Бачко Добро Поље), на 700 m (Бачка Топола), на 1370 m микашисти (Жедник), на 520 m (Бачки Брестовац). Кристалисти шкриљаца представљених хлоритостима има и код Србобрана и Радичевића (Букуров, 1975).

На површини Бачке су заступљене творевине еолског порекла у виду лесних серија, песковитих формација и површина под глинама (*Карта 2*). Лесне серије представљају еолске седименте, претежно квартарне старости, у којима се смењују слојеви леса и палеоземљишта формиране током плеистоцених климатских колебања. Број и смена лесних хоризоната и смеђих зона на ветикалном профилу кроз лес одражава смену глацијалних и интерглацијалних фаза током плеистоцена. Неједнак број лесних хоризоната и смеђих зона у појединим лесним заравнима указује на хетерогеност физичко-географских услова при таложењу леса. На пример, Тителска лесна зараван настајала је кроз шест фаза навајавања леса, Бачка кроз две и сл. (Чворо и Голубовић, 2001). Према Buggle et al. (2008) на основу геохемијских анализа Карпатске планине (дрениране Тисом и мањим притокама Дунава), као и Аустро-алпска навлака (дренирана Дравом), представљају највероватнији извор алевритског материјала од којег су формиране лесне насlage јужног дела Панонског басена. У топлијим (интерглацијалним и интерстадијалним) периодима, педогенеза је била интензивнија од акумулације еолског материјала, па су се преко лесних хоризоната формирала земљишта, снажно мењајући супстрат на којем су се развијала. Серија палеоземљишта у лесним секвенцама Војводине, стара преко милион година, указује на тренд постепеног захлађења и аридности, који је био нарочито изражен од средњег плеистоцена. Климатски услови током којих су се формирала палеоземљишта су се тако мењала од суптропских до сувих степских (Marković et al., 2008).

Песковите формације се појављују на више локација у Бачкој. Највећа површина под песком се простире северно од линије Хоргош–Суботица до државне границе према Мађарској. Други значајан песковити предео је смештен у алувијалној равни Дунава. Песак се овде јавља у виду пешчаних брегова између напуштених речних токова. Такве површине су јужно од Бездана, око Купусине све до границе која дели алувијалну од лесне терасе (река Мостонга). Чак и у долини саме Мостонге има песка, али за разлику од дунавског, који је грубљи и крупнији, ове песковите формације су ситнозрног карактера. Трећи песковити предео се налази у алувијалној равни Тисе. Он је такође ситнозрн, у виду fine прашине и пре се може категорисати као иловасто-глиновити него као пешчарски материјал. Грубљи песак у долини Тисе је акумулиран на тачкама где се Тиса приликом високих водостаја брже кретала. Површине под глиновитим формацијама су значајно мање. Глина је присутна у депресијама, за које су током геолошке прошлости биле везане баре и мочваре, потом у долинама река и у алувијалним равнима. Њихова генеза је у вези са положајем стајаћих или споро отичућих вода; на овим локацијама је дошло до седиментације субаерског материјала и барске вегетације. Од ових суспендованих честица формиране су глиновите творевине. Такође, њихово порекло је везано за услове настанка на слатинама и ритским црницама (Букуров, 1975).



Карта.2. Геолошка карта Бачке

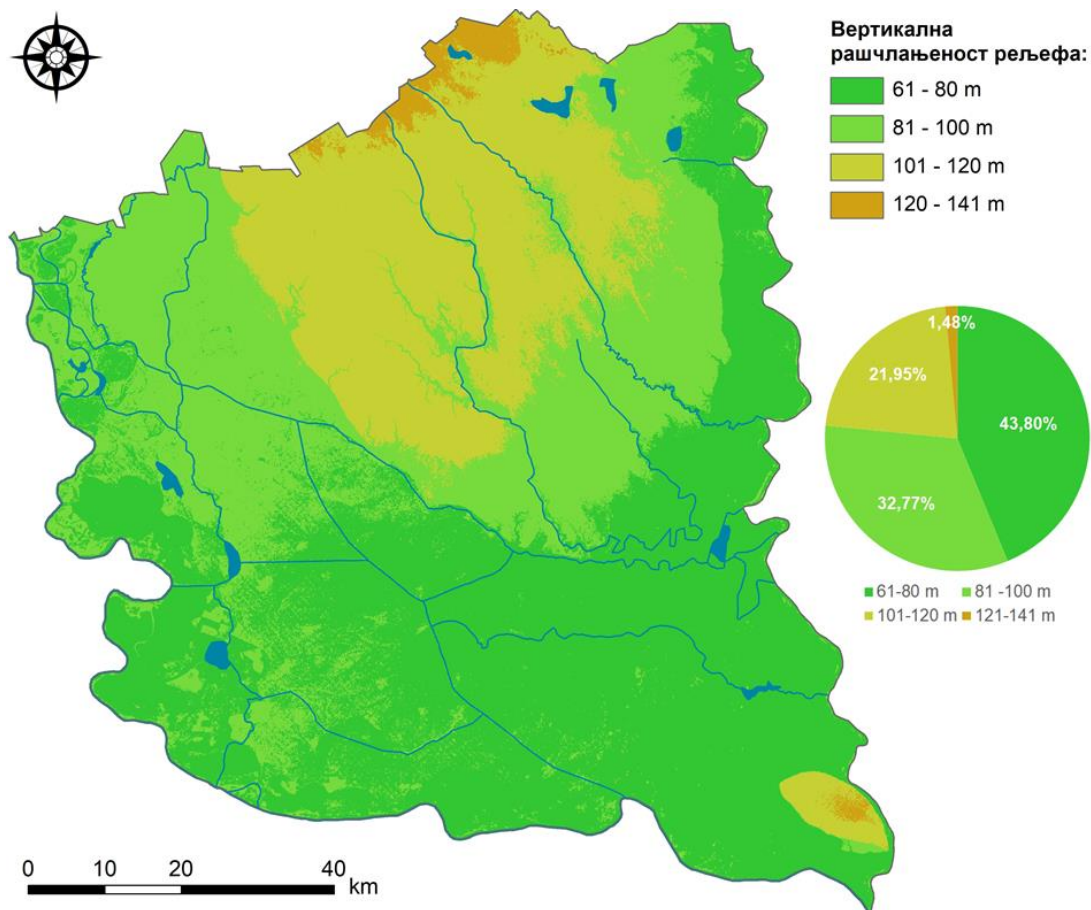
Извор: Аутор на основу софтвера ArcGIS 10.7

МОРФОМЕТРИЈСКЕ И МОРФОЛОШКЕ ОДЛИКЕ БАЧКЕ

Вертикална рашчлањеност рељефа представља морфометријски параметар који чини висинску разлику између највише и најниже тачке унутар посматране површине. Ради се о значајном квантитативном индикатору који указује на геоморфолошке процесе и особине рељефа (Lozić, 1995). На овај начин, могуће је са извесном прецизношћу лоцирати површине и зоне које су повољне за планирање привредних активности, што је од значаја у поступку геоеколошког вредновања подручја истраживања. Давидовић, Миљковић и Ристановић (2005) су на основу диференцијације рељефа анализирали вертикалну рашчлањеност рељефа Бачке. Аутори су морфометријском анализом пружили увид у просторни распоред, односе и величину појединих категорија наведене одлике рељефа. Највећи део Војводине припада класи где је вертикална разлика по km^2 1-5 m. Овој класи припада највећи део површине Бачке. На основу вертикалне рашчлањености Војводине издвојено је дванаест микрорегиона, од тога четири на територији Бачке: а) Северна Бачка, 2) Јужна и Западна Бачка, 3) Бачко Подунавље и 4) Тителски крај. Севернобачки микрорегион обухвата простор око Суботице. Највећи део припада класи рељефа од 1-5 m (64%). Без рашчлањености (0 m) је 18% територије микрорегиона. Класи 6-10 m припада 10% територије, а класи 11-20 m свега 8% анализираниог подручја. Микрорегион Јужне и

Западне Бачке има 52% територије где рашчлањеност износи од 1-5 м. Без рашчлањености (0 м) је 43%, а класа 6-10 м обухвата 5% територије. Бачко Подунавље се одликује највећом рашчлањеношћу класе 1-5 м (70%). Без рашчлањености (0 м) је 25%, са класом 6-10 м је 4%, док је у класи 11-20 м свега 1% површине микрорегиона. Тителски крај, у границама Бачке, има доминантну рашчлањеност од 1-5 м (30%) и од 6-10 м (25%). Са 20% површине је рашчлањеност 21-50 м, а 15% од 11-20 м. Око 8% територије одликује рашчлањеност 51-100 м, док је свега 2% подручја без рашчлањености (0 м) (Давидовић, Миљковић и Ристановић, 2005).

На први поглед, Бачка припада низијским пределима – просечне надморске висине су у распону од 76 до 130 м. Највећи део територије Бачке припада класи од 61-80 м (43,80%). Класи 81-100 м припада нешто мањи просторни обухват подручја истраживања (32,77%). Израженији хипсометријски односи су у класи 101-120 м (21,95%), док је најмањи удео категорије 120-141 м, од свега 1,48% (Карта 3). Дакле, овде је доминантан морфометријски одраз топографске површине, малих апсолутних висина.



Карта 3. Вертикална рашчлањеност рељефа Бачке

Извор: Аутор на основу софтвера ArcGIS 10.7

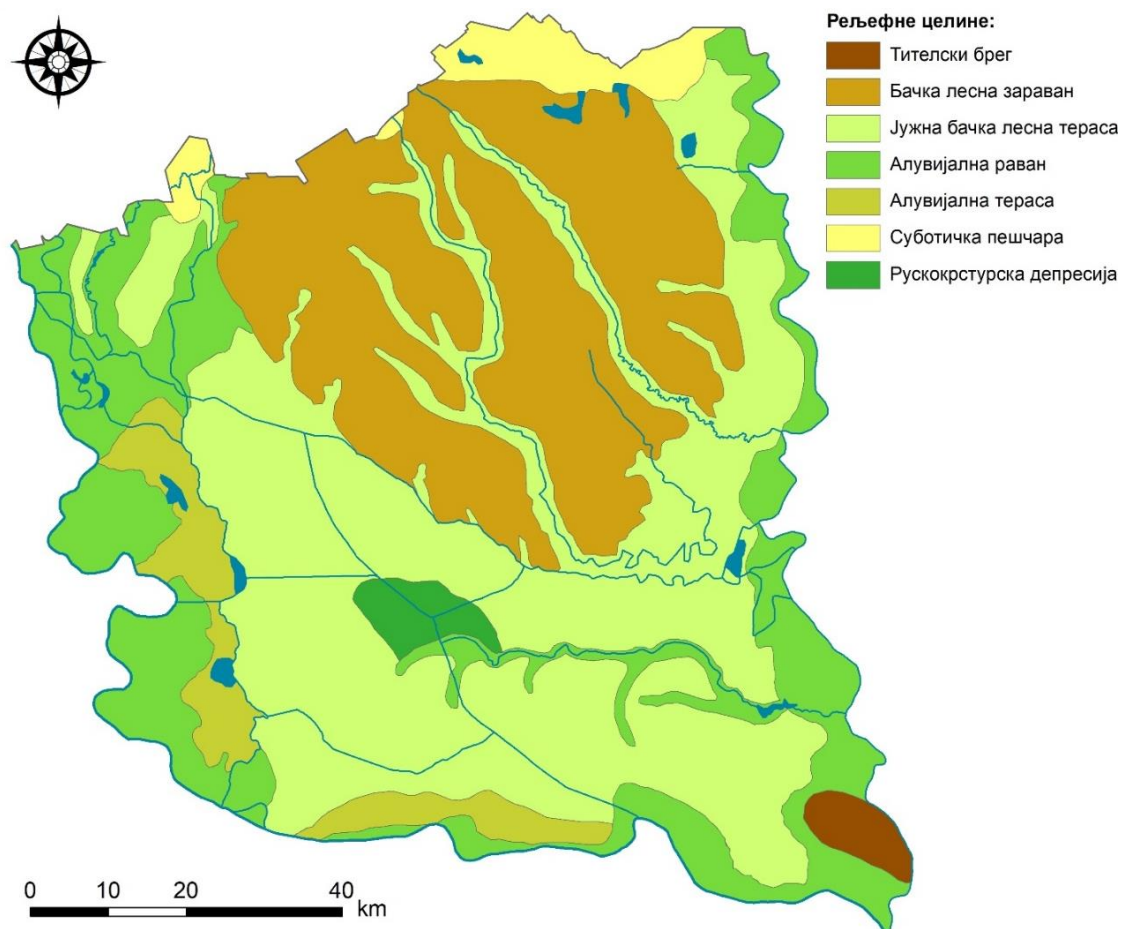
Рељефну униформност Бачке нарушава неколико маркантних морфолошких целина. Суботичка пешчара се простире северно од Суботице, Палића и Хоргоша па се преко границе простире дубоко у Мађарску. На територији Србије њена апсолутна висина износи од 100 до 143 м. Нешто нижа, средња бачка лесна зараван, простире се од Великог бачког канала до Суботице и државне границе према Мађарској. Максимална висина заравни је

125 m северно од Суботице, а минимална 90 m северно од Србобрана. Висински еквивалент овој заравни је Тителски брег (111-130 m надморске висине). Средњебачка лесна зараван са запада, југа и истока опкољена је лесном терасом. Лесна тераса је за око двадесет метара нижи рељефни члан у Бачкој. Њене надморске висине откривају благу нагнутост ка југоистоку. Лесне терасе су опкољене нешто нижим алувијалним равнима Дунава и Тисе. Апсолутне висине алувијалних равни опадају према југоистоку и низводно у односу на речне долине. Висине алувијалних равни су од 84 m на северозападу до 79 m на југоистоку Бачке (Букуров, 1975).

На основу морфометријских, геолошких и морфогенетских особина подручје истраживања се може диференцирати на:

- а) лесне заравни,
- б) лесну терасу,
- в) пешчару и
- г) алувијалне равни.

Букуров (1975) истиче да лесне заравни имају два морфолошка представника: Тителски брег и средње-бачку лесну зараван. Лесна тераса се одликује са четири морфолошка члана: јужна, источна, западна и тителска. Алувијалне равни су представљене алувијалном равни Дунава и алувијалном равни Тисе. Посебну рељефну целину чини Суботичка пешчара (Карта 4).



Карта 4. Геоморфолошка карта Бачке

Извор: Аутор модификовао у софтверу ArcGIS 10.7 на основу Букуров (1975)

Еолски облици рељефа Бачке

Еолске творевине у Бачкој су представљене лесним заравнима и пешчаром. Лесне заравни су акумулативно-структурне површи и платои, изграђене еолским навејавањем лесне прашине. Пешчаре представљају пределе еолске акумулације песка, где су у мањем или већем обиму сачувани облици динског рељефа (Букуров, 1953). Лесне заравни и пешчаре представљају битне морфолошке облике рељефа Панонског басена. Ови облици су настали током плеистоцена (рис и вирм) и у бореалној фази холоцена. Оне се у Бачкој не јављају као јединствене површи, већ су раздвојене долинама панонских река (Павловић, 2018).

Лесне заравни. *Тителска лесна зараван* (у литератури означен и као Тителски брег, Тителски лесни плато) налази се на крајњем југоистоку Бачке, код ушћа Тисе у Дунав (*Прилог 4*). Лесна зараван је елипсастиг облика, издужена у правцу северозапад–југоисток (17 km), док је краћа оса југозапад - североисток (7 km). Елипсасти облик Тителска лесна зараван је добила захваљујући ерозивном раду Тисе и Дунава, о чему сведоче стрми одсеци на североистоку и истоку, где је ерозивни процес и данас актуелан. Посебно је значајан 60 m висок и стрм одсек изнад Тисе, који је настао подсецањем и обурвавањем леса. На овом лесном одсеку уочава се пет смеђих зона, што указује да је лес навејаван у шест фаза. На основу пронађених остатака палеофауне (мамута) може се закључити да је навејавање леса извршено у другој половини плеистоцена за време глацијалне фазе (Петровић, 1982). Marković et al. (2008) су утврдили да је навејавање лесних депозита највероватније обављено кроз 5 глацијалних/интерглацијалних циклуса. Смењивање палеоземљишта сугестира на снажни прелазак од хумидне интерглацијалне климе током средњег плеистоцена према аридном интерглацијалном климату касног плеистоцена. Остале стране заравни су врло вероватно биле изложене идентичном геоморфолошком агенсу у ближој геолошкој прошлости, али су денудацијом ублажени првобитно стрми одсеци који су добили форму и изглед падина. Због тога, висине одсека нису свуда истоветне. Букуров (1986) наводи да је највећа висина одсека заравни према Тиси (на североистоку и истоку), где достиже 52 m, док је на јужној страни, према Тителу и тителској тераси, релативна висина само 30 m. Са површином од 94 km², ова морфолошка творевина није омогућавала постанак и развој већих геоморфолошких целина. У хипсометријском смислу, Тителска лесна зараван је у највећој мери заталасана и на бројним местима ижлебљена предолицама. Просечна висина заравни износи 120 m, највећа висина на потезу Калварија износи 128 m, док је најмања висина 111 m (Букуров, 1975).

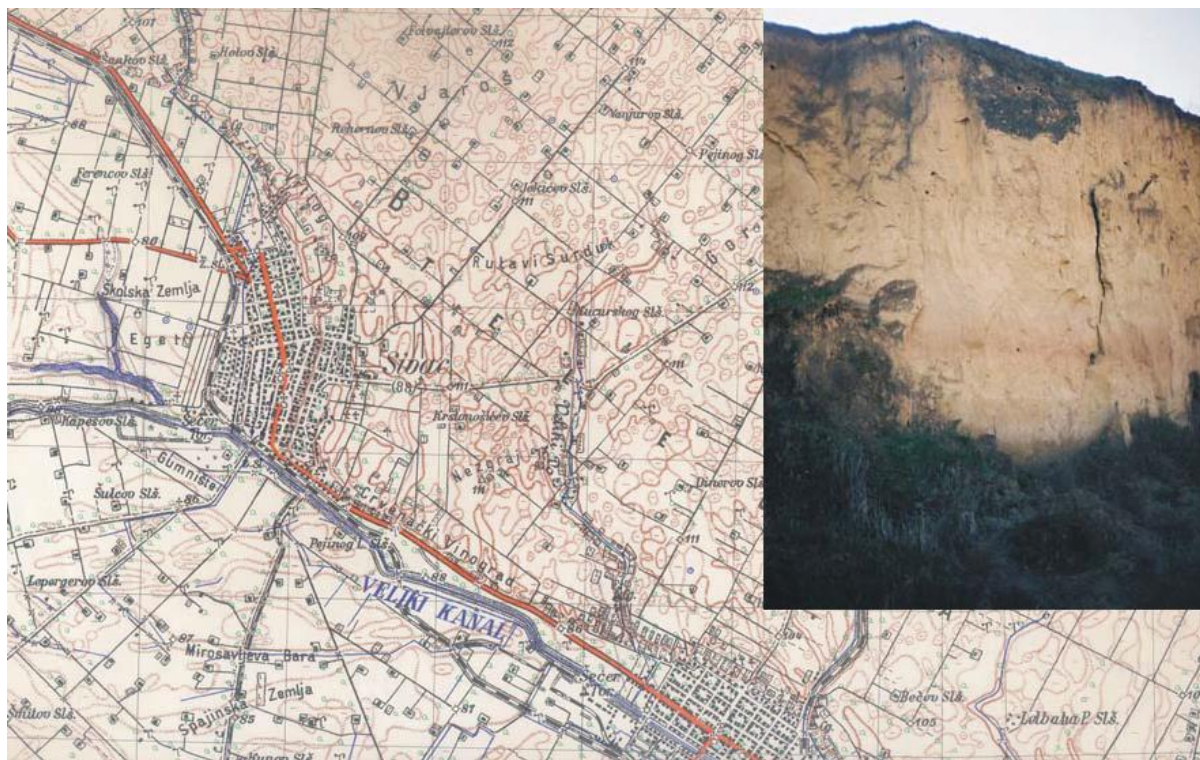
О постанку Тителске лесне заравни, као изразито усамљеног платоа, постоји више схватања. Према Милојевићу (1949) зараван је у прошлости била у вези са Сремском лесном заравни. Дунав је текао око северног обода заравни у облику великог меандра, па је бочном ерозијом пробио врат меандра и одвојио зараван у посебну целину. Букуров (1975) тумачи изолованост Тителског брега прелесном хидрографијом. Овај аутор сматра да је морфологија Тителске лесне заравни формирана у првим периодима навејавања леса, када је већ била оивичена Дунавом и Тисом. На северу, она је била одвојена од Телечке двома рекама, Црном баром (сада Велики бачки канал) и Јегричком, које су се или као рукавци Дунава или као самосталне реке сливале према Тиси. Петровић (1982) сматра да Тителска лесна зараван никада није била у вези са Сремском лесном заравни и оформљена је као самостална целина још у првим фазама акумулације леса. Према Кошћалу, Менковићу и

Кнежевићу (2008) меандрирање Дунава и касније пресецање меандра представља процес којим је лесна зараван постала изоловано лесно острво. Поред стрмих одсека, најистакнутији облици рељефа на Тителској лесној заравни су сурдуци, висеће долине и лесне предолице (лесне вртаче). Дубина ових депресија достиже максимално 4 m, а густина 26/km² (Zeeden et al., 2007).



Прилог 4. Северна падина Тителског лесног платоа са околним рељефним целинама
Извор: Аутор на основу Јовановић et al. (2014)

Бачка лесна зараван (Прилог 5) се као геоморфолошки еквивалент Тителском брегу простире у централном делу северне половине Бачке (површине 2.800 km²). Њена доста заравњена површина на јужном делу се зове Телечка, а на источном Горњи брег. Она се од околног нижег земљишта издваја висином од 10-30 m. Ова лесна зараван представља благу и сасвим слабо засвођену узвишицу, чије надморске висине опадају према западу, истоку и југу. Око Суботице ова лесна зараван има висине од 110-125 m, а према југу се спушта до 90 m. Простор Телечке је јасно издвојен од околног нижег лесног земљишта. Њену границу још јаче истичу прибрежна насеља, која су или изграђена непосредно на самој њеној ивици или подножју. Тако, лесна зараван се посебно упадљиво истиче западно од Кањиже, Сенте, Аде и Мола (код насеља Велебита, Трешњевца и Горњег Брега), која су цела на лесној заравни. Западно од Бечеја (код Србобрана и Врбаса) падине бачке лесне заравни су слабије изражене. Код Куле, Црвенке и Сивца одсеци су високи од 10-30 m, али нису засечени већ је њихов пад ублажен плавинама. Даље, према западу граница бачке лесне заравни пролази поред Кљајићева, Чонопље, Светозара Милетића, Станишића и Риђице. Северна граница Бачке лесне заравни је прилично нејасна, пошто се у овом делу лес меша са песком Суботичке пешчаре. Граница почиње источно од Хоргоша и наставља се на запад преко насеља Шупљака, Палића, Суботице и Таванкута. Песковитих формација има у мањем обиму и око Риђице, Растине и Бачког Брега (Давидовић, Миљковић и Ристановић, 2005).



Прилог 5. Профил Бачке лесне заравни (палео-земљишна лесна секвенца) код Сивца

Извор: <https://sites.google.com/site/lesuvojvodini1/home/profil-backe-lesne-zaravni>

Бачка лесна зараван је долином Криваје подељена на источни и западни део; њена површина је избраздана већим бројем утолеглица и лесних вртача пречника до 450 m, што јој даје заталасан изглед. Заправо, овај геоморфолошки представник Бачке има изглед благо и слабо засвођене узвишице настале преко седимената алувијалне лепеде (Кошћал, Менковић и Кнежевић, 2005). Дебљина лесне заравни је различита и креће се до 10 метара. На попречном профилу леса уочавају се две смеђе зоне, што указује да је навејавање леса обављено у три фазе. Смеђе зоне су откривене у Кули, Сивцу и између Сивца и Кљајићева (Петровић, 1982). Лесна зараван је формирана од самог краја претпоследњег глацијала и током читавог горњег плеистоцена (Marković et al., 2008), а претпоставља се да су најмлађи слојеви леса холоцене старости. Западни и јужни обод Бачке лесне заравни је веома дисециран флувијалном ерозијом. Долови, специфичне долине у лесу, могу се сврстати у групу сувих долина и дају посебно обележје топографском изгледу овог простора. Највеће долове су изградили Криваја и Чик. Њихов настанак треба узети за речне мреже које су постојале у влажнијим климатским фазама горњег плеистоцена и холоцена (Ђалић и сар., 2018).

Лесне терасе. Иако лесна тераса изгледа прилично једнолично, она опкољава средњобачку лесну зараван са источне, јужне и западне стране. Источна (а) је смештена између лесне заравни и алувијалне равни Тисе, јужна (б) између лесне заравни и алувијалне равни Дунава и западна (в) која је лоцирана између лесне терасе и алувијалне равни Дунава, на западу. Као посебна орографска целина (у погледу генезе и самог географског положаја) идваја се Тителска лесна тераса (г) која опкољава Тителску лесну зараван (Давидовић, Миљковић и Ристановић, 2005).

Источни део лесне терасе (а) протеже се од границе према Мађарској на северу до Великог бачког канала на југу и од високих одсека лесне заравни на западу до алувијалне равни Тисе на истоку. На западу, према лесној заравни граница је јасно дефинисана, пошто је представљају лесни одсеци, висине и до 30 m, који својим блажим или стрмим косама доминирају над лесном терасом. На северу граница није прецизно одређена, пошто у околини Хоргоша доминира песак алувијалног порекла. На источној страни граница је прилично јасна будући да је представљена линијом која раздваја лесну терасу од алувијалне равни Тисе. Ова граница је криволинијског карактера и на њој се појављују конкавни и конвексни делови, који заједно са банатском страном делимично сужавају или проширују алувијалну равн Тисе. Јужна границе ове лесне терасе је дефинисана Великим бачким каналом. Ширина овог дела бачке лесне терасе је различита. Тако, код Мартоноша ширина износи 14 km, код Кањиже 10 km, северозападно од Надрљана 7 km, код Сенте 5 km, код Аде 8 km, код Мола 10 km и код Бачког Петровог Села 6 километара. Јужније, у атару општине Бечеј, она се спаја са делом који представља јужнобачку лесну терасу. Апсолутне висине источног дела лесне терасе опадају у меридијанском правцу. На северу су оне око 86 m, док су на југу око 81 m. Код Кањиже просечна висина је 84 m, код Сенте 83-84 m, код Бечеја 82-83 m, код Жабља 83 m и Титела 81-82 m надморске висине. Приближна нагнутост лесне терасе од севера према југу износи око 5 m. Када је реч о релативним висинама источног дела лесне терасе морфометријски односи су нешто другачији. Највећа висина је на југу, где просечно износи 8-10 m, док је најмања на северу, где је око 5 m (Букуров, 1975).

Јужни део лесне терасе (б) се простире у јужној Бачкој, између Телечке на северу и Дунава на југу. На истоку овај део терасе у Потисју спаја се са источним делом бачке лесне терасе, док се на западу и југу она преко алувијалне равни Дунава спушта понегде и до инундационе равни ове реке. Јужна граница је слабо изражена линија упоредничког правца пружања. Она пролази северно од Новог Сада, Футога, Гложана и Бачке Паланке. Западном границом се сматра ток реке Мостонге, и то вишом њеном обалом. Апсолутне висине јужне бачке лесне терасе показују неуједначеност: јужно од Сомбора висина је у просеку 90 m, код Оцака 88 m, северно од Бачке Паланке 86 m, јужно од Врбаса 85 m, код Змајева 84 m, северно од Новог Сада 83 m и северно од Мошорина 82 m. Релативне висине јужнобачке лесне терасе изнад алувијалне равни износе: код Сомбора 5 m и Мошорина 6 m (Давидовић, Миљковић и Ристановић, 2005).

Западни део лесне терасе (в) се простире између Телечке и алувијалне равни Дунава. Западна граница према Дунаву граница је јасно одређена, јер је чине одсеци између овог дела лесне терасе и алувијалне равни Дунава. На источној страни границу чини Телечка тј. средњобачка лесна зараван. Она се за око 20 m издиже изнад лесне терасе. Између лесне терасе и Телечке налази се пространа алувијална равн Плазовића и Мостонге. Највеће апсолутне висине су код Риђице (100 m), а најмање код Сомбора (90 m). Релативна висина изнад алувијалне равни Дунава износи 5 до 6 m (Букуров, 1975).

Тителска лесна тераса (г) представља фрагмент лесне терасе која је добила топоним због близине Тителског брега. Она се пружа у облику издуженог троугла, чија је основица окренута према Локу. На источној половини ове терасе изграђен је Горњи Тител, док западна половина има назив Доње поље. Тераса је у упоредничком правцу дуга око 6 km, просечне надморске висине око 84 m (Давидовић, Миљковић и Ристановић, 2005). Изразите геоморфолошке творевине на тераси су: лучна удубљења, брежуљци и речне долине. Истакнути облици рељефа су знатно боље развијени на јужном делу лесне терасе него на

источном и западном делу (Букуров, 1975). Јужна бачка лесна тераса припада сливу Дунава и Тисе. Развође између Дунава и Тисе је на западном делу, тако да много већи део припада сливу Тисе у односу на слив Дунава. С обзиром да је лесна тераса знатно нижа на истоку, скоро сви водотоци између Дунава и Тисе имају правац запад – исток. Лучна удубљења су нарочито бројна у јужним деловима лесне терасе, она су полумесечастог и криволинијског облика. Други рељефни облик су брежуљци. Ови облици својим изгледом подсећају на пешчане дине или спрудове поред река. Изразити брежуљци су северно од Сомбора, поред Мостонге, северозападно од Бачке Паланке, северно од Бачког Петровца, северно од Пригревице. Они су прекривени слојем леса у повлатном слоју. Осим ових облика, у лесу бачке лесне терасе усечено је и неколико речних долина, од којих су најзначајније Јегричка и Црна бара (Давидовић, Миљковић и Ристановић, 2005).

Према схватањима Милојевића (1949) и Букурова (1975) лесна тераса је акумулативног порекла. У геолошком саставу доминатно је учешће преталоженог барског леса, мада се у фрагментима јавља и сувоземни лес нагомилан током вирма. У поствирмском периоду тераса је добила данашњи изглед и димензије. Ови аутори сматрају да је тераса постала акумулативним радом и ерозивним процесима, који су се обавили за време вирма III и после касног вирмског глацијала. Они су установили да разни типови леса откривају да је лесна тераса постала еолском и флувијалном акумулацијом као и флувијалном ерозијом.

Лес на тераси је без смеђих зона, што указује да се навејавање одиграло у само једној фази. Са друге стране, време његовог навејавања је тешко утврдити. Аутори сматрају да се реконструкцијом сувоземне, мешовите и барске фауне којом располажу лесни слојеви на тераси тај проблем не може решити (ова фауна је заступљена током читавог квартара). Међутим, ова проблематика се може решити тумачењем стратиграфских односа лесних слојева. Морфохронологија указује да је након последњег вирмског навејавања наступио влажнији период када реке акумулирани материјал разарају и стварају своје алувијалне равни. Поствирмском ерозијом створене су данашње долинске равни, а некадашње долинске равни постају терасе (Букуров, 1978).

Пешчара. Комплекс Бајско-суботичке пешчаре представља крајње јужне огранке система пешчара међуречја Дунава и Тисе, који на северу почињу код Будимпеште (Ћалић и сар., 2018). На територији Бачке песковите формације се пружају северно од Суботице, у виду огромног лука дуж државне границе према Мађарској (Суботичка или Бачка пешчара). Суботичка пешчара се састоји из два дела: Суботичко-хоргошког и Таванкутског песка, који на територији Мађарске, чине целину са Бајско-суботичком пешчаром. Све три наведене целине дају пешчари површину од 250 km². Док је граница Суботичке пешчаре на северу дефинисана песковима који допиру скоро до Будимпеште, дотле јужну границу чини зона измешаног песка и леса, па је она прилично неодређена. У морфолошком смислу, Суботичка пешчара представља заталасану површ, где су хипсометријски највише тачке на северу и северозападу од Суботице, док се према истоку, западу и југу површине спуштају до мањих висина. Примера ради, на Чавољу висине достижу 131 m, на Горњој Келебији 134 m, на Томпи 134 m, док су висине мање на алувијалној равни Тисе (81 m) и Дунава (85 m). У рељефу Суботичке пешчаре издваја се пет морфолошких елемената: дине, издувине, међудинске депресије, лесне оазе и долине. По Милојевићу (1949) пешчара је настала крајем плеистоцена и почетком холоцена (у вирму) и навејавање песка је било у једној фази

(ово потврђују изостајање тамних зона у лесу). Букуров (1975) је усвојио ово схватање, али је сматрао да су „северни делови пешчаре настали током млађег плеистоцена“.

Флувијални облици рељефа Бачке

Процес флувијалне акумулације је доминантан на простору Панонске низије и представљен је, пре свега, акумулативним облицима који се јављају по дну речне долине (Ћалић и сар., 2018). Речне долине панонских река су широког дна и благих страна настале претежним деловањем бочне (латералне) ерозије. Долине граничних река Бачке су полигенетског порекла: Дунава (флувијално-тектонске) и Тисе (флувијално-абразионе) (Чворо и Голубовић, 2001). У дну долине, услед изливања реке и плавења, материјал се транспортује и ван речног корита, формирајући заравни у доњим токовима река – алувијалне равни. Алувијалне равни представљају најниже (70-90 m н.в.) и најмлађе облике рељефа у Панонском басену. Захватају велико пространство у речним долинама Дунава, Тисе и њихових притока у Бачкој. Благо су нагнуте низ речни ток, а постале су бочним померањем обала, поткопавањем и обурвавањем леса. Корита река око којих се налазе алувијалне равни су плитка, а алувијалне равни су широке и ниске. При минималном повећању водостаја, ниво подземних вода се повећава и долази до њиховог избијања на површину. Тада алувијалне равни плаве и долази до претварања појединих делова алувијалне равни у ритове, који су неплодни и обрасли хидрофилном вегетацијом (Павловић, 2018). Алувијална раван Дунава по уласку на простор Србије широка је само са источне стране (лева обала) 10-20 km, алувијална раван Тисе 5-15 km, а у пределу њиховог сутока, са изузетком Тителског брега, ширина прелази 20 km (Popov, Marković and Štrbac, 2012).

Алувијалне равни. Алувијалне равни Дунава и Тисе су најнижи и генетски најмлађи морфолошки чланови Бачке. *Алувијална раван Дунава* у Бачкој има два нивоа. Виши ниво представља алувијалну терасу, а нижи инундациону раван Дунава. Према томе, алувијална раван Дунава има два рељефна члана: алувијалну терасу и инундациону раван. Алувијална тераса Дунава се простире јужно и западно од јужне бачке терасе и раставља је од инундационе равни Дунава. Њен почетак на западу је доста нејасан, али Букуров (1975) сматра да почиње од линије Богојево-Каравуково и спушта се према југу све до Плавне и Букина. Од ове тачке почиње јужни део који се завршава на линији Нови Сад – Римски Шанчеви. Узводно од Бездана, сомборске Шикаре и Моноштора, алувијална раван Дунава је рашчлањена бројним старим речним долинама између којих се уздижу узвишења. Ова узвишења су малих релативних висина, вероватно представљају фрагменте алувијалне терасе. Даље према југу алувијална тераса је геолошки сложенија јер је састављена од пескова и леса. Даље, од Богојева до Мостонге, од Бођана до Бача и од Бачког Новог Села до Младенова, морфолошки изглед овог рељефног члана је сличан, али преовлађују заравњене пешчане површи алувијалног порекла. На делу између Бачке Паланке и Новог Сада, ове насlage се јасно истичу и од ниже инундационе равни одвојене су јасним одсесима. Топографску површину ове морфолошке целине одликује блага заталасаност, јер су стари речни токови на њој засути алувијалним материјалом. Граница алувијалне терасе није јасно изражена према северу, где се губи у инундационој равни Дунава, док је доста изражена на југу. На истоку, према јужној бачкој лесној тераси границу чини лева обала Мостонге. Западна граница, према инундационој равни Дунава, почиње од Богојева, Вајске

и Бођана и допире до Плавне и Бачког Новог Села. Јужна алувијална тераса је сасвим уска, од 500 до 1.000 m, а код Новог Сада и до 2.000 m. Јужна граница овог појаса, према инундационој равни Дунава, полази од великог дунавског меандра код Букина, па се креће јужно од Бачке Паланке, јужно од Челарева, Гложана, Бегеча, Футога, Ветерника и избија на Нови Сад. Северна граница ове терасе иде паралелно са јужном на удаљености од 500 до 2.000 m. Њу чине стрмији или блажи одсеци јужне бачке лесне терасе.

Инундациона равн Дунава има идентичан правац са правцем отицања Дунава, само што је инундациона равн краћа за 50 km од речног корита Дунава. Ширина инундационе равни варира (нпр. јужније од границе према Мађарској она износи око 19 km, између Бездана и Батине износи 6 km, између Богојева и Ердута ширина је 5 km, код Новог Сада и Петроварадина 0,7 km, док је код Титела и Старог Сланкамена 8 km). Дунав има врло уску долину равн, много ужу од инундационе равни Тисе, иако је знатно моћнији водоток. Границе инундационе равни су прилично јасно дефинисане. На појединим секторима оне су оивичене благим странама, високим 2-5 m, док су на другим представљене стрмим одсечима висине 8-10 m. Надморска висина инундационе равни Дунава опада у правцу његовог отицања. Геолошка грађа инундационе равни представљена је рецентим муљем и песковитим фракцијама, које је Дунав наталожио при изливању великих вода. Сувљи и оцедитији делови равни су под муљевитим песком, док су нижи и влажнији делови састављени од грубљег материјала (Букуров, 1953).

Алувијална равн Тисе у односу на алувијалну равн Дунава има само један ниво, који је нагнут од севера ка југу, тј. у правцу отицања матичне реке. На ниској и водоплавној површини неједнаке ширине, Тиса својим меандерским положајем се наизменично приближава десној односно левој страни. Границе алувијалне равни Тисе су доста јасне. На северној страни равн Тисе се спаја са равни Мориша, док се на југу спаја са широком алувијалном равни Дунава. На западној страни граница алувијалне равни је доста разуђена, до Жабља и Ђурђева, где је раздвојена долином Јегричке и са неколико мањих токова. Северно од Тителског брега алувијална равн се рачва, при чему један крак опкољава Тителски брег са западне стране, што представља доказ некадашњег тока Тисе. Ширина алувијалне равни Тисе колеба од 4-20 km, а карактеришу је бројна сужења (између Мартоноша и Крстура, Кањиже и Кнежевца, Сенте и Чоке, Аде и Падеја, Бечеја и Новог Бечеја, Титела и Перлеза), између којих су велика проширења. Она представља најнижег геоморфолошког члана у долини Тисе; он је формиран ерозивним радом граничне реке Бачке и Баната. У литолошком саставу, доминирају пескови, речни муљ и глина, као и песак еолско-флувијалног порекла (Букуров, 1975).

Алувијална равн Тисе на простору Бачке није потпуно равна, већ је дисецирана рецентним речним токовима. На њеној површини приметна су удубљења и узвишења. Највећи број токова на алувијалној равни је сув, али дубљи и већи имају константно залихе воде, која лагано отиче кроз мрежу меандара или се задржава у депресијама формирајући мочваре и ритове. Пре регулације, Тиса је при високим водама напуштала старе речне токове и стварала нове, а касније и њих напуштала. На тај начин, у алувијалној равни створена су удубљења лучног облика, која су често била паралелна. Од значаја је чињеница да на линији данашњег тока Тисе постоји једна моћна раседна линија дуж које се врши непрекидно спуштање (Букуров, 1953).

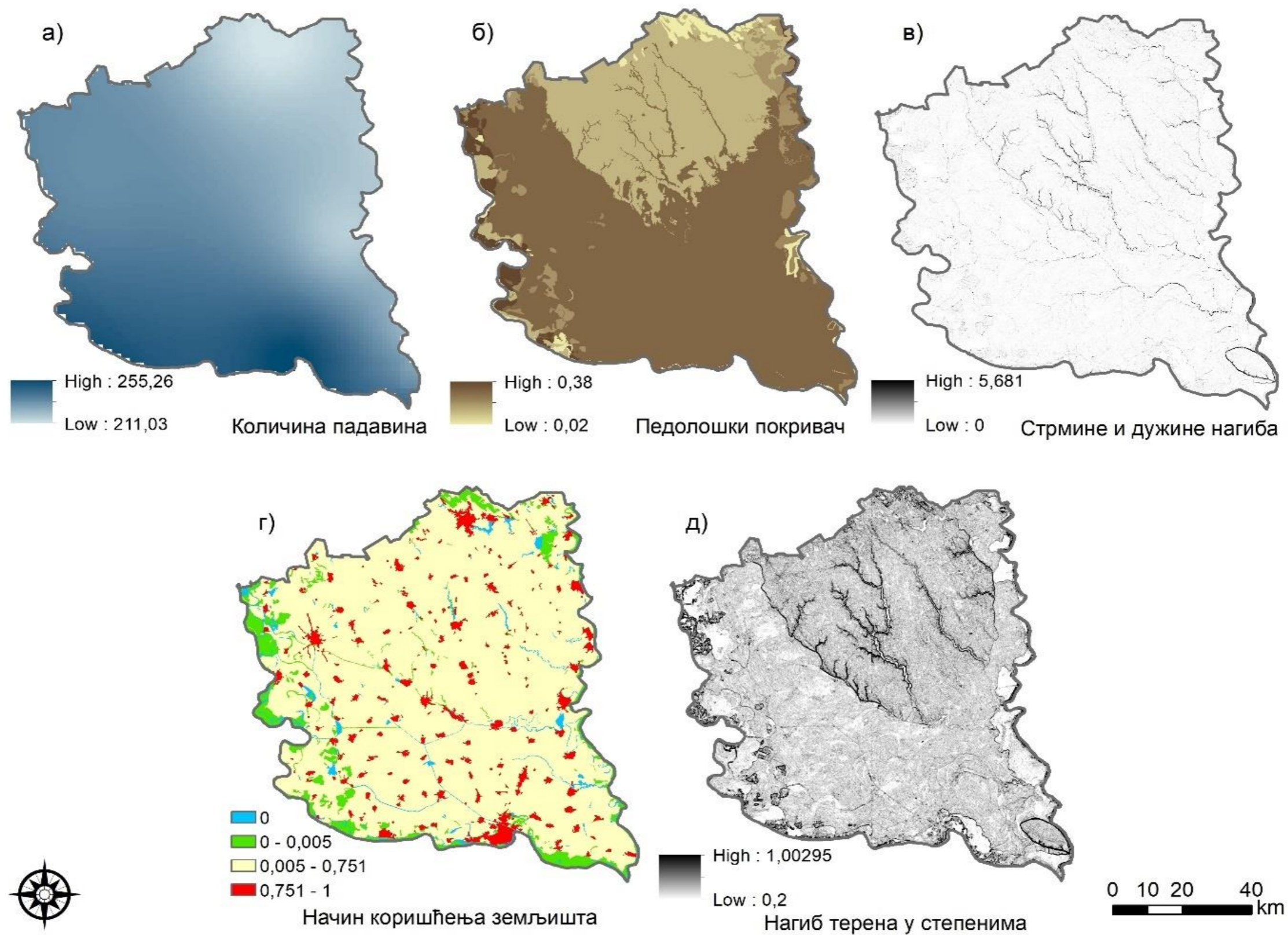
ОРОГРАФСKE ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ

Значајне орографске промене које представљају сегмент промена у животној средини су промене изазване процесом ерозије земљишта. Ерозија земљишта представља природни процес који се односи на одношење горњих слојева земљишта деловањем различитих ерозивних агенаса попут воде, ветра, силе гравитације. Овај феномен представља озбиљан проблем са аспекта животне средине који је препознат тридесетих година XIX века (Doula and Sarris, 2016). Овај процес је у већини случајева изазван природним факторима (Sharma et al., 2011; Khaledian et al., 2017), мада може бити убрзан антропогеним активностима попут интензивне пољопривреде, неадекватног коришћења земљишта, дефорестације и обраде земљишта на стрмим падинама (Jayasekara et al., 2018). Посебно су деградацијом земљишта угрожена пољопривредна земљишта која бележе губитак фертилног слоја, израженије површинско отицање воде и редукацију залиха воде за вегетацију (Ganasri and Ramesh, 2016). Lal (2015) сматра да је 33% земљишта широм света погођено деградацијом (више од 4900 милиона ha). Wuerper et al. (2020) су установили да је просечна глобална стопа ерозије $2,4 \text{ t ha}^{-1} \text{ год}^{-1}$, док је на националном нивоу ова стопа нижа ($\sim 1,4 \text{ t ha}^{-1} \text{ год}^{-1}$). Потенцијално повећање стопе глобалне ерозије земљишта је узроковано експанзијом обрадивих површина. Највеће повећање интензитета ерозије се предвиђа за суб-сахарску Африку, Јужну Америку и Југоисточну Азију (Borrelli et al., 2017).

У оквиру докторске дисертације орографске детерминанте ће бити анализирани на основу RUSLE ерозивног модела који служи у детекцији интензитета ерозије земљишта путем одређивања износа просечне стопе губитка земљишта. RUSLE метод је из разлога боље интерпретације добијених резултата интегрисан са ГИС алатом. Такође, биће предложени скуп активних мера и поступака у борби против ерозије у циљу адекватне контроле интензитета ерозивних процеса при различитим наменама коришћења земљишта. На подручју истраживања интензитет ерозије земљишта је процењен ЕРМ методом (Гавриловић, 1972). Примена RUSLE метода приликом процене ерозије земљишта представља иновативни приступ, будући да у досадашњим истраживањима Бачке ерозија земљишта није анализирана наведеном методом. На тај начин, могуће је у будућим истраживањима извршити компарацију резултата добијених применом RUSLE методе са ЕРМ методом (Efthimiou et al., 2016). Овај приступ добија на значају узимајући у обзир чињеницу да теренска истраживања интензитета ерозије земљишта на подручју истраживања датирају из седамдесетих година прошлог века (Карта ерозије СР Србије, 1983).

Процена интензитета ерозије земљишта Бачке применом RUSLE емпиријског модела

RUSLE емпиријски модел је заснован на производу више појединачних фактора на основу којих се процењује просечни годишњи губитак земљишта по јединици површине: R – кишни ерозивни фактор, K – фактор еродибилности земљишта, L – фактор дужине падине, S – фактор нагиба падине, C – начин коришћења земљишта и P – фактор конзерваторске праксе. Сваки од појединачних фактора из RUSLE једначине је изведен посебно применом ArcGIS 10.7 софтвера (Карта 5).



Карта 5. Просторна дистрибуција: а) фактора ерозивности падавина (R), б) еродибилности земљишта (K), в) дужине падине и фактора нагиба падине (LS), г) начина коришћења земљишта (C) и д) фактора конзерваторске праксе (P) на подручју Бачке

Извор: Аутор на основу софтвера ArcGIS 10.7

На простору Бачке вредности кишног ерозивног фактора (R) за интервал 1981-2010. године варирају у интервалу од 211,03 до 255,26 (*Карта 5а*), са просечном вредношћу $232,07 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ год}^{-1}$. Ниске вредности R фактора су заступљене у североисточним деловима Бачке, док југозападни делови показују више вредности. Детектоване вредности на југозападу се могу објаснити утицајем орографских односа, тј. близином Фрушке горе. Генерално посматрано, ерозивни потенцијал овог фактора и његова просторна дистрибуција су у вези са плувиометријским режимом. Сличне падавинске обрасце у просторној дистрибуцији годишњих падавинских сума на простору Бачке и Војводине су квантификовали и Тошић et al. (2014).

Вредност еродибилности земљишта (K) су у распону од 0,02 до 0,38 (*Карта 5б*), са просечном вредношћу $0,243 \text{ t ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. Више вредности K фактора су забележене у алувијалним равнинама Дунава и делом Тисе. Нешто ниже вредности су регистроване на југу, али и у источним и западним деловима Бачке. Најниже вредности су присутне на северу подручја истраживања, али и у „оазама“ дуж речних токова Тисе и Дунава. Просторна дистрибуција овог фактора је у интеракцији са текстуром и доминантним типовима земљишта. Вишим вредностима овог фактора кореспондирају алувијална земљишта, ритске црнице, ритске смонице и мочварна земљишта формирана на барском лесу и алувијалном наносу. Ова земљишта спадају у потенцијално најплоднија, али због високих вода су често плављена, што умањује њихов бонитет (Пивнички и сар., 2005). Нешто ниже вредности фактора у односу на претходне типове земљишта испољава изузетно плодан чернозем формиран на копненом лесу у оквиру лесних заравни и тераси Бачке (Хаџић и сар., 1997). Минималне вредности K фактора су просторно везане за песковите формације Суботичке пешчаре, где су присутна иницијална, слабо развијена земљишта (сироземи) формирана на песку еолског порекла, ређе лесу (Миљковић, 1996).

Минимална вредност дужине падине и фактора нагиба падине (LS) је 0, док максимална вредност износи 5,681 (*Карта 5в*), са просечном вредношћу од 1,92. Просторна варијабилност овог фактора показује да су најниже вредности карактеристичне за хипсометријски најниже делове терена Бачке. Централни делови Бачке представљају значајно дисециран терен што је последица густе речне мреже представљене Кривајом, Мостонгом са притокама као и каналском мрежом (Велики Бачки канал и канал Дунав-Тиса-Дунав). Ово представља узрок израженој вредности LS фактора. Највише вредности овог фактора су евидентиране на Тителском лесном платоу.

Вредности начина коришћења земљишта (C) су у интервалу од 0-1 (*Карта 5г*), са просечном вредношћу 0,296. Подручје истраживања се састоји од 24 класа земљишног покривача, где је 5 основних класа, које су од значаја за ерозију земљишта: а) пољопривредно земљиште (84,9%), б) површине под шумским покривачем (6,5%), в) урбанизоване површине (5,9%), г) водене површине (2,0%) и д) некатегорисане површине (0,7%). Просторна дистрибуција овог фактора је изразито хетерогена. Највише вредности C фактора детерминишу знатан део територије Бачке који је од значаја у пољопривредној производњи. Најниже вредности фактора односе се на водене акваторије (алувијалне равни Дунава, Тисе и њихове напуштене меандре; језера флувијалног и еолског порекла).

Фактор конзерваторске праксе (P) варира у интервалу од 0,2 до 1,00295 (Карта 5d), са средњом вредношћу 0,219. Највећи део подручја истраживања одликују више вредности P фактора, што указује на неадекватну контролу ерозије. Из овог разлога, неопходно је предузети одговарајуће антиерозивне мере. Више вредности фактора су забележене у долинама већих бачких река и њихових притока; као и на ивицама Тителског лесног платоа.

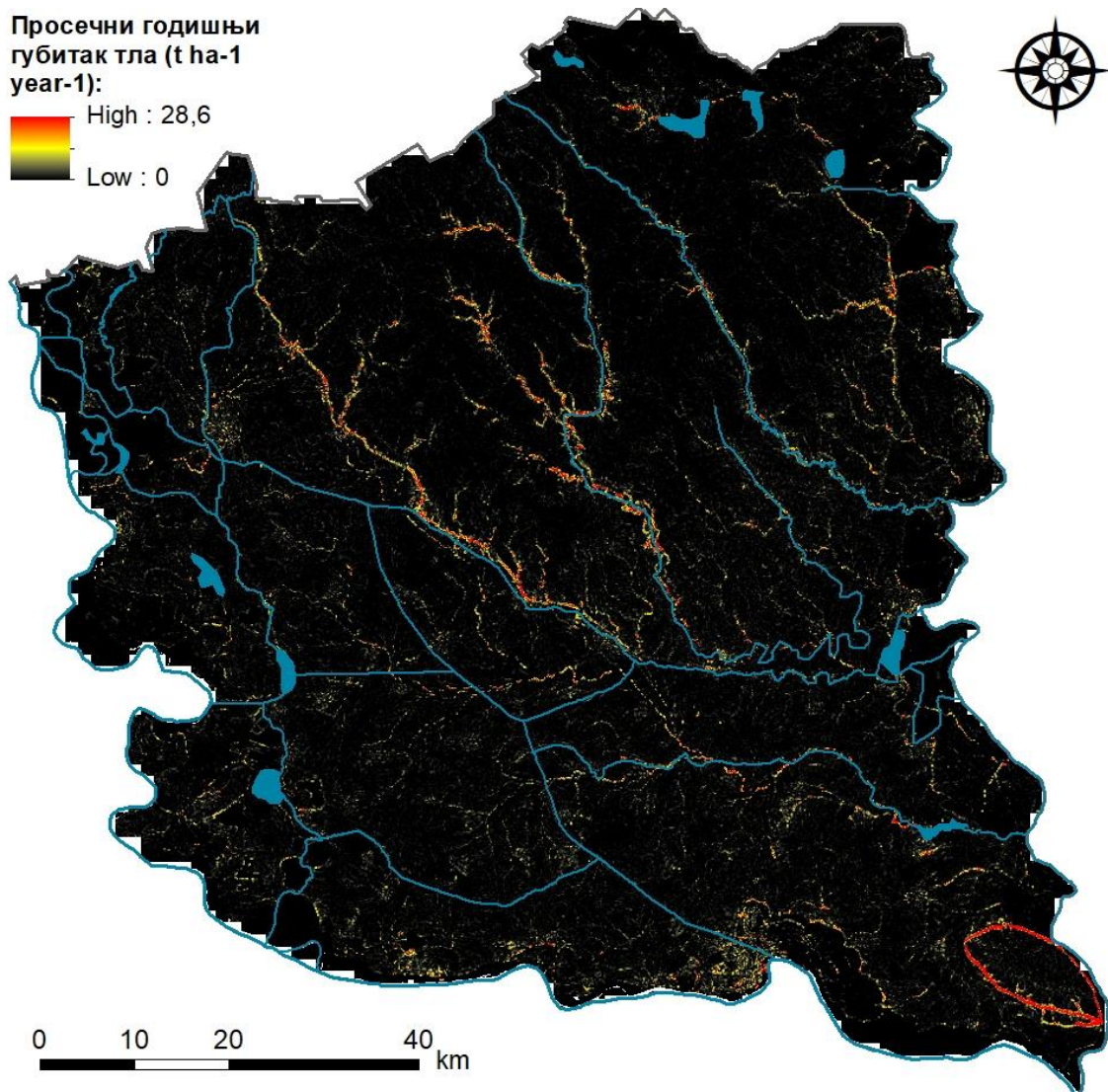
Табела 10. показују просечни годишњи губитак тла (A) који је на простору Бачке у интервалу од 0-28,6 t ha⁻¹ год⁻¹, са просечном вредношћу од 0,007022 t ha⁻¹ год⁻¹. Резултати указују да је 99,98% територије Бачке у категорији веома ниске ерозије (0-2 t ha⁻¹ год⁻¹). У категорији ниске ерозије је 0,01% (2-10 t ha⁻¹ год⁻¹). Умерена ерозија је заступљена на 0,000682% (20-28,6 t ha⁻¹ год⁻¹), док је изражена ерозија заступљена на 0,0000009% терена Бачке. Класа веома изражена ерозија (>28,6 t ha⁻¹ год⁻¹) није заступљена.

Табела 10. Површине под различитим категоријама ерозије на подручју Бачке

Категорије ерозије	Стопа ерозије (t ha ⁻¹ год ⁻¹)	Површина (km ²)	Површина (ha)	Површина (%)
Веома слаба (I)	0-2	8786,23	878623,29	99,981679
Слаба (II)	2-10	1,53	153,99	0,017410
Умерена (III)	10-20	0,06	6,21	0,000682
Изражена (IV)	20-28,6	0,008	0,81	0,000009
Веома изражена (V)	>28,6	/	/	/
		8787,84	878784,3	100,00

Извор: Аутор на основу калкулација у ArcGIS 10.7 софтверу

У просторној дистрибуцији интензитета ерозије земљишта уочава се да на највећем делу територије Бачке не постоје еродибилни услови који одговарају категоријама интензитета ерозије земљишта од II-V (Карта 6). Ерозија земљишта слабог интензитета присутна је у већим речним долинама Бачке (нпр. Мостонге, Криваје) и уопште, на подручју бачке лесне заравни. Такође, још слабије изражена потенцијална ерозија земљишта је евидентирана на знатној површини осталих морфолошких целина Бачке: лесне терасе, алувијалне равни, алувијалне терасе и пешчаре. Изузетак представљају контактни делови бачке лесне заравни и лесне терасе као и лесне заравни и пешчаре где је присутна ерозија већег интензитета. Највећи процењени просечни износ ерозије земљишта (28,6 t ha⁻¹ год⁻¹) је забележен на рубним деловима Тителског лесног платоа.



Карта 6. Просторна дистрибуција просечног годишњег губитка земљишта ($t ha^{-1} год^{-1}$) у Бачкој на основу интеграције *RUSLE* модела и ГИС техника

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

У односу на просечне стопе губитка земљишта где анализирани подаци указују на веома ниске стопе ерозије, у односу између категорија ерозије земљишта и начина коришћења постоје другачији ерозивни обрасци (Табела 11). У категорији веома ниска ерозија ($0-2 t ha^{-1} год^{-1}$) је 83,73% култивисаног земљишта. Веома ниска ерозија захвата и 6,50% земљишта под шумским покривачем и 5,91% земљишта под вештачким (урбанизованим) површинама. Ниска ерозија ($2-10 t ha^{-1} год^{-1}$) је изражена на 58,22% култивисаних површина и 39,04% вештачких површина. Умерена ерозија ($10-20 t ha^{-1} год^{-1}$) угрожава 48,57% обрадивог земљишта и 42,86% вештачких површина. Умереним интензитетом ерозије погођено је и 8,57% водених површина Бачке. Изражена ерозија ($20-28,6 t ha^{-1} год^{-1}$) посебно погађа култивисано земљиште (55,56%) и вештачке површине (44,44%). Категорија веома изражена ерозија ($>28,6 t ha^{-1} год^{-1}$) није заступљена на подручју истраживања. Повољну околност представља чињеница да остале категорије коришћења земљишта (земљишта под травнатом вегетацијом, шумама и воћњаци и виногради) нису угрожена II, III и IV категоријом ерозије. Ове површине имају значајан утицај на редукацију

ерозије земљишта. Међутим, резултати показују да су култивисана земљишта и вештачке површине од приоритетног значаја где је пожељно применити одговарајуће мере заштите и конзервације у будућности.

Табела 11. Процентуални удео (%) категорија ерозија земљишта под различитим типовима земљишног покривача и начина коришћења земљишта на подручју Бачке

Земљишни покривач/начин коришћења земљишта	Категорије ерозије земљишта и стопе ерозије ($t\ ha^{-1}\ год^{-1}$)				
	Веома слаба	Слаба	Умерена	Изражена	Веома изражена (ексцесивна)
	0-2	2-10	10-20	20-29,4671	>29,4671
Вештачке површине	5,91	39,04	42,86	44,44	/
Пољопривредно земљиште	83,73	58,22	48,57	55,56	/
Воћњаци и виногради	0,35	0,00	0,00	0,00	/
Земљиште под травнатом вег.	1,18	1,17	0,00	0,00	/
Шумско земљиште	6,50	0,64	0,00	0,00	/
Влажно земљиште	0,66	0,00	0,00	0,00	/
Водене акваторије	1,68	0,93	8,57	0,00	/
Σ	100,00	100,00	100,00	100,00	/

Извор: Аутор на основу калкулација у ArcGIS 10.7 софтверу

Утицај ерозивних фактора на просечне стопе губитка земљишта

Детектована дистрибуција губитка земљишта на подручју истраживања представља резултат деловања појединачних ерозивних фактора. Статистичка веза између варијетета ерозивних фактора и динамика ерозије показује статистички значајне трендове између одређених параметара и интензитета ерозије (Табела 12).

Табела 12. Коefицијенти корелације између годишњег губитка земљишта (E) и ерозивних параметара (R, LS, C, P)

	R	LS	C	P	E
Кишни ерозивни фактор (R)	1	/	/	/	/
Дужина падине и фактор нагиба падине (LS)	-0,07	1	/	/	/
Начин коришћења земљишта (C)	0,83	0,50	1	/	/
Фактор конзерваторске праксе (P)	0,90	-0,50	0,50	1	/
Годишњи губитак земљишта (E)	-0,07	1	0,50	-0,50	1

Извор: Аутор на основу истраживања

Из разлога утврђивања доминантног утицаја анализираних ерозивних параметара на величину ерозије истраживаног подручја у раду је примењена вишеструка корелација. Добијени резултати (Табела 12) указују да је снажна корелација присутна између интензитета ерозије (E) и LS фактора (коэффициент корелације износи 1). Осим тога, јака корелација је изражена између R и C фактора (коэффициент корелације 0,83) као и R и P фактора (коэффициент корелације 0,90).

Резултати представљени у овом раду су упоређени са картом ерозије СР Србије (1983) и опсервацијама Лазаревића (2009). У односу на интервал 1966-1971. године процене су да је интензитет ерозије земљишта на простору Бачке и Војводине остао у границама садржаним на карти ерозије. На регионалном нивоу, добијени резултати указују да је на одабраним студијама случаја ерозивни процес слично класификован: а) у долини Беснице на територији Словеније износ ерозије земљишта просечно износи $36 \text{ ha}^{-1} \text{ год}^{-1}$, са снижавањем топографске површине од 2,6 mm на годишњем нивоу; међутим, израчунате вредности су високе јер су мерења обављена након обилних падавина (Komac and Zorn, 2005); б) 90% територије Македоније припада I-III категорији ерозије, док је на 30% територије Бугарске потенцијални ризик од ерозије висок (Blinkov et al., 2013); в) око 47% површине Босне и Херцеговине је у категорији веома ниске ерозије (Тошић et al., 2013); г) слив Дубрачине (Хрватска) припада категорији слабе ерозије (Dragičević et al., 2018), д) интензитет ерозије у Миоцком потоку (Црна Гора) је квантификован као умерен (Spalević et al., 2020). Већи део Панонске низије у границама Мађарске показује категорију веома ниске ерозије (Centeri et al., 2019), док Waltner et al. (2020) указују на редукцију просечне стопе ерозије земљишта (до $0,28 \text{ t ha}^{-1} \text{ год}^{-1}$). Овакве вредности су сличне уколико се упореде са ниским просечним вредностима ерозије земљишта у Бачкој.

УТИЦАЈ ОРОГРАФСКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Интеракција између рељефних облика и људских активности се може манифестовати на више начина: а) модификацијом падина у брдско-планинским подручјима за потребе пољопривреде и узгој култивисаних биљака; б) изражена еродибилност површина захваћених еолским процесом услед пољопривредних активности, што има за последицу редукцију вегетационог покривача; в) изражено одношење природне вегетације интензивним деловањем антропогеног фактора доводи до ширења урбанизованих површина (Brown et al., 2017).

На основу примењеног модела, у докторској дисертацији је извршена анализа ерозивних фактора, просечног износа ерозије земљишта и њене просторне дистрибуције као и класа намене земљишта захваћеним одговарајућим категоријама ерозије. Следећи закључци су издвојени и сумирани:

- а) услед знатне површине Бачке присутна је хетерогеност ерозивних фактора;
- б) просечни годишњи губитак тла на подручју истраживања је у интервалу од 0-28,6 $\text{t ha}^{-1} \text{ год}^{-1}$, са просечном вредношћу од $0,007022 \text{ t ha}^{-1} \text{ год}^{-1}$;
- в) највећи део територије Бачке се одликује условима врло ниске ерозије, са изузетком већих речних долина и посебно Тителског лесног платоа;
- г) у односу на начин коришћења земљишта, ерозијом I, II, III и IV интензитета су посебно угрожене пољопривредне и вештачке површине.

д) вишеструка корелациона анализа указује да од свих ерозивних фактора на интензитет ерозије највећи ефекат има величина дужине падине и фактора нагиба падине (LS), са коефицијентом корелације.

Сумирани резултати су у сагласности са претходним истраживањима (1966-1971) која су обављена од стране експертског тима на челу са Р. Лазаревићем. На овом простору постоје објективни услови за појаву ерозије, јер 72,9% територије чине еродибилни терени. Међутим, и поред повољних околности за развој ерозије у Војводини је заступљена ерозија врло слабе категорије (Карта ерозије СР Србије, 1983). Последњих година на простору Бачке анализиран је интензитет ерозије Тителског лесног платоа. Kalkan et al. (2020) су извршили прорачун ерозије на његовим рубним деловима, на примеру јаруге где је антропогени фактор минимално изражен. Аутори су утврдили да је ерозија земљишта доминантан процес, док су процењене вредности губитка земљишта у распону од $-1.58 \text{ t ha}^{-1} \text{ год}^{-1}$ до $-10.60 \text{ t ha}^{-1} \text{ год}^{-1}$, што ерозивни процес класификује као умерен.

Однос између орографских детерминанти и одрживог развоја на простору Бачке се манифестује појавом ерозије. Овај процес испољава неповољан директан утицај на шумарство и пољопривреду, као две гране привреде које су у највећој мери угрожене деловањем ерозије. Директне штете од ерозије су бројне, а јављају се услед: а) одношења фертилног слоја земљишта; б) плављења земљишта, инфраструктуре и насеља; в) засипања фертилних земљишта наносима пореклом од еродираних материјала; г) одношења семенског материјала и вештачких ђубрива са обрадивих површина; д) индиректног оштећења усева и осталих култивисаних биљака (Кичи, 1985). У смислу доминантног геоморфолошког агенса који утиче на тип ерозије, за време влажних периода у Бачкој јавља се водна ерозија представљена флувијалном (Лазаревић, 2004) и плувијалном ерозијом (Lukić et al., 2019). Током сушних фаза преовлађује процес изазван ерозивним деловањем ветра, па је еолска ерозија нарочито изражена на северу Бачке (Baumgartel et al., 2019). Према томе, на подручју истраживања испољава се комбиновани утицај орографских и климатских детерминанти. Фактор који је од значаја за интензитет ерозије је слаба пошумљеност терена. На основу CLC (2018) пошумљеност Бачке износи свега 33.000 хектара, што чини свега 3,8% територије Бачке. Осим тога, и просторни распоред шума је врло неповољан, јер је највећи удео шумских састојина сконцентрисан на простору Суботичко-хоргошке пешчаре и уског појаса уз Дунав и Тису (Орловић и Томовић, 2011). Шумске састојине на северу Бачке су последица пошумљавања средином XIX века које је везало лако покретљиви песак Суботичко-хоргошке пешчаре тј. редуковало интензитет еолског процеса и тиме смањило штете у пољопривреди (Ћалић и сар., 2018). Неповољну околност представља и чињеница да су најмање пошумљене зоне оне у којима је развијена интензивна пољопривредна производња, па је пољопривредно земљиште угрожено ерозијом. Пошто Бачка представља значајан пољопривредни рејон АП Војводине и Републике Србије, који располаже са 591.332 ha (37,6%) искоришћеног пољопривредног земљишта (Анкета о структури пољопривредних газдинстава, 2019) у плану је подизање шумских заштитних појасева на површини од 5.276,33 ha. Ово би повећало степен пошумљености Бачке за 2,20% (Пекећ et al., 2008).

Наведене чињенице указују да је неопходно предузети одређене антиерозивне мере са циљем заустављања ерозивних процеса у подручјима осетљивим на ерозију, заштиту пољопривредног земљишта од одношења и спречавања штета у насељима. Предложене мере у борби против ерозије на подручју истраживања укључују биолошко-амелиоративне

мере - силвикултурне и агроелиоративне (Petković et al., 1999). Вегетациони покривач је одличан регулатор режима отицања воде на пољопривредном земљишту. Адекватна обрада, која побољшава структуру тла и апсорбцију воде, чини земљиште отпорним на ерозију, чиме доприноси очувању земљишног фонда и повећању пољопривредне производње (Дукић и Гавриловић, 2006). Предложене мере биолошке заштите од ерозије земљишта су: пошумљавање, затрављивање, терасасто подизање воћњака и винограда, као и обрада земљишта по хоризонталама. У урбаним срединама контрола ерозије обухвата скуп мера техничке природе. Оне су овде неопходне јер урбанизација модификује природни циклус падавина редукацијом инфилтрационих способности земљишта. Ове мере представљају део програма управљања отицањем падавинских вода које захтевају локалне самоуправе. Контрола ерозије обухвата изградњу инфраструктуре која поседује способност дренажања вода пореклом од експесивних падавина тј. делује као физичка баријера која редукује интензитет ерозивног процеса (Khadka et al., 2019). На територији Србије деценијама постоји изражен проблем са инфраструктуром која служи за одводњавање падавинских вода у урбаним срединама. Два су важна фактора која чине борбу против ерозије у урбаним целинама отежаном: а) застарелост постојећих система и б) занемаривање ове инфраструктуре (Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године, 2017).

Примена RUSLE модела на примеру Бачке је детерминисана интегрисањем постојећих података са ГИС алатом. Ово поглавље потврђује резултате претходних истраживања и указује на изводљивост предложеног приступа у процени просторне дистрибуције фактора у емпиријском RUSLE моделу, интензитета ерозије земљишта и интеракције категорија коришћења земљишта са ерозивним условима. У перспективи, представљени резултати могу послужити као важна основа у планирању начина коришћења земљишта, као и издвајању потенцијално угрожених зона (подручје Тителског брега). Такође, резултати се могу искористити у квантитативној компарацији са резултатима добијеним применом EPM модела у циљу утврђивања везе између коефицијента ерозије и стопе ерозије добијене применом RUSLE модела. Међутим, како би се унапредила примена овог комбинованог метода на територији Србије, резултати добијени на овај начин морају бити потврђени. Из овог разлога, потребно је организовати директна теренска мерења интензитета ерозије земљишта на простору Бачке.

КЛИМАТОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ

Миљинчић и Пецељ (2008) истичу значај климе као геоеколошког фактора из разлога кумулативног утицаја: а) на својства неживе средине (абиотичка компонента), б) својства живе средине (биотичка компонента) и в) утицаја на људско друштво (антропогена компонента). Геоеколошко вредновање климе је посебно актуелно имајући у виду проблем климатских промена и бројне покушаје редукције антропогених утицаја на глобалну климу. Климатске промене се односе на статистички значајне варијације просечних вредности климе на декадном нивоу или током дужих интервала (Hulme, 2017). Иако су климатске промене највише изражене на глобалном нивоу, њени утицаји се разликују од региона до региона (Arnell et al., 2019). Године 1989. Монреалски протокол је ратификован од стране 197 држава у циљу очувања озонског омотача (Downie, 2012). Кјото протокол (1997) је пројектовао смањење емисије који су узрок глобалном загревању (Breidenich, 1998). Актуелни Париски споразум о климатским променама (2015) је резултирао бројним контроверзама, пошто државе потписнице нису у потпуности имплементирале споразум (Teske, 2019). Интеракције између климатских промена и одрживог развоја су дуалног карактера: а) климатске промене утичу на природне и антропогене услове за опстанак популације и као такве представљају основу социјалног и економског развоја и б) различите приоритете људских друштава у односу према емисији гасова са ефектом стаклене баште који су узрок климатским променама и рањивости на глобалном нивоу (IPCC, 2014a).

ТЕРМИЧКИ РЕЖИМ БАЧКЕ

Термички режим, као мера топлотних услова на територији Бачке представљен је типизацијом годишњег тока температуре ваздуха. Према Вујевићу (1948) у смислу годишњег тока температуре ваздуха ови предели припадају типу умерених ширина. У њему се издвајају максималне вредности температуре ваздуха после летњег солстицијума (обично у јулу) изнад копнених предела, док се минимуми вредности јављају након зимског солстицијума (најчешће у јануару). Анализиране метеоролошке станице на простору Бачке (Табела 13) указују на исправност закључака Вујевића, тако да су у годишњем току температура ваздуха максималне вредности у јулу, а минималне током јануара. Најизраженије вредности максималних температура ваздуха су на МС Палић и МС Бечеј (21,9°C), док су најмање вредности максималних температура ваздуха евидентирани на МС Сомбор (21,5°C). Минимуми температура ваздуха су најизраженији на МС Палић (-0,7°C) и МС Бечеј (-0,6°C), док су на МС Бачки Петровац промене најмање изражене (-0,1°C). На континенталност климата указују температурне амплитуде. Т. Ракићевић (1989) класификује сва подручја са амплитудом <math>< 23^{\circ}\text{C}</math> као просторе континенталних утицаја. Континентални утицаји су најизраженији на северу Бачке, са амплитудом температуре ваздуха од 22,6°C (МС Палић). Континентални услови су најмање изражени на МС Бачки Петровац (21,9°C). Сличне резултате у смислу континенталности је истакао и Вујевић (1936). Аутор истиче да се континенталност повећава од југозапада према североистоку, тј. управо онако како се повећавају јулске температуре ваздуха. Узроци оваквог термичког режима су вишеструки: а) топлотни утицаји са Јадранског мора услед орографске препреке

у виду Динарида не долазе до изражаја; б) топлотни утицаји са Средоземног мора тешко се пробијају кроз Моравско-вардарску удолину; в) утицаји са Атлантског океана су још слабије израженији, због удаљености, али и баријере попут Алпа; г) знатне површине под лесом и песком су подложне термичким променама, тј. брзом загревању у летњој половини године, али и интензивном хлађењу зими (Букуров, 1975). На интеракцију између континенталности и аридности указали су Hrnjak et al. (2014) утврдивши најниже вредности индекса суше де Мартона на североистоку Бачке.

Табела 13. Годишњи ток температура ваздуха (°C) на подручју Бачке (1949-2018)

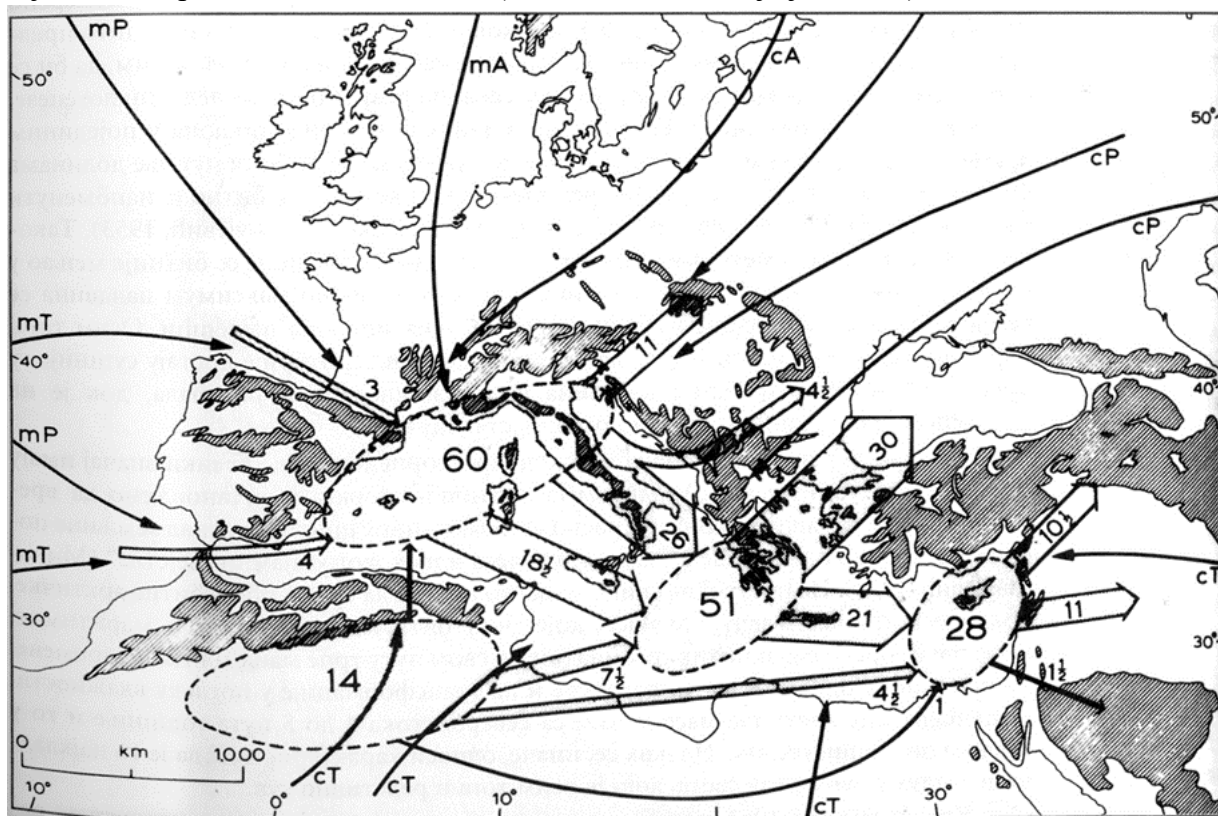
Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI	Год.
Палић	-0,7	1,2	5,8	11,6	16,7	20,2	21,9	21,2	16,8	11,2	5,7	1,1	11,0
Бачки Петровац	-0,1	1,7	6,4	11,9	17,1	20,2	21,8	21,3	17,0	11,5	6,3	1,7	11,4
Бечеј	-0,6	1,4	6,1	11,7	17,1	20,1	21,9	21,5	17,0	11,5	6,0	1,4	11,3
Сомбор	-0,5	1,4	5,9	11,6	16,7	20,0	21,5	20,9	16,5	11,1	5,7	1,3	11,0
Нови Сад	-0,3	1,6	6,1	11,8	16,9	20,1	21,8	21,4	17,0	11,6	6,2	1,6	11,3

Извор: Аутор на основу РХМЗС (2019)

ПЛУВИОМЕТРИЈСКИ РЕЖИМ БАЧКЕ

Годишња сума падавина на територији Војводине и Бачке резултат је интеракције различитих фактора. За плувиометријски режим Панонске низије од значаја је атмосферска циркулација малих и средњих размера, која обухватају европско копно и Балканско полуострво. На режим падавина посебно је значајна циклогенеза која се јавља у Ђеновском заливу. Путање тих циклона се рачвају у Тршћанском и Кварнерском заливу у три путање, које су означене са Vb, Vc и Vd. Прва од њих прелази преко Словеније, пограничних делова према Аустрији и Мађарској, преко Словачке и иде даље према Варшави. Друга путања Vc креће се на исток, долином Саве и Дунава према Црном мору. Трећа, Vd пролази дуж Јадрана ка Средоземном мору и ту се састаје са путањом Vc, па као путања Vd1 завршава такође на Црном мору. Путањом Vb депресије се крећу најчешће у пролеће и лети и оне тада имају утицај на временска збивања у северозападним и северним деловима наше земље. Путањом Vc депресије најчешће иду у мају и јуну, а затим у другој половини јесени. Услед преласка ове депресије преко Панонске низије јавља се примарни максимум падавина крајем пролећа и почетком лета (у мају и јуну), док је секундарни максимум крајем јесени (у октобру и новембру). Осим тога, за атмосферску циркулацију над Србијом веома су битне и путање кретања циклона у ширем окружењу. Сматра се да око половине њих следи приказане правце (Карта 7), док остали најчешће „лутају“ по Средоземљу и често мењају смер (Дуцић и Радовановић, 2005). Такође, треба имати у виду да се Војводина истиче као значајан циклогенетски регион, где морфометријске прилике утиче на циклогенетске

процесе. Значај циклогенезе овог дела Србије представља чињеница да је на 1/6 територије Војводине образовано 65% циклона (Radovanović and Vjeljac, 2004).



Карта 7. Просечна годишња учесталост медитеранских депресија и ваздушне масе над Европом од 1926-1939. и 1945-1992. године

Извор: Аутор на основу Barry and Chorley (1992)

Напомена: Ознаке ваздушних маса (mA – маритимне арктичке; cA – континенталне арктичке; cP – континенталне поларне; mP – маритимне поларне; cT – континенталне тропске и mT – маритимне тропске).

У годишњем току падавина издвајају се два максимума и два минимума (Табела 14). Први максимум јавља се на свим метеоролошким станицама у Бачкој, почетком лета, у јуну. Он је најизраженији на МС Нови Сад (86,0 mm), док се најмање падавина у овом месецу излучи на МС Палић (73,8 mm). Ови максимуми падавина су већи од секундарних крајем јесени (у новембру). Анализирано по станицама, новембарске количине падавина су највише у случају МС Сомбор и МС Бачки Петровац (по 51,9 mm). Најмање изражен секундарни максимум падавина је на МС Палић (47,9 mm). Јунски, летњи максимум је последица барометарске депресије, која је изазвана високим температурама ваздуха. Такође, на кишни режим утиче и интензивније испаравање у летњем периоду.

Први минимум није временски уједначен, јер је присутан током зимских (у Бачком Петровцу - 38,5 mm, Бечеју – 35,0 mm и Новом Саду – 37,3 mm) и пролећних месеци (Сомбору 34,7 mm и Палићу 32,7 mm – где је забележена најмања месечна сума падавина). Узрок оваквој синоптичкој ситуацији јесте развој кошаве, који као ветар континенталног порекла, доноси суво и ведро време. Секундарни минимум падавина се јавља током јесени, у октобру на свим метеоролошким станицама (минимум је најизраженији на МС Палић –

38,3 mm). Годишња сума падавина бележи слабе варијације (у интервалу од 558,9 mm на МС Палић до 624 mm на МС Нови Сад).

Добијени резултати који се односе на плувиометријски режим Бачке су у сагласности са истраживањима аутора. Тако, у оквиру изохијетне карте у „Атласу климе СФР Југославије“ простор североисточне Бачке припада подручју које прима најмању количину падавина на државној територији са мање од 600 mm воденог талога (Хидрометеоролошка служба Социјалистичке Федеративне Републике Југославије, 1969). Сличне климатске обрасце примећују и Lazić, Marković and Pavić (2004). Аутори су анализирали плувиометријски режим и падавинске екстреме у Бачкој (од 1951. до 1990). У смислу сушности, издвајају МС Палић (537,0 mm), што потврђују и резултати анализе режима падавина у докторској дисертацији у 69-годишњем раздобљу. У регионалногеографском смислу, Јужна Бачка (608,2 mm) је влажнија од северног дела регије (562,2 mm), што су скоро идентични резултати у поређењу са подацима из табеле. Вујевић (1953) сматра да је реч о *подоунавској варијанти* континенталног режима, са два максимума падавина (најчешће почетком лета) и два минимума падавина. Заправо, територију Бачке као и читаве Србије одликује *прелазни тип плувиометријског режима* (подручје припада прелазној зони између континенталног и медитеранског типа плувиометријског режима).

Табела 14. Средње месечне и годишње суме падавина (mm) на подручју Бачке (1949-2018)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
Палић	33,5	33,8	32,7	42,4	57,0	73,8	59,2	50,5	44,4	38,3	47,9	45,5	558,9
Бачки Петровац	38,5	38,8	39,6	46,1	62,1	81,4	59,2	53,8	48,6	44,6	51,9	49,4	614,0
Бечеј	37,2	35,0	36,0	47,9	59,2	76,4	62,8	54,2	43,6	42,5	49,0	49,4	593,3
Сомбор	36,6	35,9	34,7	45,9	60,9	76,5	66,0	52,5	47,7	45,3	51,9	47,1	600,9
Нови Сад	38,1	37,3	39,2	47,9	65,8	86,0	63,9	54,8	45,5	46,1	51,2	49,2	624,7

Извор: Аутор на основу РХМЗС (2019)

Вујевић (1953) сматра да је реч о *подоунавској варијанти* континенталног режима, са два максимума падавина (најчешће почетком лета) и два минимума падавина. Заправо, територију Бачке као и читаве Србије одликује *прелазни тип плувиометријског режима*. У пракси ово значи да ово подручје припада прелазној зони између континенталног и медитеранског типа плувиометријског режима.

На основу представљених климатских односа на простору Бачке, може се одредити климатска рејонизација подручја истраживања. На основу Кепенове класификације климата, Бачка припада *Cfb* климатском типу (Milovanović et al., 2017). Овај тип означава умерено-топло поднебље са равномерно распоређеним падавинама током године и израженим падавинама у топлијој половини године у односу на зимски период. Средња месечна температура најтоплијег месеца ($T_{sr} < 22^{\circ}\text{C}$, али не и мања од 20°C). Температура

најхладнијег месеца је $>3^{\circ}\text{C}$, са два максимума падавина – на почетку лета и крајем јесени (Радиновић, 1981).

РЕЖИМ ОСТАЛИХ КЛИМАТСКИХ ЕЛЕМЕНАТА БАЧКЕ

Инсолација. У годишњем току инсолације на подручју Бачке издвајају се један максимум (у јулу) и минимум (у децембру) (Миловановић и сар., 2018). Просторни распоред инсолације на територији Бачке је прилично неравномеран. Годишња сума инсолације износи 1965,3 h у Бачком Петровцу, док је на Палићу 2112,4 h сијања Сунца (1961-2010). Нови Сад, на крајњем југу Бачке има сличну вредност инсолације као и Палић (2098,6 h).

Облачност. У вези са дужином трајања Сунчевог сјаја је и облачност. Нешто израженија облачност је на северу Бачке (Палић – 56%) у односу на југ регије (Бачки Петровац – 53% и Нови Сад – 55%). Уопштено, релативна влажност ваздуха је у Бачкој током зимских месеци виша у односу на летњу половину године. Просечна годишња релативна влажност на метеоролошким станицама Бачке током интервала 1961-2010. године износи: Бачки Петровац (78,5%), Палић (73,6%), Сомбор (74,0%) и Палић (73,6%).

Релативна влажност ваздуха. На основу категоризације степена zasiћености ваздуха влагом (Дукић, 1981), на Палићу и у Сомбору средња годишња вредност релативне влажности ваздуха одговара условима сувог ваздуха, док је у Бачком Петровцу и Новом Саду ваздух умерено влажан.

Ветрови. На климатске прилике Панонске низије великог утицаја имају и ветрови. Они се најчешће јављају у зимској половини године и настају услед продора хладног ваздуха из северног, североисточног и северозападног правца. Најчешћи и најизразитији ветар је кошава, која дува из југоисточног правца. У зимској половини године на територију Панонске низије продиру ваздушне масе из северног правца и узрокују појаву северца. Поред овог ваздушног струјања, карактеристични су још и западни и северозападни ветрови (Павловић, 2018). Посматрајући Бачку као целину, Бачка има мало тишина. Тако, за период 1949-2006. године, Палић је забележио 11,6% тишина, Сомбор 11,1% (1950-2006), док је у Новом Саду забележено свега 8,6% тишина (1949-2006) (Миловановић и сар., 2018). Најдоминантнији ветрови на анализираним метеоролошким станицама у интервалу 1949-2006. године у Бачкој су: западни (Нови Сад – 17,9%) и северозападни ветар (Палић – 14,8% и Сомбор – 14,7%). Најмање учесталости на основу забележених података су: источни (Палић - 7,8%), североисточни (Сомбор – 6,9%) и ветар из јужног правца (Нови Сад – 4,6%).

КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ

Последице климатских промена по животну средину су вишеструке: екстремни топлотни таласи, флукуације у суми падавина које резултирају сушом и поплавама, деградација ваздуха (Murphy et al., 2018). Према томе, анализа промена у климатским варијаблама представља значајан задатак у детекцији опсервираних и пројектованих климатских промена. У оквиру овог поглавља посебна пажња биће посвећена анализи трендова одабраних варијабли у смислу температуре ваздуха и количине падавина на основу Ман-Кендаловог (Man-Kendall, МК) теста. На овај начин биће представљене

рецентне климатске промене од 1949. до 2018. године. Анализирани подаци ће применом ГИС алата бити искоришћени у циљу геопросторног моделовања података и пројекције могућег климатског сценарија за одабране климатске варијабле (2018-2050. године). Временска дистрибуција сушних и влажних година (1949-2018. године) на подручју истраживања представља параметар који служи за квантификацију и идентификацију суше. Посебан сегмент у докторској дисертацији биће посвећен анализи доступних параметара који се односе на квалитет ваздуха на основу Индекса квалитета ваздуха SAQI_11, пошто је загађење ваздуха, уз климатске промене, значајан проблем у области заштите животне средине.

Параметри и анализа тренда

Климатске варијабле су категорисане у четири групе података: средња годишња температура ваздуха (YT), средња температура ваздуха током вегетационог периода (T_{mean} -VP), средње годишње падавине (YP) и сума падавина током вегетационог периода (P_{Σ} -VP). Анализом представљених параметара одређено је 20 временских серија. Свака од 20 временских серија обележена је одговарајућим акронимом, који се састоји од скраћенице за назив метеоролошке станице, годину и тип температуре/падавина. Појединачно је за сваку временску серију одређена једначина тренда и линеарни тренд за интервал од 1949. до 2018. године. Такође, анализа је допуњена са магнитудом тренда (Δy) и вероватноћом тренда (p) за сваку временску серију са одабране метеоролошке станице истраживаног подручја. Ови резултати су сумирани у Табелама 15, 16 и Прилогу 6.

Табела 15. Једначина тренда (y), магнитуда тренда (Δy) и вероватноћа поузданости (p) за температуру ваздуха ($^{\circ}\text{C}$) у Бачкој (1949-2018)

Временска серија	Једначина тренда	Δy ($^{\circ}\text{C}$)	p (%)
BP-YT	$y = 0,0237x + 10,546$	1,6	< 0,0001
BP- T_{mean} -VP	$y = 0,0269x + 16,291$	1,9	< 0,0001
B-YT	$y = 0,0217x + 10,494$	1,5	0,0002
B- T_{mean} -VP	$y = 0,0262x + 16,339$	1,8	< 0,0001
N-YT	$y = 0,0217x + 10,557$	1,5	< 0,0001
N- T_{mean} -VP	$y = 0,0201x + 16,52$	1,4	0,0001
P-YT	$y = 0,0242x + 10,188$	1,7	< 0,0001
P- T_{mean} -VP	$y = 0,026x + 16,149$	1,8	< 0,0001
S-YT	$y = 0,0211x + 10,29$	1,5	< 0,0001
S- T_{mean} -VP	$y = 0,0215x + 16,164$	1,5	< 0,0001

Извор: Аутор на основу истраживања

Највеће просечно повећање на основу магнитуде тренда (Δy) је забележено у случају средњих температура током вегетационог периода (временске серије BP- T_{mean} -VP и B- T_{mean} -VP). Најмање промене су идентификоване у случају временских серија N- T_{mean} -VP и S-YT. У случају падавина, магнитуда тренда је највећа током анализираних периода у

случају временских серија N-YP и N-P_Σ-VP. Временска серија VP-YP се карактерише смањењем просечних падавина (Табела 16).

Табела 16. Једначина тренда (y), магнитуда тренда (Δy) и вероватноћа поузданости (p) за падавине (mm) у Бачкој (1949-2018)

Временска серија	Једначина тренда	Δy (mm)	p (%)
VP-YP	$y = -0,0792x + 616,86$	-5,5	0,8480
VP-P _Σ -VP	$y = 0,8409x + 365,96$	58,0	0,2438
V-YP	$y = 0,0684x + 590,86$	4,7	0,8520
V-P _Σ -VP	$y = 0,5936x + 365,6$	40,9	0,2954
N-YP	$y = 1,4727x + 572,45$	101,6	0,1455
N-P _Σ -VP	$y = 1,712x + 349,03$	118,1	0,0586
P-YP	$y = 1,4039x + 509,03$	96,9	0,0615
P-P _Σ -VP	$y = 1,3171x + 318,84$	90,9	0,0963
S-YP	$y = 1,2902x + 555,14$	89,0	0,1304
S-P _Σ -VP	$y = 1,2298 + 351,17$	84,9	0,0450

Извор: Аутор на основу истраживања

Главни резултати за одабране параметре на подручју Бачке приказани су у Табели 17. и Прилог 6. Анализиране једначине тренда у двадесет временских серија указују на следеће: а) деветнаест временских серија тренд је позитиван и б) у једној временској серији тренд је негативан (VP-YT). Анализа на основу МК теста је показала следеће закључке: а) од укупно двадесет временских серија у једанаест случајева постоји изражен статистички значајан позитиван тренд, где је потребно прихватити хипотезу H_0 ; б) у девет временских серија не постоји тренд - потребно је прихватити хипотезу H_0 .

Табела 17. Главни резултати анализе трендова температура ваздуха и падавина за 20 временских серија

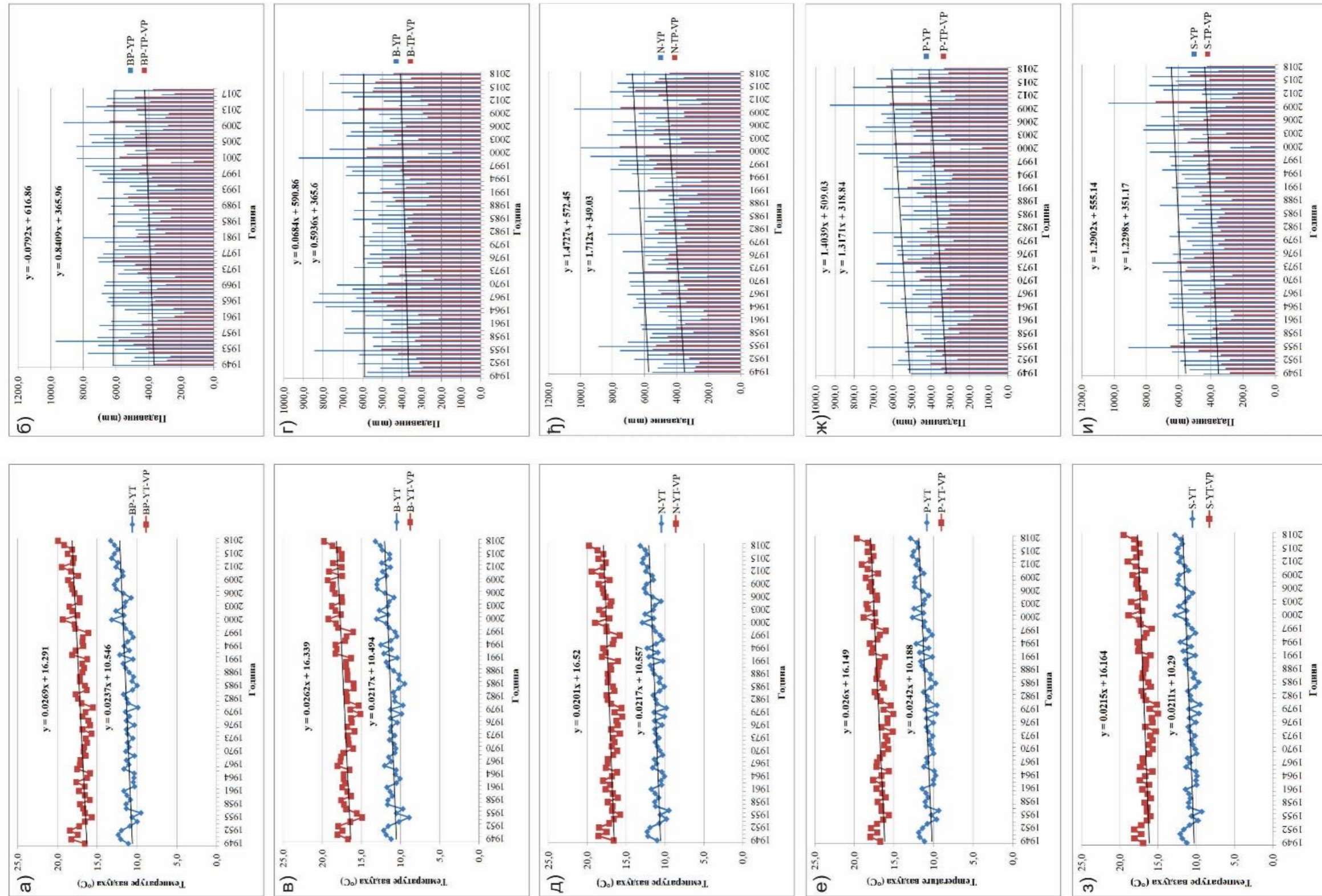
Временска серија	Једначина тренда	Класични МК тест
VP-YT	негативан тренд	стат. знач. позитиван т.
VP-T _{mean} -VP	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.
V-YP	позитиван тренд	нема тренда
VP-P _Σ -VP	позитиван тренд	нема тренда
V-YT	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.
V-T _{mean} -VP	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.
V-YP	позитиван тренд	нема тренда
V-P _Σ -VP	позитиван тренд	нема тренда
N-YT	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.
N-T _{mean} -VP	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.
N-YP	позитиван тренд	нема тренда
N-P _Σ -VP	позитиван тренд	нема тренда

P-YT	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.
P-T _{mean} -VP	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.
P-YP	позитиван тренд	нема тренда
P-P _Σ -VP	позитиван тренд	нема тренда
S-YT	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.
S-T _{mean} -VP	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.
S-YP	позитиван тренд	нема тренда
S-P _Σ -VP	позитиван тренд	стат. знач. позитиван т.

Извор: Аутор на основу истраживања

У односу на анализирани временске серије (Табеле 15, 16) у осам случајева вредност p износи $<0,0001$. Оваква вредност је забележена у следећим временским серијама: VP-YT, VP-T_{mean}-VP, B-T_{mean}-VP, N-YT, P-YT, P-T_{mean}-VP, S-YT и S-T_{mean}-VP. Добијени резултати на основу МК теста указују да постоји тренд, због тога треба одбацити хипотезу H_0 , а прихватити хипотезу H_a . Ризик да се одбаци хипотеза H_a у наведеним временским серијама мањи је од 0,01%. За временску серију N-T_{mean}-VP вредност p износи 0,0001. МК тест указује на постојање тренда – хипотезу H_0 треба одбацити, а хипотезу H_a прихватити. Ризик да се одбаци хипотеза H_a је мањи од 0,01%. Такође, за временску серију B-YT забележена је вредност p , 0,0002. МК тест указује да постоји тренд - потребно је одбацити хипотезу H_0 , а прихватити хипотезу H_a . Ризик да се одбаци хипотеза H_a је мањи од 0,02%. МК тест указује да је једино забележен позитиван тренд, када су у питању просечне падавине за вегетациони период за временску серију S-P_Σ-VP. Забележена вредност p , износи 0,0450. У овом случају треба одбацити хипотезу H_0 , а прихватити хипотезу H_a . Ризик да се одбаци хипотеза H_a је 4,50%.

У осталим временским серијама које се односе на просечну годишњу суму падавина и суму падавина у вегетационом периоду не постоји тренд - преовладава хипотеза H_0 . Вредност p за временску серију N-P_Σ-VP износи 0,0586. Преовладава хипотеза H_0 и не треба одбацити ову тврдњу. Ризик да се одбаци хипотеза H_0 износи 5,87%. За временску серију P-YP вредност p , износи 0,0615. Преовладава хипотеза H_0 и не треба одбацити тврдњу. Ризик да се одбаци хипотеза H_0 износи 6,15%. За временску серију P-P_Σ-VP вредност p износи 0,0963. Преовладава хипотеза H_0 и не треба одбацити тврдњу. Ризик да се одбаци хипотеза H_0 износи 9,64%. За временску серију S-YP вредност p износи 0,1304. Преовладава хипотеза H_0 и не треба одбацити ову тврдњу. Ризик да се одбаци хипотеза H_0 износи 13,04%. За временску серију N-YP вредност p износи 0,1455. Преовладава хипотеза H_0 и не треба одбацити овакву тврдњу. Ризик да се одбаци хипотеза H_0 износи 14,55%. За временску серију VP-P_Σ-VP вредност p износи 0,2438. Преовладава хипотеза H_0 и не треба одбацити овакву тврдњу. Ризик да се одбаци хипотеза H_0 износи 24,39%. За временску серију B-P_Σ-VP вредност p износи 0,2954. Преовладава хипотеза H_0 и не треба одбацити тврдњу. Ризик да се одбаци хипотеза H_0 износи 29,54%. За временску серију VP-YP вредност p износи 0,8480. Преовладава хипотеза H_0 и не треба одбацити овакву тврдњу. Ризик да се одбаци хипотеза H_0 износи 84,80%. За временску серију B-YP вредност p износи 0,8520. Преовладава хипотеза H_0 и не треба одбацити овакву тврдњу. Ризик да се одбаци хипотеза H_0 износи 85,20%.

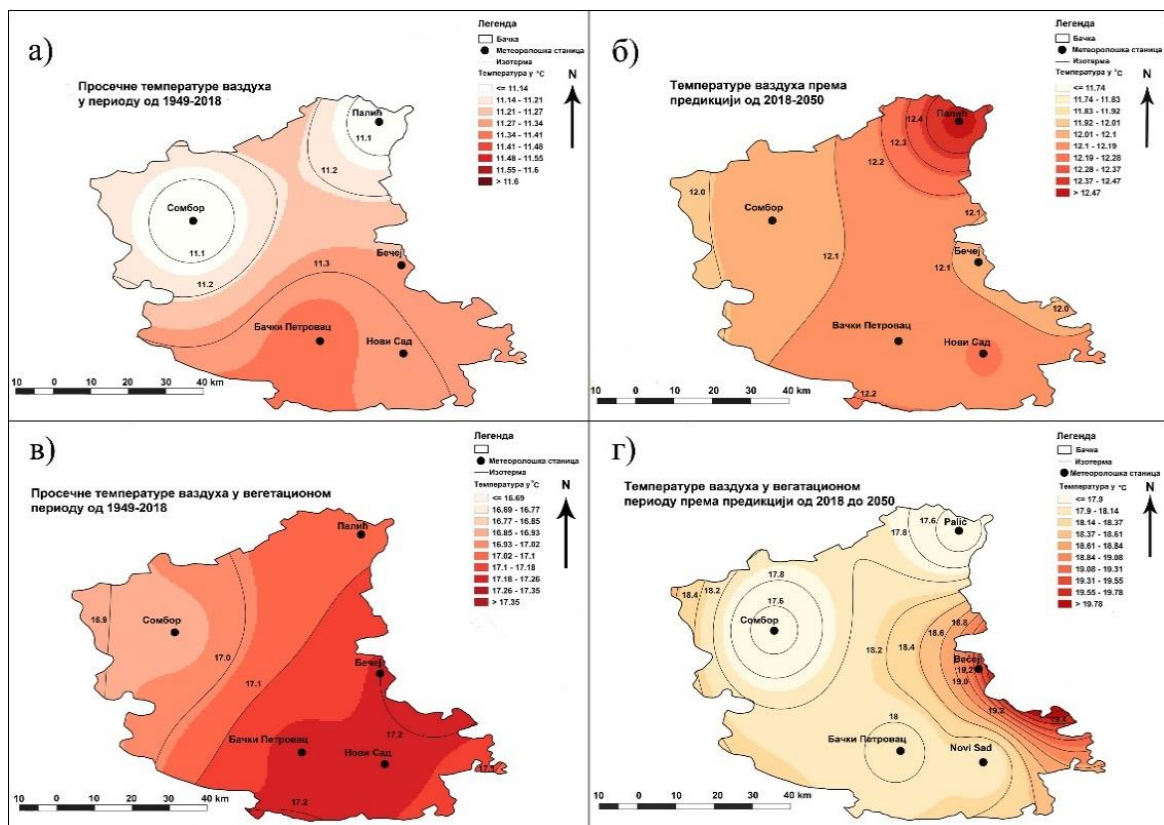


Прилог 6. Средње годишње температуре ваздуха (YT), средње температуре током вегетационог периода ($T_{mean-VP}$), једначина тренда и линија тренда (лева колона), средња годишња сума падавина (YP), падавинске суме током вегетационог периода ($P_{\Sigma-VP}$), једначина тренда и линија тренда (десна колона) на одабраним метеоролошким станицама у Бачкој (1949-2018)

Извор: Аутор на основу истраживања

Географски информациони системи (ГИС) и моделовање података

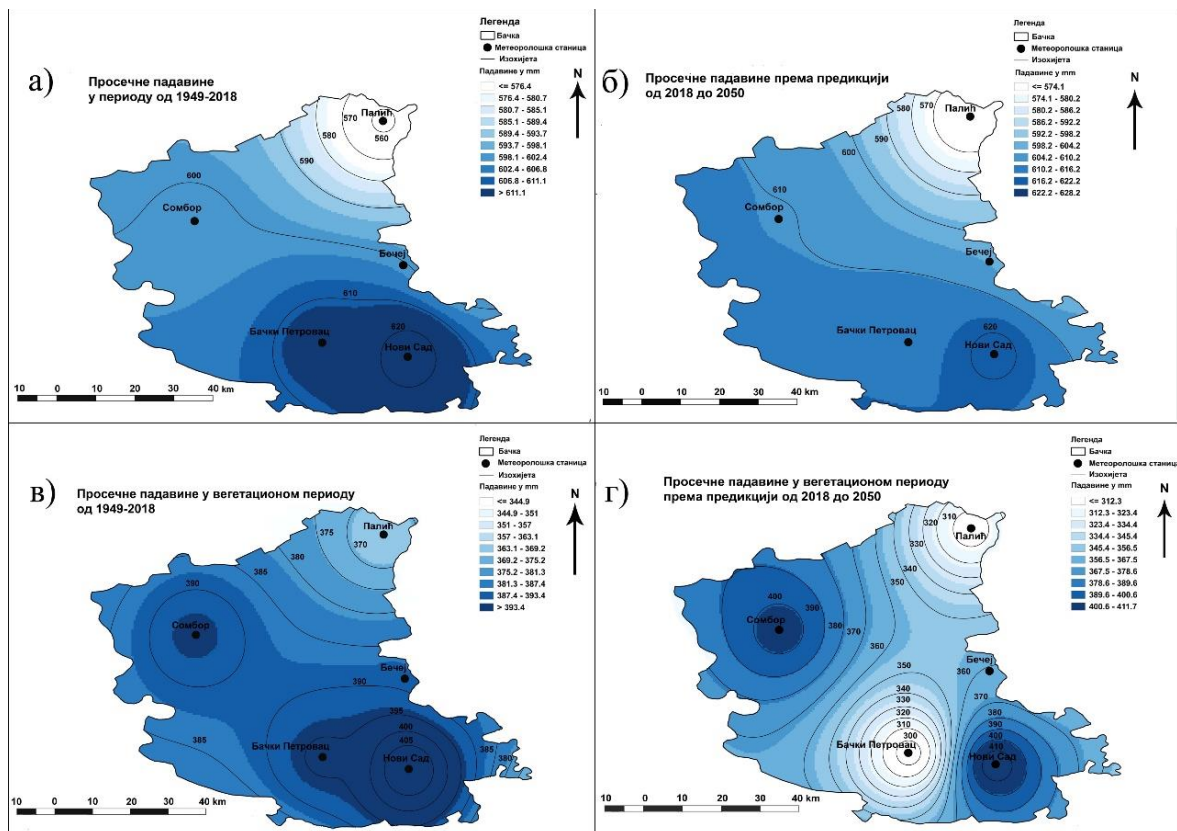
Просторна дистрибуција средњих годишњих температура ваздуха (T) и средњих температура ваздуха у вегетационом периоду ($T_{\text{mean-VP}}$) од 1949-2018. године и пројекција одабраних варијабли од 2018. до 2050. године је приказана на *Карти 8*. Током анализираниог периода 1949-2018. године евидентирано је да јужне делове Бачке одликују изражене температуре ваздуха (изотерма од $11,3^{\circ}\text{C}$). Вредности температуре ваздуха су најниже у околини Палића и Сомбора (изотерма од $11,1^{\circ}\text{C}$). У пројекцијама средњих годишњих температура ваздуха постоји изражено повећање у односу на период 1949-2018. године на северу Бачке (изотерма од $12,4^{\circ}\text{C}$). Изотерма од $12,1^{\circ}\text{C}$ захвата централни део подручја истраживања. Трендови повећања температуре ваздуха биће изражени у крајњем источном делу и западном делу Бачке ($12,0^{\circ}\text{C}$). Средње температуре ваздуха у вегетационом периоду ($T_{\text{mean-VP}}$) у ширем подручју анализираних метеоролошких станица Бачки Петровац, Нови Сад и Бечеј су ограничене изотермом од $17,2^{\circ}\text{C}$. Северни и централни делови су идентичних вредности ($17,1^{\circ}\text{C}$), док су најниже забележене вредности на западу ($16,9^{\circ}\text{C}$). Пројекција средњих температура ваздуха у вегетационом периоду указује да ће постојати динамичне температурне промене. Пројектоване вредности износе чак $19,4^{\circ}\text{C}$ у источном делу Бачке. Најмање промене вредности се очекују на северу Бачке ($17,6^{\circ}\text{C}$). Подручја око Бачког Петровца и Новог Сада су ограничена изотермама од $18,0^{\circ}\text{C}$. У ширем подручју око Сомбора биће испољене израженије промене ($18,4^{\circ}\text{C}$).



Карта 8. Просторна дистрибуција одабраних климатских параметара: а) средњих годишњих температура ваздуха (T) (1949-2018), б) средњих годишњих температура ваздуха (T) (2018-2050), в) средњих температура ваздуха у вегетационом периоду ($T_{\text{mean-VP}}$) (1949-2018), г) средњих температура ваздуха у вегетационом периоду ($T_{\text{mean-VP}}$) (2018-2050)

Извор: Аутор на основу софтвера QGIS

Средње годишње падавине (Y_P) од 1949. до 2018. године указују на семиаридне услове у северном делу Бачке (изохијета од 560 mm). Слични резултати су забележени у западним, јужним и источним деловима Бачке (изохијета од 600 mm). Пројектоване вредности средње годишње суме падавина (Y_P) указују на благи пораст суме падавина у северном делу (изохијета од 570 mm) (Карта 9). У западним, јужним и источним деловима Бачке плувиометријске промене ће бити скоро идентичне у односу на период 1949-2018. године (изохијета од 610 mm). У случају падавинских сума у вегетационом периоду ($P_{\Sigma}-VP$) вредности су изражене у јужним (400 mm), док благо опадају у западним (390 mm) и северним деловима (370 mm). Пројектоване вредности падавинских сума током вегетационог периода нису у сагласности са вредностима ова варијабле од 1949. до 2018. године. Пројекција од 2018. до 2050. указује да ће у вегетационом периоду аридни услови у северном делу Бачке бити још екстремнији (изохијета од 310 mm). Ради се о неповољним фенолошким условима, што ће имати последице по вегетацију, нарочито у пољопривреди. Семиаридни услови ће благо опадати у источним деловима (410 mm), западним (400 mm), док ће у јужним деловима аридност расти. Смањење суме падавина ће посебно бити изражено у Бачком Петровцу (изохијета од 300 mm).



Карта 9. Просторна дистрибуција одабраних климатских параметара: а) средњих годишњих падавина (Y_P) (1949-2018), б) средњих годишњих падавина (Y_P) (2018-2050), в) падавинских сума у вегетационом периоду ($P_{\Sigma}-VP$) (1949-2018), г) падавинских сума у вегетационом периоду ($P_{\Sigma}-VP$) (2018-2050)

Извор: Аутор на основу софтвера QGIS

На основу МК теста, све временске серије које се односе на температуру ваздуха показују статистички значајан позитиван тренд, док у 9 од 10 временских серија везаних за падавине нису забележене промене. Тешко је идентификовати идентичне резултате широм региона у свету, али извесне сличности постоје. Wu et al. (2016) су идентификовали повећање годишњих температура ваздуха и падавина на подручју Даду басена, у Кини. Анализирајући примећене трендове падавина и температура ваздуха и североисточном Ирану, Minaei and Irannezhad (2018) су приметили: а) статистички значајан позитиван тренд у случају годишњих падавина (на 12,5% анализираних метеоролошких станица) и б) тренд загревања код годишњих температура ваздуха (31% станица). Tongal (2019) је проучавао просторно-временске промене падавина у басену Анталије (Турска). МК тест није показао статистички значајан тренд, док је модификовани МК тест открио и статистички значајне позитивне и негативне трендове за падавине. На подручју Медитерана, Bilbao, Román and De Miguel (2019) су проучавали просторно-временске обрасце понашања температуре ваздуха у Шпанији (од 1951 до 2011.) употребом Ман-Кендал теста. Анализом података, приметили су тренд опадања температуре ваздуха између 1950. и 1980. године, док је значајно загревање забележено између 1980. и 2011. године. Scorzini and Leopardi (2019) су детектовали изнад Централне Италије (регион Аbruцо) уопштен, иако не значајан, негативан тренд у средњим годишњим падавинама и статистички значајан позитиван тренд у средњој годишњој температури ваздуха. Међутим, овај тренд није јединствен током низа 1950-2011. године, већ се карактерише трендом захлађења током првих 30 година (1950-1981), док је интензивно загревање забележено током последње три декаде (1982-2011).

На основу могућег климатског сценарија изведеног на основу BCC Climate System Model (BCC-CSM2-MR) повећање температуре ваздуха биће изражено, посебно током вегетационог периода. Очекује се да ће северни делови Бачке постати ариднији у поређењу са референтним периодом. Пројектоване промене падавина биће сличне у односу на представљене резултате (од 1949. до 2018. године). Другачији резултати у односу на референтни период се могу очекивати у укупним падавинама током вегетационог периода. Промене ће бити манифестоване кроз редукуцију сума падавина. Пројекције одабраних параметара представљају део регионалног климатског сценарија. Tarawneh and Chowdhury (2018) су проучавањем будућих трендова климатских трендова у Саудијској Арабији установили да ће повећање температуре ваздуха бити у интервалу од 0,8°C до 1,6°C према RCP8.5 сценарију (2025-2044), од 0,9°C до 2,7°C (2045-2064) и од 0,7°C до 2,7°C (2065-2084). Међутим, падавине показују другачији режим узимајући у обзир очекиване сценарије и периоде за које се врши процена. У већини региона, RCP6 сценарио показује смањење суме падавина у односу на референтни период. На пример, Lionelo and Scarascia (2018) сматрају да ће температура ваздуха порасти за 20% више у односу на глобалну просечну вредност, док ће се количина падавина смањити за око 20 mm у Медитерану током XXI века. Климатски услови биће озбиљно погоршани на територији Ирана (Senatore et al., 2019). На основу RCP4.5 сценарија (2070-2099) средња годишња температура ваздуха ће порасти за 2,4°C, док ће се годишња сума падавина смањити за до 20%. Yin et al. (2020) су проучавали дугорочне пројекције изведене на бази регионалних климатских модела (RCM) у северозападној Кини. Очекује се да ће годишња количина падавина порасти између 23,6 и 35,3 mm за RCP4.5 и RCP8.5 сценарио, док ће просечне годишње температуре ваздуха порасти за 1,95°C и 1,10°C. На територији Србије, Kržić et al. (2011) указују на пројектовано повећање температура ваздуха од 2°C до 4°C на основу EBU-POМ регионалних климатских модела и смањење количине падавине од 13 mm до 6 mm (2071-2100). Vuković et al. (2018)

предвиђају ће глобално загревање у Србији бити узрок пораста средње годишње температуре ваздуха изнад 2,5°C на основу стабилног RCP4.5 сценарија и изнад 5°C на основу RCP8.5 сценарија константног раста.

Индекс аномалија падавина

На основу индекса аномалија падавина (RAI) за интервал 1990-2018. године издвојене су дефинисане категорије влажности. Присутан је диверзитет климатских услова у погледу влажности и у случају негативних и позитивних аномалија падавина (прилог). У прилог овој чињеници, истиче се да од девет категорија влажности на истраживаном простору је идентификовано седам (у интервалу од 2,99 до -2,99). Изузетак су преостале две категорије: екстремно влажна ($\geq 3,00$) и екстремно сушна ($\leq -3,00$) које нису примећене. У случају негативних аномалија падавина изведени су следећи закључци (Прилог 7):

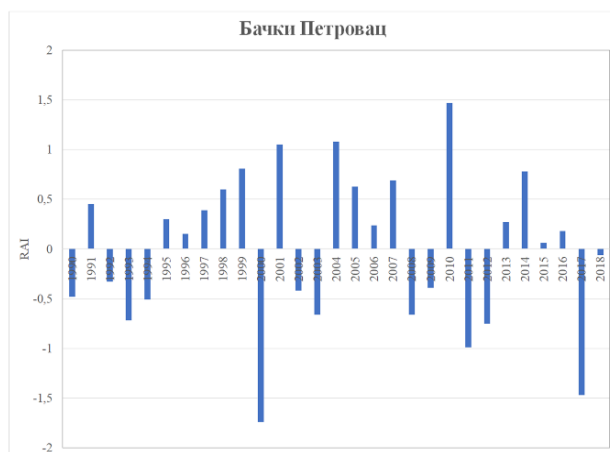
а) На МС Бачки Петровац умерено сушне су 2000. (-1,74) и 2017. година (-1,47). Класа веома сушно није идентификована. Умерено влажне су: 2001. (1,05), 2004. (1,08) и 2010. (1,47), док класа веома влажно није изражена. Остале категорије показују већу заступљеност у односу на претходно истакнуте, тј. процентуално: а) класа нормално (44,8%), б) класа незнатно сушно (20,7%) и в) класа незнатно влажно (17,2). Кумулативно, ове класе чине 82,7% укупних случајева.

б) На примеру МС Бечеј одлике умерено сушне показује само 2000. година (-1,65). Умерено влажна је 2010. година, са индексом од 1,50. У највећем броју случајева током анализираних периода влажност се креће на граници између нормално, незнатно сушно и незнатно влажно. Класе нормално а) (48,3%), б) незнатно сушно (24,1%) и в) незнатно влажно (20,7%) чине 93,1% укупних случајева.

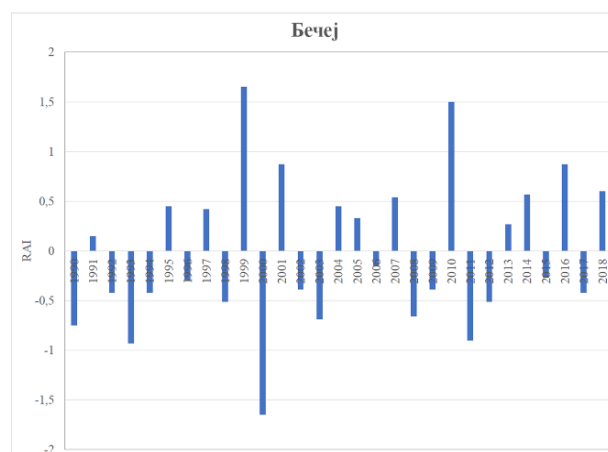
в) На МС Нови Сад две године су умерено сушне (2000., -1,71 и 2011., -1,29). Такође, овде се издвајају и две умерено влажне године, тј. 1999. (1,23) и 2010. (1,68). Слично се понашају остале присутне категорије влажности, са следећим учешћем: а) нормално (41,4%), незнатно сушно (27,6%) и незнатно влажно (13,8%) и чине 82,8% укупних случајева.

г) У северном делу подручја истраживања (МС Палић) умерено сушна је само 2000. година (-1,74). Категорији умерено влажно припадају 2001. (1,02), 2010. (1,71) и 2014. година (1,11). Процентуално највеће учешће међу осталим идентификованим класама бележи категорија нормално (44,8%). Категорије незнатно сушно и незнатно влажно су заступљене са уделом од 31,0% односно 10,3% укупних случајева. Сумарно, ове три категорије чине 86,1% укупних случајева.

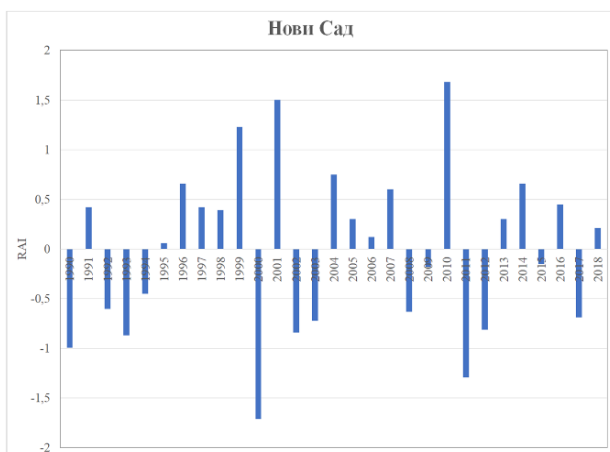
д) На МС Сомбор се у случају негативних аномалија падавина бележе слични трендови као и на претходно анализираним метеоролошким станицама. Умерено сушне су 2000. (-1,68) и 2011. година (-1,08). Класи умерено влажно припада само 2010. година (1,92). Категорија нормално је заступљена у континуалном низу током два периода: 1991-1998. и 2006-2009. године. Категорија нормално је заступљена највећим уделом у односу на претходно анализирани метеоролошке станице (55,2%). Категорије незнатно сушно (13,8%) и незнатно влажно (20,7%) су далеко мање заступљене. Ове три класе заједно обухватају 89,7% укупних случајева.



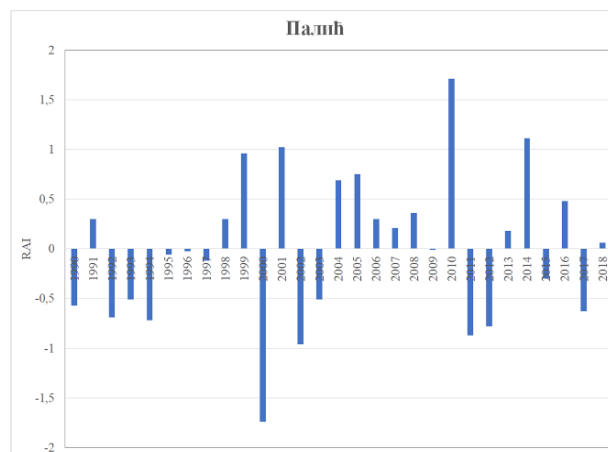
а)



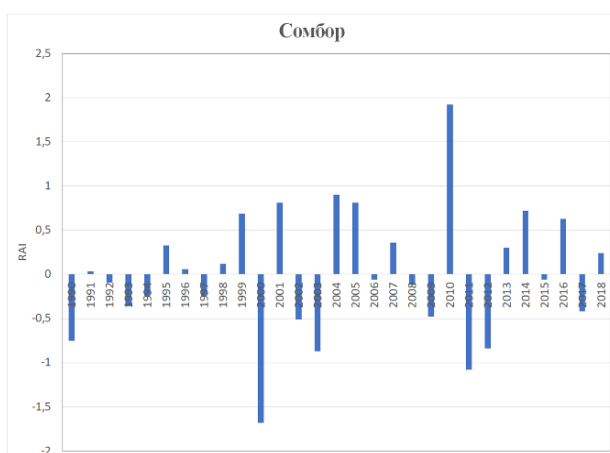
б)



в)



г)



д)

■ RAI (негативне аномалије)

Прилог 7. Негативне аномалије индекса аномалија падавина (RAI) на простору Бачке (1990-2018)

Извор: Аутор на основу истраживања

Када су у питању позитивне аномалије падавина, закључци могу сумирани у следећем (Прилог 8):

а) На МС Бачки Петровац умерено сушне услове показују следеће године: 1999. (-1,11), 2001. (-1,44), 2004. (-1,44), 2010. (-1,95) и 2014. (-1,05). Категорија веома сушно није заступљена. Веома влажна је била 2000. година (2,31), док су 2011. (1,32) и 2017. (1,95) умерено влажне. Овде се ради о климатским екстремима, док је далеко већи број година које припадају следећим категоријама: а) нормално (27,6% од укупних случајева), б) незнатно влажна (24,1%) и в) незнатно сушна (17,2%).

б) Добијени резултати на МС Бечеј показују другачије хигричне услове. Поређења ради, у односу на МС Бачки Петровац 1999. година је још сушнија (-2,25), као и 2010. (-2,01). Умерено сушне су 2001. и 2016. година (-1,20). Година 2000. је нешто мање влажности у односу на МС Бачки Петровац (2,19), али и даље у категорији веома влажно. Варијабилност падавина је још израженија него код претходне метеоролошке станице. На ово указују односи осталих категорија влажности: а) незнатно влажна (34,5%), б) незнатно сушна (20,7%) и в) нормално (20,7%).

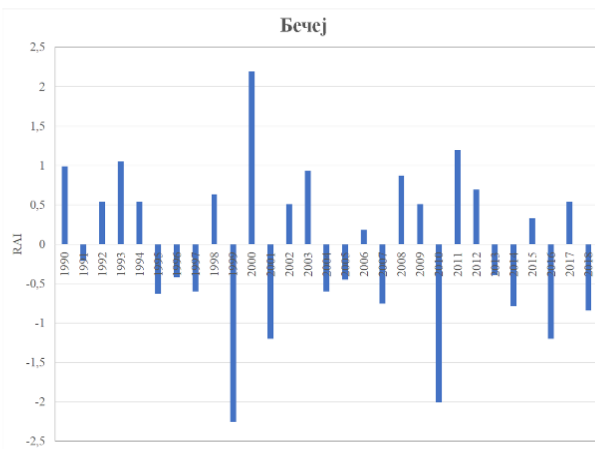
в) У случају МС Нови Сад сушност је посебно изражена током 2001. (-2,04) и 2010. (-2,31). Умерено сушне године су присутне у само два случаја: 1999. (-1,65) и током 2004. године (-1,02). Веома влажна је била 2000. година, са индексом од 2,34. Умерено влажне су 1990. (1,32), 1993. (1,20), 2002. (1,14), 2011. (1,74) и 2012. (1,11). Остале категорије влажности су заступљене у следећим процентима: а) нормално (24,1%), б) незнатно сушна (24,1%) и незнатно влажна (17,2%).

г) На северу Бачке, МС Палић забележена је идентична вредност као и у случају МС Нови Сад током 2010. године (-2,31 – веома сушна). Умерено сушно је пет година током посматраног интервала: 1999. (-1,29), 2001. (-1,35), 2002. (-1,26), 2005. (-1,02) и 2014. (-1,50). Година 2000. припада категорији веома влажно (2,34), док су умерено влажне 2011. (1,17) и 2012. година (1,05). Категорија нормално је присутна у 41,4% случајева, док су категорије незнатно влажно и незнатно сушно заступљене скоро 2,5 мање (17,2%) односно 6 пута мање (6,9%) у односу на категорију нормално.

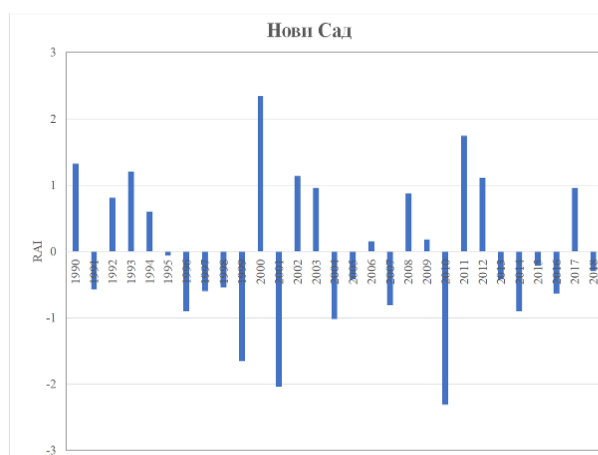
д) Метеоролошка станица Сомбор показује другачије обрасце понашања у односу на анализирану варијаблу код претходних станица. У поређењу са претходним станицама, категорија веома сушно показује највећу вредност индекса (2010, -2,58). Умерено сушне су: 2001. (-1,08), 2004. (-1,20) и 2005. година (-1,08). Такође, на примеру МС Сомбор је забележена и највлажнија година, 2000. (2,25). Вредности умерено влажних година се крећу у интервалу од 1,02 (1990) до 1,44 (2011). Категорија нормално је заступљена у узастопном интервалу од 1991-1998. године, па је ова класа заступљена у 48,3% укупних случајева. Остале категорије су заступљене са скоро 5 пута мање забележених вредности (10,3%).



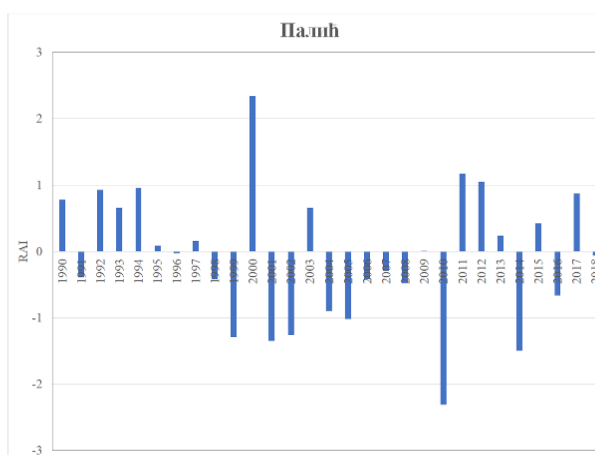
а)



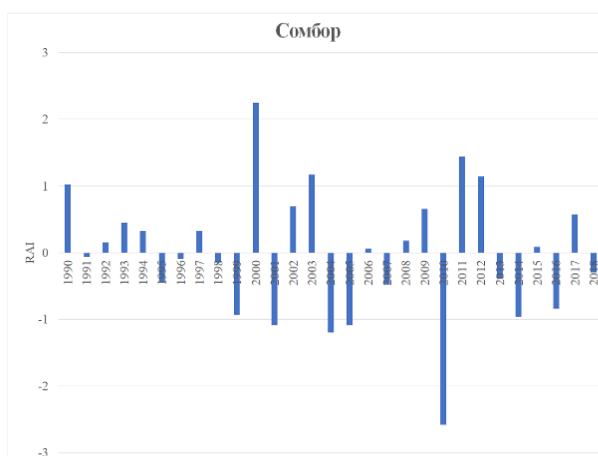
б)



в)



г)



д)

■ RAI (позитивне аномалије)

Прилог 8. Позитивне аномалије индекса аномалија падавина (RAI) на простору Бачке (1990-2018)

Извор: Аутор на основу истраживања

На регионалном нивоу детектована је варијабилност испољених резултата анализе индекса аномалија падавина. Тако је Nikolova (2007) на примеру одабраних индекса падавина утврдила постојање тренда смањења падавина у планинском подручју Бугарске, што је у складу са глобалним смањењем падавина на територији државе. Индекс аномалије падавина је одређен за станицу Черни врх, на којој постоје континуална мерења од 1951-2005. године. Сушни догађаји су евидентирани од 1981. до 2004. године. Ово се делимично потврђује на примеру одабраних метеоролошких станица подручја Бачке (издваја се 2000. година, са класом умерено сушно). Ипак, стиче се утисак да су услови сушности на примеру одабраних метеоролошких станица у планинској Бугарској екстремнији. Такође, извесна ограничења у смислу упоредивости резултата представљају чињенице: а) RAI индекс је израчунат за само једну метеоролошку станицу, која је планинског карактера, б) присутни су другачији обрасци падавина, где је узрок орографија терена. На простору континенталне Хрватске, Tadić, Dadić and Bosak, (2015) су применом RAI индекса утврдили да је релативна учесталост изражена и варира од 0,36 до 0,39 током свих суб-периода (1981-1990; 1991-2000; 2001-2011). Учесталост влажних месеци варира од 0,42 до 0,43, док је учесталост сушних месеци 0,39. Ниједан од субпериода се не издваја по сушности или влажности. Према томе, на анализираном подручју присутна је нормална дистрибуција падавина током периода. У поређењу са условима семиаридности на подручју Бачке током појединих година, ово су другачији резултати. Pоров, Gnjato and Trbić (2019) су идентификовали на простору Источне Херцеговине 10-15 екстремно сушних или веома сушних година, док је 5-12 година у категорији екстремно сушно или веома сушно. Као најсушније године издвајају се 1994., 2011., 1983., 1989. и 1990., док су веома влажне године 2010., 1979., 1996., 1964., 2009. година. Дакле, као и на примеру Бачке и на простору Источне Херцеговине је изражена варијабилност падавина, са смењивањем сушнијих и влажнијих фаза.

Српски индекс квалитета ваздуха

Наглашене расправе о проблему климатских промена додатно актуелизују питање значаја квалитета ваздуха, што је препознато и од стране Европске агенције за животну средину (ЕЕА, 2018), која загађење ваздуха сматра другим по значају проблемом у области животне средине (после климатских промена). Под „*квалитетом ваздуха*“ подразумева се „*природна вредност од општег интереса која ужива посебну заштиту*“. Захтеве квалитета ваздуха чине: нумеричке вредности граничних вредности нивоа загађујућих материја у ваздуху, доње и горње границе оцењивања квалитета ваздуха, критичних нивоа, граница толеранције и толерантних вредности, циљних вредности и (националних) дугорочних циљева загађујућих материја у ваздуху, концентрација опасних по здравље људи и концентрација о којима се извештава јавност (Тодић и Дујић, 2020).

Квалитет ваздуха у градским агломерацијама Бачке и АП Војводине условљен је функционисањем енергетских постројења, порастом броја моторних возила и индустријском производњом, а зависи од врсте, броја и извора загађења. Загађење ваздуха углавном потиче од стационарних и мобилних извора загађења, док у мањој мери потиче од загађења ваздуха из затвореног простора. У вези са овим, постоје проблеми системске природе, који се могу сумирати у следећим: 1) не постоји национални катастар загађивача ваздуха; 2) на регионалном нивоу, не постоји инвентаризација загађујућих материја које настају неконтролисаним горењем депонија отпада, у металуршкој индустрији и паљењем пољопривредних површина после жетве; 3) не постоје подаци о емисији азотних оксида,

амонијака и метана приликом пољопривредне производње; 4) недостатак адекватних података о емисијама гасова пореклом из саобраћаја; 5) недостаје мониторинг емисије загађујућих материја у ваздух из индивидуалних котларница и домаћинства у време грејне сезоне (Јововић, Радић и Станојевић, 2011).

Године 1979. систематски мониторинг квалитета ваздуха је организован за подручје урбане агломерације Новог Сада, док се од 1987. године квалитет ваздуха прати и у осталим насељима Бачке (Сомбор и Суботица) (Ljekar i Jevtić, 2001). Међутим, подаци са којима се располаже о нивоима загађења нису потпуни, нису сконцентрисани на једном месту и најчешће се употребљавају у папирној форми, у виду годишњих извештаја, што је недовољно за детаљну анализу у дужем временском интервалу (Milićević Malinović, 2012). Недоступност и неорганизованост података о квалитету ваздуха представља главни разлог што се анализе просторно-временске концентрације загађујућих материја на простору Бачке и Војводине налазе у ограниченом броју радова (Јовановић, 1992; Jevtić i sar., 2002) и углавном се односе на појединачну урбану агломерацију и краћи временски интервал. На територији Бачке систематско праћење квалитета ваздуха се спроводи од стране Покрајинског секретаријата за урбанизам и заштиту животне средине, док Заводи за јавно здравље врше мониторинг квалитета амбијенталног ваздуха на територији јединица локалних самоуправа. Мониторинг се спроводи путем аутоматског и мануелног мерења од стране надлежних институција (Табела 18).

Табела 18. Мрежа аутоматског и мануелног мониторинга квалитета амбијенталног ваздуха на простору Бачке, на основу административне поделе

Код округа	Округ/Зона	Аутоматски мониторинг			Мануални мониторинг		Укупно
		СЕПА	ПСУГЗЖС	ГПА	ЗЗЈЗ	РХМЗС	
1	Севернобачки	/	1	/	7	1	9
5	Западнобачки	/	1	/	2	1	4
6	Јужнобачки	4	1	/	39	1	45
Укупно		4	3	/	48	3	58
		7			109		

Извор: Аутор на основу Јововић и сар. (2011)

Објашњења акронима: СЕПА - Агенција за заштиту животне средине; ПСУГЗЖС - Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине; ГПА - Град Панчево, Градска управа, ЗЗЈЗ – заводи за јавно здравље у АП Војводини, РХМЗС – Републички хидрометеоролошки завод Србије

На основу годишњих концентрација загађујућих материја добијених аутоматским мониторингом квалитета у државној мрежи станица (АМСКВ), извршена је оцена (категоризација) квалитета ваздуха на подручју урбаних агломерација Новог Сада и Сомбора, док за агломерацију Суботице подаци нису представљени. Иако Суботица представља добар пример када је реч о мерењу квалитета ваздуха, локалну мрежу мониторинга у 2019. години чини само једна мерна станица (Kesar i Janković, 2019). Реч је о станици саобраћајног типа, лоцираној у близини прометне раскрснице и међународног пута Е-662. Међутим, на овој мерној станици постоји проблем валидности података за

мерене параметре, па се у Извештају „Животна средина у АП Војводини: стање-изазови-перспективе“ (Пузовић и Радовановић-Јовин, 2011) валидност података креће у интервалу од свега 28,9 до 57%. Дакле, свега једно мерно место и поузданост података су разлози због којих подаци за квалитет ваздуха Суботице нису представљени. За приказ стања квалитета ваздуха на основу SAQI_11 индекса коришћени су подаци публиковани у Годишњем извештају о стању квалитета ваздуха у Републици Србији (Кнежевић и сар., 2020) и у Годишњем извештају о контроли квалитета ваздуха на територији града Сомбора (Одељење за пољопривреду и заштиту животне средине града Сомбора, 2020).

У агломерацији Нови Сад, током интервала 2015-2019. године, дневне концентрације угљен-моноксида су у 98-100% случајева у класи „одлично“ (Табела 19). Слични резултати су и код концентрације сумпор-диоксида (99-100% случајева) и азот-диоксида (85-96% случајева). Концентрације приземног озона на основу SAQI_11 индекса су у класи „одлично“ заступљене са свега 27-34% случајева. Вредности просечних дневних концентрација приземног озона и PM₁₀ честица у класи „добар“ су имале најизраженију расподелу 2019. и 2016. године (по 31% случајева). Прекорачење дневних ГВ (граничних вредности) се појавило у овој класи у случају концентрације угљен-моноксида (свега 2% случајева) и сумпор-диоксида (1% случајева). У класи „прихватљив“ изражено је повећање броја прекорачења концентрације приземног озона (у 41% случајева) и суспендованих PM₁₀ честица (у 29% случајева). Сличан тренд је настављен и у класи „загађен“ (прекорачење дневних концентрација озона у 12% случајева и PM₁₀ честица у 22 случајева). У наведеном интервалу на урбаном подручју Новог Сада долази до благог повећања броја прекорачења дневних граничних вредности озона и суспендованих честица PM₁₀ (табела). Од параметара који су мерени у континуитету до 2017. године, PM₁₀ је био узрок јако загађеног ваздуха у 7-15% случајева.

Табела 19. Оцена квалитета амбијенталног ваздуха на основу SAQI_11 индекса у урбаној агломерацији Нови Сад (2015-2019)

Класа	Загађујућа материја	2015	2016	2017	2018	2019
ОДЛИЧАН	CO	98	100	100	100	100
	SO ₂	/	99	100	/	100
	O ₃	/	34	27	32	21
	NO ₂	/	96	85	/	88
	PM ₁₀	22	19	18	/	16
ДОБАР	CO	2	0	0	0	0
	SO ₂	/	1	0	/	0
	O ₃	/	25	23	21	31
	NO ₂	/	4	11	/	9
	PM ₁₀	27	31	21	/	45
ПРИХВАТЉИВ	CO	0	0	0	0	0
	SO ₂	/	0	0	/	0
	O ₃	/	38	38	41	35
	NO ₂	/	0	4	/	3
	PM ₁₀	29	27	24	/	17

ЗАГАЂЕН	CO	0	0	0	0	0
	SO ₂	/	0	0	/	0
	O ₃	/	3	12	6	1
	NO ₂	/	0	0	/	0
	PM ₁₀	13	16	22	/	17
ЈАКО ЗАГАЂЕН	CO	0	0	0	0	0
	SO ₂	/	0	0	/	0
	O ₃	/	0	0	0	0
	NO ₂	/	0	0	/	0
	PM ₁₀	9	7	15	/	5

Извор: Аутор на основу Кнежевић и сар. (2020)

Применом Индекса квалитета ваздуха (SAQI₁₁) на подручју урбане агломерације Сомбора (15.01.2019-14.01.2020) за три одабрана параметра (SO₂, NO₂ и PM₁₀) издвојени су следећи општи закључци (Табела 20). Просечне дневне концентрације сумпор-диоксида у наведеном интервалу су свих 365 дана, тј. у 100% случајева биле у класи „одличан“. У случају концентрација азот-диоксида, у 99,2% дана просечне дневне вредности су биле у класи „одлично“, док су свега у 0,8% дана биле у класи „добар“. Концентрације PM₁₀ честица показују варијабилност услова амбијенталног ваздуха, пошто су све класе квалитета (бонитета) ваздуха заступљене. У току мерног периода, у 59,3% случајева удео ових честица је био у класи „одличан“, 15,4% дана у класи „добар“, 15,1% у класи „прихватљив“. Прекорачење ГВ (граничних вредности) се десило у 10,2% случајева, од којих је 7,4% у класи „загађен“ и 2,7% у класи „јакو загађен“.

Табела 20. Концентрације загађујућих материја у амбијенталном ваздуху урбане агломерације Сомбора на основу Индекса квалитета ваздуха (SAQI₁₁) за календарску годину (15.01.2019-14.01.2020)

ПЕРИОД УСРЕДЊАВАЊА 15.01.2019-14.01.2020.			
Класа	Загађујућа материја		
	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀
ОДЛИЧАН	100	99,2	59,3
ДОБАР	/	0,8	15,4
ПРИХВАЉТЉИВ	/	/	15,1
ЗАГАЂЕН	/	/	7,4
ЈАКО ЗАГАЂЕН	/	/	2,7

Извор: Одељење за пољопривреду и заштиту животне средине (2020)

Malinović-Milićević et al. (2015) су анализом просторно-временске варијабилности концентрације SO₂, NO₂ и чађи у амбијенталном ваздуху на простору насеља у Војводини установили да: 1) годишње граничне вредности све три загађујуће материје нису прекорачене ни у једном насељу; 2) дневне граничне вредности за чађ и SO₂ прекорачене

су у свим насељима, док су дневне граничне вредности за NO_2 прекорачене у четири насеља (Вршац, Панчево, Нови Сад и Беоцин); 3) велики утицај употребе фосилних горива за загревање домаћинства видљив је у четири насеља (Суботица, Сомбор, Вршац и Панчево) у којима је концентрација SO_2 значајно виша током грејне сезоне; 4) позитивни ефекти преласка на еколошки чистија горива виде се у Панчеву и Суботици где је током грејне сезоне забележен силазни тренд концентрација сумпор-диоксида, (5) узлазни тренд концентрација азот-диоксида током целе године у већини насеља указује на све већи утицај саобраћаја на квалитет ваздуха у Војводини. Конкретно, у урбаним подручјима Бачке (Нови Сад, Сомбор) главни извори повећане концентрације суспендованих PM_{10} честица су: друмски саобраћај, индустријске активности, а током грејне сезоне и стационарни извори попут топлана, градских котларница и индивидуалних ложишта у домаћинствима (Joksić et al., 2010).

У односу на Бачку, проблем загађености ваздуха је посебно изражен у великим урбаним агломерацијама Србије – Београду и Нишу. У градским подручјима, друмски саобраћај, топлане или индивидуална ложишта, индустријске активности и ресуспендована прашина су главни извори прашкастих (суспендованих) материја (Joksić et al., 2010). Високе концентрације азот-диоксида у градским срединама потичу од друмског саобраћаја и грејања у зимском периоду године (Žujić, Radak and Marković, 2007). Са друге стране, узрок повећаној загађености ваздуха у другим урбаним срединама Србије је превасходно индустријска делатност: Бор (обојена металургија), Панчево (петрохемијска индустрија) и Смедерево (црна металургија) (Службени гласник РС, 2008).

Промене квалитета ваздуха на подручју Бачке представљају сегмент регионалних промена у укупној емисији полутаната и њиховог утицаја на квалитет ваздуха у урбаним конурбацијама широм света. У Европи се удео PM честица, приземног озона и азот-диоксида смањило у периоду 2000-2017. године (емисије SO_x је показала највећу редукцију – 77% и PM_{10} честица - 27%) (ЕЕА, 2019). Међу државама са рапидним опадањем квалитета градског ваздуха издвајају се Кина (Du et al., 2012) и Индија (Venkataraman et al., 2018), што је последица интензивне урбанизације, индустријализације, развоја саобраћаја и енергетике. Дакле, емисија полутаната антропогеног порекла на регионалном нивоу представља водећи узрок опадања квалитета ваздуха у урбаним срединама. Најбољи показатељ наведене тврдње је представљен у раду Singh and Chauhan (2020). Аутори су на основу приземних и сателитских осматрања, приметили изражено смањење концентрације PM честица, тропосферског NO_2 као и AQI индекса у градовима попут Делхија, Бомбаја, Хајдерабада, Калкуте и Ченаја. Узрок краткорочног побољшања квалитета градског ваздуха представља редукција антропогених активности услед COVID-19 пандемије.

УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Национална Стратегија одрживог развоја Републике Србије (Службени гласник РС, 2008) издваја АП Војводину, а у њеном оквиру и Бачку, као регион од круцијалног значаја за одрживу економију државе. Економија Војводине чини готово 1/3 БДП-а Републике Србије, док је БДП по глави становника покрајине изнад националног просека. Бачка је уједно један од најважнијих пољопривредних рејона Србије захваљујући земљиштима високе плодности са високим просечним приносима по хектару, богатству водних ресурса и регулисаним водним режимом. У прилог томе, сведочи чињеница да у општинама Бачке оранице и баште обухватају више од 90% пољопривредног земљишта (758.328 h) (Мишовић, 2011).

Пољопривредна производња се већ дужи низ година суочава са бројним изазовима проузрокованим климатским променама, будући да је пољопривреда истовремено и значајан узрочник и сектор који највише трпи ефекте климатских промена. Предвиђања су да се у будућности може очекивати даљи пораст температуре, промене количине и распореда падавина, повећање варијабилности климатских параметара и појава екстремних климатских догађаја, као што су суше, поплаве и олујни ветрови. Иако су промене климе на глобалном нивоу примећене још пре неколико деценија, а њихови ефекти на гајене биљне врсте као врло битну компоненту агроекосистема добро познате, свест о проблемима и последицама климатских промена на пољопривреду је и даље недовољно развијена, улагања у решавање проблема несразмерна, а систематска мултидисциплинарна истраживања заступљена само у најразвијенијим земљама (Службени гласник РС, 2014).

Као пољопривредно подручје, економија Бачке је зависна од утицаја климатских варијабли и климатских промена. Ман-Кендал тест указује постојање статистички значајног позитивног тренда температура ваздуха у историјском раздобљу (1949-2018) на простору Бачке. На основу карата просторне дистрибуције анализираних температурних варијабли, доминантно је повећање температуре ваздуха на подручју истраживања (2018-2050). Позитиван тренд просечних температура ваздуха (2018-2050) биће посебно изражен на северу Бачке (+1,3°C), потом у западној половини (+1,0°C), док ће најмање очекиване промене наступити у централним и јужним деловима Бачке (од +0,7°C до +0,8°C). У случају пројекција просечних температура ваздуха током вегетационог периода, позитиван тренд биће доминантан у источним деловима Бачке (+2,2°C до +1,8°C), потом у западним деловима (+1,5°C до +0,7°C), централним (-1,1°C до +0,9°C) и јужним деловима (+1,0°C). Повећања најмањег интензитета биће регистрована на северу Бачке (+0,5°C до +0,7°C), што је релативно повољна околност са аспекта одрживости пољопривреде овог дела Бачке. Дакле, пројекције температурних варијабли предвиђају доминантно и изражено повећање температуре ваздуха у Бачкој. На основу (Meehl, 2007) до средине XXI века (2046-2065) су могућа три сценарија глобалног загревања: +1,3°C (B1 сценарио), +1,8°C (A1B) и +1,7°C (A2), па узимајући у обзир могуће температурне промене у Бачкој, доводи се у питање одрживост пољопривредне производње.

У случају падавина, у већини временских серија нису детектоване статистички значајне промене на основу МК теста. Пројекције просечних падавина (2018-2050) указују да ће на највећем делу Бачке промене бити минималног карактера (повећање падавина од +10 mm је могуће у западним и северним деловима Бачке). Промене просечних падавина током вегетационог периода биће динамичније; у западним деловима ће се количина падавина повећати (+10 mm), у северним је могуће смањење сума падавина (-60 mm), док

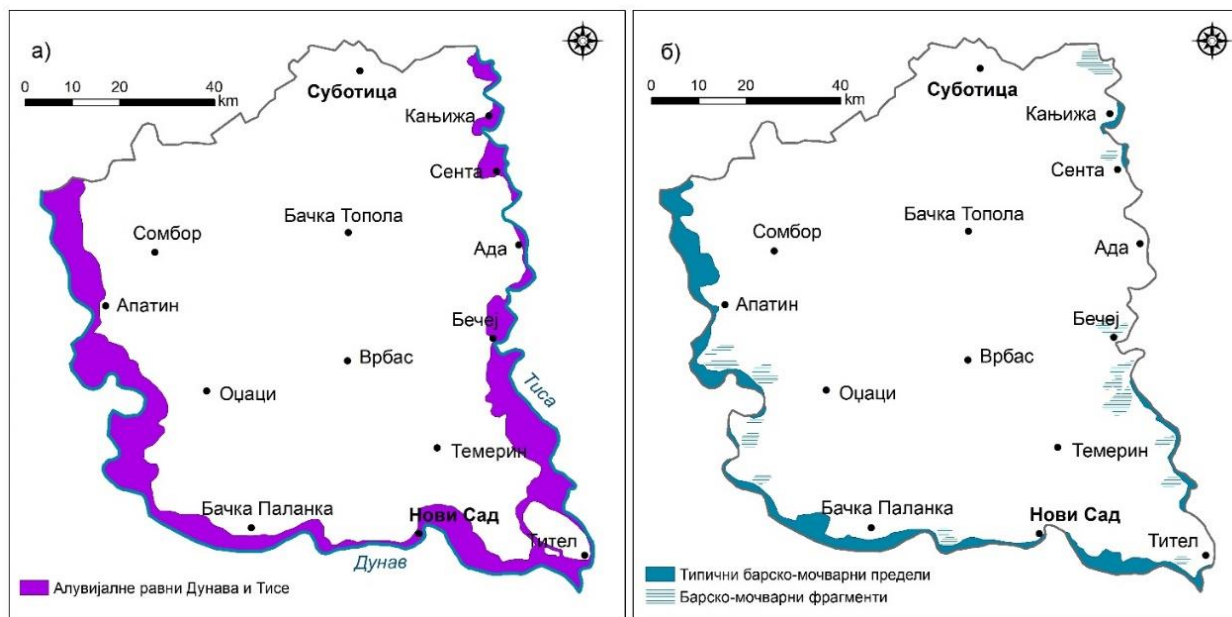
ће редукција падавина потенцијално бити најизраженија у јужним деловима Бачке (-40 mm до чак -90 mm). IPCC (2014b) указује да се сума падавина у умереним ширинама северне хемисфере 1951. године повећала, док RCP8.5 сценарио (2081-2100) указује на редукцију сума падавина. Генерално, редукција падавина у појединим деловима Бачке је у корелацији са трендовима падавина у умереним географским ширинама на основу IPCC (2014b). Наведени трендови падавина у комбинацији са пројекцијама температуре ваздуха, доводе до оптималних услова за појаву аридности и суше, што дугорочно угрожава стабилност пољопривредне производње. Потенцијални аридни услови представљају у већој мери функцију евапотранспирације него падавина. Gosic and Trajkovic (2014a) су утврдили статистички значајне позитивне трендове референтне евапотранспирације (ET_0) на метеоролошким станицама Бачке (Нови Сад, Сомбор и Палић). Појединих година услови сушности су посебно изражени, што је индексом аномалија падавина потврђено (нпр. 1999, 2000, 2001. и 2010. година). Изражена учесталост сушних година, у зависности од интензитета и трајања сушног периода, може значајно смањити приносе пољопривредних култура. Интерпретирани резултати у смислу повећања пројектованих температурних варијабли и редукције суме падавина су потврђене резултатима истраживања. Тако, Valjarević et al. (2020) процењују да повећање просечне температуре ваздуха од 2-4°C на европском континенту не би угрозило опстанак доминантних пољопривредних култура (пшеница, кукуруз и соја). Међутим, треба имати у виду да А1В (2001-2030) и А2 сценарио (2071-2100) за територију Србије предвиђају топлије и сувље климатске услове праћене: повећањем просечне температуре ваздуха и просечне температуре током вегетационог периода, смањење суме падавина и повећање количине падавина у вегетационом периоду (Mihailović et al., 2015). Milošević et al. (2015) указују на повећање суме падавина у вегетационом периоду (9 mm по декади) и средњих, максималних и минималних температура ваздуха од 0,2°C по декади (1949-2013). Аутори указују да пољопривредну производњу у Војводини одликује повећање просечних приноса пшенице, шећерне репе, сунцокрета и соје. Такође, анализирани пољопривредне културе (изузев соје) су осетљиве на промене климатских варијабли у вегетационом периоду и сезонских падавина (посебно лети). Stričević et al. (2021) указују да ће топлија клима утицати на скраћивање вегетационог периода, али уједно довести и до повећања просечних приноса, што неће бити подједнако изражено код анализираних пољопривредних култура. Анализирани локалитет у Бачкој (Римски Шанчеви) указује на: а) континуирано смањење просечних приноса кукуруза у будућим пројекцијама температурних и падавинских варијабли (2016-20135, 20146-2065, и 2080-2099); б) флукуације просечних приноса сунцокрета током анализираних интервала и в) континуирано смањење просечних приноса пшенице. Норме наводњавања за локалитет Римски Шанчеви ће се повећати за око 13%. Испољени ефекти варијабилности климе на доминантне пољопривредне културе у Војводини и локалитету Римски Шанчеви у Бачкој указују да је потребан дугорочни мониторинг климе на подручју истраживања. Такође, ограничен број студија које указују на корелацију утицаја климатских промена на пољопривредне приносе у Бачкој потврђује оправданост будућих истраживања.

Истакнуте чињенице су потврђене резултатима постојећих истраживања. Тако, Ракићевић (1988) међу четири региона у Србији са највећим ризиком од суше издваја подручје североисточне Бачке. У току вегетационе сезоне се јављају краћи или дужи сушни периоди (Berić, Zelenhasić and Srđević, 1990), па цела Војводина понекад постаје аридна област са израженим дефицитом влаге. После сушних осамдесетих и деведесетих година прошлог века (Палфаи и Дарнаи, 1990; Драговић и Лабат, 1993), такође је било сушних

година почетком XXI века (Rajić i Štula, 2007; Rajić and Bezdan, 2012). Примера ради, 2007. година је довела до великих губитака у пољопривреди у АП Војводини, док су они били најизраженији у Бачкој. Истиче се пример Бачке Тополе, која је имала економске губитке од око 2 милијарде динара, док су губици у пољопривредној производњи били већи од 50% (Žlebir et al., 2011). Gocić and Trajković (2014b) издвајају као један од суб-региона у Србији највише погођених сушом северни и североисточни део Србије (који обухвата Бачку). Издвојени суб-регион се одликује најмањом сумом падавина у држави, али и интензивном пољопривредном производњом. Gocić, Trajković and Milanović (2020) на територији Србије издвајају две године као посебно сушне (2000. и 2011. годину). Из ових разлога, како би се простор Бачке развијао у складу са циљевима одрживог развоја, неопходно је превазићи постојеће изазове и креирати друштво отпорно на хазарде и катастрофе који угрожавају пољопривреду (Frank et al., 2016). Одржива пољопривредна производња захтева одговарајуће мере адаптације у смислу суше и аридности. Могући негативни ефекти ових природних феномена могу бити ублажени адекватним мониторингом. Са поменутог аспекта, Jovanović et al. (2013) су предложили WANA STRAT (*“Water shortage hazard and adaptive water management strategies in the Hungarian-Serbian crossborder region”*) пројекат. У циљу смањења утицаја дефицита влаге имплементирана је мрежа од 8 аутоматских мерних станица на југоистоку Бачке, што чини око 1.000 km² или 12% територије Бачке. Међутим, смањење негативних утицаја климатских промена захтева проширење постојеће мреже станица на читаву територију Бачке, како би мониторинг био потпун.

Урбана подручја Новог Сада, Сомбора и Суботице ће на основу пројектованих температура ваздуха постати израженија „урбана острва топлоте“. Имајући у виду да су Нови Сад (центар градског, културног и манифестационог туризма), Сомбор (близина СРП „Горње Подунавље“) и Суботица (близина Палићког и Лудошког језера) значајне туристичке дестинације у Бачкој (Бјељак и сар., 2018) могуће промене могу имати утицаја на туризам и рекреацију са аспекта промета туриста. Још је Пету (1972) указао да дискомфор може да угрози и ограничи прилив туриста. Ову чињеницу на примеру урбане целине Новог Сада потврђују Milošević et al. (2020) анализом термалног комфора, где примећене зоне дискомфора у граду могу имати утицаја на одрживост туристичких кретања.

На територији Бачке су лоцирана три влажна подручја под заштитом Рамсарске конвенције: СРП „Горње Подунавље“, СРП „Ковиљско-петроварадински рит“, СРП „Лудашко језеро“ (Пањковић и Стојнић, 2011). Поменута влажна подручја су климатски осетљива пошто манифестовани климатски обрасци могу довести до: а) смањења површина под хидрофилном вегетацијом и б) неуједначеног водног режима. Пошто су наведена станишта, уједно и центри хетерогеног биодиверзитета, доведен је у питање и опстанак локалних ендемита и реликтних врста (Stojanović, 2005). Осим климатских утицаја, површине под влажним ритским подручјима у бачком Подунављу и Потисју су изложене и антропогеном деловању. Наиме, након изградње одбрамбених насипа тј. предузимања мелиоративних мера у циљу исушивања водоплавних терена поред Дунава и Тисе површине под влажним подручјима су драстично редуковане (Павић, Месарош и Стојановић, 2012) (*Карта 10*). Климатски трендови температура ваздуха и сума падавина у будућности (Meehl, 2007; IPCC, 2014b) несумњиво могу имати утицаја на континуирану редукацију површина под влажним ритским подручјима у Бачкој.



Карта 10. Алувијалне равни Дунава и Тисе у Бачкој (а) и типични барско-мочварни предели (1) и барско-мочварни фрагменти (2) у бачком Подунављу и Потисју заостали након реализованих мелиорационих мера одводњавања (б)

Извор: Аутор модификовао према Кошћал и сар. (2005) и Павић, Месарош и Стојановић (2012)

У тесној вези са климатским променама представља и квалитет амбијенталног ваздуха у Бачкој. Индустриска производња и саобраћај представљају водећи узрок емисије загађујућих честица, који утиче на квалитет амбијенталног ваздуха. Индустрија као водећа привредна делатност у Бачкој (259 индустријских објеката), представља важан извор загађења ваздуха. Овде се издвајају градски центри индустрије грађевинског материјала, металопрерађивачке и хемијске индустрије (Сомбор и Суботица), рафинерија нафте у Новом Саду (Мишовић, 2011; Чворо и Голубовић, 2001). Осим тога, повећане концентрације загађујућих материја пореклом од саобраћаја констатоване су у већим градским насељима у Бачкој (Јовчић et al., 2013) и у зонама дуж прометних саобраћајница (Илић et al., 2014).

На основу података са две мерне станице на анализираном подручју (Нови Сад и Сомбор) концентрације NO_2 , SO_2 и CO су на задовољавајућем нивоу, тј. у највећем броју случајева није дошло до прекорачења дозвољених концентрација. Међутим, потенцијални проблем представљају веће дневне концентрације приземног озона и PM_{10} суспендованих честица. Уопштено, ово су повољне околности са аспекта пољопривреде, здравља становништа и туризма. Загађеност ваздуха утиче на пољопривредну производњу на два начина: а) полутанти прекидају у извесном обиму биохемијске и физиолошке процесе у биљкама и б) „киселе кише“ доводе до деградације земљишта и смањују концентрацију хранљивих материја расположивих биљкама; ово су кумулативни и перманентни ефекти (Wei and Wang, 2021). Интерпретирани резултати са подручја анализираних урбаних агломерација на подручју Бачке указују да није наступило прекорачење дозвољених концентрација већине полутаната, па квалитет амбијенталног ваздуха није испољио утицај на пољопривредну производњу. Matković Puljić (2014) указује да квалитет ваздуха у Републици Србији представља предмет изузетне забринутости пошто инструментална мерења указују да становништво удише ваздух који се сматра штетан по људско здравље. На пример, концентрације $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} су вишеструко веће у односу на дозвољене

вредности прописане од стране ЕУ и WHO. Сматра се да је 73% популације у урбаним или урбано-индустријским агломерацијама потенцијално изложено концентрацијама полутаната изнад референтних вредности. На основу резултата SAQI₁₁ индекса становништво урбаних агломерација Бачке удише ваздух одговарајућег квалитета. Анализиране урбане целине су уједно и значајне туристичке дестинације и у погледу квалитета ваздуха као еколошке компоненте испуњавају неопходне услове за одрживост и унапређење туризма. Резултате квалитета ваздуха потврђују Почуча и Матијашевић Обрадовић (2020) који указују да је квалитет ваздуха у Новом Саду I категорије. Аутори сматрају да је развој туризма „*знатно више него код других делатности условљен квалитетом животне средине, јер се степен очуваности и атрактивности животне средине непосредно одражава на могућност за развој туризма у датом простору*”. Стога, град Нови Сад испуњава потребне услове (у погледу квалитета ваздуха као сегмента еколошке компоненте) за даљи развој и унапређење туристичке делатности. Међутим, са аспекта квалитета ваздуха у урбаним агломерацијама Бачке треба имати у виду и неколико битних чињеница: а) недостатак валидних података за урбану агломерацију Суботице, б) недостатак континуалних мерења, в) недостатак организоване мреже станица за мониторинг квалитета ваздуха на читавом урбаном подручју. Ово су разлози из којих представљене резултате који се односе на квалитет ваздуха треба узети са одређеном дозом резерве.

Испољени утицај климатских детерминанти на одрживи развој Бачке узрокује бројне социо-економске последице по људске активности и животну средину: а) рецентне климатске промене и пројекције климе указују на могуће смањење пољопривредних приноса; б) квалитет амбијенталног ваздуха у урбаним агломерацијама не ограничава туристичку активност; в) индустрија и саобраћај имају преваходно улогу у емисији полутаната и директно утичу на квалитет ваздуха, али представљени резултати не указују на погоршан квалитет ваздуха. Евентуални проблеми могу бити решени одговарајућим планским документима у циљу предузимања одређених мера и предлога одговарајућих решења. Стога представљени резултати могу представљати солидну основу у политици просторног планирања и регионалног развоја.

ХИДРОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ

Повећане потребе за водним ресурсима на глобалном нивоу су у интеракцији са растом светске популације, економским развојем и променама у начину потрошње (UNESCO, UN-Water, 2020). Глобални захтеви за водом су се повећали за 600% током протеклих 100 година (Wada et al., 2016). Пројекције указују да ће се захтеви за водом значајно повећати у наредне две декаде у све три компоненте: индустрији, домаћинствима и пољопривреди. Раст потреба за водом непољопривредних делатности ће превазићи потребе пољопривредног сектора (Rosegrant, Cai and Cline, 2002). Актуелне глобалне потребе за водом износе око 4.600 km³ годишње, и оне ће порасти на 5.500-6.000 km³ (од 20-30% до 2050. године) (Burek et al., 2016). Недостатак водних ресурса, постаје све израженији глобални и регионални проблем, нарочито уколико се узму у обзир: а) пројекције бројности светске популације (9,7 милијарди становника до 2050. године), б) интензивнија контаминација подземних и површинских вода и в) климатске промене које представљају узрок још израженијем дефициту залиха воде (посебно у аридним и семиаридним регионима) (UN, 2019).

ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ БАЧКЕ

У оквиру Панонског неогеног басена издваја се хидрогеолошка јединица Бачке која представља његов периферни јужни и југоисточни део који је са запада и истока ограничен Дунавом. Ово подручје у хидрогеолошком смислу представља макроцелину сличних особина. Терен је изграђен од седимената неогене и квартарне старости велике моћности (до 4.500 m), са бројним водоносним срединама различитог структурног типа порозности (пукотинске и пукотинско-карстне у доњем, међузрнске у горњем) као и различите дистрибуције. Најстарије стенске масе (шкриљци, гранити и серпентинити) представљају уједно и најнижу водонепропусну подину у Панонском басену. Непосредно изнад хроностратиграфских налазе се акумулације термоминералних вода, прекривене водонепропусним стенама. У горњим деловима терена на простору Бачке лоциране су водоносне средине плиоцена и квартара. Водоносне средине плиоценске старости представљене су појединачним слојевима ситнозрних и средњезрних пескова, у мањој мери песковима крупнозрних фракција, раздвојених седиментима полупропусних и водонепропусних стена. У њима су на дубинама од 200-250 m формиране издани термоминералних вода. Водоносне средине квартарне старости су образоване од топографске површине до дубине од око 230 m; представљене су седиментним творевинама формираним током флувијалне и лакустријске фазе. На већем делу терена Бачке (са изузетком делова западне и југозападне Бачке) јављају се сочивасте форме алеврита и алевритских глина. У целини посматрано, речне и речно-језерске наслаге представљају „основни водоносни комплекс“ (ОВК) у Бачкој, који се простире преко Баната па све до периферних делова Панонског басена у Славонији и Барањи (Хрватска), Мађарској и Румунији. Преко ОВК леже млађе квартарне наслаге (пескови, песковити шљункови у подручју алувијума Дунава и доњем току Тисе, већем делу западне Бачке, док су алеврити и алевритске глине заступљене у осталом делу терена). У водоносним срединама ОВК

формиране су артешке и субартешке акумулације подземних вода које представљају главни водопривредни ресурс. У алувијалној равни Дунава (западни и јужни делови Бачке) и бачком Потисју артешке и субартешке издани су индиректно у вези са Дунавом и Тисом. У горњим деловима терена Бачке у песковитим шљунковима, песковима, лесу и еолским песковима до дубине од 60 m формиран је велики број слободних и субартешких издани – „*прва издан*“ (Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2001).

Највиши ниво прве издани у Бачкој је почетком априла, а најнижи током октобра. Услед различитих фактора (распоред и висина падавина, близина речног тока или каналске мреже, сливање воде са вишег терена) може доћи до промена у закономерности колебања нивоа прве издани. Тако, на северу Бачке наведена закономерност се помера према мају односно новембру (Стојшић и Кукин, 1975). Промене нивоа подземних вода флукутирају на годишњем нивоу. У случајевима када се јавља више узастопних сушних година долази до спуштања нивоа, док неколико влажних година доводи до подизања нивоа, па се јављају сувишне унутрашње воде у Бачкој. Сталне високе воде се најчешће јављају западно од Врбаса, између Великог канала Бездан – Бечеј и Малог канала Мали Стапар – Нови Сад, уз Тису јужно од Бечеја (Букуров, 1975; Шкорић, 1996). На основу доминантних фактора, у Бачкој се могу издвојити четири типа водних режима прве (фреатске) издани (Стојшић, 1994):

- *климатски тип* – уједно и најдоминантнији, издвојен на основу климатских услова који узрокују његово образовање (термички и плувиометријски режим). Наведени тип је нарочито заступљен на лесној тераси, средњебачкој лесној тераси и Суботичко-хоргошкој пешчари. На основу вишегодишњих просечних вредности, максимални водостаји се јављају током маја и априла, а минимални нивои воде су у октобру и новембру;
- *хидролошки тип* – образован је под директним утицајем интензивне комуникације подземних вода са Дунавом и Тисом. Заступљен је у алувијалним равнима река и приобаљу језера. Режим водостаја је у интеракцији са флукутацијама нивоа речне или језерске воде;
- *климатско – хидролошки тип* – представља комбиновани утицај климатских и хидролошких прилика на режим прве издани;
- *климатско и хидролошко – антропогени тип* – људским интервенцијама измењен и модификован режим у природним условима. У већој или мањој мери се јавља у деловима Бачке у којима су обављени хидротехнички и мелиорациони радови (каналска мрежа ДТД, успор на Тиси).

Плитка издан у алувијалној равни јавља се на дубини од 1-4 m. На лесној тераси, која је смештена даље од алувијума, али и хипсометријски виша, прва издан се појављује на дубини између 5-10 m. На Телечкој она достиже дубину од 20 m, док је на Тителском брегу и до 45 m дубине. Колебање прве издани је најизраженије у алувијалној равни Дунава и Тисе и у корелацији је са водостајем. У тренутку ниских водостаја издан је на знатној дубини, док се услед обилних падавина и при високим водостајима на рекама може појавити и на површини алувијалне равни, када редовно плави нижа ритска земљишта. Доминантан утицај на режим прве издани имају климатски фактори, а потом следе утицаји Дунава и Тисе. Тако је, колебање прве издани на лесној тераси мање зависно од река, а више од климатских фактора; колебање нивоа подземних вода на Тителском брегу зависи од Тисе, пошто је прва издан у нивоу речног корита; на Суботичко-хоргошкој пешчари, где је

изданска вода на знатној дубини (до 10 m), ниво подземних вода је у корелацији са падавинама и вегетационим покривачем. Због бројних хидромелиоративних радова на уређењу водног режима вода Бачке, може се разматрати и значајан утицај антропогених делатности на режим прве издани (Букуров, 1975; Белић, 1989).

Главни извори хранења прве издани у Бачкој су Суботичко-хоргошка пешчара и средњобачка лесна зараван. Са ових орографских целина атмосферска вода се процеђује кроз порозне лесне и песковите седименте према изворишту Криваје, Керешу, Чику, Плазовићу и Мостонги, а путем њих у Тису и Дунав. Подземно развође између Тисе и Дунава приближно се подудара са површинским развођем; оно се јавља код Бајмока и потом наставља до Бачког Петровца на југу, а затим скреће на исток према Тителу. Западно и јужно од ове вододелнице, подземне и површинске воде се сливају према Дунаву, а источно и северно према Тиси (Букуров, 1975). Додатном прихрањивању прве издани у алувијалним равнинама Дунава и Тисе у Бачкој доприноси и вода која се на путу ка овим рекама, као главним реципијентима, креће са виших рељефних позиција у унутрашњости где у вишегодишњем просеку прва издан показује највише водостаје током пролећа (Павић, 2006; Ravić et al., 2006a). На подручју Бачке заступљено је осам пијезометара који су равномерно дистрибуирани (Табела 21; Карта 11). Они су класификовани у четири рејона Бачке: а) **Северозападна Бачка – прва издан** (Сомбор), **Телечка – прва издан** (Алекса Шантић, Његошево, Суботица – Микићево), в) **Горња Тиса – прва издан** (Врбас) и г) **Средња Бачка – прва издан** (Нови Сад, Бач и Надаљ); наведени пијезометри су лоцирани у теренима интергрануларне порозности и припадају алувијуму Дунава и Тисе.

Табела 21. Основни подаци о пијезометрима на подручју Бачке

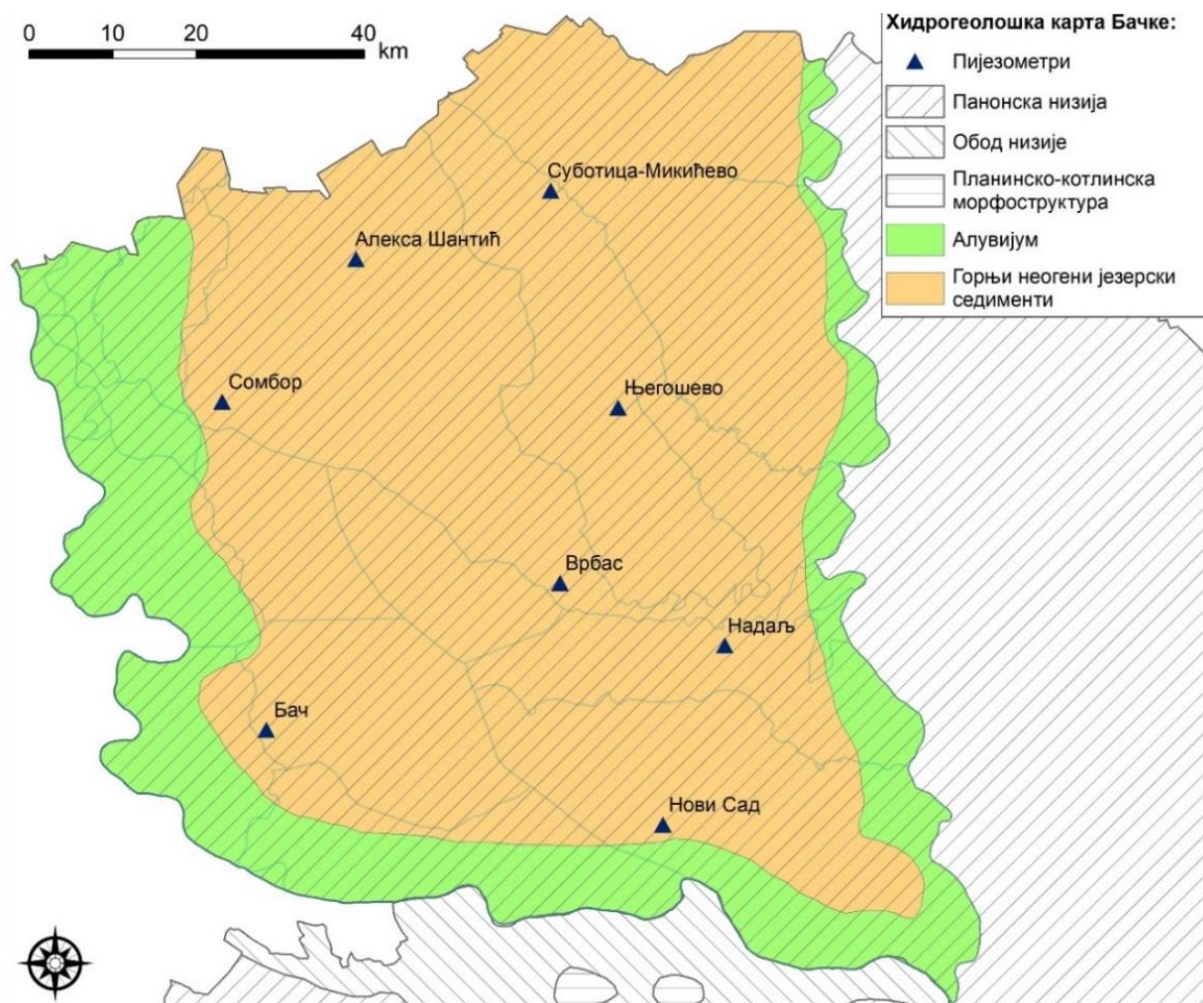
Редни број	Пијезометар	Тип порозности	Водно подручје	Географска ширина (φ)	Географска дужина (λ)
Северозападна Бачка – прва издан					
1	Сомбор (С-1/Д)	интергрануларна	Дунав	45°46'02"	19°08'55"
Телечка – прва издан					
2	Алекса Шантић (АШ-1/Д)	интергрануларна	Дунав	45°55'26"	19°20'58"
3	Његошево (Њ-1/Д)	интергрануларна	Дунав	45°46'09"	19°45'25"
4	Суботица – Микићево (М-1)	интергрануларна	Дунав	46°00'05"	19°38'51"
Горња Тиса – прва издан					
5	Врбас (ВР-1/Д)	интергрануларна	Тиса	45°34'46"	19°40'20"
Средња Бачка – прва издан					
6	Нови Сад (РШ-1/1)	интергрануларна	Дунав	45°19'18"	19°50'03"
7	Бач (Б-1)	интергрануларна	Дунав	45°24'55"	19°13'39"
8	Надаљ (НА-1/Д)	интергрануларна	Дунав	45°30'53"	19°55'32"

Извор: Аутор на основу Резултати испитивања квалитета површинских и подземних вода (2018).

Министарство заштите животне средине и Агенција за заштиту животне средине, Београд;

Хидролошки годишњази – II. Подземне воде (2004-2011),

Републички Хидрометеоролошки завод Србије (РХМЗС), Београд



Карта 11. Хидрогеолошка карта Бачке са тектонским јединицама и одабраним пијезометрима

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

На основу података о потенцијалној количини подземних вода на подручју истраживања (Табела 22) укупна количина обновљивих подземних вода у алувијуму река износи 6.474 l/s (71,3%), у основној издани 2.150 l/s (23,7%) и стенским масама плиоценске старости свега 453 l/s (5,0%). Анализирано по окрузима, највећа потенцијална количина овог водног ресурса је на простору Западнобачког округа; у алувијуму река је потенцијално присутно 3.750 l/s (85,4%), у основној издани 457 l/s (10,4%), док је у стенама плиоценског порекла заступљено само 183 l/s (4,2%). У Јужнобачком округу, дисперзија потенцијалне количине подземних вода је другачија у односу на Западнобачки округ. У алувијуму је заступљено 2.724 l/s (73,6%), у основној издани 698 l/s (18,9%), док је у стенама плиоцена актуелно 280 l/s (7,5%). На простору Севернобачког округа у алувијуму и стенама плиоценске старости нису евидентиране подземне воде. Изузетак представљају подземне воде акумулиране у основној издани, са свега 995 l/s. Ово стање се објашњава чињеницом да на простору севера Бачке не постоји већи стални речни ток, па су главни извор храњења подземних акумулација воде атмосферског порекла.

Табела 22. Потенцијална количина подземних вода у Бачкој (l/s)

Округ	Алувијум	%	Основна издан	%	Плиоцен	%	Σ
Бачка	6.474	71,3	2.150	23,7	453	5,0	9.087
Севернобачки	/	/	995	100	/	/	995
Западнобачки	3.750	85,4	457	10,4	183	4,2	4.390
Јужнобачки	2.724	73,6	698	18,9	280	7,5	3.702

Извор: Модификовано на основу Далмација и сар. (2011)

Слободне подземне минералне воде Панонског басена смештене су на просечним дубинама од 550 m и по пореклу су фосилне воде. Заправо, ради се о вадозним водама којима је због геолошких својстава ток био прекинут, а заробљени су у пешчаним и шљунковитим слојевима стена. Горњи, слободни ниво издани је прекривен водопропустљивим наслагама које при одређеним условима акумулирају знатне количине воде (енг. aquifer), а поменути резервоари се налазе између подинског и повлатног водонепропусног слоја (Вујасиновић и Матић, 2009). Постојећа геолошка грађа терена Бачке не погодује појави природног истицања издани, тако да извора на подручју истраживања практично и нема. Букуров (1975) наводи постојање природних извора на „јужној страни у подножју Тителског брега, и местимично у подножју Телечке, односно бачке лесне заравни, као и у подножју лесне терасе. Због недостатка природних извора, снабдевање питком водом у деловима Бачке, који су даље од текућих вода, увек је био проблеме од животног интереса, све до усавршавања технике експлоатације воде из артешких бунара“.

Откривање термоминералних ресурса Бачке протекло је паралелно са експлоатацијом артешких бунара крајем XIX и почетком XX века: Нови Сад (1898), Бечеј (1904), Кањижа (1908), Сента и Бездан (1912), Пригревица и Апатин (1913), Темерин (1919). У потрази за нафтом и природним гасом у Војводини седамдесетих година прошлог века дошло се до сазнања да постоји значајан резервоар термоминералних вода, које су редовни пратилац дубоких истражних бушотина (Милосављевић и Агоштон, 1999). Тако је, на простору Бачке избушено 42 хидротермалне бушотине просечне дубине од 850 m; тако је милионима година заробљена вода из Панонског басена ослобођена у облику термоминералне воде са издашношћу и до 36 l/s и температуре до чак 92°C (Милосављевић, 2005). Панонски басен је рејон угљоводоничних вода, иза којих су, према учесталости воде азотног типа и угљокиселе воде. За овај рејон је типично постојање вода групе „В“ (сулфидне воде), с повишеним садржајем водоник-сулфида, у опсегу од 2-11 mg/l. Водама из групе „Г“ (гвожђевите, арсенске) није поклоњена посебна пажња, али се очекује да постоје. За разлику од претходне групе, воде групе „Д“ (бромне, јодне, с високим садржајем органских материја) имају далеко већи значај. У минералним водама Панонског басена приметне су и тзв. жуте воде, из водоносних хоризоната до 250 m, које су последица повишеног садржаја органских материја. Такође, иако посебних истраживања није било, на основу расположивих података детектоване су и воде из групе „Е (радонске), као и силицијумске воде (група „Ж“) (Крунић и Сорајић, 2013). Температуре термоминералних вода Бачке су у интервалу од 45-65°C, са максималном измереном вредношћу од 82°C. На основу рН вредности, термоминералне воде Бачке су класификоване као: углавном

неутралне (6,8-7,2), благо алкалне (7,3-8,5) и алкалне реакције (8,5). Укупна минерализација је у распону од 0,8-38 g/l. У Бачкој су најчешће распрострањене јодне бање. Оне се јављају у свим стратиграфским слојевима и њихово коришћење датира с краја XIX и почетка XX века у неколико јодних купатила (Нови Сад, Бечеј, Темерин, Кањижа и Бездан). Осим садржаја јода, у Бачкој се јављају и термоминерални извори са повећаним садржајем силикатне, борне киселине и водоник-сулфида. У Бачкој су лоциране три бање – „Кањижа“ (бачко Потисје), „Јунаковић“ (северозапад Бачке) и „Палић“ (север Бачке), као и четири санаторијумска центра (Бечеј, Бездан, Нови Сад и Темерин) (Кошић et al., 2011).

ПОВРШИНСКЕ ВОДЕ БАЧКЕ

Бачка располаже солидним водним ресурсима са аспекта површинских вода, што је детерминисано условима генезе и еволуције бројних хидрографских објеката: а) речних токова; б) језера флувијалног, еолског и антропогеног порекла; в) каналска мрежа хидросистема Дунав – Тиса – Дунав (ДТД). Од посебног значаја је каналска мрежа Бачке која има вишеструку улогу: у влажним раздобљима служи одводњавању сувишних вода, у аридним условима обезбеђује неопходне количине воде за наводњавање, употребљава се за пловидбу, рибарство и рекреацију; од огромног је значаја за трансформацију природних предела и привреду Бачке (Станковић, 2005; Гавриловић и Дукић, 2014). Тренутно стање расположивих водних ресурса Бачке не представља ограничавајући фактор одрживог развоја (Далмација и сар., 2011).

Дунав. Река Дунав пресеца мађарско-српску границу на 1.433 km од свог ушћа код Сулине и на 80,7 m надморске висине, док државну територију напушта на 845 km, код ушћа Тимока и на свега 28 m надморске висине. Дакле, речни ток Дунава протиче кроз Србију на дужини од 588 km, где Бачкој припада 218 km целокупног речног тока (36,3%). Заправо, читав панонски део територије државе (укључујући и простор Бачке) одводњава ток Дунава, тј. припада црноморском сливу и читавом дужином свог тока кроз Бачку, Дунав припада панонском сектору. Међутим, овај сектор у односу на карактер Дунава кроз Бачку има три сегмента: а) први сегмент – од државне границе према Мађарској до ушћа Драве, други сегмент је од ушћа Драве до Новог Сада и трећи део је од Новог Сада до ушћа Тисе у Дунав. Од мађарске границе, Дунав је широк 400 m и има карактер бујичне и подивљале реке. На овом сектору су бројни рукавци („дунавци“). Један од тих рукаваца представља и аутохтона бачка река, Мостонга. На левој обали, наспрам Батине, налази се улаз у Велики бачки канал, који представља везу Дунава са Тисом (код Бечеја). Низводно од Бездана, Дунав се рачва и протиче између бројних острва; пошто са територије Хрватске прими Драву (707 km), која просечно доноси 653 m³/s, овај део тока Дунава обилази Даљ, прихвата воде десне притоке Вуке (110 km) и тече према истоку. На другом сегменту свога тока кроз Бачку, Дунав одликује сталније корито, пошто је правац тока одређен положајем Фрушке горе, на чију се северну подгорину наслања десном обалом. На овом сектору постоје повољни услови за интензивну флувијалну акумулацију – формирају се спрудови и аде и изражено је меандрирање речног тока. Површински највеће аде су: Велика ада јужно од Челарева, Черевихки спруд северно од Черевиха, Мачков спруд југозападно од Новог Сада и Велика ада јужно од Новог Сада. На трећем делу Дунав поново проширује своју долину; изразити меандри су између Петроварадина и Новог Сада, јужно од Ковиља, Јамина и

Козјак, као и гардиновачки меандер, јужно од Гардиноваца (Букуров, 1975; Гавриловић и Дукић, 2014).

На водни режим Дунава највећи утицај има скуп фактора, где се посебно издвајају климатски, хидролошки и технички чиниоци. Клима Панонске низије је умерено-континентална, са хладном зимом и топлим и влажним летом, са честим температурним екстремима. Плувиометријски режим одликује неједнакост падавина на годишњем и месечном нивоу, па су сушна и влажна раздобља уобичајена појава у дистрибуцији падавина (Миловановић и сар., 2018). Манифестовани климатски услови рефлектују се и на водостај; суво време кореспондира ниском, док влажни метеоролошки услови одговарају високом водостају. Осим климатских прилика на простору Панонске низије, на варијабилност водостаја и протицаја од значаја су и климатски услови у рејону високих Алпа и Карпата. Тако је, горњи ток Дунава под снажним утицајем маритимног ваздуха пореклом са Атланског океана, док су средњи и доњи делови слива под утицајем континенталног климата. Сливна подручја Драве и Саве, притока Дунава су под утицајем средоземног климата (ICPDR, 2009).

Водостаји на Дунаву су у великој мери зависни и од хидролошких услова на главним притокама; тако, у горњем току Дунав има високи водостај у пролеће и лето. Појава високих вода је последица отапања снежнице у нижим, а лети у вишим планинским пределима. Наведено стање на Дунаву могу изменити карпатске реке (Морава, Раб, Ваг и Гром) и у интервалу ниског водостаја, нагло донесу огромну количину воде. Слично, хидролошке прилике у сливу Драве, низводно у сливном подручју Тисе и Саве могу модификовати водостај панонског сектора Дунава (Букуров, 1975).

Значајан фактор у регулисању осцилација водостаја и протицаја Дунава представљају регулациони радови. Гавриловић (1981) указује да су регулациони радови на Дунаву у Бачкој спроведени на неколико локација; години 1897. код села Младенова (општина Бачка Паланка) прокопан је Моховски канал, па је тадашњи ток реке скраћен за 12 km. До Првог светског рата пресечена су два меандра – Казук и Дравска окука ради заштите од ледених поплава, док је у периоду између два светска рата направљен просек код Блажевице. Приоритет имају окука низводно од Богојевског моста, Даљска кривина и уређење корита Дунава у зони око Петроварадина.

У анализи водног режима Дунава на простору Бачке посебну улогу има квантитативна евалуација најбитнијих елемената водног режима – водостаја и протицаја. Просечне вредности водостаја код Бездана у интервалу 1946-2013. године указују постојање максималних вредности у јуну (323 cm) и минималних вредности водостаја у октобру (117 cm); просечни ниво воде на хидролошкој станици Бездан током анализираних интервала износио је 223 cm. Нешто више просечне вредности водостаја су евидентирани на станици Богојево – максимална вредност износи 364 cm, док је минимална вредност водостаја умерена према зимским месецима (новембар – 177 cm); просечни водостај код Богојева је у компарацији са Безданом виши и износи 262,4 cm. На хидролошкој станици Нови Сад уочава се сличан тренд максималних вредности – јун (336 cm), док је минимална вредност у октобру (153 cm); просечни ниво воде у речном кориту код Новог Сада износи 250,2 cm (Табела 23).

Табела 23. Минимални, средњи и максимални водостај панонског сектора Дунава (cm) на простору Бачке од 1946-2013. године

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Бездан													
min	-63	-40	-14	-6	14	57	-20	-97	-86	-71	-77	-50	
CB	180	200	253	315	313	323	297	231	163	117	127	157	223
max	573	586	672	736	699	776	753	714	648	515	563	600	
Богојево													
min	-25	12	33	55	72	100	28	-36	-40	-29	-30	-66	
CB	207	228	280	353	357	364	341	272	207	165	177	198	262,4
max	564	598	708	792	770	817	791	740	734	500	589	610	
Нови Сад													
min	-68	-20	16	41	122	101	33	-5	-28	-63	-65	-60	
CB	207	226	283	355	342	336	305	243	186	153	170	196	250,2
max	520	573	652	745	685	778	777	620	645	483	554	533	

Извор: Модификовано на основу Јаковљевић (2019)

Објашњење: min – минимални водостај, CB – средњи водостај, max – максимални водостај.

Међутим, у односу на вишегодишње просечне вредности, екстремне вредности водостаја на анализираним хидролошким станицама омогућавају бољу карактеризацију водног режима сектора Дунава на простору Бачке (Табела 24). Временска дистрибуција водостаја на бачком сектору Дунава (станице Бездан и Богојево) одликују извесне заједничке особине. Овај сектор тока Дунава у смислу екстремних вредности водостаја карактерише постојање два максимума и два минимума нивоа воде. Примарни максимум се јавља у јуну – (Бездан – 776 cm) и Богојево (817 cm) и кореспондира са максимумом падавинских сума током пролећних месеци (у мају) и последица је отапања снежнице и сочнице у рејону високих Алпа. Секундарни максимум водостаја је током децембра (Бездан – 600 cm и Богојево – 610 cm) и последица је секундарног максимума падавина. Примарни минимум водостаја одликује јесење месеце (октобар и новембар); он је последица више фактора: а) у летњој половини године се јавља дефицит влаге; б) изражене евапотранспирације и в) недостатка падавина крајем лета и почетком јесени. Са друге стране, секундарни минимум водостаја износи -63 cm (Бездан) и -25 cm (Богојево); наведене вредности водостаја одликују јануар и јављају се услед смањеног испаравања и акумулације снега, посебно у деловима слива на већим надморским висинама. У односу на Бездан и Богојево, на хидролошкој станици Нови Сад се јавља искључиво један максимум и један минимум вредности водостаја. Максимални водостај одликује део тока низводно од ушћа Тисе у априлу, а узрок су високи водостаји на Тиси и Сави. Тренд високих вода се наставља према пролећним и летњим месецима (мају и јуну). Потом, водостаји израженије опадају и достижу минимум вредности у јесењим месецима (октобру и новембру).

На основу Пардеове категоризације водних режима, С. Илешич (1947) је поставио одличну основу за проучавање регионалног унутаргодишњег колебања нивоа речних вода

у тадашњој СФРЈ (Живковић, 2006). Према С. Илешичу Дунав одликује постојање комбинованог водног режима, где плувијални или нивални прелази у мешовити режим (прелазни нивални, нивално-плувијални или плувијално-нивални), па се највише и најниже воде појављују у месецима карактеристичним за поједине варијанте. Ниске воде на Дунаву, до Новог Сада јављају се током зимских месеци, када је изражена ретенција падавина у облику снежног покривача, па не постоји површинско и подземно отицање падавина. Високи водостаји на Дунаву до ушћа Тисе током маја и јуна јављају се услед отапања снега на Алпима (Дукић и Гавриловић, 2008).

Амплитуде екстремних водостаја на анализираним станицама су у интервалу од 903 cm (Богојево) до 922 cm (Бездан). Апсолутни минимуми водостаја су забележени на свим хидролошким станицама почетком XX века (јануар 1909. године). Са друге стране, апсолутни максимуми водостаја се јављају током јуна 1965. године (Табела 24). Екстремно високе вредности водостаја представљају непожељну околност, јер представљају потенцијалну опасност од појаве поплавних таласа. У долини Дунава поплавни талас је предиспониран падавинама, али и синхронизовањем поплавних таласа његових притока (Милановић, Урошев и Милијашевић, 2010).

Табела 24. Апсолутно најнижи (ННВ), апсолутно највиши (ВВВ) водостаји (cm), амплитуде и коте високих водостаја Дунава у Бачкој

	Бездан	Богојево	Нови Сад
Кота водомера („0“ m)	80,64	77,46	71,73
ННВ	-146 (07.01.1909)	-86 (08.01.1909)	-134 (09.01.1909)
ВВВ	776 (24.06.1965)	817 (15.06.1965)	778 (28.06.1965)
Амплитуда (А)	922	903	912
Кота ВВВ (m)	88,4	85,63	79,51

Извор: Хидролошки годишњази I – површинске воде;
Републички хидрометеоролошки завод Србије (РХМЗС), Београд

Током анализираниог периода (1950-2013) просечан годишњи протицај Дунава код Бездана износио је $2.280 \text{ m}^3/\text{s}$, док је код Богојева просечна вредност протицаја на годишњем нивоу била нешто виша ($2.790 \text{ m}^3/\text{s}$) (Табела 25). Код Бездана мале воде достижу максималне вредности у јуну ($1.320 \text{ m}^3/\text{s}$), док је у случају Богојева максимум малих вода у наведеном месецу још израженији ($1.600 \text{ m}^3/\text{s}$). Ово је последица плувиометријског режима и максимума падавина у топлијој половини године. На анализираним хидролошким станицама, велике воде достижу кулминацију крајем пролећа и почетком лета (Бездан – $8.410 \text{ m}^3/\text{s}$; Богојево – $9.290 \text{ m}^3/\text{s}$).

Табела 25. Минимални, средњи и максимални протицај панонског сектора Дунава (m^3/s) на простору Бачке од 1950-2013. године⁶

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Бездан													
min	895	810	960	960	1.170	1.320	929	784	791	742	790	854	
СВ	1.980	2.100	2.430	2.860	2.850	2.950	2.760	2.340	1.810	1.670	1.720	1.890	2.280
max	5.210	5.210	6.220	7.960	6.940	8.410	7.890	7.180	6.150	4.370	4.840	5.450	
Богојево													
min	1.140	1.150	1.220	1.360	1.450	1.600	1.180	929	915	1.000	1.070	870	
СВ	2.360	2.510	2.880	3.460	3.500	3.610	3.360	2.860	2.370	2.090	2.170	2.310	2.790
max	5.740	6.000	6.470	8.630	8.450	9.290	8.790	7.940	7.840	4.540	5.670	6.110	

Извор: Модификовано на основу Јаковљевић (2019)

Објашњење: min – низак протицај, СВ – средњи протицај, max – висок протицај.

У случају апсолутних екстремних вредности током посматраног периода могу се представити следећи закључци: а) апсолутни минимум је евидентиран 03.10.1992. године ($742 m^3/s$) на станици Бездан, док је на станици Богојево забележен 26.12.1969. године ($870 m^3/s$) и б) на анализираним хидролошким станицима апсолутни максимум је остварен идентичног датума (15.06.1965); код Бездана је вредност износила $8.410 m^3/s$, док је код Богојева $9.290 m^3/s$ (Хидролошки годишњази I – површинске воде). Осим наведених великих вода, поплава јула 1965. године једна је од карактеристичних на сектору од ушћа Тисе у Дунав. Овом приликом је поплавлено 25.000 ha плодних ораничних површина јужне Бачке, угрожени су градови Нови Сад, Бачка Паланка и Апатин као и бројна насеља у подунавском делу Бачке. Поплавни талас је наступио као последица интензивних падавина на сливном подручју левих и десних притока између Братиславе и Будимпеште. Узроци појави екстремних протицаја су вишеструки: а) потреба за одбраном од честих поплава изградњом насипа и сужавањем протицајног пута великих вода као и недовољним продубљивањем речног корита Дунава и његових притока; б) недовољно посвећивање пажње одржавању речних корита, као и рационално искоришћавање шумског покривача на сливном подручју. Претходно наведено има за последицу изражену акумулацију еродираних материјала у инундационим равнинама, што има за последицу појаву великих вода (Букуров, 1975).

Ракићевић (1957) сматра да овакав режим протицаја има одређене последице по живот прибрежног становништва. Наиме, појава великих вода наноси огромне економске штете Бачкој, пошто плаве најплодније земљиште подунавског рита, а евидентан проблем посебно долази до изражаја уколико се узме у обзир да се ради о земљишту изузетног бонитета. Kovačević-Majkić and Urošev (2014) су указали да на основу коефицијента варијације (C_v) на Бездану (0,19) и Богојеву (0,17), Дунав припада речним токовима ниског колебања протицаја. Статистички значајан позитиван тренд протицаја актуелан је на

⁶ У докторској дисертацији нису представљени просечне, максималне и минималне вредности протицаја на профилу Нови Сад из разлога непотпуности података за наведену хидролошку станицу. Репрезентативни подаци који се односе на протицај реке Дунав кроз току у Републици Србији су доступни само за профиле Бездан, Богојево, Смедерево и Велико Градиште.

сектору Дунава код Бездана, док је код Богојева детектован негативан тренд (Урошев и сар., 2018).

Тиса. Река Тиса представља највећу притоку Дунава, и по дужини тока (966 km), али и по површини слива (157.220 km²). На територији Србије протиче између Бачке и Баната на дужини од 164 km, од чега само 7 km тока чини граница према Мађарској, са површином слива од 9.569 km². На територију Србије Тиса долази из Мађарске, 6 km низводно од Сегедина, потом раздваја лесне наслаге између Кањиже и Бачког Петровог Села и протиче кроз пространу алувијалну раван све до Бачког Градишта. Од овог сектора тече југоисточно, обилази Тителски брег и улива се у Дунав код Старог Сланкамена на 72,4 m надморске висине и на 1.214,5 km од ушћа Дунава код Сулине, уносећи у Дунав просечно 870 m³ воде у секунди. На подручју Бачке с десне стране прима Кереш, Чик, Велики бачки канал и Јегричку (Букуров, 1975; Гавриловић и Дукић, 2014).

Пре регулисања речног корита Тиса је имала изузетно мали пад. Најмањи пад је имала на сектору од Сегедина до ушћа, који је на 252 km износио свега 4,68 m. Четрдесетих година XIX века отпочињу радови на регулацији тока Тисе, па је тако након ових техничких подухвата просечан пад при ушћу у Дунав износио 1,3 cm/km. До 1875. године на територији Војводине пресечено је тринаест меандара, па је дужина Тисе скраћена за 76 km. Тиса има прилично уједначену ширину речног корита (200-300 m). Пре регулације тока, њена ширина је од ушћа до Новог Бечеја износила 197 m, а од Новог Бечеја до Сегедина 166 m. Након регулације тока Тисе, на сектору од ушћа до Новог Бечеја ширина је повећана на 240 m, док је на сектору од Новог Бечеја до Сегедина ширина речног корита Тисе повећана на 188 m. Доста уједначена ширина речног корита, без рукаваца и речних острва и прилично велика дубина Тисе представљају последицу геолошког састава и структуре земљишта. Речно корито Тисе је усечено у прилично отпорним глиновитим седиментима, што је спречавало ширење и меандрирање, па је сама река морала све дубље да се усеца, што је олакшано мање отпорним песковитим наносима у подини. Савремена регулациона решења предузимају се након 1949. године. Плитка долина Тисе је преграђена на три сектора земљано-бетонским бранама – код Тисалека и Кишкереа у Мађарској и Новог Бечеја у Војводини (Букуров, 1975; Гавриловић, 1981; Гавриловић и Дукић, 2014).

Водни режим Тисе у највећој мери зависи од климатског фактора (плувиометријског режима и евапотранспирације) као и антропогеног чиниоца (формирање бране код Новог Бечеја и успор на Дунаву). Количине падавина у Карпатима (700-2.000 mm годишње) су варијабилне, па басен Тисе не располаже подједнаком количином воде на месечном и годишњем нивоу. У годишњем току водостаја учува се постојање једног максимума и минимума нивоа воде у речном кориту (Табела 26).

Табела 26. Минимални, средњи и максимални водостај Тисе (cm) на хидролошкој станици Сента од 1976-2013. године

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
min	92	154	156	179	203	164	151	186	144	86	81	146	
СВ	290	300	376	461	393	329	291	277	254	250	262	277	313,3
max	672	764	831	926	884	787	774	714	492	507	663	668	

Извор: Модификовано на основу Јаковљевић (2019)

Објашњење: min – минимални водостај, СВ – средњи водостај, max – максимални водостај.

Максимум карактерише пролећне месеце са кулминацијом у априлу (461 cm). Минимум водостаја траје током летњих месеци, са највишим водостајем током октобра (250 cm). Истакнуте осцилације водостаја су у корелацији са метеоролошким условима у Карпатима и Панонској низији. Пролећни максимум је последица обимног топљења снежног покривача у Карпатима. Сочница пореклом од леда и снега са Карпата се слива у леве притоке Тисе, које вишак воде предају Тиси. Летњи минимум представља последицу дефицита падавина и изражене евапотранспирације током летње половине године. Током летњих месеци главни извор воде за Тису представљају подземне воде, што доводи до минимума водостаја у септембру и октобру, када су залихе подземних вода већ исцрпљене (Букуров, 1975; Попов, 2012).

Током анализираних интервала (1976-2013) екстремни водостаји Тисе у највећој мери кореспондирају са годишњим током водостаја. Тако се, максимални водостаји јављају у априлу (926 cm), док је минимум водостаја забележен у новембру (81 cm), што је последица ретенције падавина у облику снега. Јаковљевић (2015) сматра да је изградња бране на Тиси подигла ниво воде узводно од Новог Бечеја; годишњи водостај средњих вода (1960-1977) износио је 214 cm, док је у интервалу 1977-2013. године, просечни водостај бележио вредност од 318 cm, што је заправо повећање водостаја од чак 104 cm. Високи фебруарски и јулски водостаји су незнатно кориговани после изградње бране, док су најнижи водостаји (октобар), порасли за скоро 250 cm. Са друге стране, Павић и сар. (2006б) сматрају да осим бране на Тиси, и ХЕ „Ђердап I“, представља значајан антропогени фактор који утиче на колебања водостаја. Овај утицај се манифестује кроз успоравање и издизање водостаја Тисе, најчешће од септембра до фебруара. Током овог интервала успор Дунава је изражен до ушћа Тисе, некада чак и од бране код Новог Бечеја. На основу класификације С. Илешича (1947) водни режим Тисе припада плувио-нивалном типу, централно-европској варијанти. Највиши водостаји се јављају током априла (услед отапања снега у Карпатима), потом у марту и мају, док најнижа вода карактерише септембар и октобар. Низак водостај је последица испаравања у летњој половини године и недостатка влаге у изданским водама (Гавриловић и Дукић, 2008). Апсолутни екстреми детектовани на Тиси (хидролошка станица Сента) показују амплитуду водостаја од 1.124 cm. Тако је, апсолутно најнижи водостај (ННВ) регистрован 11. и 12.10.1976. године (-198 cm), док је апсолутно највиши водостај (ВВВ) забележен 21.04.2006. године – 926 cm (Хидролошки годишњаци I – површинске воде).

Током анализираних периода (1950-2013) просечан годишњи протицај на Тиси код Сенте износио је 824 m³/s. Максимална вредност протицаја је износила 1.490 m³/s (април), док је минимални протицај забележио вредност од 434 m³/s (септембар) (Табела 27).

Табела 27. Минимални, средњи и максимални протицаји Тисе (m³/s) код Сенте од 1950-2013. године

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
min	100	130	140	120	180	90	90	90	85	94	120	136	
СВ	757	849	1.290	1.490	1.190	902	707	527	434	451	571	716	824
max	2.490	2.670	2.080	3.720	3.450	3.480	2.900	2.190	1.600	2.130	2.620	2.420	

Извор: Модификовано на основу Јаковљевић (2019)

Објашњење: min – низак протицај, СВ – средњи протицај, max – висок протицај.

Највеће количине воде којима располаже Тиса у априлу потичу од снежнице и сочнице са Карпатских планина. Знатне количине воде су и у марту и снежничког су порекла, али и из нижих делова слива. Најмањи протицаји на Тиси су у интеракцији са снижавањем нивоа подземних вода које гравитационо хране протицај реке у периоду малих вода. Максималне вредности малих вода на Тиси карактерише летње месеце (јун, јул и август – $90 \text{ m}^3/\text{s}$), што је последица термичког режима и знатне евапотранспирације. Максималне вредности великих вода одликује пролећне месеце (април – $3.720 \text{ m}^3/\text{s}$), што је последица отапања снежног покривача у вишим деловима слива.

При највишим водостајима, на потезу од Сенте до Титела, Тисом протиче више од $3.200 \text{ m}^3/\text{s}$ (22.04.2006), и протицај ове величине се јавља једном у 50 година. Протицај реда величине од $4.100 \text{ m}^3/\text{s}$ би представљао стогодишње велике воде, док би се велике воде реда величине од $5.200 \text{ m}^3/\text{s}$ могле представљати хиљадугодишње велике воде. Пошто речно корито Тисе може да прими свега $1.700 \text{ m}^3/\text{s}$, оваква вероватнаћа екстремних хидролошких догађаја би представљала катастрофалан сценарио; овом приликом река Тиса би се излила и поплавила алувијалну равну (Гавриловић и Дукић, 2014). Кроз историју, Тиса је у неколико наврата испољавала своје ђуди и при великим водама плавила околну равничарску терен. Године 1876. је услед наглог топљења снега, обилних пролећних киша и великих вода Дунава, поплавлено тринаест насеља и 40.000 ha земљишта. Посебно је 1879. године био погођен Сегедин и површина обрадивог земљишта (50.000 ha). Овога пута узрок су биле обилне јесење и зимске падавине као и велике пролећне воде. Још веће површине (170.000 ha) су поплавлене 1888. године услед зимских и пролећних падавина. Такође, године познате по поплавама у сливу Тисе су биле и: 1919, 1932 и 1940. година. Обилније поплаве у сливу Тисе догодиле су се и: 1965, 1970, 1981, 2000. и 2006. године (Gavrilović, Milanović-Pešić and Urošev, 2012). Коефицијент варијације (C_v) на Сенти (0,30), указује да Тиса припада рекама са умереним колебањем протицаја (Ковачевић-Мајкић and Urošev, 2014). Урошев и сар. (2018) су детектовали статистички значајан тренд протицаја на Тиси (код Сенте).

Аутохтоне реке Бачке. Осим Дунава и Тисе на простору Бачке постоји мањи број водених токова попут: Криваје, Јегричке, Мостонге, Чика, Кереша, Плазовића, Бељанске баре и др. Углавном се ради о кратким водотоцима малих сливова и протицаја. Настају на територији Бачке или мањим делом, на простору суседне Мађарске, а представљају притоке Дунава и Тисе. Због израженијег нагиба већег дела Бачке према Потисју, највећи број ових кратких водотока се улива у Тису. У Дунав се улива само каналисана Мостонга, док се Криваја, Плазовић и Бељанска бара уливају у Велики бачки канал. Овај систем канала је данас подељен на две деонице каналског хидросистема Дунав-Тиса-Дунав које представљају саставни део хидрографске мреже у Бачкој (Павић, 2006).

Криваја (65 km) представља највећи водоток на Телечкој заравни. Њено извориште је лоцирано југозападно од Суботице (на 107 m надморске висине), док је ушће на 79 m надморске висине, па је ово река са највећим падом у Бачкој. Максимална дубина је $10\text{-}15 \text{ m}$, а располаже водом током целе године. Криваја јужно од Бачке Тополе под правим углом скреће према западу, док од насеља Бајша има југоисточни правац који задржава све до ушћа у Велики бачки канал. Притоке Криваје су Таванкутска долина, Широки, Велики и Дубоки до. *Јегричка* (60 km) главни водоток на јужнобачкој лесној тераси. Одликује је просечан пад од $12 \text{ km}/\text{cm}$, али због мале расположиве количине воде постоје услови за њено забаривање. Њено извориште представља неколико плитких долина код Деспотова, одатле прелази Мали бачки канал и протиче према истоку, ка Тиси. Источно од Жабља се

улива у Јегричку бару и нема великих притока. *Мостонга* (70 km) је формирана северно од Сомборда, од бројних забарених депресија и каналисана је и на северном и источном краку. Северно од Сомбора се улива у Велики бачки канал, док се источније Мостонга одваја од каналске мреже и северозападно од Букина улива у напуштени меандар Дунава. Нема већих притока, доста меандрира због малог пада и располаже водом периодично (услед обилних падавина или отапања снега). *Плазовић* (25 km) настаје од два водотока у Мађарској и улива се у Велики бачки канал. П. Вујевић претпоставља да се у прошлости уливао у Дунав; главни извори храћења су изданска вода и извори. Пре хидротехничких радова на ископавању Великог бачког канала Плазовић је био притока Мостонге (Томић, 1978).

Језера Бачке. Друга категорија објеката који сачињавају површинску хидрографију Бачке представљена је језерима, барама и мочварама. Раније су наведени хидрографски објекти били широко распрострањени на територији Бачке. Исушивање и мелиорација влажних терена средином XIX века је утицала на редуковање површина под језерима. Објекти флувијалног порекла, углавном представљени одсеченим меандрима и речним рукавцима лоцирани су у алувијалним равнинама Дунава и Тисе. Највише језера и бара флувијалног порекла било је северно од Сомбора, у некадашњој долиној равни водотока Плазовић – Мостонга („крај са хиљаду језера“). У Потисју постоји читав низ језера и бара флувијалног порекла (умртвљени речни токови и стари напуштени меандри или леже у долинама са непропустљивим дном). У прву групу спадају умртвљени меандри источно од Хоргоша, северно од Мартоноша, Сенте и Бечеја, мртваја северно од Чуруга, северно од Мошорина и др. Друга група језера и бара се јавља западно од Мартоноша и Кањиже, северозападно и западно од Сенте, западно од Аде и Мола и др. Еолска језера се јављају у северним крајевима Бачке (Суботичко-хоргошка пешчара и Бачка лесна зараван). Површином и запремином воде се издвајају Палићко, Лудашко, Крваво и Слано језеро. Она су формирана еолским процесом, када су лакопокретни песак и лес однети, те је оголићена издан и вода се ујезерила и међудинским удолинама. Вештачка језера представљају посебну одлику површинске хидрографије Бачке. Од посебног су значаја проточне акумулације настале преграђивањем мањих водотока (Зобнатица, Пачир, Панонија и др.), али и бројни рибњази углавном формирану у природним удубљењима (код Бача, Бечеја, Жабља, Српког Милетића, Футога и сл.) (Букуров, 1975; Станковић, 2005).

Каналска мрежа Бачке. Хидромелиорациони радови у Бачкој су почели током XVIII века (1785-1787) када је саграђен канал од Сивца до Црне Баре, за одвођење мочварних вода. Од 1793-1801. године је продужен до Дунава спајањем Бачког Моноштора на Дунаву са Бачким Градиштем на Тиси. Овом приликом је пловни пут скраћен за 258 km (Велики бачки канал). Услед померања корита Дунава, улаз у канал је премештен код Бездана (1856). У другој половини XIX века (1870-1875) прокопан је Мали бачки канал у дужини од 70 km. Он повезује Мали Стапар на каналу Бездан – Бечеј са Новим Садом на Дунаву (Гавриловић и Дукић, 2014). Концепција свеобухватног решења водопривредних проблема Бачке је регулисана тек након Другог светског рата, конструисањем хидросистема Дунав – Тиса – Дунав (ДТД). Изградња хидросистема је завршена 1977. године и његов основни задатак је прикупљање сувишних унутрашњих вода и исушивање водоплавних површина. Део хидросистема ДТД у Бачкој поседује преко 420 km канала у оквиру тзв. основне каналске мреже и пар хиљада километара канала у саставу детаљне каналске мреже. Његовим функционисањем је омогућено одводњавање око 550.000 ha земљишта са простора Бачке. Иако је каналска мрежа у највећој мери изграђена на лесној тераси, а мањим делом на алувијалној равни Дунава и Тисе, ХС ДТД има значај у

одводњавању подунавских и потиских ритова. Каналска мрежа прихвата воде са виших рељефних целина (пешчара, лесна зараван и лесна тераса) и онемогућава сливање сувишних вода према ритовима тј. Дунаву и Тиси као главним реципијентима (Рајић, 2002).

ХИДРОЛОШКЕ ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ

Претњу одрживом коришћењу глобалних водних ресурса представља контаминација подземних и површинских вода; загађеност вода представља глобални изазов који утиче на економски развој држава, здравље људи и виталност животне средине. Иако је пажња фокусирана примарно на количину расположивих водних ресурса и ефикасност њене употребе, слабо управљање отпадним водама довело је до бројних проблема са аспекта квалитета вода широм света. Агенда одрживог развоја до 2030. године указује на значај квалитета вода, што је дефинисано и једним од циљева Агенде: „унапређење квалитета вода – редуковањем загађености, елиминисањем отпадних материја, смањивањем емисије хазардних материја и нетретираних отпадних вода као и повећањем рециклираних вода и њене безбедне употребе“. Од Агенде се очекује снажан утицај на стратегије и политике у будућности као и контрола загађености вода, што представља национални и међународни приоритет (UN, 2016; FAO, 2017).

Квалитет подземних вода

Дескриптивна статистичка анализа је коришћена је у анализи средњих годишњих, максималних и минималних вредности анализираних параметара. IDW метода интерполације је интегрисана са ГИС алатом и употребљена у креирању карата просторне дистрибуције наведених параметара квалитета подземних вода. За потребе докторске дисертације анализирани су средње годишње вредности података о квалитету подземних вода (2004-2018. године) са укупно осам пијезометара на подручју Бачке. Од укупно дванаест посматраних параметара (НРК, NH₄, Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, NO₃, NO₂, Fe, As, Cu, Cr и Pb) у шест (НРК, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₂, Cu, Cr) није утврђено прекорачење максимално дозвољених концентрација (МДК) загађујућих материја (Табела 28).

Табела 28. Дескриптивна статистичка анализа анализираних хидрохемијских параметара подземних вода Бачке (2004-2018)

Ознака		Параметар											
		НРК	NH ₄	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃	NO ₂	Fe	As	Cu	Cr	Pb
С	min	2,4	0,4	12,3	8,0	0,2	0,02	0,002	0,05	0,2	1,0	0,5	0,5
	max	5,1	1,5	27,0	40,0	0,5	0,4	0,01	1,5	2,2	27,0	2,2	6,0
	av	3,9	1,1	22,8	21,0	0,3	0,1	0,005	0,3	1,1	7,3	0,8	1,3
АШ	min	1,7	0,02	10,0	1,5	0,01	0,02	0,002	0,07	1,8	1,0	0,5	0,5
	max	4,5	0,6	25,3	40,0	0,08	0,3	0,01	2,5	19,3	62,3	4,4	3,3
	av	2,6	0,2	17,3	21,1	0,04	0,1	0,005	0,5	11,5	13,2	1,1	1,3
Њ	min	0,9	0,01	42,9	31,0	0,01	0,03	0,002	0,01	0,5	1,0	0,5	0,5
	max	3,1	0,2	71,8	66,0	0,05	23,7	0,04	0,4	3,7	20,6	1,4	4,0
	av	1,8	0,07	58,8	45,7	0,02	2,6	0,01	0,1	1,5	7,2	0,8	0,9
	min	2,5	0,01	34,2	65,0	0,008	0,03	0,002	0,1	1,7	1,0	0,5	0,5

М	max	7,1	1,2	162,0	185,0	0,1	0,4	0,02	4,6	38,8	25,7	6,9	2,2
	av	3,9	0,6	114,1	110,7	0,04	0,1	0,008	0,9	20,0	7,9	1,4	0,9
ВР	min	1,1	0,02	8,1	10,0	0,01	0,02	0,002	0,07	1,2	1,0	0,5	0,2
	max	3,1	0,6	12,0	34,0	0,09	1,3	0,01	1,0	6,2	52,5	1,0	2,0
	av	2,1	0,3	9,6	18,3	0,03	0,2	0,005	0,2	2,7	8,1	0,6	0,7
РШ	min	0,8	0,02	1,8	10,0	0,01	0,03	0,002	0,01	0,5	1,1	0,5	0,4
	max	6,4	1,4	102,4	209,0	0,8	12,0	0,04	0,3	40,7	28,3	14,0	0,5
	av	2,5	0,3	35,1	72,8	0,1	4,2	0,006	0,07	5,7	8,3	3,7	0,7
Б	min	1,7	0,02	31,0	30,0	0,005	0,02	0,002	0,01	0,5	1,0	0,5	0,5
	max	3,8	1,3	73,0	72,0	0,3	9,5	0,08	4,3	21,0	25,1	3,5	4,0
	av	2,8	0,6	48,6	48,9	0,03	0,9	0,01	0,5	8,5	8,3	0,9	1,2
НА	min	1,3	0,01	53,0	30,0	0,006	0,03	0,002	0,01	0,5	1,0	0,5	0,5
	max	1,4	0,6	233,0	154,0	0,05	23,9	0,9	0,2	2,0	337,3	1,0	18,0
	av	2,3	0,3	93,6	72,5	0,02	4,6	0,1	0,08	0,8	34,9	0,7	2,9

Извор: Аутор на основу података из публикација – Резултати испитивања квалитета површинских и подземних вода (2018)

Објашњења акронима: Сомбор (С), Алекса Шантић (АШ), Његошево (Њ), Суботица – Микићево (М), Врбас (ВР), Нови Сад (РШ), Бач (Б), Надаљ (НА);

min – минималне вредности, max – максималне вредности, av – просечне годишње вредности концентрација хидрохемијских параметара

Максимално дозвољене концентрације (МДК) хемијске потрошње кисеоника (НРК) су 10 пута мање од дозвољених вредности (40,0 mg/l). Табела 28. указује да није наступило прекорачење МДК хемијске потрошње кисеоника на осам пијезометара са подручја Бачке. Просечна годишња вредност НРК је у интервалу од 1,8-4,0 mg/l (Карта 12). Источна половина Бачке се одликује најнижим вредностима анализираних параметара. Тако су вредности у интервалу од: Нови Сад (2,5 mg/l), Надаљ (2,4 mg/l), Врбас (2,1 mg/l), док је најнижа вредност на читавом подручју забележена на пијезометру Његошево (1,8 mg/l). Нешто више вредности су детектоване на југозападу – Бач (2,8 mg/l) и северу Бачке – Алекса Шантић (2,6 mg/l), док су највеће просечне вредности евидентирани на североистоку – Суботица – Микићево (4,0 mg/l) и западу Бачке – Сомбор (3,9 mg/l).

Табела 28. указује да концентрација амонијум јона (NH₄) на анализираним пијезометрима на простору Бачке није показала прекорачење МДК (1,5 mg/l). Изузетак представља пијезометар Сомбор, где је у случају максималних вредности евидентирана вредност еквивалентна МДК (1,5 mg/l). Максималне концентрације амонијум јона су 1,3 пута мање од препоручених вредности анализираних параметара. Просечна годишња вредност концентрације амонијум јона је у интервалу од 0,07-1,12 mg/l (Карта 12). Са аспекта просторне дистрибуције наведеног параметра, најниже детектоване вредности су евидентирани на следећим пијезометрима: Његошево (0,07 mg/l), Алекса Шантић (0,23 mg/l), Надаљ (0,25 mg/l), Нови Сад (0,30 mg/l), Врбас (0,32 mg/l). Генерално, изолиније најнижих просечних вредности концентрације амонијум јона обухватају источне, југоисточне делове Бачке, као и издвојен ареал на северу подручја истраживања. Западна половина Бачке се одликује повишеним вредностима овог параметра, али ипак у границама дозвољених граничних вредности: Бач (0,63 mg/l) и Сомбор (1,12 mg/l).

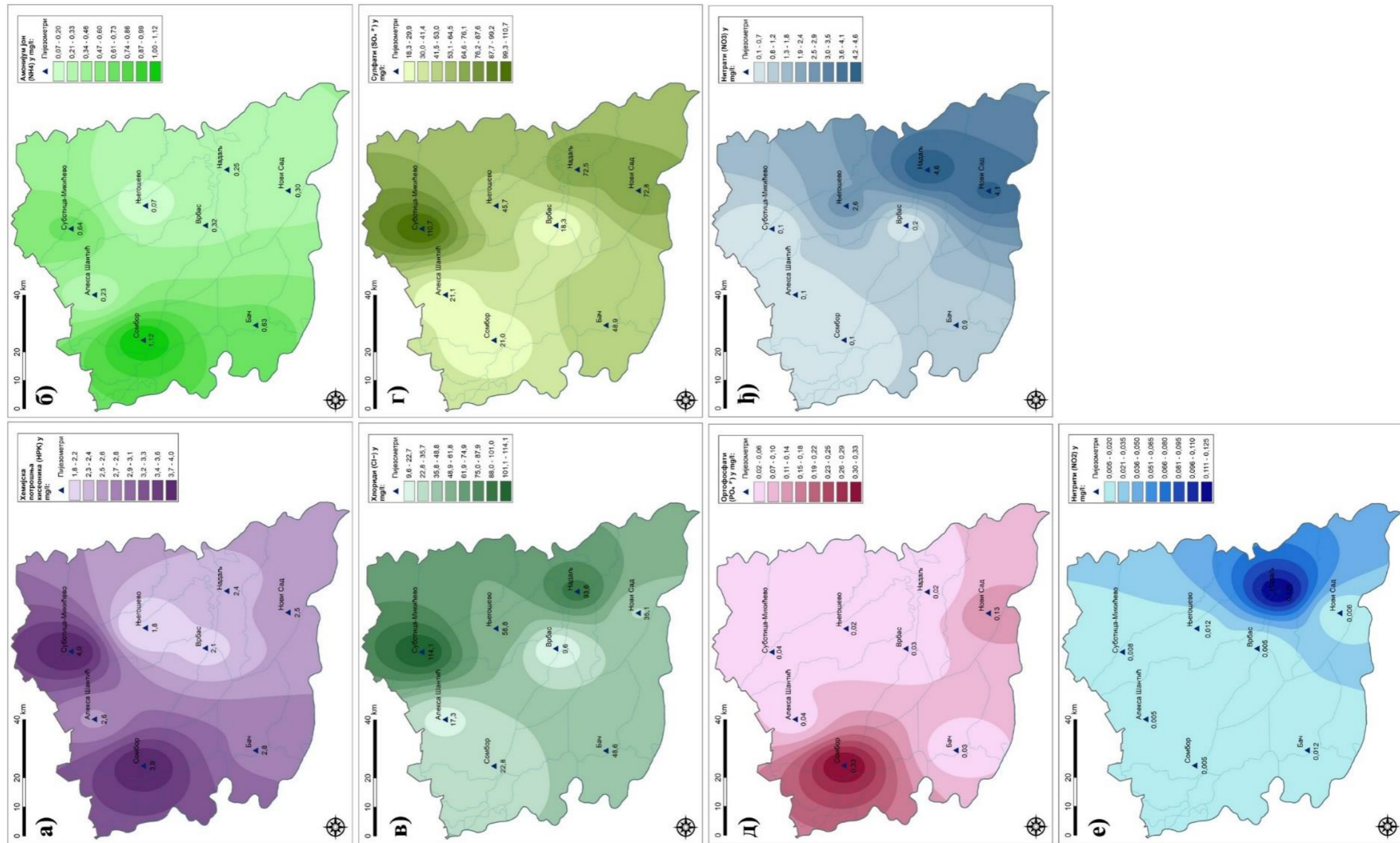
У случају хлорида (Cl⁻) на анализираним пијезометрима на подручју Бачке није наступило прекорачење МДК (600,0 mg/l) (Табела 28). Максималне детектоване вредности е

хлорида на подручју Бачке су 5,3 пута мање од дозвољених граничних вредности параметра током анализираниог интервала (2004-2018. године). Просечна годишња вредност наведеног показатеља квалитета подземних вода је у распону од 9,6-114,1 mg/l (*Карта 12*). Најниже вредности концентрације хлорида су присутне у виду ограничених ареала дистрибуције: Врбас (9,6 mg/l), Алекса Шантић (17,3 mg/l), Сомбор (22,8 mg/l). Нешто више вредности су забележене на пијезометрима: Нови Сад (35,1 mg/l), Бач (48,6 mg/l) и Његошево (58,8 mg/l). У односу на интерпретиране резултате, највише вредности су детектоване у источној половини Бачке – Надаљ (93,6 mg/l) и Суботица – Микићево (114,1 mg/l).

Као и код претходних параметара, и у случају садржаја сулфата (SO_4^{2-}) нису прекорачене дозвољене граничне вредности (400,0 mg/l) на пијезометрима Бачке (*Табела 28*). Максималне евидентиране вредности концентрације сулфата су 3,6 пута ниже у компарацији са МДК (WHO). Просечне вредности на годишњем нивоу (2004-2018) су у интервалу од 18,3-110,7 mg/l (*Карта 12*). Најниже вредности су детерминисане на пијезометрима Врбас (18,3 mg/l), Сомбор (21,0 mg/l) и Алекса Шантић (21,1 mg/l); заправо, значајне запремине подземних вода на западу Бачке су ограничене изолинијом од 30,0-41,4 mg/l. Нешто више вредности концентрације сулфата су детектоване у Његошеву (45,7 mg/l) и Бачу (48,9 mg/l). Повишене вредности сулфата на подручју истраживања обухватају источну половину Бачке: Надаљ (72,5 mg/l) и Нови Сад (72,8 mg/l). Максимална вредност концентрације сулфата је на северу Бачке – Суботица – Микићево (110,7 mg/l).

Код садржаја ортофосфата (PO_4^{3-}) прекорачене су вредности МДК (0,01 mg/l) код скоро свих осам пијезометара (*Табела 28*). У случају просечне годишње концентрације ортофосфата (PO_4^{3-}) на простору Бачке су детектоване знатно више вредности од МДК (у интервалу од 2 до чак 33 пута). Просечне годишње вредности садржаја ортофосфата су у распону од 0,02-0,33 mg/l (*Карта 12*). Најниже вредности су детерминисане у источним и северним деловима Бачке, на следећим пијезометрима: Надаљ (0,02 mg/l), Његошево (0,02 mg/l), Врбас (0,03 mg/l), Алекса Шантић (0,04 mg/l) и Суботица – Микићево (0,04 mg/l). Ниже вредности концентрације овог параметра су на југозападу Бачке – Бач (0,03 mg/l), док се у јужном делу детектују знатно више вредности од дозвољених – Нови Сад (0,13 mg/l); наведени тренд је још истакнутији на западу и северозападу Бачке – Сомбор (0,33 mg/l).

Концентрација нитрата (NO_3) је прекорачила МДК (5,0 mg/l) у случају максималних вредности на следећим пијезометрима: Његошево (23,7 mg/l), Нови Сад (12,0 mg/l), Бач (9,5 mg/l) и Надаљ (23,9 mg/l) (*Табела 28*). Просечне годишње вредности садржаја нитрата су од 0,1-4,6 mg/l (*Карта 12*). Изолинија од 0,1 mg/l указује на минималне просечне годишње вредности у северним и северозападним деловима Бачке (пијезометри Суботица – Микићево, Алекса Шантић и Сомбор); више вредности нитрата су забележене на подручју Врбаса (0,2 mg/l) и Бача (0,9 mg/l). Источна половина Бачке показује повишене вредности нитрата – Његошево (2,6 mg/l) и Нови Сад (4,1 mg/l), са максималном просечном вредношћу (2004-2018) на пијезометру Надаљ (4,6 mg/l). Садржај нитрита (NO_2) није прекорачио МДК (3,0 mg/l) на пијезометрима Бачке (*Табела 28*). Евидентиране просечне годишње вредности нитрита (NO_2) у подземним водама Бачке су и до 33 пута ниже од МДК (*Карта 12*). Просечне вредности овог параметра су у интервалу од 0,005-0,125 mg/l. На пијезометрима Сомбор, Алекса Шантић, Врбас и Нови Сад забележена је вредност концентрације нитрита од свега 0,005-0,006 mg/l. Изузетак представљају источни делови Бачке – Надаљ (0,125 mg/l).



Карта 12. Просторна дистрибуција концентрације: а) хемijske потрошње кисеоника (HRK), б) амонијум јона (NH₄), в) хлорида (Cl⁻), г) сулфата (SO₄²⁻), д) ортофосфата (PO₄³⁻), ж) нитрата (NO₃), е) нитрита (NO₂)

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Прекорачења МДК (0,3 mg/l) су забележена и код концентрација гвожђа (Fe) на већини пијезометара у Бачкој, са изузетком пијезометра Надаљ (Табела 28). Код пијезометра Сомбор, максималне вредности су прекорачиле МДК (1,5 mg/l), док су просечне вредности у оквиру дефинисане граничне вредности од 0,3 mg/l; на пијезометру Алекса Шантић у случају максималних (2,5 mg/l) и просечних годишњих вредности (0,5 mg/l) су прекорачене МДК; максималне вредности гвожђа (0,4 mg/l) су прекорачене на пијезометру Његошево; пијезометар Суботица – Микићево је забележио прекорачење МДК код максималних (4,6 mg/l) и просечних годишњих вредности (0,9 mg/l); на пијезометру Врбас прекорачења МДК су у случају максималних вредности гвожђа (1,0 mg/l); садржај Fe је у границама дозвољених вредности (0,3 mg/l) на пијезометру Нови Сад; у случају Бача прекорачење МДК је код максималних (4,3 mg/l) и просечних годишњих вредности (0,5 mg/l). У компарацији са МДК, максимална вредност садржаја гвожђа (Fe) у подземним водама Бачке је и до 3,1 пута већа. Детектоване вредности су у интервалу од 0,07-0,92 mg/l (Карта 13). Најмање вредности овог параметра су забележене у југоисточним и централним деловима Бачке – Нови Сад (0,07 mg/l), Надаљ (0,08 mg/l), Његошево (0,11 mg/l) и Врбас (0,19 mg/l). У западним и северним деловима Бачке просечне вредности концентрације гвожђа показују повишене вредности (блиске граничној вредности или више од МДК); пијезометар Сомбор одликују вредности од 0,27 mg/l, док су у Бачу ове промене још израженије – 0,47 mg/l. Концентрације гвожђа веће од МДК су регистроване на северу Бачке – Алекса Шантић (0,52 mg/l) и Суботица – Микићево (0,92 mg/l).

У случају концентрација арсена (As) МДК (10,0 mg/l) нису прекорачене у случају просечних годишњих, максималних и минималних вредности код следећих пијезометара: Сомбор, Његошево, Врбас и Надаљ (Табела 28). Прекорачења МДК су на пијезометру Алекса Шантић у случају максималних (19,3 mg/l) и просечних годишњих вредности (11,5 mg/l); још израженија прекорачења су на пијезометру Суботица – Микићево: максималне (38,8 mg/l) и средње годишње вредности (20,0 mg/l). Највиша прекорачења су на пијезометру Нови Сад у случају максималних вредности (40,7 mg/l), док за идентичну варијаблу прекорачења постоје на пијезометру Бач (21,0 mg/l). Концентрације арсена (As) у подземним водама Бачке у смислу максималних испољених вредности су и до 2 пута веће у односу на МДК. Просечне вредности се крећу у интервалу од 0,8-20,0 $\mu\text{g/l}$ (Карта 13). Најниже забележене вредности карактеришу простор између пијезометара Надаљ (0,8 $\mu\text{g/l}$), Његошево (1,4 $\mu\text{g/l}$) и Врбас (2,7 $\mu\text{g/l}$). Већ јужније вредности расту (Нови Сад – 5,7 $\mu\text{g/l}$) као и према источним деловима Бачке – Бач (8,5 $\mu\text{g/l}$). Ипак, највећи део подручја истраживања одликују вредности у границама МДК ове материје. Изузетак представљају северни и североисточни делови Бачке – Алекса Шантић (11,5 $\mu\text{g/l}$) и Суботица – Микићево (20,0 $\mu\text{g/l}$).

У подземним водама Бачке присутне су изузетно ниске вредности концентрације бакра (Cu) у односу на препоручене вредности МДК (2.000 $\mu\text{g/l}$) (Табела 28); оне су у интервалу од 4,4-35,0 $\mu\text{g/l}$ и немају статистички значај. Најниже вредности су на пијезометру Врбас (4,4 $\mu\text{g/l}$) и Његошево (7,2 $\mu\text{g/l}$), док су на северу (Алекса Шантић – 13,2 $\mu\text{g/l}$) и истоку Бачке (Надаљ – 35,0 $\mu\text{g/l}$) забележене нешто више вредности у односу на просечне вредности (Карта 13).

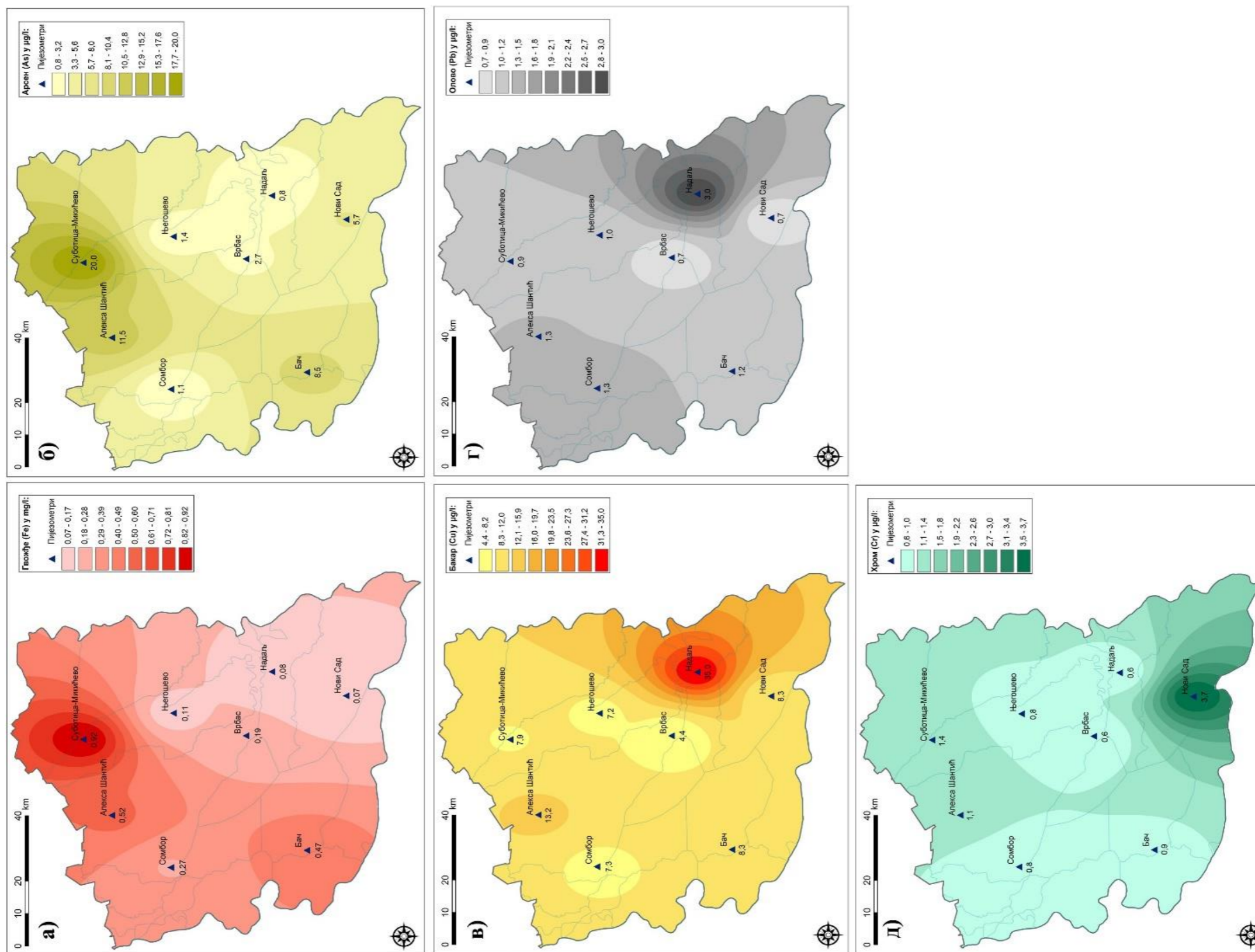
Код садржаја хрома (Cr) на пијезометрима Бачке није наступило прекорачење МДК (50,0 $\mu\text{g/l}$) (Табела 28). У подземним водама Бачке максималне концентрације хрома (Cr) су у границама МДК; оне су у интервалу од 0,6-3,7 $\mu\text{g/l}$ (Карта 13). У већини пијезометара на

подручју Бачке забележене вредности немају статистички значај ($<1,0 \mu\text{g/l}$). Нешто више вредности су евидентирани на северу – Алекса Шантић ($1,1 \mu\text{g/l}$) и Суботица – Микићево ($1,4 \mu\text{g/l}$) као и југу Бачке – Нови Сад ($3,7 \mu\text{g/l}$). Ипак, чак и максималне концентрације хрома у подземним водама Бачке су 13,5 пута ниже од МДК овог елемента ($50,0 \mu\text{g/l}$).

Концентрације олова (Pb) нису прекорачиле МДК ($10,0 \mu\text{g/l}$), осим у случају максималних вредности код пијезометра Надаљ – $18,0 \mu\text{g/l}$ (Табела 28). Садржај олова (Pb) у подземним водама Бачке је у оквиру дозвољених граничних вредности (у интервалу од $0,6\text{--}3,0 \mu\text{g/l}$). Најниже детектоване вредности олова су у пијезометрима Врбас и Нови Сад ($0,7 \mu\text{g/l}$). На највећем делу територије концентрације олова су блиске или више од $1 \mu\text{g/l}$. Највише просечне вредности концентрације овог параметра су регистроване на пијезометру Надаљ ($3,0 \mu\text{g/l}$). Иако се ради о максималним концентрацијама олова у изданима Бачке, истакнуте вредности су 3,3 пута мање од МДК (Карта 13).

Генерално, резултати показују да на свим пијезометрима код шест параметара квалитета подземних вода (НРК, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_2 , Cu , Cr) нису детектована статистички значајна одступања од МДК. Прекорачења дозвољених граничних вредности су присутна на свим пијезометрима у случају минималних, максималних и просечних вредности код концентрација ортофосфата (PO_4^{3-}). Концентрације гвожђа (Fe) показују одступања од граничних вредности у случају седам пијезометара. Значајна одступања од МДК су евидентирана на четири пијезометра и код садржаја арсена (As). Код нитрата (NO_3) одступања вредности су присутна у случају четири пијезометра. У случају амонијака (NH_4) и олова (Pb) одступања од МДК су актуелна само код максималних вредности и на свега једном пијезометру.

Тешко је идентификовати сличне резултате квалитета подземних вода на националном и регионалном нивоу. Такође, компарацију добијених резултата отежава и чињеница да у анализи квалитета подземних вода аутори самостално обављају селекцију и класификацију параметара релевантних у истраживању. Vidović, Nikić and Milovanović (2006) су анализирали квалитет подземних вода Северног Баната и утврдили да у случају Fe, Pb, Cr, NO_3 , NO_2 , SO_4^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} не постоји прекорачење граничних вредности, док су једино код As просечне, максималне и минималне вредности блиске граничним вредностима дефинисаним за арсен. За подручје Кикинде Marić et al. (2014) су утврдили изразита прекорачења граничних вредности у случају NH_4^+ код свих анализираних узорака. Прекорачења МДК су присутна и код As у случају шест узорака, док код пет узорака нису детектована прекорачења дозвољених вредности. Majkić-Dursun, Oros and Boreli-Zdravković (2018) су мониторингом квалитета вода у сливу Велике Мораве утврдили у случају хлорида и сулфата тренд прекорачења вредности, док код идентичних параметара Majkić-Dursun et al. (2019) проценом квалитета подземних вода Јужног Баната нису детектовали прекорачење дозвољених вредности. Пошто је водоснабдевање становништва на простору Бачке зависно од нивоа и квалитета подземних вода, посебан значај са здравственог аспекта имају повишене концентрације арсена (до 2 пута у односу на МДК). Наведене резултате поврћују и Papić, Ćuk i Todorović (2011) који су на основу 150 узорака утврдили да концентрације арсена на подручју Бачке достижу вредности и до $210 \mu\text{g/l}$. Проблем прекорачених вредности арсена је сличан резултатима у осталим деловима Панонског басена (Мађарској и Румунији), па се ради о проблему регионалних размера (Rowland et al., 2011).



Карта 13. Просторна дистрибуција концентрације: а) гвожђа (Fe), б) арсена (As), в) бакра (Cu), г) олова (Pb) и д) хрома (Cr) у подземним водама Бачке (2004-2018)

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Квалитет површинских вода

У интерпретацији резултата квалитета површинских вода на годишњем и месечном нивоу са одабраних профила на Дунаву и Тиси у Бачкој коришћене су различите статистичке анализе: једнофакторска анализа варијансе (ANOVA), анализа главних компоненти (PCA) и корелациона анализа (Пирсонова корелација). За потребе мониторинга квалитета површинских вода Дунава анализирани су вредности на профилу Бездан, Богојево и Нови Сад за интервал 1999-2018. године, док су на Тиси анализирани профили Мартонош, Нови Бечеј и Тител (1982-2018). На анализираним профилима Дунава и Тисе узорковања тј. мерења података обављена су на месечном нивоу.

Анализа квалитета воде на основу једнофакторске анализе варијансе (ANOVA)

Дунав. Једнофакторска анализа варијансе средњих годишњих вредности квалитета воде на профилу *Бездан* указује на одређене резултате (Табела 29). Најниже средње вредности температуре воде износе 11,8°C (2004), док су највише средње вредности износиле 15,2°C (2015). Детектоване разлике у средњим вредностима параметра су мале и не показују статистичку значајност. *pH* вредност показује највише средње вредности 2015. године (8,3), док су најниже вредности примећене 2016. године (8,1). Ни код овог параметра није уочена статистичка значајност. На основу прописа који су дати у Уредби о класификацији вода, квалитет воде реке Дунава требао би да буде у II класи бонитета. Резултати показују да су средње *pH* вредности у опсегу дозвољених граничних вредности (6,5-8,5), ближе горњој граници, што указују на повећану базност воде. Електропроводљивост показује највише средње вредности од 478 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2011), а најниже просечне вредности износе 370 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2002). ANOVA тест показује статистички значајне разлике на ниво сигнификантности $p < 0,01$ (F 2,421; p **0,001***). Средње вредности електропроводљивости током свих година су у границама дозвољених граничних вредности (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Растворени кисеоник има највише вредности које износе 11,4 mg/l (2005. и 2017.), док најниже вредности износе 9,8 mg/l (2008). Разлике у овим параметрима нису статистички значајне. Вредности раствореног кисеоника током свих година су изнад граничних вредности за II класу бонитета (>5 mg O₂/l). Највише годишње вредности биолошке потрошње кисеоника износе 3,2 mg/l (2003), а најниже вредности су 1,9 mg/l и забележене су у неколико годишњих вредности (2012, 2013, 2015. и 2017). ANOVA указује на постојање статистички значајних разлика (F 2,076; p **0,007***). Сумарни резултати показују да су током свих година средње вредности BOD₅ увек у границама дозвољених граничних вредности (4 mg/l). Суспендоване материје показују прилично уједначене средње годишње вредности без статистичке значајности. Тако су, највише средње вредности забележене 2013. године (43 mg/l), док су најниже вредности износиле 15 mg/l (2011). Сумарни резултати за цео период показују да вредности суспендованих материја у већем броју мерења одговарају граничним вредностима које су прописане за II класу површинских вода (25 mg/l). Одређена одступања уочавају се током 2001, 2002, 2005, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2017 и 2018. године. Средње вредности концентрације нитрата су најизраженије 2010. године (2,180 mg/l), док су најмање вредности биле 2017. године (1,518 mg/l). ANOVA анализа указује на непостојање статистички значајних разлика. Вредности нитрата одговарају граничним вредностима које су прописане за II односно III класу површинских вода (до 6 mg/l). Највише средње вредности нитрита током интервала 1999-2018. године су

износиле 0,027 mg/l (1999, 2002), а најниже 0,012 mg/l (2014, 2017, 2018). Између средњих вредности нитрита постоје статистички значајне разлике (F 3,242; p **0,000***). Добијене вредности одговарају граничним вредностима које су прописане за II класу површинских вода (0,03 mg/l). Концентрације ортофосфата су биле највише 1999. (0,056 mg/l), док су најниже вредности износиле 0,027 mg/l током 2017. и 2018. године. Ове разлике су мале, не показују статистичку значајност и одговарају граничним вредностима за II класу површинских вода ($< 0,2$ mg/l). Амонијум јон показује највише средње вредности од 0,161 (2002), док су најниже вредности износиле 0,023 (2014). Код амонијум јона евидентиране су статистички значајне разлике између средњих вредности у односу на ниво сигнификантности $p < 0,01$ (5,302; p **0,000***). Добијени резултати показују да су вредности амонијум јона далеко испод граничних вредностима које су прописане за II односно III класу површинских вода (до 0,6 mg/l).

Табела 29. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1999-2018) за профил Бездан

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2018	14.4	8.2	432	11.3	2.0	39	1.548	0.012	0.027	0.039
2017	13.8	8.2	415	11.1	1.9	29	1.518	0.012	0.027	0.041
2016	13.5	8.1	446	10.5	2.2	23	1.908	0.014	0.043	0.048
2015	13.9	8.3	457	11.0	1.9	23	1.733	0.016	0.035	0.033
2014	15.2	8.3	414	10.7	2.1	27	1.651	0.012	0.038	0.023
2013	12.1	8.2	421	10.6	1.9	43	1.954	0.015	0.039	0.048
2012	12.8	8.2	415	10.6	1.9	33	1.662	0.015	0.039	0.053
2011	12.9	8.3	478	11.4	2.5	15	1.557	0.015	0.041	0.048
2010	12.2	8.3	471	10.6	2.0	31	2.180	0.020	0.046	0.059
2009	13.2	8.3	412	10.3	2.2	32	1.873	0.018	0.044	0.079
2008	13.6	8.1	397	9.8	2.4	21	1.876	0.019	0.053	0.073
2007	13.2	8.1	383	10.1	2.3	24	1.846	0.019	0.043	0.126
2006	14.3	8.1	435	11.2	2.7	20	1.878	0.022	0.040	0.200
2005	11.9	8.3	401	11.4	3.1	34	1.988	0.020	0.052	0.146
2004	11.8	8.3	388	11.2	2.8	24	1.980	0.020	0.046	0.119
2003	13.7	8.2	454	11.3	3.2	20	1.910	0.023	0.037	0.142
2002	12.7	8.1	370	10.8	2.9	28	2.067	0.027	0.048	0.161
2001	12.9	8.2	377	11.1	2.7	37	2.018	0.021	0.045	0.122
2000	13.3	8.1	408	10.3	2.9	24	2.137	0.026	0.046	0.114
1999	12.3	8.1	421	10.4	3.1	25	2.073	0.027	0.056	0.120
<i>F</i>	0.151	1.586	2.421	0.718	2.076	1.816	0.827	3.242	0.899	5.302
<i>p</i>	1.000	0.061	0.001*	0.799	0.007*	0.022	0.673	0.000*	0.585	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Анализа средњих месечних вредности параметара квалитета вода на профилу код *Бездан* показује статистичку значајност код свих параметара на нивоу значајности $p < 0,01$ (Табела 30). Највише средње вредности температуре воде су евидентирани у јулу ($22,7^{\circ}\text{C}$), док су најниже средње вредности у јануару ($2,8^{\circ}\text{C}$). Средње месечне *pH* вредности су уједначене. Највише средње вредности су забележене у пролећном периоду током априла и маја (8,4), док су најниже вредности у јануару (8,0). Максимална вредност ЕС је присутна током јануара ($494 \mu\text{S}/\text{cm}$), док су најниже вредности у јуну ($346 \mu\text{S}/\text{cm}$). Такође, може се закључити да су вредности електропроводљивости нешто ниже у топлијем периоду године од маја до септембра, што је веома неуобичајено. Концентрације раствореног кисеоника су највише у фебруару и марту ($12,3 \text{ mg}/\text{l}$), док су знатно ниже у топлијем периоду године (најниже у октобру $9,1 \text{ mg}/\text{l}$). Овакви резултати јасно потврђују чињеницу да је квалитет воде знатно бољи током зимског периода године. Максималне средње вредности BOD_5 су детектоване у априлу ($3,3 \text{ mg}/\text{l}$), док су минималне средње вредности у децембру ($1,7 \text{ mg}/\text{l}$). Генерално, више вредности BOD_5 регистроване су у топлијем периоду године, од априла до августа. Највише средње вредности суспендованих материја су у августу ($37 \text{ mg}/\text{l}$), а најниже у новембру ($11 \text{ mg}/\text{l}$). Количина суспендованих материја нешто је нижа током јесени, док током осталих периода прелази дозвољену граничну вредност за II класу бонитета површинских вода ($25 \text{ mg}/\text{l}$). Код садржаја нитрата највише средње вредности су у фебруару ($2,880 \text{ mg}/\text{l}$), а најниже у јулу ($1,086 \text{ mg}/\text{l}$). Може се закључити да су вредности нитрата нешто ниже у топлијем периоду године од маја до октобра што је веома неуобичајно. Нитрити показују највише просечне вредности у јануару ($0,029 \text{ mg}/\text{l}$), док су најниже средње вредности у октобру ($0,012 \text{ mg}/\text{l}$). Такође, као и код нитрата веома неуобичајено је да је концентрација нитрита нижа у топлијем периоду године (од маја до октобра месеца). Код ортофосфата највише средње вредности су у јануару ($0,067 \text{ mg}/\text{l}$), а најниже током маја ($0,014 \text{ mg}/\text{l}$). И код овог параметра концентрације су у дозвољеним граничним вредностима ($<0,2 \text{ mg}/\text{l}$) и нешто ниже у топлијем периоду године. Као и код претходна три параметра и амонијум јон показује највише средње вредности у јануару ($0,192 \text{ mg}/\text{l}$), док су најниже вредности забележене у јуну ($0,044 \text{ mg}/\text{l}$). Добијене средње месечне вредности су далеко испод граничних вредности за II класу бонитета вода.

Табела 30. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил *Бездан*

	T	pH	ЕС	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[μS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
I	2.8	8.0	494	11.9	1.9	33	2.675	0.029	0.067	0.192
II	3.1	8.1	485	12.3	2.2	27	2.880	0.029	0.057	0.148
III	6.0	8.2	478	12.3	2.6	30	2.718	0.027	0.044	0.119
IV	11.4	8.4	444	11.9	3.3	28	2.257	0.017	0.019	0.065
V	17.0	8.4	379	11.4	3.1	27	1.450	0.013	0.014	0.059
VI	20.5	8.3	346	10.0	2.8	34	1.237	0.015	0.027	0.044
VII	22.5	8.2	348	9.4	2.9	35	1.086	0.014	0.029	0.062
VIII	22.7	8.2	349	9.4	2.6	37	1.118	0.014	0.032	0.053
IX	19.8	8.1	374	9.1	2.2	31	1.275	0.013	0.041	0.057
X	15.1	8.1	417	9.6	1.8	19	1.546	0.012	0.061	0.086

XI	10.1	8.1	448	10.6	1.9	11	1.893	0.017	0.056	0.081
XII	5.0	8.1	478	11.6	1.7	17	2.327	0.023	0.061	0.121
<i>F</i>	186.010	7.306	33.383	13.986	5.338	3.889	62.235	15.111	13.800	6.501
<i>p</i>	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$

Анализа средњих годишњих вредности параметара квалитета воде на профилу Богојево (Табела 31) показује да највише средње вредности температуре воде износе 16,3°C (2006), док су најниже средње вредности 11,2°C (1999). Детерминисане разлике у средњим вредностима параметра су ниског интензитета па нису статистички значајне. Највише средње *pH* вредности су регистроване 2016. године (8,1), док су најниже вредности детектоване 2001. године (8,0). Ове разлике су мале и нису статистички значајне. Код електропроводљивости највише просечне вредности износе 710 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2015), док су најниже просечне вредности 370 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2002). ANOVA анализа показује статистички значајне разлике у вредностима у односу на ниво сигнификантности $p < 0,01$ (F 7,931; p **0,000***). Садржај раствореног кисеоника показује највише вредности 2003. и 2005. године (11,3 mg/l), док су најниже вредности DO биле 2010. године (9,5), без статистичке значајности у вредностима. Највише средње вредности биолошке потрошње кисеоника износе 4,5 mg/l (2016), а најниже вредности су 1,7 mg/l (2015). ANOVA указује на постојање статистички значајних разлика на основу нивоа значајности $p < 0,01$ (F 4,911; p **0,000***). Највише средње вредности суспендованих материја су забележене 2013. (42 mg/l), док су најниже вредности износиле 21 mg/l (2011). Код SS не постоје статистички значајне разлике на основу ANOVA анализе. Просечне вредности концентрације нитрата су најизраженије 1999. године (2,130 mg/l), док су најмање вредности биле 2017. године (1,443 mg/l). Разлике у вредностима нису велике и не указују на статистички значајне разлике. Највише средње вредности нитрита су износиле 0,025 mg/l (1999), а најниже 0,013 mg/l (2016, 2018). Између средњих вредности нитрита постоје статистички значајне разлике на основу нивоа значајности $p < 0,01$ (F 2,094; p **0,006***). Концентрације ортофосфата су биле највише 1999. (0,066 mg/l), док су најниже вредности износиле 0,027 mg/l током 2017. и 2018. године, без регистроване статистичке значајности. Амонијум јон показује највише средње вредности од 0,297 (1999), док су најниже вредности износиле 0,031 (2014). Код садржаја амонијум јона евидентиране су статистички значајне разлике између средњих вредности у односу на ниво сигнификантности $p < 0,01$ (4,500; p **0,000***). Као и код профила Бездан и на профилу Богојево вредности свих параметара осим суспендованих материја су у оквиру дозвољених граничних вредности за II класу бонитета вода. Вредности суспендованих материја током већег броја година (1999, 2000, 2002-2010, 2012, 2013, 2017 и 2018) прелазе дозвољену граничну вредност од 25 mg/l.

Табела 31. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1999-2018) за профил Богојево

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2018	13.9	8.2	426	10.7	2.3	23	1.466	0.013	0.027	0.045
2017	13.2	8.3	409	10.6	2.3	32	1.443	0.014	0.027	0.039
2016	13.2	8.1	440	10.4	4.5	38	1.683	0.013	0.040	0.041
2015	13.6	8.3	710	10.6	1.7	24	1.652	0.017	0.033	0.219
2014	14.6	8.2	400	10.1	1.9	22	1.470	0.014	0.038	0.031
2013	11.9	8.2	416	10.6	1.9	42	1.828	0.016	0.049	0.063
2012	13.3	8.3	412	10.5	2.1	31	1.575	0.015	0.046	0.042
2011	13.0	8.2	470	10.8	2.1	21	1.606	0.015	0.049	0.053
2010	14.7	8.2	450	9.5	1.8	33	1.848	0.017	0.049	0.043
2009	13.2	8.3	411	10.7	2.3	32	1.771	0.018	0.038	0.085
2008	12.7	8.1	422	10.5	2.4	28	1.685	0.019	0.042	0.075
2007	11.9	8.1	382	11.4	2.8	41	2.029	0.021	0.042	0.091
2006	16.3	8.1	399	10.4	2.7	33	1.731	0.021	0.034	0.195
2005	11.3	8.3	403	11.3	3.0	34	1.958	0.020	0.038	0.237
2004	13.7	8.2	405	10.6	2.6	30	1.925	0.020	0.045	0.165
2003	14.9	7.8	426	11.3	4.2	26	1.531	0.023	0.036	0.187
2002	14.0	8.1	370	10.5	2.7	31	1.917	0.022	0.043	0.183
2001	12.5	8.0	392	10.4	2.9	22	1.910	0.018	0.044	0.154
2000	15.3	8.1	402	11.0	3.2	32	1.768	0.022	0.034	0.204
1999	11.2	8.1	486	10.3	2.7	36	2.130	0.025	0.066	0.297
<i>F</i>	0.288	1.281	7.931	0.377	4.911	1.226	0.750	2.094	1.499	4.500
<i>p</i>	0.999	0.200	0.000*	0.992	0.000*	0.240	0.763	0.006*	0.089	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Просечне вредности на месечном нивоу за профил *Богојево* (Табела 32) одређене на основу података за анализирани период (1999-2018) показују изражене флукуације температуре воде. Највише просечне вредности су евидентирани у јулу (22,2°C), а најниже вредности су током јануара (2,9°C). Разлике у средњим вредностима температуре воде статистички су значајне на нивоу сигнификантности $p < 0,01$ (F 56,640; p **0,000***). Највише средње *pH* вредности су забележене током маја (8,4), док су најмање вредности у јануару и јулу (8,0). Испољене разлике у средњим вредностима су мале и нису статистички значајне. Резултати показују да су средње месечне *pH* вредности у границама дозвољених граничних вредности (6,5-8,5), ближе горњој граници, што указују на повећану базност воде, нарочито у пролећном периоду године. Вредности електропроводљивости су током свих месеци у границама дозвољених граничних вредности (1000 µS/cm). Максимална вредност EC је евидентирана током фебуара (522 µS/cm), док су најниже вредности у јуну (360 µS/cm). ANOVA је детектовала статистички значајне разлике код EC на основу нивоа

сигнификантности $p < 0,01$ (F 6,890; p **0,000***). Концентрације раствореног кисеоника су током свих месеци далеко изнад граничних вредности за II класу бонитета вода, што указује на добар квалитет воде овог сектора Дунава. Највише вредности регистроване су у фебруару (12,3 mg/l), док су најниже средње вредности забележене у августу (8,7 mg/l). Разлике у средњим вредностима овог параметра показују статистичку значајност (F 8,318; p **0,000***). Месечне вредности биолошке потрошње кисеоника су прилично уједначене и не прелазе граничну вредност од 4 mg/l. Нешто више вредности региструју се у топлијем периоду године током пролећа и лета. Максималне средње вредности су детектоване у јулу (3,1 mg/l), док су минималне средње вредности у децембру (1,7 mg/l). Код BOD_5 разлике у средњим вредностима су статистички значајне (F 2,558; p **0,005***). Вредности суспендованих материја током више месеци (од фебруара до октобра) прелазе дозвољену граничну вредност од 25 mg/l. Највише средње вредности суспендованих материја су у августу (37 mg/l), а најниже средње вредности су током децембра (22 mg/l). Евидентирани разлике нису статистички значајне. Код садржаја нитрата током свих месеци вредности не прелазе дозвољену граничну вредност (<6 mg/l). Највише средње вредности су у јануару (2,707 mg/l), док су најниже вредности током августа (1,088 mg/l). Статистички значајне разлике у средњим вредностима параметра су присутне (F 32,569; p **0,000***). Нитрити, који су такође у дозвољеним граничним вредностима (<0,03 mg/l), показују највише просечне вредности у јануару (0,029 mg/l), док су најниже средње вредности у јулу (0,013 mg/l). Као и у случају нитрата, и овде постоји статистички значајна разлика у просечним вредностима нитрита (F 9,241; p **0,000***). Код ортофосфата највише средње вредности су евидентирани у јануару (0,068 mg/l), а најниже током априла (0,020 mg/l), уз постојање статистичке значајности (F 9,478; **0,000***). Као и код претходних параметара, и код амонијум јона највиша средња вредност се појављује у јануару (0,295 mg/l), док су најниже средње вредности забележене у септембру (0,061 mg/l). Разлике у средњим вредностима амонијум јона су статистички значајне на основу нивоа значајности $p < 0,01$ (F 5,295; p **0,000***). Као и код претходних параметара и вредности ортофосфата и вредности амонијум јона не прелазе дозвољене граничне вредности за II класу бонитета вода.

Табела 32. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Богојево

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[μS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
I	2.9	8.0	520	11.7	2.3	24	2.707	0.029	0.068	0.295
II	4.4	8.2	522	12.3	2.8	35	2.561	0.024	0.048	0.156
III	8.2	8.2	489	12.0	3.0	33	2.528	0.022	0.033	0.080
IV	12.7	8.3	458	11.7	2.7	28	1.836	0.015	0.020	0.079
V	17.9	8.4	386	10.7	2.9	30	1.355	0.015	0.025	0.074
VI	19.6	8.2	360	9.7	3.0	36	1.214	0.017	0.031	0.076
VII	22.2	8.0	366	9.2	3.1	35	1.098	0.013	0.039	0.091
VIII	21.9	8.1	371	8.7	2.7	37	1.088	0.014	0.036	0.082
IX	17.7	8.1	389	9.2	2.7	35	1.402	0.014	0.040	0.061
X	14.9	8.2	424	10.2	1.9	23	1.514	0.014	0.046	0.096
XI	10.3	8.1	437	11.0	1.9	25	1.670	0.017	0.049	0.141

XII	5.1	8.1	482	11.5	1.7	22	2.054	0.019	0.056	0.189
<i>F</i>	56.640	1.750	6.890	8.318	2.558	1.736	32.569	9.241	9.478	5.295
<i>p</i>	0.000*	0.065	0.000*	0.000*	0.005*	0.068	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Резултати средњих годишњих вредности физичко-хемијских параметара добијени на основу једнофакторске анализе варијансе за профил *Нови Сад* приказани су у Табели 33. Најниже средње вредности температуре воде износе 11,5°C (2010), док су највише средње вредности 13,8°C (2007, 2012). Испољене разлике у средњим вредностима нису статистички значајне. Када је у питању параметар *pH* највише средње вредности износе 8,1 (2009, 2015), док су најниже вредности износиле 7,9 (2000, 2001). Статистичка значајност је присутна на нивоу $p < 0,01$ (F 3,684; p **0,000***). Код електропроводљивости највише просечне вредности износе 482 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2010), док су најниже просечне вредности 364 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2002), уз постојање статистичке значајности (F 2,373; p **0,002***). Средње годишње вредности раствореног кисеоника показују највише вредности од 10,7 mg/l (2004, 2017), док најниже вредности износе 9,4 mg/l (1999, 2014). Резултати показују да у случају DO не постоје статистички значајне разлике. Највише средње вредности биолошке потрошње кисеоника износе 3,5 mg/l (2003), а најниже вредности су 2,0 mg/l (2015). Статистичка значајност је присутна (F 3,229; p **0,000***). Када су у питању вредности суспендованих материја као и код претходно анализираних профила (Бездана и Богојева), граничне вредности су више од дозвољених граничних вредности (25 mg/l) током већег броја година (осим за 2001, 2003, 2007, 2010, 2011, 2015, 2018). Највише средње вредности забележене 2002. (31 mg/l), док су најниже вредности износиле 12 mg/l (2003). У случају SS не постоје статистички значајне разлике на основу ANOVA анализе. Просечне вредности концентрације нитрата су најизраженије 1999. године (2,136 mg/l), док су најмање вредности биле 2012. године (1,471 mg/l), без постојања статистичке значајности у вредностима овог параметра. Највише средње вредности нитрита су износиле 0,030 mg/l (2002), а најниже 0,012 mg/l (2018). Између средњих вредности нитрита постоје статистички значајне разлике (F 6,474; p **0,000***). Концентрације ортофосфата су биле највише 2007. (0,097 mg/l), док су најниже вредности износиле 0,029 mg/l (2017). ANOVA анализа није детерминисала постојање статистички значајне разлике у средњим вредностима. Амонијум јон показује највише средње вредности од 0,318 (2002), док су најниже вредности износиле 0,053 (2012, 2015). Код садржаја амонијум јона евидентиране су статистички значајне разлике између средњих вредности у односу на ниво сигнификантности $p < 0,01$ (16,734; p **0,000***).

Као и код профила код Бездана и Богојева и на профилима код Новог Сада вредности свих параметара осим суспендованих материја су у оквиру дозвољених граничних вредности за II класу бонитета вода.

Табела 33. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1999-2018) за профил Нови Сад

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[μS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2018	13.4	8.1	418	10.1	2.3	24	1.479	0.012	0.039	0.073
2017	11.7	8.2	413	10.7	2.7	27	1.618	0.014	0.029	0.124
2016	12.6	8.1	445	10.4	2.1	27	1.819	0.016	0.046	0.059
2015	13.5	8.3	439	10.3	2.0	22	1.618	0.014	0.040	0.053
2014	13.7	8.1	396	9.4	2.2	25	1.563	0.013	0.050	0.060
2013	13.3	8.2	411	9.9	2.4	27	1.738	0.017	0.046	0.059
2012	13.8	8.2	390	10.3	2.4	23	1.471	0.010	0.048	0.053
2011	13.4	8.0	463	9.9	2.5	16	1.549	0.016	0.049	0.098
2010	11.5	8.2	482	10.1	2.7	21	2.061	0.025	0.057	0.085
2009	13.8	8.3	397	10.1	2.4	24	1.572	0.020	0.048	0.058
2008	13.1	8.1	405	10.4	2.9	26	1.748	0.020	0.044	0.068
2007	13.8	8.1	392	9.5	2.9	21	1.557	0.022	0.097	0.105
2006	12.9	8.0	431	10.0	3.1	25	1.715	0.024	0.051	0.248
2005	12.0	8.1	380	10.1	2.3	26	1.867	0.022	0.053	0.250
2004	12.1	8.1	405	10.7	2.8	29	1.933	0.023	0.046	0.218
2003	12.9	8.0	441	10.2	3.5	12	1.695	0.026	0.049	0.281
2002	12.7	8.0	364	9.5	3.3	31	1.850	0.030	0.049	0.318
2001	12.7	7.9	375	9.6	2.6	19	1.888	0.024	0.049	0.255
2000	13.0	7.9	423	10.2	3.2	28	1.911	0.029	0.054	0.266
1999	12.3	8.0	441	9.4	2.4	28	2.136	0.028	0.067	0.220
<i>F</i>	0.090	3.684	2.373	0.478	3.229	1.149	0.775	6.474	0.981	16.734
<i>p</i>	1.000	0.000*	0.002*	0.969	0.000*	0.305	0.736	0.000*	0.484	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Средње месечне вредности параметара на профилу Нови Сад показују статистичку значајност на нивоу сигнификантности $p < 0,01$ код свих параметара (Табела 34), што је случај и на профилу код Бездана. Највише средње вредности температуре воде су евидентирани у јулу (23,3°C), док су најниже средње вредности у јануару (2,7°C). pH вредност је у границама дозвољених граничних вредности (6,5-8,5), са тенденцијом ка горњој граничној вредности. Највише средње pH вредности су забележене у априлу (8,3), док су најниже вредности у јануару (8,0). Највиша средња вредност електропроводљивости је у фебруару (505 μS/cm), док су најниже вредности у јуну (345 μS/cm). Концентрације раствореног кисеоника знатно су изнад граничних вредности (5 mg/l) нарочито у хладнијем периоду године током јесени и зиме. Највише вредности су у фебруару (12,5 mg/l), док су најниже вредности у јуну и августу (7,9 mg/l). Максималне средње вредности BOD₅ су детектоване током јуна (3,3 mg/l), док су минималне средње вредности током октобра и новембра (2,0 mg/l). Суспендоване материје на месечном нивоу показују прекорачења

дозвољених граничних вредности за II класу квалитета (осим за јануар, фебруар, октобар, новембар и децембар када су у распону дозвољених вредности). Највише средње вредности суспендованих материја су у јуну (30 mg/l), док су најниже вредности у новембру и децембру (15 mg/l). Код садржаја нитрата највише средње вредности су у фебруару (2,724 mg/l), а најниже вредности су у августу (0,960 mg/l). Нитрити показују највише просечне вредности у јануару и фебруару (0,028 mg/l), док су најниже средње вредности у октобру (0,013 mg/l). Код ортофосфата највише средње вредности постоје у фебруару (0,092 mg/l), а најниже су током априла (0,028 mg/l). Амонијум јон показује највише средње вредности у јануару (0,251 mg/l), док су најниже вредности забележене у октобру (0,097 mg/l). Када су у питању параметри нитрити, нитрати, ортофосфати и амонијум јон, током свих месеци вредности су ниже од дозвољених граничних вредности са тенденцијом нижих вредности током топлијег периода године, што нису уобичајени трендови.

Табела 34. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Нови Сад

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
I	2.7	8.0	492	12.2	2.2	20	2.613	0.028	0.068	0.251
II	3.4	8.1	505	12.5	2.5	23	2.724	0.028	0.092	0.193
III	7.0	8.1	470	11.5	2.8	25	2.523	0.023	0.042	0.128
IV	12.4	8.3	422	10.7	3.0	26	1.869	0.017	0.028	0.104
V	17.6	8.2	368	9.4	3.0	27	1.333	0.019	0.034	0.125
VI	21.7	8.1	345	7.9	3.3	30	1.067	0.024	0.038	0.142
VII	23.3	8.1	345	8.0	3.0	27	0.973	0.018	0.041	0.131
VIII	23.1	8.1	350	7.9	3.0	30	0.960	0.019	0.040	0.141
IX	18.2	8.1	377	8.4	2.4	30	1.248	0.014	0.049	0.099
X	13.2	8.0	409	9.4	2.0	18	1.525	0.013	0.053	0.097
XI	8.2	8.0	429	10.5	2.0	15	1.732	0.017	0.058	0.143
XII	3.7	8.1	472	11.8	2.3	15	2.227	0.022	0.065	0.188
<i>F</i>	286.621	3.666	35.681	61.675	6.492	3.258	65.939	6.443	3.201	2.917
<i>p</i>	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Анализа сумарних вредности анализираних параметара квалитета вода по профилима за сектор Дунава у Бачкој приказана је у Табели 35. Највише средње вредности температуре воде су регистроване на профилу Богојево (14,3°C), док су најниже вредности на профилу Нови Сад (13,5°C). Испољене разлике у средњим вредностима су мале и нису статистички значајне. Највише средње pH вредности су на профилима Бездан и Богојево (8,2), док су минималне вредности на профилу Нови Сад (8,1). Код pH вредности уочава се статистичка значајност (F 7,356; p **0,001***). Највише средње вредности за електропроводљивост су на профилу Богојево (431 µS/cm), а најниже вредности су на профилу Нови Сад (415 µS/cm). Евидентиране разлике у средњим вредностима су слабо

изражене и нису статистички значајне. Максималне вредности раствореног кисеоника су на профилу Бездан (10,8 mg/l), док су минималне вредности на профилу Нови Сад (10,0 mg/l). Разлике у просечним вредностима DO су статистички значајне (F 9,163; p 0,000*). Највише средње вредности биолошке потрошње кисеоника су регистроване на профилима Богојево и Нови Сад (2,6 mg/l), а најниже вредности су на профилу Бездан (2,4 mg/l). Једнофакторска анализа указује да не постоје статистички значајне разлике у средњим вредностима параметра. Суспендоване материје показују највеће просечне вредности на профилу Богојево (30 mg/l), док су најниже вредности на профилу Нови Сад (24 mg/l). Статистички значајне разлике су присутне (F 8,399; p 0,000*). Садржај нитрата је највећи на профилу Бездан (1,866 mg/l), док су најниже вредности на профилу Богојево (1,735 mg/l). Разлике у средњим вредностима нитрата нису статистички значајне. Нитрити показују највеће просечне вредности на профилу Нови Сад (0,020 mg/l), док су најмање вредности на профилима Бездан и Богојево (0,018 mg/l). Разлике у средњим вредностима нитрита су статистички значајне на основу нивоа значајности $p < 0,01$ (F 4,247; p 0,015*). Максималне вредности ортофосфата су регистроване на профилу Нови Сад (0,051 mg/l), док су минималне вредности на профилу Богојево (0,040 mg/l), уз присуство статистичке значајности (F 6,155; p 0,002*). Амонијум јон показује највише средње вредности на профилу Нови Сад (0,146 mg/l), а најниже вредности су на профилу Бездан (0,090 mg/l), такође уз присуство статистичке значајности (F 13,293; p 0,000*).

На основу граничних вредности квалитета површинских вода сви параметри, осим параметра суспендоване материје, на свим испитиваним профилима су оквиру дозвољених граничних вредности. Средње годишње вредности садржаја суспендованих материја показују прекорачења дозвољених граничних вредности за II класу на профилима Бездан и Богојево, док на профилу Нови Сад дозвољене вредности нису прекорачене.

Табела 35. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за сектор Дунава у Бачкој

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Бездан	13.2	8.2	419	10.8	2.4	28	1.866	0.018	0.042	0.090
Богојево	13.5	8.2	431	10.6	2.6	30	1.735	0.018	0.040	0.117
Нови Сад	12.9	8.1	415	10.0	2.6	24	1.737	0.020	0.051	0.146
<i>F</i>	0.299	7.356	2.127	9.163	2.027	8.399	2.550	4.247	6.155	13.293
<i>p</i>	0.742	0.001*	0.120	0.000*	0.133	0.000*	0.079	0.015*	0.002*	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Тиса. На основу годишњих вредности квалитета воде на профилу *Мартонош* једнофакторска анализа ANOVA и Post-hoc Scheffe-ов тест указују да су статистички значајне разлике уочљиве код већине анализираних параметара између годишњих вредности. Изузетак представљају вредности температуре воде и засићености кисеоником, где тест није евидентирао постојање статистички значајних разлика (Табела 36). Најниже просечне вредности за температуру воде износе 16,7°C (1994. године), док су најниже вредности 11,3°C (1993). Разлике у вредностима температуре воде су слабо изражене и

немају статистичку значајност. *pH* вредност показује највеће просечне вредности 2017. године (8,17), док су најниже средње вредности детектоване 1994. (7,61). Резултати показују да су средње *pH* вредности у границама дозвољених граничних вредности (6,5-8,5), ближе горњој граници, што као и код профила на Дунаву, указују на повећану базност воде. Анализа годишњих вредности електропроводљивости указује да најниже просечне вредности износе 680 $\mu\text{S/cm}$ (1987), док су најниже просечне вредности 355 $\mu\text{S/cm}$ (2001). Средње вредности електропроводљивости током свих година су у границама дозвољених граничних вредности (1000 $\mu\text{S/cm}$). У случају концентрације раствореног кисеоника средње вредности су током свих година изнад граничних вредности за II класу бонитета ($>5 \text{ mg O}_2/\text{l}$). Највише просечне вредности DO износе 16,8 mg/l (2011), док су најниже просечне вредности 7,2 mg/l (1990). Биолошка потрошња кисеоника показује највише средње вредности 1986. (5,2 mg/l), док су најниже средње вредности забележене 2018. (1,4 mg/l). У периоду од 1994. до 2018. године вредности овог параметра су у оквиру граничних вредности (до 4 mg/l) за II класу бонитета. Међутим, током периода пре 1994 године (1982-1993) регистроване су средње годишње вредности које су изнад дозвољених граничних вредности. Код суспендованих материја највише просечне вредности су 182 mg/l (1985), док су најниже просечне вредности носиле 28 mg/l (2015). Вредности суспендованих материја показују прекорачења дозвољених граничних вредности за II класу квалитета (25 mg/l) током свих година а појединих година ово прекорачење је и до 4-5 пута веће (1982, 1985, 1986, 1988, 1989, 1995, 1998. и 2016). Нитрати показују највише просечне вредности 1986. (3,721 mg/l), док најниже средње вредности износе 0,807 mg/l (2018). Вредности нитрата одговарају граничним вредностима које су прописане за II класу површинских вода (до 6 mg/l). Азотна једињења попут нитрита су забележила највише просечне вредности 1986. (0,103 mg/l), док су најниже просечне вредности носиле 0,011 mg/l (2017). У периоду од 1982. до 1994. године регистроване су средње годишње вредности које су изнад дозвољених граничних вредности (до 0,03 mg/l) за II класу бонитета. Након овог периода (1995-2018. године) вредности овог параметра су у оквиру граничних вредности. Код концентрације ортофосфата највише средње вредности износе 0,146 mg/l (1989), док су најниже средње вредности евидентиране 2017. године (0,029 mg/l). Током свих година вредности овог параметра одговарају граничним вредностима за II класу површинских вода ($< 0,2 \text{ mg/l}$). Амонијум јон бележи највише средње вредности 1985. (1,112 mg/l), док су најниже вредности 2018. године (0,043 mg/l). У периоду од 1982. до 1989. године и током 1992. и 1993. године регистроване су средње годишње вредности које су изнад дозвољених граничних вредности (до 0,6 mg/l) за II класу бонитета. Након овог периода (1990, 1991. и од 1994. до 2018. године) вредности овог параметра су у оквиру граничних вредности.

Табела 36. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за профил Мартонош

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[$\mu\text{S/cm}$]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2018	14.7	7.98	427	9.3	1.4	71	0.807	0.012	0.045	0.043
2017	15.3	8.17	395	9.7	1.9	27	1.108	0.011	0.029	0.113
2016	13.3	7.90	395	9.4	2.0	109	0.974	0.016	0.054	0.076
2015	13.7	8.10	434	9.9	1.7	28	0.938	0.019	0.055	0.069

2014	14.5	8.11	377	9.4	1.6	36	0.988	0.019	0.053	0.056
2013	13.4	8.00	413	9.6	2.0	40	1.052	0.019	0.040	0.087
2012	14.3	8.00	440	9.6	1.8	53	0.882	0.016	0.032	0.091
2011	13.7	8.06	530	16.8	2.1	44	0.947	0.019	0.033	0.076
2010	13.5	7.93	457	8.6	1.8	75	1.105	0.027	0.067	0.067
2009	14.0	7.98	434	9.4	1.7	37	1.010	0.019	0.048	0.098
2008	13.7	7.88	451	9.4	1.8	69	1.019	0.016	0.040	0.098
2007	13.7	7.94	396	9.8	2.2	88	0.937	0.017	0.033	0.053
2006	13.9	7.79	474	9.1	2.1	53	1.146	0.021	0.051	0.247
2005	11.7	7.90	432	9.6	1.6	72	1.250	0.017	0.063	0.138
2004	13.0	7.82	403	9.5	2.2	57	1.303	0.017	0.052	0.212
2003	15.2	7.82	507	9.3	3.1	32	1.118	0.025	0.055	0.264
2002	14.4	7.77	372	9.4	2.5	76	1.108	0.026	0.063	0.225
2001	14.4	7.79	355	8.9	2.1	76	1.127	0.021	0.050	0.209
2000	14.1	7.93	513	9.6	3.0	84	1.208	0.030	0.045	0.242
1999	13.3	7.96	511	9.0	2.3	81	1.475	0.026	0.066	0.175
1998	11.9	7.91	408	9.2	2.3	169	1.567	0.020	0.064	0.225
1997	12.0	7.92	469	9.6	2.4	56	1.467	0.023	0.074	0.192
1996	12.7	7.83	474	9.6	3.2	60	1.567	0.034	0.064	0.408
1995	11.8	7.84	423	9.1	3.3	105	1.289	0.025	0.060	0.300
1994	16.7	7.61	438	8.3	3.7	55	1.109	0.028	0.071	0.364
1993	11.3	7.72	511	9.5	4.6	47	1.276	0.029	0.060	0.736
1992	13.5	7.83	486	7.4	3.2	78	1.473	0.024	0.098	0.720
1991	13.1	7.89	552	8.6	4.9	73	2.039	0.046	0.140	0.583
1990	15.8	7.85	581	7.2	4.7	39	2.027	0.056	0.120	0.186
1989	12.9	7.76	543	8.4	4.1	112	3.137	0.057	0.146	1.008
1988	13.4	7.91	582	8.7	4.9	119	2.909	0.070	0.115	0.829
1987	12.4	7.76	680	8.6	4.8	88	2.910	0.074	0.139	0.973
1986	13.6	7.77	649	9.4	5.2	113	3.721	0.103		0.797
1985	12.1	7.78	592	8.7	4.3	182	2.818	0.058		1.112
1984	13.0	7.76	655	8.6	4.6	94	2.845	0.081		1.097
1983	12.5	7.89	577	8.5	5.0	79	2.175	0.077		0.693
1982	12.6	7.88	589	8.5	5.0	135	2.287	0.063		0.710
F	0.193	2.578	8.581	1.137	15.254	1.933	21.359	7.973	10.002	6.851
p	1.000	0.000*	0.000*	0.275	0.000*	0.001*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Анализа средњих месечних вредности за профил *Мартонош* приказана је у Табели 37. На основу једнофакторске анализе и Post-hoc Scheffe-овог теста утврђено је постојање статистички значајне разлике код већине анализираних параметара између месечних вредности. Изузетак представљају вредности *pH*, биолошке потрошње кисеоника и ортофосфата где тест није евидентирао постојање статистички значајних разлика (табела). Подаци за анализирани период (1982-2018) показују доста неуједначене вредности температуре воде. Највише просечне вредности су евидентирани у јулу (24,1°C) и генерално, током летњих месеци. Најниже просечне вредности су забележене током јануара (2,3°C). Годишњи ток температуре воде је у корелацији са термичким режимом током године. Средње месечне *pH* вредности су углавном уједначене. Највише средње вредности су забележене током јула (7,95), док су најмање вредности у јануару и фебруару (7,81). Током свих месеци вредности су у оквиру дозвољених граничних вредности ближе горњој граничној вредности (>7,5), нарочито током летњег периода године. Када је у питању електропроводљивост нису изражене веће флукуације током године. Тако, максимална вредност ЕС је евидентирана током октобра (534 $\mu\text{S}/\text{cm}$), док су најниже вредности у мају (404 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Вредности ЕС су у оквиру дозвољених граничних вредности али су нешто ниже вредности регистроване у топлијем периоду године од априла до августа што је веома неуобичајно. Концентрације раствореног кисеоника су највише у априлу (11,6 mg/l), док су најниже средње вредности забележене у августу (6,9 mg/l). Овакви резултати показују да су током свих месеци вредности изнад граничних (>5 mg/l) као и да је квалитет воде знатно бољи током зимског периода године. Месечне вредности биолошке потрошње кисеоника су прилично уједначене и у оквирима дозвољених граничних вредности (4 mg/l). Максималне средње вредности су детектоване у јулу и августу (3,3 mg/l), док су минималне средње вредности у мају (2,6 mg/l). Средње вредности суспендованих материја током свих месеци показују прекорачења дозвољених граничних вредности за II класу квалитета вода (25 mg/l). Највише средње вредности су у марту (126 mg/l), а најниже у октобру (33 mg/l). Генерално, већа количина SS регистрована је током месеци у првој половини године (од јануара до јула). Код садржаја нитрата највише средње вредности су у фебруару (2,055 mg/l), најниже вредности су током септембра (1,176 mg/l). Вредности нитрата су у оквирима граничних вредности II класу бонитета воде али се може уочити и да су вредности нитрата нешто ниже у топлијем периоду године од маја до октобра што је није уобичајено. Нитрити показују највише просечне вредности у августу (0,052 mg/l), док су најниже средње вредности у октобру (0,017 mg/l). У периоду од марта до септембра као и током новембра и децембра регистроване су средње месечне вредности које су изнад дозвољених граничних вредности (до 0,03 mg/l). Током јануара, фебруара и октобра месеца вредности овог параметра су у оквиру граничних вредности. Код ортофосфата највише средње вредности су евидентирани у новембру (0,083 mg/l), а најниже током априла (0,050 mg/l). Код овог параметра концентрације су у дозвољеним граничним вредностима (<0,2 mg/l) и нешто су ниже у топлијем периоду године. Амонијум јон показује највише средње вредности у фебруару (0,775 mg/l), док су најниже средње вредности забележене у мају (0,193 mg/l). Средње месечне вредности су углавном испод граничних вредности за II класу бонитета вода, осим у јануару и фебруару када су вредности нешто више у односу на дозвољене (<0,6 mg/l).

Табела 37. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Мартонош

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
I	2.3	7.81	502	11.5	2.8	71	1.872	0.027	0.074	0.681
II	3.2	7.81	503	11.4	3.2	110	2.055	0.027	0.075	0.775
III	6.6	7.83	460	10.6	3.1	126	2.044	0.031	0.061	0.555
IV	13.0	7.84	408	11.6	2.8	95	1.629	0.033	0.050	0.272
V	18.4	7.89	404	7.9	2.6	83	1.275	0.038	0.052	0.193
VI	22.7	7.93	445	7.4	3.2	98	1.333	0.043	0.056	0.212
VII	24.1	7.95	474	7.3	3.3	89	1.291	0.037	0.069	0.211
VII I	23.9	7.90	490	6.9	3.3	47	1.294	0.052	0.066	0.205
IX	19.7	7.93	528	7.9	3.0	47	1.176	0.040	0.065	0.226
X	13.8	7.93	534	8.9	3.0	33	1.408	0.017	0.064	0.217
XI	7.8	7.94	524	9.8	2.7	58	1.682	0.033	0.083	0.337
XII	3.8	7.88	533	10.8	2.8	66	1.899	0.030	0.077	0.521
<i>F</i>	325.374	1.417	5.231	6.287	0.678	3.538	4.637	2.367	1.494	6.125
<i>p</i>	0.000*	0.162	0.000*	0.000*	0.760	0.000*	0.000*	0.008*	0.131	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Једнофакторска анализа варијансе годишњих вредности квалитета воде на профилу Нови Бечеј и Post-hoc Scheffe-ов тест указују да статистички значајне разлике постоје код свих параметара, са изузетком температуре воде (Табела 38). Најниже средње вредности температуре воде износе 12,1°C (1998), док су највише средње вредности 16,8°C (1987). Испољене разлике у средњим вредностима параметра нису статистички значајне. *pH* вредност бележи највише средње вредности 2014. године (8,1), док су најниже вредности детектоване 1989. године (7,5). *pH* вредност није прекорачила дозвољене граничне вредности (6,5-8,5), док су годишње вредности ближе горњој граничној вредности, што је индикатор базности воде. Код електропроводљивости највише просечне вредности износе 658 µS/cm (1987), док су најниже просечне вредности 370 µS/cm (2014). Просечне годишње вредности електропроводљивости су у оквиру дозвољених граничних вредности (1000 µS/cm). Средње годишње вредности раствореног кисеоника показују највише вредности од 9,8 mg/l (2017), док најниже вредности износе 6,1 mg/l (1984. и 1987). Код раствореног кисеоника средње годишње вредности су током анализираниог интервала изнад граничних вредности за II класу бонитета (>5 mg O₂/l). Највише средње вредности биолошке потрошње кисеоника износе 4,79 mg/l (1982), а најниже вредности су 1,39 mg/l (2018). Средње годишње вредности BOD₅ су у оквиру граничних вредности за II класу квалитета (до 4 mg/l). Изузетак представљају 1982. и 1986. година када регистроване вредности изнад дозвољених концентрација овог параметра. Концентрације суспендованих материја показују нагле варијације просечних годишњих вредности. Тако су, највише средње вредности забележене 1985. (204 mg/l), док су најниже вредности износиле 21 mg/l (2012).

Средње годишње вредности SS показују прекорачења дозвољених граничних вредности за II класу квалитета (25 mg/l) током читавог интервала (изузетак су средње вредности за 2012. годину које су у оквиру дозвољених вредности). Појединих година прекорачење дозвољених вредности је 6-8 пута веће (1998. и 1985). Просечне вредности концентрације нитрата су најизраженије 1986. године (2,769 mg/l), док су најмање вредности биле 2018. године (0,827 mg/l). Годишње вредности нитрата одговарају граничним вредностима дефинисаним за II класу квалитета вода (до 6 mg/l). Највише средње вредности нитрита су износиле 0,139 mg/l (1987), а најниже 0,016 mg/l (2018). Интервал од 1982. до 2000. године бележи средње годишње вредности нитрита изнад дозвољених граничних вредности за II класу квалитета (до 0,03 mg/l). Са друге стране, од 2001-2018. године вредности овог параметра су у оквиру граничних вредности. Концентрације ортофосфата су биле највише 1980. (0,150 mg/l), док су најниже вредности износиле 0,039 mg/l током 2017. године. На годишњем нивоу вредности овог параметра одговарају граничним вредностима за II класу површинских вода (< 0,2 mg/l). Амонијум јон показује највише средње вредности од 0,816 (1989), док су најниже вредности износиле 0,059 (2014). У периоду од 1986-1989. године забележене су просечне годишње вредности изнад дозвољених граничних вредности (до 0,6 mg/l) за II класу квалитета. Од 1990-2018. године вредности наведеног параметра су у оквиру граничних вредности.

Табела 38. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за профил Нови Бечеј

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[μS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2018	14.0	7.9	449	9.4	1.39	33	0.827	0.016	0.047	0.080
2017	14.1	8.0	388	9.8	1.72	33	0.864	0.017	0.039	0.066
2016	13.5	8.0	437	9.6	1.88	54	1.028	0.019	0.052	0.084
2015	13.4	8.0	455	9.6	1.85	30	0.994	0.023	0.054	0.091
2014	14.6	8.1	370	9.2	1.68	22	0.958	0.020	0.055	0.059
2013	13.1	8.0	425	9.3	1.63	37	1.098	0.022	0.046	0.085
2012	14.6	7.8	442	9.0	1.80	21	1.008	0.022	0.053	0.123
2011	14.3	8.0	530	8.7	1.80	28	0.893	0.019	0.061	0.092
2010	13.4	7.9	470	8.6	2.15	90	1.081	0.025	0.063	0.085
2009	15.6	7.9	426	8.6	2.07	32	0.984	0.021	0.052	0.111
2008	13.0	7.8	444	9.3	2.51	88	1.073	0.023	0.038	0.111
2007	14.2	7.8	428	8.5	3.19	50	0.879	0.018	0.044	0.081
2006	14.8	7.9	467	9.0	2.81	54	1.065	0.024	0.055	0.251
2005	14.2	7.9	421	8.2	2.34	76	1.220	0.029	0.067	0.255
2004	13.3	7.7	408	8.9	2.16	52	1.255	0.022	0.065	0.287
2003	16.4	7.6	503	7.4	2.50	44	0.970	0.025	0.079	0.350
2002	13.9	7.7	381	9.1	3.03	72	1.100	0.026	0.070	0.371
2001	15.4	7.7	395	8.3	1.86	35	1.109	0.025	0.052	0.268
2000	15.6	7.8	610	8.6	2.79	45	1.633	0.058	0.068	0.399
1999	12.7	7.8	611	7.7	2.71	46	1.488	0.040	0.081	0.371

1998	12.1	7.9	444	9.2	2.69	152	1.433	0.038	0.053	0.276
1997	12.5	7.9	493	9.1	2.56	55	1.508	0.033	0.082	0.313
1996	12.8	7.8	480	8.9	3.23	38	1.550	0.040	0.130	0.388
1995	15.0	7.9	420	8.2	3.26	50	1.189	0.033	0.053	0.338
1994	15.5	7.7	455	7.2	2.84	49	1.000	0.050	0.066	0.440
1993	16.1	7.6	495	7.0	3.80	52	1.113	0.048	0.056	0.510
1992	13.2	7.8	515	7.1	2.79	74	1.376	0.037	0.097	0.617
1991	14.7	7.8	532	8.1	3.69	34	1.846	0.049	0.121	0.449
1990	14.1	7.8	517	7.6	3.18	40	2.025	0.062	0.138	0.397
1989	12.8	7.5	513	6.6	3.21	74	2.628	0.061	0.123	0.816
1988	15.0	7.7	578	7.5	3.63	41	2.733	0.089	0.117	0.659
1987	16.8	7.7	658	6.1	3.55	44	2.430	0.139	0.150	0.622
1986	15.6	7.7	630	6.6	4.17	87	2.769	0.109		0.692
1985	13.9	7.7	557	7.0	3.24	204	2.486	0.077		0.435
1984	15.9	7.6	614	6.1	3.47	55	2.200	0.075		0.419
1983	15.2	7.8	601	6.5	3.14	45	1.401	0.094		0.550
1982	15.9	7.9	526	6.4	4.79	129	1.570	0.095		0.266
<i>F</i>	0.211	5.492	6.534	2.256	5.474	2.239	12.218	9.135	4.694	3.581
<i>p</i>	1.000	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

ANOVA анализа и Post-hoc Scheffe-ов тест за резултате на месечном нивоу са профила Нови Бечеј (Табела 39) имплицирају да постоје статистички значајне разлике код већине параметара (осим у случају рН вредности, BOD₅ и ортофосфата). Највише просечне месечне вредности температуре воде су измерене у августу (24,6°C), док су најниже вредности забележене у јануару (2,4°C). Разлике у просечним вредностима температуре ваздуха статистички су значајне (246,504; p **0,000***). Средње месечне рН вредности показују слабу варијабилност. Највише средње вредности су током априла (7,9), док су најмање вредности у јануару (7,8). Током свих месеци вредности су у оквиру дозвољених граничних вредности ближе горњој граничној вредности (>7,5). Максимална вредност електропроводљивости је евидентирана током октобра (542 $\mu\text{S}/\text{cm}$), док су најниже вредности у априлу (416 $\mu\text{S}/\text{cm}$). ANOVA је утврдила статистички значајне разлике у средњим вредностима на основу нивоа значајности $p < 0,01$ (F 5, 054; p **0,000***). Вредности ЕС су у оквиру дозвољених граничних вредности (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Вредности садржаја раствореног кисеоника су највише у фебруару (11,5 mg/l), док су најниже вредности у августу (6,0 mg/l). Разлике у средњим вредностима овог параметра показују статистичку значајност (F 44,447; p **0,000***). Концентрације раствореног кисеоника знатно су изнад граничних вредности (5 mg/l), посебно у зимској половини године. Највише средње вредности BOD₅ су детектоване у септембру (3,0 mg/l), док су најниже средње вредности регистроване у јануару и децембру (2,4 mg/l). Месечне вредности биолошке потрошње кисеоника су доста уједначене и у оквирима дозвољених граничних вредности за II класу квалитета (4 mg/l). Највише средње вредности суспендованих материја су у марту (114

mg/l), док су најниже вредности у септембру (24 mg/l). На основу нивоа сигнификантности евидентиране су статистички значајне разлике (F 4,520; p **0,000***). Средње вредности суспендованих материја током свих месеци (са изузетком септембра) показују прекорачења дозвољених граничних вредности за II класу квалитета вода (25 mg/l). У марту су прекорачења дозвољених вредности за II класу квалитета вода око четири пута већа. Уопштено, током зимских и нарочито пролећних месеци су присутне повећане концентрације суспендованих материја. Код садржаја нитрата највише средње вредности су у фебруару (1,094 mg/l), најниже вредности су током септембра (0,985 mg/l). Такође, присутне су статистички значајне разлике у средњим вредностима (F 7,601; p **0,000***). Средње месечне вредности нитрата кореспондирају граничним вредностима које су прописане за II класу (до 6 mg/l). Нитрити показују највише просечне вредности током јуна (0,056 mg/l), док су најниже средње вредности у фебруару (0,030 mg/l). Средње вредности нитрита су прекорачиле дозвољене граничне вредности (до 0,03 mg/l) за II класу површинских вода у топлијој половини године (април, мај, јун, август и септембар). Код ортофосфата највише средње вредности су у јануару (0,084 mg/l), а најниже током марта и маја (0,058 mg/l). Код ортофосфата концентрације су у дозвољеним граничним вредностима (<0,2 mg/l) и нешто су ниже у топлијем периоду године. Просечне вредности амонијум јона највише су у јануару (0,622 mg/l), док су најниже средње вредности забележене у мају (0,168 mg/l). Разлике у средњим вредностима амонијум јона су статистички значајне (F 7,050; p **0,000***). Просечне месечне вредности амонијум јона су углавном испод граничних вредности за II класу бонитета вода, осим у јануару и фебруару када су вредности еквивалентне дозвољеним граничним вредностима за II класу бонитета (<0,6 mg/l).

Табела 39. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Нови Бечеј

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
I	2.4	7.8	507	11.3	2.4	50	1.851	0.032	0.084	0.622
II	3.4	7.8	498	11.5	2.6	91	1.904	0.030	0.083	0.621
III	7.1	7.8	465	10.1	2.8	114	1.887	0.031	0.058	0.400
IV	12.9	7.9	416	9.1	2.8	87	1.565	0.043	0.070	0.195
V	18.6	7.8	422	7.6	2.5	70	1.333	0.050	0.058	0.168
VI	22.0	7.8	435	6.8	2.8	75	1.230	0.056	0.066	0.179
VII	24.4	7.8	479	6.2	2.9	59	1.055	0.033	0.086	0.232
VIII	24.6	7.8	495	6.0	2.8	28	1.003	0.052	0.076	0.187
IX	20.0	7.8	536	5.9	3.0	24	0.985	0.057	0.076	0.247
X	14.9	7.8	530	7.6	2.6	33	1.370	0.053	0.071	0.242
XI	9.5	7.8	542	8.3	2.7	31	1.460	0.038	0.076	0.257
XII	4.2	7.8	499	10.1	2.4	32	1.698	0.036	0.079	0.580
<i>F</i>	246.504	0.225	5.054	44.447	0.638	4.520	7.601	2.013	0.817	7.050
<i>p</i>	0.000*	0.996	0.000*	0.000*	0.796	0.000*	0.000*	0.026	0.623	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

ANOVA и Post-hoc Scheffe-ов тест детектују да на профилу *Tutel* (Табела 40) постоје статистички значајне разлике средњих годишњих вредности код већине параметара (сем температуре воде и садржаја суспендованих материја). Највише средње вредности температуре воде су $17,4^{\circ}\text{C}$ (1994), док су најниже средње вредности износиле $10,3^{\circ}\text{C}$ (1999). Испољене разлике у средњим вредностима нису статистички значајне. Код *pH* вредности највише средње вредности су евидентирани 2013, 2014. и 2015. године (8,1), док су најниже вредности детектоване 1989. године (7,5). Средње *pH* вредности су у границама дозвољених граничних вредности (6,5-8,5), ближе горњој граничној вредности, што указује на изражену базност воде код овог профила. Код електропроводљивости највише средње вредности су износиле $658 \mu\text{S}/\text{cm}$ (1987), док су најниже средње вредности $370 \mu\text{S}/\text{cm}$ (2002). Средње годишње вредности електропроводљивости су у оквиру дозвољених граничних вредности ($1000 \mu\text{S}/\text{cm}$). Највише концентрације раствореног кисеоника су износиле $9,9 \text{ mg}/\text{l}$ (2013, 2016), док су најниже вредности $6,4 \text{ mg}/\text{l}$ (1982). Код концентрације раствореног кисеоника просечне вредности су током свих година изнад граничних вредности за II класу квалитета ($>5 \text{ mg O}_2/\text{l}$). Највише средње вредности биолошке потрошње кисеоника износе $5,8 \text{ mg}/\text{l}$ (1982), а најниже вредности су $1,5 \text{ mg}/\text{l}$ (2015). Током анализираних интервала евидентирани су средње вредности BOD_5 у оквиру дозвољених граничних вредности за II класу квалитета (до $4 \text{ mg}/\text{l}$). Међутим, просечне вредности карактеристичне за II класу су прекорачене 1982, 1986. и 1990. године. Присутна је изразита варијабилност садржаја суспендованих материја и непостојање статистички значајних разлика на основу једнофакторске анализе. Највише средње вредности су евидентирани 1985. ($122 \text{ mg}/\text{l}$), док су најниже вредности износиле $13 \text{ mg}/\text{l}$ (2014). Вредности суспендованих материја показују прекорачења дозвољених граничних вредности за II класу квалитета ($25 \text{ mg}/\text{l}$) током већег дела интервала, док је 1985. године прекорачење скоро 5 пута веће. Просечне вредности концентрације нитрата су најизраженије 1998. године ($1,542 \text{ mg}/\text{l}$), док су најниже вредности 1988. године ($0,051 \text{ mg}/\text{l}$). Годишње вредности нитрата одговарају граничним вредностима које су прописане за II класу квалитета вода (до $6 \text{ mg}/\text{l}$). Највише просечне вредности нитрита износе $0,051 \text{ mg}/\text{l}$ (1995), а најниже свега $0,005 \text{ mg}/\text{l}$ (1991). Средње годишње вредности нитрита су у оквиру граничних вредности за II класу квалитета (до $0,03 \text{ mg}/\text{l}$). Изузетак су 1993. и 1995. године када су просечне вредности прекорачене. Концентрације ортофосфата су биле највише 1955. ($0,131 \text{ mg}/\text{l}$), док су најниже вредности $0,013 \text{ mg}/\text{l}$ (1988). Током свих анализираних година вредности наведеног параметра одговарају граничним вредностима за II класу површинских вода ($< 0,2 \text{ mg}/\text{l}$). Амонијум јон показује највише средње вредности од $0,919$ (1988), док су најниже вредности $0,057$ (2014). У периоду од 1988-1993. године регистроване су средње годишње вредности које су изнад дозвољених граничних вредности (до $0,6 \text{ mg}/\text{l}$) за II класу квалитета. Од 1994-2018. године средње вредности овог параметра су у оквиру дозвољених граничних вредности.

Табела 40. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за профил Тител

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[μS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2018	15.0	8.0	460	9.7	1.6	34	0.804	0.015	0.050	0.089
2017	14.1	8.0	397	9.0	1.7	57	0.826	0.014	0.044	0.137
2016	13.4	8.0	418	9.9	2.0	33	1.006	0.023	0.060	0.084
2015	14.7	8.1	455	9.8	1.5	26	1.023	0.021	0.061	0.089
2014	15.8	8.1	385	9.2	1.9	13	1.038	0.021	0.065	0.057
2013	13.1	8.1	407	9.9	1.9	38	1.095	0.021	0.051	0.123
2012	15.8	8.0	450	9.5	1.8	24	0.907	0.026	0.050	0.101
2011	12.6	8.0	544	9.4	1.8	34	0.914	0.020	0.062	0.102
2010	14.0	7.9	452	8.6	2.1	101	1.107	0.023	0.083	0.161
2009	14.9	7.9	408	8.9	1.7	41	0.924	0.021	0.052	0.106
2008	14.0	7.8	430	8.7	2.2	86	1.064	0.018	0.046	0.151
2007	13.3	7.8	411	9.3	2.1	55	0.963	0.022	0.058	0.110
2006	13.4	7.8	504	8.7	2.5	55	1.068	0.023	0.058	0.312
2005	14.0	7.8	416	7.7	1.8	72	0.871	0.024	0.071	0.381
2004	14.6	7.6	424	8.4	1.6	40	1.342	0.022	0.071	0.247
2003	15.8	7.6	513	8.4	2.2	32	1.086	0.035	0.085	0.462
2002	15.6	7.7	370	8.3	2.1	46	1.100	0.026	0.068	0.314
2001	15.6	7.7	389	8.4	2.8	95	1.070	0.033	0.056	0.405
2000	14.6	7.8	551	8.7	2.7	42	1.280	0.035	0.058	0.330
1999	10.3	7.8	589	8.4	2.2	71	1.422	0.044	0.053	0.460
1998	12.5	7.8	475	9.1	3.3	73	1.542	0.034	0.098	0.425
1997	12.9	7.8	464	9.1	3.6	72	1.518	0.035	0.089	0.418
1996	13.0	7.8	482	8.4	3.1	53	1.523	0.038	0.080	0.443
1995	13.8	7.8	434	8.4	3.2	50	1.325	0.051	0.131	0.400
1994	17.4	7.8	458	7.3	3.3	21	1.022	0.031	0.091	0.433
1993	15.3	7.6	491	8.4	3.9	50	1.222	0.046	0.078	0.806
1992	15.5	7.8	538	7.9	3.4	43	0.165	0.019	0.026	0.573
1991	14.0	7.8	501	7.6	4.0	39	0.128	0.005	0.014	0.628
1990	15.2	7.7	506	8.0	4.4	27	0.150	0.006	0.013	0.616
1989	13.2	7.5	514	6.9	3.8	56	0.060	0.012	0.014	0.803
1988	14.0	7.6	584	7.2	3.7	52	0.051	0.009	0.013	0.919
1987	16.0	7.8	658	7.1	3.6	65	0.056	0.012	0.017	0.794
1986	13.9	7.8	578	8.2	4.6	79	0.054	0.010		0.642
1985	15.4	7.7	568	7.4	3.7	122	0.067	0.006		0.428
1984	12.4	7.7	618	7.0	3.3	50	0.068	0.008		0.689
1983	13.4	7.7	557	6.9	3.8	42	0.117	0.010		0.650
1982	12.1	7.9	543	6.4	5.8	52	0.104	0.012		0.531

<i>F</i>	0.239	8.047	6.952	1.986	10.380	1.310	20.402	7.498	6.187	3.950
<i>p</i>	1.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.115	0.000	0.000	0.000	0.000

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

У Табели 41. су анализирани средње месечне вредности параметара квалитета вода на профилу *Тител*. Post-hoc Scheffe-ов тест показује да су разлике у средњим месечним вредностима статистички значајне код већине параметара. Међутим, у случају рН вредности, BOD₅, нитрита и ортофосфата, тест није указао на статистичку значајност. Највише средње вредности температуре воде су евидентирани у јулу (24,9°C), док су најниже вредности забележене у јануару (2,5°C). Разлике у средњим вредностима температуре ваздуха статистички су значајне (F 412,189; p **0,000***). Највише средње рН вредности су забележене током фебруара (7,9), док су најмање вредности у јануару (7,8). Током свих месеци вредности су у оквиру дозвољених граничних вредности ближе горњој граничној вредности (>7,5), посебно током фебруара (7,9). Максималне вредности електропроводљивости су евидентирани током октобра (528 $\mu\text{S}/\text{cm}$), док су најниже вредности у мају (422 $\mu\text{S}/\text{cm}$). ANOVA указује на статистички значајне разлике у просечним вредностима на основу нивоа сигнификантности $p < 0,01$ (F 4.141; p **0,000***). Вредности ЕС су у оквиру дозвољених граничних вредности, док су више вредности регистроване током јесени и почетком зиме. Концентрације раствореног кисеоника су највише у јануару (11,3 mg/l), док су најниже вредности током јуна (6,4 mg/l). Разлике у средњим вредностима овог параметра показују статистичку значајност (F 48,525; p **0,000***). Наведени резултати указују да су током свих месеци вредности DO изнад дефинисаних граничних вредности (>5 mg/l), али и да је квалитет воде значајно бољи током зимске половине године. Највише средње вредности биолошке потрошње кисеоника су детектоване у марту (3,4 mg/l), док су најниже средње вредности у новембру (2,6 mg/l). Месечне вредности BOD₅ су у оквирима дозвољених граничних вредности (до 4 mg/l), док су једино вредности у марту блиске горњој граничној вредности. Највише средње вредности SS су у марту (102 mg/l), а најниже вредности су у октобру (25 mg/l). На основу нивоа сигнификантности $p < 0,01$ евидентирани су статистички значајне разлике у просечним вредностима суспендованих материја (F 4,508; p **0,000***). Средње вредности SS током свих месеци показују прекорачења дозвољених граничних вредности за II класу квалитета вода (25 mg/l). Израженија концентрација SS регистрована је од јануара до јуна. Код садржаја нитрата највише средње вредности су у фебруару (1,165 mg/l), најниже вредности су у јулу (0,535 mg/l). Једнофакторска анализа указује на статистички значајне разлике у средњим вредностима параметра (F 5,452; p **0,000***). Концентрације нитрата одговарају граничним вредностима које су прописане за II класу површинских вода (до 6 mg/l). Међутим, највише просечне вредности су регистроване током пролећних и летњих месеци па све до јесени, што није уобичајено. Нитрити имају највише просечне вредности у јуну (0,026 mg/l), док су најниже средње вредности у фебруару (0,017 mg/l). Вредности нитрита су у оквирима граничних вредности II класу бонитета воде (до 0,03 mg/l), док су посебно граничној вредности блиске концентрације у топлијој половини године (јун, јул и август). Код ортофосфата највише средње вредности су евидентирани у јулу (0,083 mg/l), а најниже током априла (0,041 mg/l). Као и у случају рН вредности, BOD₅ и нитрита, разлике у средњим вредностима код садржаја ортофосфата нису статистички значајне. Концентрације ортофосфата су у оквиру дозвољених граничних

вредности ($<0,2$ mg/l) и прилично су уједначене током године. Амонијум јон показује највише средње вредности у јануару (0,721 mg/l), а најниже средње вредности забележене су у мају (0,199 mg/l). Разлике у средњим вредностима амонијум јона су статистички значајне (F 6,806; p **0,000***). Просечне месечне вредности су углавном испод граничних вредности за II класу бонитета вода, осим у јануару када су вредности нешто више у односу на дозвољене ($<0,6$ mg/l). Такође, фебруар и март показује вредности овог параметра блиске дозвољеној граничној вредности за II класу квалитета површинских вода.

Табела 41. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Тител

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
I	2.5	7.8	484	11.3	2.9	56	1.047	0.018	0.058	0.721
II	3.5	7.9	504	11.2	2.7	79	1.165	0.017	0.055	0.650
III	6.9	7.8	473	10.3	3.4	102	1.064	0.020	0.046	0.636
IV	12.1	7.8	424	8.9	2.7	72	0.981	0.021	0.041	0.265
V	18.8	7.8	422	7.3	2.9	60	0.686	0.022	0.047	0.199
VI	22.9	7.8	448	6.4	2.8	46	0.609	0.026	0.058	0.216
VII	24.9	7.8	480	6.6	3.1	50	0.535	0.025	0.083	0.251
VIII	24.9	7.8	482	6.4	2.9	44	0.545	0.024	0.063	0.264
IX	21.3	7.8	511	6.6	2.7	34	0.542	0.022	0.059	0.249
X	15.4	7.8	528	7.6	2.8	25	0.641	0.025	0.068	0.364
XI	9.1	7.8	524	8.8	2.5	26	0.830	0.018	0.046	0.339
XII	4.1	7.8	521	10.0	2.7	29	0.995	0.022	0.060	0.616
<i>F</i>	412.18 9	0.625	4.141	48.525	0.881	4.508	5.452	0.969	2.117	6.806
<i>p</i>	0.000*	0.808	0.000*	0.000*	0.559	0.000*	0.000*	0.475	0.019	0.000*

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Сумарни резултати просечних вредности параметара квалитета вода за сектор *Tise* у Бачкој наводе на одређене закључке (Табела 42). Post-hoc Scheffe-ов тест показује да су статистички значајне код највећег дела параметара (са изузетком температуре воде, електропроводљивости и амонијум јона). Највише средње вредности температуре воде су регистроване на профилу Нови Бечеј (14,3°C), док су најниже вредности на профилу Мартонош (13,5°C). Испољене разлике у средњим вредностима су мале и нису статистички значајне. Максималне pH вредности су регистроване на профилу Мартонош (7,9), док су минималне вредности на профилима Нови Бечеј и Тител (7,8). ANOVA имплицира статистички значајне разлике у просечним вредностима (F 13,203; p **0,000***). Највише средње вредности за електропроводљивост су детектоване на профилу Нови Бечеј (485 µS/cm), а најниже вредности су на профилу Тител (483 µS/cm). Максималне вредности zasiћености кисеоником су на профилу Мартонош (9,3 mg/l), док су минималне вредности на профилу Нови Бечеј (8,2 mg/l). Разлике у просечним вредностима раствореног кисеоника

су статистички значајне у складу са нивоом значајности $p < 0,01$ ($F 12,812$; $p 0,000^*$). Највише средње вредности биолошке потрошње кисеоника су регистроване на профилу Мартонош (3,0 mg/l), најниже вредности су на профилу Нови Бечеј (2,7 mg/l). Једнофакторска анализа указује на статистички значајне разлике у средњим вредностима параметра ($F 4,145$; $p 0,000^*$). Суспендоване материје показују највеће просечне вредности на профилу Мартонош (77 mg/l), док су најниже вредности на профилу Тител (52 mg/l).

Добијени резултати показују статистичку значајност у просечним вредностима на основу нивоа сигнификантности $p < 0,01$ ($F 10,379$; $p 0,000^*$). Садржај нитрата је највећи на профилу Мартонош (1,574 mg/l), док су најниже вредности на профилу Тител (0,796 mg/l). Разлике у средњим вредностима нитрата су статистички значајне на нивоу сигнификантности $p < 0,01$ ($F 113,215$; $p 0,000^*$). Нитрити показују највеће просечне вредности на профилу Нови Бечеј (0,043 mg/l), док су најмање вредности на профилу Тител (0,022 mg/l). Разлике у средњим вредностима нитрита су статистички значајне на основу нивоа значајности $p < 0,01$ ($F 39,378$; $p 0,000^*$). Максималне вредности ортофосфата су регистроване на профилу Нови Бечеј (0,073 mg/l), док су минималне вредности на профилу Тител (0,057 mg/l). На основу нивоа сигнификантности $p < 0,01$ евидентирани су статистички значајне разлике у просечним вредностима ортофосфата ($F 9,659$; $p 0,000^*$). Амонијум јон показује највише средње вредности на профилу Тител (0,391 mg/l), а најниже вредности су на профилу Нови Бечеј (0,314 mg/l).

На основу граничних вредности дефинисаних Уредбом о квалитету површинских вода, већина параметара је у оквиру дозвољених граничних вредности. Међутим, просечне годишње вредности концентрације суспендованих материја показују прекорачења дозвољених граничних вредности за II класу на целом сектору Тисе у Бачкој (профили Мартонош, Нови Бечеј и Тител). Такође, вредности садржаја нитрита дефинисане за II класу бонитета вода су прекорачене на профилу Нови Бечеј.

Табела 42. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за сектор Тисе у Бачкој

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[° C]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Мартонош	13.5	7.9	484	9.3	3.0	77	1.574	0.034	0.066	0.366
Нови Бечеј	14.3	7.8	485	8.2	2.7	58	1.424	0.043	0.073	0.314
Тител	14.2	7.8	483	8.4	2.8	52	0.796	0.022	0.057	0.391
F	1.17	13.203	0.034	12.812	4.145	10.379	113.215	39.378	9.659	2.792
p	0.311	0.000*	0.966	0.000*	0.016*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.062

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: * $p < 0,01$ или $p < 0,05$

Анализа квалитета воде на основу Пирсоновог коефицијента корелације

Пирсонови коефицијенти корелације приказани у матрици (Табела 43) представљају резултат статистичке анализе могућих односа између десет физичко-хемијских параметара квалитета воде за сектор Дунава у Бачкој. Умерена негативна корелација је евидентирана у односу између температуре воде и електропроводљивости ($r = -0,662$), раствореног кисеоника ($r = -0,624$) и нарочито садржаја нитрата ($r = -0,853$). Негативни корелациони коефицијенти указују да са повећањем вредности температуре воде опада ЕС, DO и садржај нитрата. Температура воде је у релативно слабој корелацији са BOD₅ ($r=0,272$). Релативно слаба негативна корелација је у односу температуре воде и садржаја нитрита ($r = -0,463$), ортофосфата ($r = -0,341$) и амонијум јона ($r = -0,317$). рН вредност је у релативно слабој позитивној корелацији са DO ($r=0,342$) и негативној корелацији са NO₂-N ($r=-0,292$), PO₄-P ($r=-0,320$) и NH₄-N ($r=-0,309$). Електропроводљивост је у релативно слабој корелацији са DO ($r=0,473$), BOD₅ ($r=-0,204$), SS ($r=-0,225$), NO₂-N ($r=0,253$) и NH₄-N ($r=0,223$). Средње јака позитивна корелација је присутна између ЕС и нитрата ($r=0,586$). Релативно слаба негативна корелација је и у односу BOD₅ и нитрата ($r=-0,205$) као и BOD₅ и нитрита ($r=-0,271$). Умерена позитивна корелација је између садржаја нитрата и нитрита ($r=0,594$), тј. са повећањем садржаја нитрата расте и садржај нитрита. Релативно слаба позитивна корелација је између NO₃-N и PO₄-P ($r=0,360$) као и између нитрата и амонијум јона ($r=0,346$). Нитрити показују релативно слабу позитивну корелацију са ортофосфатима ($r=0,324$). Са друге стране, умерена позитивна корелација је између садржаја нитрита и амонијум јона ($r=0,574$). Другим речима, са повећањем садржаја нитрита у води наступа повећање концентрације амонијум јона. Ортофосфати су у релативно слабој позитивној корелацији са амонијум јоном ($r=0,231$).

Табела 43. Пирсонова корелациона анализа физичко-хемијских параметара квалитета воде за сектор Дунава у Бачкој

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[μS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
T	1									
pH	0.116**	1								
EC	-0.662**	0.021	1							
DO	-0.624**	0.342**	0.473**	1						
BOD ₅	0.272**	0.148**	-0.204**	0.118**	1					
SS	0.199**	0.009	-0.225**	-0.149**	0.082*	1				
NO ₃ -N	-0.853**	-0.158**	0.586**	0.510**	-0.205**	-0.099**	1			
NO ₂ -N	-0.463**	-0.292**	0.253**	0.191**	0.037	-0.006	0.594**	1		
PO ₄ -P	-0.341**	-0.320**	0.175**	-0.017	-0.271**	-0.110**	0.360**	0.324**	1	
NH ₄ -N	-0.317**	-0.309**	0.223**	0.033	0.068	-0.097*	0.346**	0.574**	0.231**	1

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

* Корелација је значајна код нивоа значајности $p < 0,01$

** Корелација је значајна код нивоа значајности $p < 0,05$

Пирсонов тест корелације у анализи физичко-хемијских параметара квалитета воде на панонском сектору *Tise* је показао следеће резултате (Табела 44). Умерена негативна корелација је детектована између температуре воде и садржаја раствореног кисеоника ($r=-0,519$). Дакле, са повећањем температуре воде опада zasiћеност кисеоником. Температура воде показује и релативно слабу негативну корелацију са нитратима ($r=-0,353$) и амонијум јоном ($r=-0,347$). Релативно слаба позитивна корелација је присутна у односу рН вредности и DO ($r=0,234$), док је негативни коефицијент корелације између рН вредности и амонијум јона ($r=-0,275$). Између електропроводљивости и BOD₅ ($r=0,361$), SS ($r=-0,211$), NO₃-N ($r=0,223$), NO₂-N ($r=0,257$), PO₄-P ($r=0,302$) и NH₄-N ($r=0,481$) евидентирана је релативно слаба корелација позитивног или негативног коефицијента r . BOD₅ показује релативно слабу корелациону везу позитивног карактера у односу са нитратима ($r=0,210$) и нитритима ($r=0,235$). Садржај суспендованих материја је релативно слабе позитивне корелација са нитратима ($r=0,235$). Нитрати су релативно слабе позитивне корелације са ортофосфатима ($r=0,463$) и амонијум јоном ($r=0,284$), као и нитрити у односу са ортофосфатима ($r=0,384$). Такође, садржај ортофосфата показује релативно слабу позитивне корелације са садржајем амонијум јона ($r=0,296$).

Табела 44. Пирсонова корелациона анализа физичко-хемијских параметара квалитета воде за сектор *Tise* у Бачкој

	T	pH	EC	DO	BOD ₅	SS	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N
	[°C]		[μS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
T	1									
pH	0.022	1								
EC	-0.113**	-0.042	1							
DO	-0.519**	0.234**	-0.074**	1						
BOD₅	0.042	-0.157**	0.361**	-0.086**	1					
SS	-0.137**	-0.132**	-0.211**	0.073*	0.180**	1				
NO₃-N	-0.353**	-0.103**	0.223**	0.180**	0.210**	0.235**	1			
NO₂-N	0.133**	-0.167**	0.257**	-0.168**	0.235**	0.050	0.497**	1		
PO₄-P	-0.027	-0.149**	0.302**	-0.089**	0.194**	-0.045	0.463**	0.384**	1	
NH₄-N	-0.347**	-0.275**	0.481**	0.032	0.396**	0.074**	0.284**	0.104**	0.296**	1

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

* Корелација је значајна код нивоа значајности $p < 0,01$

** Корелација је значајна код нивоа значајности $p < 0,05$

Анализа квалитета воде на основу Анализе главних компоненти (PCA)

Параметри квалитета воде за сва три профила на Дунаву у његовом току кроз Бачку били су подвргнути анализи главних компоненти (PCA). Пре спровођења PCA, била је оцењена прикладност података за факторску анализу. Прегледом корелационе матрице откривен је већи број коефицијената вредности 0.3 и више. Вредност Кајзер-Мејер-Оклиновог показатеља је 0.730, што одговара препорученој вредности < 0.5 (Barakat et al., 2016). Такође Бартлетов тест специфичности достигао је статистичку значајност ($p=0.000$), што указује на факторабилност корелационе матрице. PCA је открила присуство три фактора са вредностима изнад 1, што објашњава 36,03%, 17,83%, и 12,92% варијансе

(Табела 45). Прегледом дијаграма превоја утврђено је постојање јасне тачке прелома након треће компоненте односно фактора. На основу Кетеловог критеријума одлучено је да се задрже сва три фактора за даље истраживање. То су подржали и резултати паралелне анализе, са три фактора чије карактеристичне вредности премашују одговарајуће граничне вредности прага добијене помоћу једнако велике матрице случајних бројева (10 параметара квалитета x 1332 узорка). Трокомпонентно решење објаснило је укупно 66,78% варијансе. Да би се помогло у тумачењу ова три фактора, спроведена је и облимин ротација. Ротирано решење је открило постојање једноставне структуре, при чему сва три фактора имају велике факторске тежине појединих параметара.

Први фактор доприноси 36,03% укупној варијабилности и највише је корелисан са параметрима DO, T, EC и NO₃-N. Први фактор има високо позитивно оптерећење за DO (0,860), EC (0,766) и NO₃-N (0,747) и високо негативно оптерећење за T (-0,837) (Табела 45). Први фактор се једним именом веома тешко може издефинисати јер садржи и параметре који утичу на повећано органско загађење (NO₃-N) али и параметре који условљавају многе физичке, хемијске и биолошке процесе у животној средини водених екосистема (DO, T и EC). Други фактор доприноси 17,83% укупној варијабилности. Позитивно је повезан са параметрима NO₂-N (0,813), NH₄-N (0,792), док је негативно корелиран са параметром pH (-0,634) (Табела 45).

Табела 45. Матрица корелација променљивих и фактора за PCA са облимин ротацијом двофакторског решења за ставке скале параметара квалитета воде Дунава у Србији

Река Дунав			
Параметри квалитета воде	Факторске тежине		
	Ф 1	Ф 2	Ф 3
DO (mg/l)	0.860		
T (°C)	-0.837		
EC	0.766		
NO ₃ -N (mg/l)	0.747		
SS (mg/l)			
NO ₂ -N (mg/l)		0.813	
NH ₄ -N (mg/l)		0.792	
pH		-0.634	
BOD ₅ (mg/l)			0.852
PO ₄ -P (mg/l)			-0.564
Појединачне вредности фактора	3.60	1.78	1.29
% варијансе по компонентама	36.03	17.83	12.92
Укупни % варијансе	36.03	53.86	66.78

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: вредност факторског оптерећења већа од 0,75 – повезаност „висока“; вредност факторског оптерећења од 0,75–0,5 – повезаност „средња“; вредност факторског оптерећења мања од 0,5 – повезаност “ниска”

Други фактор се може назвати фактором „тачкастих извора загађења“. Велике количине азотних једињења налазе се у отпадној води из домаћинства и индустрије, тако да управо испуштање ових „тачкастих“ извора представља највећу опасност за природне водотокове. Трећи фактор доприноси 12,92% укупној варијабилности и високо је позитивно корелисан са BOD_5 (0,852) док је средње негативно корелисан са PO_4-P (-0,564) (Табела 45). Овај фактор се може назвати фактором „еутрофикације“. Акумулација органских материја и фосфора у водама за последицу има појаву процеса еутрофикације. Наиме, у условима високе концентрације ових једињења у води, долази до наглог бујања алги, након чијег угинућа се троши велика количина кисеоника за разградњу органске материје. Недостатак кисеоника негативно делује на аеробне организме у води, првенствено на рибе (Пантелић, 2012). Параметри квалитета воде за сва три профила на реци Тиси били су подвргнути анализи главних компоненти (РСА). Као и у претходној анализи (за реку Дунав) пре спровођења РСА, била је оцењена прикладност података за факторску анализу. Прегледом корелационе матрице откривен је већи број коефицијената вредности 0.3 и више. Вредност Кајзер-Мејер-Оклиновог показатеља је 0.616, што одговара препорученој вредности <0.5 (Barakat et al., 2016). Такође Бартлетов тест специфичности достигао је статистичку значајност ($p=0.000$), што указује на факторабилност корелационе матрице. РСА је открила присуство четири фактора са вредностима изнад 1, што објашњава 27,14%, 17,82%, 12,72% и 11,79% варијансе (Табела 46). Прегледом дијаграма превоја утврђено је постојање јасне тачке прелома након четврте компоненте односно фактора. На основу Кетеловог критеријума одлучено је да се задрже сва четири фактора за даље истраживање. То су подржали и резултати паралелне анализе, са четири фактора чије карактеристичне вредности премашују одговарајуће граничне вредности прага добијене помоћу једнако велике матрице случајних бројева (10 параметара квалитета \times 1332 узорка). Четворокомпонентно решење објаснило је укупно 69,48% варијансе. Да би се помогло у тумачењу ова четири фактора, спроведена је и облимин ротација. Ротирано решење је открило постојање једноставне структуре, при чему сва четири фактора имају велике факторске тежине појединих параметара.

Први фактор доприноси 27,14% укупној варијабилности и највише је корелисан са параметрима NH_4-N , ЕС и BOD_5 . Први фактор има високо позитивно оптерећење за NH_4-N (0,837), ЕС (0,675) и BOD_5 (0,651) (Табела 46). Први фактор се може назвати фактором „еутрофикације“ или фактором „органског загађења“, јер повећане концентрације NH_4-N и BOD_5 у површинским водама изазивају интензивну појаву еутрофикације (Larnier et al., 2010). Други фактор доприноси 17,82% укупној варијабилности и најпозитивније је повезан са параметрима: NO_2-N (0,823), NO_3-N (0,788) и PO_4-P (0,715) (Табела 46). Други фактор се може назвати фактором „тачкастих извора загађења“. Главне изворе тачкастих загађења представља испуштање отпадне воде из домаћинства и индустрије као и одводњавање са хемијски третираног пољопривредног земљишта, што у великој мери доприноси повећању концентрације ових параметара (NO_2-N , NO_3-N и PO_4-P). Трећи фактор доприноси 12,72% укупној варијабилности и високо је позитивно корелисан са DO (0,838) док је високо негативно корелисан са температуром воде (-0,850) (табела). Овај фактор се може назвати „сезонским“ фактором, јер утиче на дистрибуцију и услове живота водених екосистема и може утицати на многе физичке, хемијске и биолошке процесе (Larnier et al., 2010). Четврти фактор доприноси 11,79% укупној варијабилности и високо је позитивно корелиран са параметром суспендоване материје (0,853) и средње негативно корелиран са параметром pH (-0,483) (Табела 46). Четврти фактор се може назвати фактором „загађења седимента“,

јер суспендоване материје су уско повезане са ерозијом земљишта и речних канала али и са транспортом нутријената (посебно фосфора), метала, индустријских отпадака и хемикалија које се користе у пољопривреди.

Табела 46. Матрица корелација променљивих и фактора за РСА са облимин ротацијом двофакторског решења за ставке скале параметара квалитета воде реке Тисе у Србији

Река Тиса				
Параметри квалитета воде	Вредности фактора (факторске тежине)			
	Ф 1	Ф 2	Ф 3	Ф 4
NH ₄ -N (mg/l)	0.837			
EC (μS/cm)	0.675			
BOD ₅ (mg/l)	0.651			
NO ₂ -N (mg/l)		0.823		
NO ₃ -N (mg/l)		0.788		
PO ₄ -P (mg/l)		0.715		
T (°C)			-0.850	
DO (mg/l)			0.838	
SS (mg/l)				0.853
pH				-0.483
Појединачне вредности фактора	2.71	1.78	1.27	1.17
% варијансе по компонентама	27.14	17.82	12.72	11.79
Укупни % варијансе	27.14	44.97	57.69	69.48

Извор: Аутор на основу анализе података у софтверу SPSS 25.0

Напомена: вредност факторског оптерећења већа од 0,75 – повезаност „висока“; вредност факторског оптерећења од 0,75–0,5 – повезаност „средња“; вредност факторског оптерећења мања од 0,5 – повезаност “ниска”

Утицај извора загађења на квалитет вода Дунава и Тисе у Бачкој

Извори загађења површинских вода се диференцирају на две категорије: *тачкасте* (концентрисане) и *расуте* (дифузне). Концентрисани извори загађења су представљени инфраструктуром која је намењена обављању одређене делатности или насељима у којима отпадне воде пореклом из домаћинства путем система за канализацију, најчешће непречишћене, доспевају до водотока. У наведене изворе контаминације се посебно издвајају: урбане целине, објекти индустријске инфраструктуре (нарочито постројења хемијске и петрохемијске, прехранбене и металне индустрије), термоенергетски и хидроенергетски објекти, пољопривредни објекти намењени сточарству (Далмација и сар., 2009). Дифузне изворе загађења одликује способност контаминације знатног подручја и постоји проблем њиховог детектовања и квантификације сумарне загађености површинских токова. Дифузно загађење је у вези са начином отицања падавинских вода са површине земљишта; намена земљишта и његове физичке одлике имају знатан утицај на генезу овог типа контаминације вода. Међу дифузним загађивачима посебно се издвајају:

контаминација земљишта хемијског порекла услед прекомерне употребе вештачких ђубрива и пестицида у пољопривреди, санитарне и „дивље“ (неуређене) депоније комуналног и индустријског отпада, киселе кише, утицај саобраћаја (Стојановић, Пантелић и Павић, 2014; Вујовић, 2014). Квантификација концентрисаних извора загађења на сектору Дунава кроз Бачку указује да су највећи загађивачи индустријска постројења, где емисије отпадних вода чине локације са повећаном концентрацијом загађујућих материја (Радишић, 2018). Пре свега, издвајају се: а) рафинерије (Нови Сад), б) прехранбена индустрија (индустрија уља „Витал“, индустрија меса „Карнекс“, фабрика шећера „Бачка“ – Врбас; индустрија меса „Неопланта“ – Нови Сад; фабрика шећера „Црвенка“ – Црвенка; АИК „Бачка Топола“ у Бачкој Тополи), в) фабрика арматуре „Истра“ у Кули (Флорин, 2018). У сливном подручју Тисе евидентирани су бројни загађивачи чије су отпадне воде у прошлости биле узрок еколошким акцидентима на Тиси и њеним притокама. Тако је, током 2000. године Тиса контаминирана цијанидом пореклом из фабрике хемијских производа у Румунији. Концентрације цијанида по неким подацима биле су и више од 200 пута веће од дозвољених. Године 2008. Тиса је из Румуније донела и преко 1.000 t ПЕТ амбалаже које је са депоније понела набујала река и данима носила до Дунава и Црног мора. Крајем августа 2007. године Републичка инспекција за заштиту животне средине је обавестила о акциденту Секретаријат за заштиту животне средине у Војводини. Наиме, шећерана из Сенте испустила је своје непречишћене отпадне воде, услед чега је дошло до масовног помора рибе у реци. Такође, регистровано је значајно загађење у Великом бачком каналу (Оцокољић, Милијашевић и Милановић, 2009). На Тису, осим прекограничног утицаја из Мађарске, негативан утицај имају и концентрисани извори загађења пореклом из Сенте, Аде, Мола, Бечеја, Хоргоша, Мартоноша и Жабља. Потенцијални загађивачи су следеће фабрике: фабрика прехранбене индустрије „Алева“, шећерана „ТЕ-ТО“ и фабрика квасца „Alltech Fermin“ из Сенте; Ливница прецизних одливака Ада и прехранбена индустрија „Вузасоор“ из Аде, прехранбена индустрија „Зора Мол – Аретол“ из Мола, фабрика мерне технике „Фадип“ из Бечеја, прехранбена индустрија „Хигло“ и прехранбена индустрија „Витамин“ из Хоргоша (са погоном у Мартоношу), шећерана из Жабља и др. (Далмација и сар., 2009; Вујовић, 2014).

Ограничени подаци о изворима дифузног загађења тока Дунава и Тисе кроз Бачку остављају бројне недоумице. Неоспорно је да на простору бачког Подунавља и Потисја, услед интензивне пољопривредне производње праћене нерационалном употребом минералних ђубрива и пестицида, постоји изражено спирање хемијских материја у површинске воде. Примена вештачких ђубрива на бази азота и фосфата узрок је еутрофикацији на одређеним секторима Дунава и Тисе кроз Бачку; ради се о процесу који је доминантан у плитким водама које су лоциране у непосредној близини пољопривредних површина (Каса, 2019). Дифузним изворима загађења припадају и антропогени притисци, посебно изражени у сливу Тисе. Уобичајена сцена на Тиси је представљена остацима анималног порекла, отпадом пореклом из домаћинства и индустрије и ПЕТ амбалажом (Терзин, 2015).

УТИЦАЈ ХИДРОЛОШКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

У Агенди одрживог развоја до 2030. године (UN, 2018) као једно од основних људских права и уједно циљева Агенде (SDG 6) утврђено је следеће: „*свежа вода, довољна у квантитативно-квалитативном смислу, је есенцијална за све аспекте живота и одрживог развоја. Водни ресурси представљају основу у свим формама одрживог развоја (нпр. безбедности употребе хране, унапређење здравља и редукацију социјалних разлика). Њихово рационално коришћење чине одрживим економски раст у пољопривреди, индустрији и производњи енергије, уз стабилно функционисање екосистема*“. Производња хране и водни ресурси су нераскидиво повезани пошто се глобалне резерве воде које потичу из подземних вода и речних токова (близу 70%) употребљавају у пољопривреди. Захтеви за водом се повећавају са порастом светске популације и урбанизацијом, што утиче на додатне антропогене притиске на водне ресурсе. Процене указују да се производња хране мора повећати за 70% до 2050. године (FAO, 2009). Такође, неопходно је разумевање значаја квалитета вода коришћених за наводњавање, посебно у урбаним и периурбаним подручјима лоцираним у аридним и семиаридним регионима. Ова подручја се ослањају на коришћење санитарно неодговарајуће воде у производњи хране, што може имати одређене последице по здравље човека и екосистема. Осим значаја за јавно здравље и безбедност хране, водни ресурси одговарајућег квалитета су потребни како би осигурали виталност акватичних екосистема, адекватно снабдевање водом за потребе индустрије и доступне површинске воде за туризам и рекреацију (UNEP, 2016).

Детерминисани резултати квалитета подземних вода на основу дескриптивне статистичке анализе и IDW метода интерполације који је коришћен у анализи просторне дистрибуције параметара указују на следеће сумиране резултате:

а) у случају шест физичко-хемијских параметара квалитета подземних вода (НРК, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_2^- , Cu , Cr) није детерминисано прекорачење МДК на анализираних осам пијезометара са подручја Бачке;

б) на дефинисаном подручју истраживања присутан је диверзитет у просторној дистрибуцији анализираних параметара;

в) код концентрација амонијум јона детектовано је прекорачење МДК у случају варијабле максималних вредности параметра на свега једном пијезометру (Сомбор);

г) просечне, максималне и минималне вредности концентрације ортофосфата показују прекорачења МДК код скоро свих пијезометара; концентрације ортофосфата су од 2 до 33 пута веће од МДК; у просторној дисперзији наведеног параметра нарочито повишене вредности PO_4^{3-} су регистроване у јужним, западним и северозападним деловима Бачке;

д) максималне вредности нитрата су прекорачиле вредности код пијезометара: Његошево, Нови Сад, Бач и Надаљ; просторна дистрибуција NO_3^- показује највише вредности у источним деловима Бачке;

ђ) садржај гвожђа показује прекорачење дозвољених граничних вредности код свих пијезометара, изузев пијезометра Надаљ; са аспекта просторне дистрибуције Fe посебно је изражен проблем повећаног садржаја гвожђа у подземним водама на северу Бачке;

е) осим ортофосфата, на простору Бачке је изражен проблем повишене концентрације арсена (и до 2 пута веће концентрације од МДК); на пијезометрима Алекса Шантић, Микићево, Нови Сад и Бач су детектована прекорачења дозвољених граничних

вредности; подземне воде на северу и североистоку Бачке имају проблем са повећаном концентрацијом наведеног тешког метала;

ж) садржај олова у подземним водама Бачке је прекорачио МДК само у случају максималних вредности на пијезометру Надаљ, док је код осталих варијабли и пијезометара концентрација у оквиру дозвољених граничних вредности; у просторној дистрибуцији Pb чак и максимално детектоване вредности су 3,3 мање од МДК.

Интерпретирани резултати квалитета подземних вода Бачке се могу анализирати са аспекта односа њиховог одрживог коришћења за потребе водоснабдевања и наводњавања. Укупна просечна дневна експлоатација подземних вода на територији Војводине за јавно водоснабдевање становништва и индустрије износи 6.810 l/s, од тога на подручју Бачке око 3.870 l/s, што чини 56,8% укупних резерви подземних вода у Војводини (Далмација, Бечелић Томин и Крчмар, 2011). Највећи и најразвијенији водоводни систем у Војводини и Бачкој је регионални водовод Новог Сада. Из њега се данас обавља снабдевање водом преко 250.000 становника (12,4% укупног становништва Војводине). Употребљава се вода из издани формиране у оквиру алувијалних наслага Дунава каптираним бунарима уз непосредну обалу реке. Данас у Новом Саду постоје три изворишта: „Шtrand“, „Петроварадинска ада“ и „Ратно острво“. Најстарије је „Шtrand“, које тренутно пружа око 300 l/s; извориште „Петроварадинска ада“ даје услед рационалне употребе константно око 600 l/s, док је по капацитету најиздашније извориште „Ратно острво“ (потенцијални водни ресурси су око 900 l/s). Са овог изворишта црпи се свега 600 l/s, услед недовољног капацитета постројења за пречишћавање вода. Неопходно је разрадити дугорочну стратегију развоја овог водоводног система у оквиру потреба водоснабдевања Бачке пошто су присутне ограничене могућности постојећих изворишта и постројења за прераду и пречишћавање воде (Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2001).

Са аспекта водоснабдевања повишене вредности гвожђа и нарочито ортофосфата и арсена представљају потенцијални проблем у одрживом дугорочном управљању залихама подземних вода Бачке. Узроци повишеног садржаја гвожђа у подземним водама Бачке су комплексног карактера; могу бити последица повећане концентрације гвожђа у слоју који храни аквифер; или, је ово последица корозије цеви у системима за водоснабдевање (Далмација и Агбаба, 2006). Повишене концентрације ортофосфата се јављају услед комуналног загађивања изданских вода, где је концентрација од 0,3 mg/l индикатор загађености вода. Такође, примена вештачких ђубрива са садржајем фосфата могу бити узрок контаминацији подземних вода (Филиповић и Вујасиновић, 1982). Пантелић (2012) указује на значај комуналних отпадних вода које су у надлежности ЈКП „Водоканал“ Сомбор и њихов утицај на повишене вредности фосфорних материја. Истакнута чињеница представља узрок изразито високих вредности концентрација ортофосфата у подземним водама овог дела Бачке. На простору Западнoбачке области, вештачка ђубрива су коришћена на површини од 169.064 ha, највише на подручју општине Сомбор – 83.905 ha (Попис пољопривреде 2012, 2013), па представљен фактор такође представља узрок загађености подземних вода Бачке фосфорним материјама. Порекло арсена у изданским водама Бачке је везано за његову агрохемијску примену (фунгицид, хербицид) или контаминацијом земљишта путем отпадних вода (Филиповић и Вујасиновић, 1982). Велики део подземних вода у АП Војводини садржи неприхватљиво високу концентрацију арсена у случају коришћења контаминираних вода за пиће. Нажалост, већина водовода у Војводини не поседује технологије за уклањање арсена из подземних вода, па је садржај арсена у води за пиће на већем делу територије АП Војводине изнад МДК (10 µg/l)

(Далмација и сар., 2009), што су слични услови концентрације арсена на подручју Бачке. С обзиром на токсична и канцерогена својства арсена (Smith et al., 2009), ради се о проблему који угрожава одрживо коришћење подземних вода Бачке у водоснабдевању. Проблем се додатно компликује чињеницом недостатка научно верификованих, озбиљних истраживања о утицају хроничног тровања арсеном на популацију Бачке. Осим са аспекта водоснабдевања, одрживост ресурса подземних вода Бачке се може анализирати и са аспекта наводњавања. Подземне воде из ОВК представљају главни извор наводњавања индивидуалних пољопривредних газдинстава Бачке и захватају се путем дубоких бунара. На простору Војводине доминантно је подземно наводњавање површина под воћњацима (48,6%), док су наводњаване површине под виноградима свега 2,01% (Поломчић и сар., 2011; Анкета о структури пољопривредних газдинстава, 2018). Пошто на простору Бачке површине под воћњацима обухватају 7.002 ha, а виногради 1.669 ha (Попис пољопривреде 2012, 2013) неопходно би било указати на интеракцију повишених концентрација арсена, ортофосфата и гвожђа и употребљених количина подземних вода за потребе наводњавања.

Што се тиче квалитета површинских вода, на основу сумираних резултата ANOVA анализе, може се закључити да је квалитет вода за сектор Дунава и Тисе у Бачкој на задовољавајућем нивоу и углавном је у оквиру дефинисаних стандарда за II класу квалитета. Ове чињенице су од значаја за одрживост квалитета речне воде Дунава и Тисе у Панонској низији и локалних екосистема. Средње годишње и месечне вредности код одређених параметара квалитета вода Дунава и Тисе у Бачкој показују одређене сличности:

- а) садржај раствореног кисеоника код профила на Дунаву показује вредности које су изнад граничних вредности за II класу бонитета, што указује на добру аерацију тј. снабдевеност воде кисеоником и од значаја је за функционисање акватичних организама;
- б) годишње и месечне вредности садржаја суспендованих материја показују прекорачење граничних вредности код свих профила на Дунаву; посебно су изражене високе вредности на анализираним профилима у летњој половини године (изнад дозвољених вредности за II класу). Пошто је Дунав на панонском сектору тока равничарског карактера, повишене концентрације SS су очекиване и оправдане;
- в) сумарне вредности за ток Дунава кроз Бачку указује да су сви параметри, изузев суспендованих материја, у границама дозвољених граничних вредности;
- г) садржај раствореног кисеоника је и код профила на Тиси позитивно изражен, што је такође повољна околност са аспекта еколошког статуса реке и опстанка живог света;
- д) садржај суспендованих материја је код Тисе још израженији, па су прекорачења граничних вредности за II класу квалитета на Мартоношу 4-5 пута већа, а код Новог Бечеја чак 6-8 пута; прекорачења месечних вредности на Мартоношу, Новом Бечеју и Тителу су изражене током топлије половине године;
- ђ) на годишњем и месечном нивоу на анализираним профилима, у одређеном броју случајева уочава се прекорачење вредности садржаја нитрита. Сезонски посматрано, садржај нитрита показује прекорачења дозвољених вредности током лета на профилу Тител. Прекорачења граничних вредности неупоредиво су мање изражена код биолошке потрошње кисеоника и садржаја амонијум јона. Прекорачења BOD₅ су постојала на Тиси (профил Мартонош) током периода 1982-1993. године; годишње и месечне вредности садржаја амонијум јона

показују прекорачења у одређеном броју случајева на профилима Мартонош, Нови Бечеј и Тител;

- е) сумарни резултати за бачки сектор Тисе указују на прекорачење садржаја суспендованих материја на свим профилима и нитрита на профилима Нови Бечеј.

Пирсонов тест корелације за бачки сектор Дунава указује: а) на умерену негативну корелацију у односу температуре воде и електропроводљивости, раствореног кисеоника и садржаја нитрата; б) средње јака позитивна корелација је присутна између електропроводљивости и садржаја $\text{NO}_3\text{-N}$, раствореног кисеоника и $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ и $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ и амонијум јона. Корелација између осталих параметара је слабо изражена и нема статистичку значајност. Корелациона анализа параметара квалитета вода на току Тисе кроз Бачку указује постојање средње јаке негативне корелације само у односу температуре воде и раствореног кисеоника. У компарацији са Дунавом, корелација параметара на Тиси је неупоредиво слабије изражена.

РСА анализа је од значаја у идентификацији фактора који представљају узрок деградације квалитета површинских вода. На основу анализе главних компоненти идентификована су три фактора који утичу на квалитет вода Дунава: а) први фактор (Ф1) садржи више параметара, од којих нитрати утичу на органско загађење, док DO, T, EC и $\text{NO}_3\text{-N}$ детерминишу бројне процесе који се односе на функционисање акватичних екосистема; б) други фактор (Ф2) указује на утицај азотних једињења пореклом из отпадних вода и индустрије тј. на појаву „тачкастих извора“ загађења на сектору Дунава кроз Бачку; в) трећи фактор (Ф3) указује на појаву „еутрофикације“ која је изазвана акумулацијом органске материје и повећаном концентрацијом ортофосфата (највише од спирања са пољопривредних површина). РСА анализа за бачки сектор Тисе издваја више фактора у односу на Дунав који утичу на редукцију квалитета воде: а) први фактор (Ф1) је највише корелисан са садржајем $\text{NH}_4\text{-N}$ и BOD_5 и представља узрок „еутрофикацији“ органског порекла; б) други фактор (Ф2) је највише корелисан са нитритима, нитратима и ортофосфатима (фактор „тачкастог извора загађења“). Наведене материје су пореклом из отпадних вода (индустрија и домаћинства), али и мелиоративних мера у смислу одвођења сувишних вода са пољопривредних површина третираних вештачким ђубривима; в) трећи фактор (Ф3) представља „сезонски“ фактор и има утицаја на физичко-хемијска својства акватичних екосистема и бројне физиолошке процесе; г) четврти фактор (Ф4) је тесно корелисан са садржајем суспендованих материја. Суспендоване материје су блиско повезане са ерозијом и транспортом нутријената (нарочито фосфора), метала, индустријског отпада и хемикалија употребљених у пољопривреди (European Council, 2000). Интерпретирани антропогени притисци на Дунаву и Тиси нису толико изражени и не нарушавају у великој мери квалитет вода ових речних токова у Бачкој.

Испољени трендови параметара квалитета вода Дунава и Тисе у Бачкој се могу анализирати са аспекта одрживости одређених делатности директно повезаних са животом и радом становништва: а) водоснабдевање; б) наводњавање и одводњавање; в) индустрија; г) пловидба; д) риболов и ђ) туризам и рекреација.

Осим путем подземних водоносних хоризоната, водоснабдевање Бачке је делимично оријентисано на водозахвате из алувиона Дунава и Тисе. Водопривредна основа Републике Србије (2001) указује на постојање следећих регионалних водоводних система на простору Бачке: *Бачки регионални систем*, *Новосадски регионални систем* и *регионални систем Горње Тисе*. Бројне су предности формирања регионалних водоводних система, почев од повезивања више општина у комплексне системе за водоснабдевање, постојање већег броја

различитих изворишта па до просечне цене m^3 испоручене воде крајњим потрошачима. Садашњи водоводни системи у Бачкој за изворишта водовода углавном користе јединствен ОВК (издани од 50-200 m дубине). Тренутно у већини општина се врши прекомерна експлоатација ових вода, са неповољним последицама. Из наведених разлога, јавља се потреба за рационалном експлоатацијом и заштитом вода, а услед изражених потреба са водом високог квалитета и за стварањем регионалних система за водоснабдевање из алувиона река у Бачкој (Дунава и Тисе). *Бачки регионални систем* се храни из алувијалних издани Дунава на сектору од Бездана до Богојева, али и речних вода Дунава, уколико је квалитет вода задовољавајући. Овај систем водоснабдевања би у перспективи омогућио функционисање насеља у општинама Бачке: Сомбор, Апатин, Оџаци, Кула, Бач, Мали Иђош, Врбас, Бачка Топола, Србобран, Бечеј. Бачки регионални систем би било могуће повезати са Новосадским системом као и системом Горње Тисе (преко Бачке Тополе и Суботице). *Новосадски регионални систем*, осим локалних изворишта, могао би употребљавати и алувијална изворишта са десне и леве обале Дунава између Новог Сада и Сремских Карловаца. Такође, део воде може се експлоатисати и прерадом речних вода Дунава. Овај систем би омогућио водоснабдевање насеља у општинама Бачке: Нови Сад, Сремски Карловци, Жабал, Темерин, Бачка Паланка и Бачки Петровац. Наведени систем водоснабдевања би се могао повезати са Сремским, али и Бачким регионалним системом (преко Темерина и Србобана, Бачког Петровца и Бача). *Регионални систем Горње Тисе* би осим тренутних изворишта, могао користити и прерађене речне воде Тисе и омогућио би водоснабдевање највећег насеља на северу Бачке, Суботице (Далмација и сар., 2009; Сремачки и сар., 2011). Актуелни као и планирани системи за водоснабдевање на простору Бачке су према представљеним резултатима, потенцијално и у одређеној мери, угрожени повећаним концентрацијама суспендованих материја на Дунаву и посебно на Тиси (концентрације SS су на профилима Мартонош и Нови Бечеј и неколико пута веће од дозвољених вредности за II класу бонитета); осим тога, сумарни резултати SS показују прекорачења вредности на Бездану и Богојеву, док у доњем делу тока (Нови Сад) није евидентирано прекорачење дозвољених вредности. Испољене вредности доводе до повећане замућености речних вода Дунава и Тисе, који осим погоршања квалитета воде, представља и узрок високој цени третмана пречишћавања воде (Кукучка и Кукучка, 2013). Такође, прекорачења годишњих и месечних вредности нитрита и амонијум јона на одређеним профилима на Тиси (Мартонош и Нови Бечеј) као и сумарни резултати у случају нитрита на току Тисе кроз Бачку могу представљати извор спорадичне загађености на одређеним секторима речних токова што је последица примене вештачких ђубрива у пољопривредној активности.

Хидромелиоративни радови обухватају скуп мера и поступака у циљу унапређења пољопривредне производње и представљају адаптацију на неповољне хидролошке и климатске услове. Међу хидромелиоративним радовима најзначајнији су наводњавање и одводњавање сувишних вода, што је у вези са водним режимом река. Наводњавањем се надокнађује дефицит влажности земљишта и повећавају пољопривредни приноси, док се одводњавањем регулише водни режим земљишта, чиме се унапређује аграрна производња (Гавриловић и Дукић, 2014). Важан фактор који чини данашњу пољопривредну производњу неодрживом представља занемаривање или одсуство система за наводњавање (Armenski et al., 2014). У вези са тим, треба истаћи да одрживо наводњавање значи примену тачно одређене количине воде одговарајућег квалитета потребне за оптималан раст биљних култура, уз смањивање превлаживања, испирања и отицања. Постојећи системи за

наводњавање у Бачкој заузимају површину од 57.846 ha (Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2001). Посебан значај у наводњавању пољопривредних култура у Бачкој има вишенаменски Хидросистем Дунав – Тиса – Дунав (ДТД). Основна каналска мрежа (ОКМ) овог хидросистема омогућава захватање воде за наводњавање 210.000 ha пољопривредног земљишта у Бачкој. Такође, на северу Бачке од значаја су и регионални системи за водоснабдевање, као што су „Северна Бачка“ са 7 подсистема за наводњавање 132.000 ha земљишта (Ђурић, Попин и Ердељи-Стричевић, 2011). Генерално, квалитет воде Дунава и Тисе која се користи за потребе наводњавања је на задовољавајућем нивоу са аспекта годишњих и месечних вредности. Евентуални проблем представљају прекорачења садржаја суспендованих материја на профилима Дунава и Тисе. Сезонски посматрано, прекорачења дозвољених вредности садржаја суспендованих материја и нитрита најчешћа су током пролећних и летњих месеци. Наведене околности могу бити неповољне са аспекта наводњавања јер се ради о периодичним загађењима и лошијем квалитету воде у топлој половини године; током пролећних и летњих месеци наводњавање је неопходно у одрживој пољопривредној производњи, па је погоршањем квалитета воде Дунава и Тисе ограничено у одређеној мери.

Бројни су фактори који утичу на појаву сувишних унутрашњих вода на неком подручју: висински положај угрожених површина у односу на главну реку слива, односно реципијент вода, затим морфологија и пад терена, близина речних токова и канала, узастопне кишне године, положај нивоа прве издани, близина водонепропустљивог слоја, састав земљишта, образоване успоре на водотоцима (Стојшић и Шкорић, 1981). Узимајући у обзир поменуте факторе у највећем делу Бачке постоје услови за појаву сувишних унутрашњих вода. Најугроженији су њени нижи делови, тачније пространа лесна тераса и нарочито алувијалне равни Дунава и Тисе (Павић, Месарош и Стојановић, 2012). Одводњавање сувишних унутрашњих вода, на простору Бачке, има дугу традицију и једна је од основних делатности која је усмерена у правцу уређења водно-ваздушног режима земљишта. Ова хидротехничка мера је нарочито значајна на пољопривредним површинама, где је отицање воде и по површини терена и кроз само земљиште веома споро или практично и не постоји (Ђурић, Попин и Ердељи-Стричевић, 2011). У долинама Дунава и Тисе на простору Бачке поплаве су предиспониране падавинама, али и коинциденцијом проласка поплавног таласа на главним притокама. Водни режим Дунава указује да се највиши водостаји на профилима кроз Бачку јављају у летњим месецима (јун), док су највиши водостаји на Тиси нешто раније, током пролећа (април). На основу добијених резултата, прекорачење вредности суспендованих материја на Дунаву, суспендованих материја и нитрита на Тиси, нарочито уколико кореспондирају са највишим водостајима током пролећних и летњих месеци, могу имати за последицу контаминацију пољопривредних површина и утицај на бонитет земљишта. Одводњавањем контаминираних сувишних вода немогуће је у потпуности елиминисати загађујуће материје из фертилног слоја земљишта, па је ово ограничавајући фактор у пољопривредној производњи, док је повољна околност чињеница да су наведени трендови периодичног карактера (у топлој периоду године).

Воде најбољег квалитета се користе, осим за потребе водоснабдевања, и у процесу производње хране. Постројења прехранбене индустрије се обично снабдевају водом из комуналног водовода или комбиновано (употребом воде изданског порекла из сопствених изворишта). Вода као сировина или за потребе прања у прехранбеној индустрији мора испуњавати стандарде хигијенске исправности. Уколико се користи вода из јавних

водовода, она се мора додатно обрадити као мера предострожности (Клашња, 2000). Ослањање на пољопривреду као традиционалну делатност на простору Бачке условило је развој грана прехранбене индустрије (Stojanović i Janjušević, 2018). Пошто би се у перспективи јавно снабдевање водовода у Бачкој могло обављати делимично из речних вода Дунава и Тисе, намеће се потенцијални проблем коришћења вода у прехранбеној индустрији. Наиме, прекорачене годишње вредности суспендованих материја, а посебно месечних вредности у летњем периоду на анализираним профилима Дунава и Тисе представљају проблем са аспекта коришћења воде. Такође, у мањем обиму је изражен проблем прекорачења годишњих и месечних вредности садржаја нитрита и амонијум јона са профила на Тиси и посебно нитрита у летњем периоду на профилима Тител; сумарни резултати указују на прекорачење садржаја нитрита на профилима Нови Бечеј. Дакле, на одређеним профилима или чак читавом току Дунава и Тисе због повећане концентрације суспендованих материја, квалитет воде није одговарајућег квалитета за потребе индустрије, посебно прехранбеног сектора. Вода лошијег квалитета је регистрована у летњим месецима, па је тада водоснабдевање индустрије водом отежано без одговарајућих третмана пречишћавања на одређеним секторима Дунава и Тисе. Прехранбена индустрија је специфична јер у својим производним процесима захтева употребу воде високог квалитета. Међутим квалитет воде Дунава и Тисе у делу тока кроз Бачку показује задовољавајуће резултате за употребу ових вода у другим индустријским гранама (текстилној, машинској, хемијској и осталим гранама индустрије).

Саобраћај на унутрашњим пловним путевима на територији АП Војводине одвија се на међународним и међудржавним рекама (Дунав – коридор VII, Сава и Тиса), као и на основној каналској мрежи Хидросистема Дунав – Тиса – Дунав. У протеклих двадесет година саобраћај је на унутрашњим пловним путевима претрпео драстичан пад обима промета, затим готово потпуни престанак улагања у инфраструктуру и изградњу нових пловних средстава (Бачкалић и Јовановић, 2011). Као део Паневропског коридора VII, Дунав са притокама припада Подунавском пловидбеном систему и представља пловни пут од саобраћајно-транспортног значаја за националном и регионалном нивоу (Чолић и сар., 2013). Луке унутрашње пловидбе од међународног значаја на току Дунава и Тисе кроз Бачку су: Апатин, Бачка Паланка, Нови Сад и Сента. Регулациони радови на Тиси који су имали за циљ побољшање услова пловидбе почели су још у XVIII веку. Данас, Тиса је пловна целом дужином тока кроз Бачку за пловила до 1500 t (луке Бечеј и Сента). На току Тисе код Новог Бечеја је изграђена брана са бродском преводницом. Због малих димензија коморе и неадекватног пристаништа, ова преводница представља уско грло за пловидбу (Урошев и сар., 2018). Генерално, за потребе пловидбе, квалитет воде је на задовољавајућем нивоу. Потенцијални ограничавајући фактори су представљени повременим прекорачењима вредности суспендованих материја и нитрита. Прекорачене вредности суспендованих материја на одређеним секторима као и на целом току Дунава кроз Бачку могу отежати услове пловидбе, посебно у летњој половини године. Трендови суспендованих материја са профила на Тиси (већи и неколико пута од дозвољених вредности) у комбинацији са минималним вредностима водостаја у летњим месецима у још већој мери усложњавају услове пловидбе у односу на Дунав. Ово је посебно изражено на преводници код Новог Бечеја која услед техничких недостатака свакако представља сектор отежане пловидбе. Такође, прекорачене вредности нитрита на Тиси стварају повољне услове за појаву еутрофикације, што је потврђено и РСА анализом. Еутрофикација на одређеним секторима

Тисе чини отежаним услове пловидбе, посебно у летњем периоду године, када је транспорт роба и услуга интензивнији.

Реке као специфични екосистеми пружају оптималне услове за активан животни циклус ихтиофауне. Као посебна активност на површинским токовима, риболов је од значаја са аспекта прехранбене индустрије. Стога одрживо коришћење обухвата рационални риболов, порибљавање и очување рибљег фонда. Чињеница да је у водама Дунава регистровано око 30 врста риба: штука, шаран, смуђ, кечига и сом указује на потребу очувања ихтиофауне (Гавриловић и Дукић, 2014; Флорин, 2018). Уопштено посматрано, задовољавајући квалитет вода Дунава и Тисе не представља лимитирајући фактор одрживог риболова. Међутим, концентрисани извори загађења на Дунаву и Тиси у Бачкој емисијом отпадних вода пореклом из индустрије, са великих сточарских фарми и са нађубрених пољопривредних површина представљају потенцијалну опасност за опстанак ихтиофауне. Просечне годишње и месечне вредности раствореног кисеоника на Дунаву и Тиси су изнад граничне вредности за II класу квалитета. Ово указује на оптималан ваздушни режим, што повољно утиче на функционисање популације ихтиофауне. Међутим, повремена прекорачења садржаја амонијум јона свих профила на Тиси, нитрита (Тител), BOD₅ (Мартонош) могу довести до поремећеног режима кисеоника. Овакви акциденти утичу на масовни помор и смањење рибљег фонда и у целини негативно утиче на одрживост риболова Тисе.

Као атрактивна форма модерног промета туриста наутички туризам представљен крстарењем на рекама доживео је последњих деценија рапидну популарност широм света (Marti, 2004). Туристички најпривлачнија река Бачке и Републике Србије је Дунав, који је уједно и целом дужином тока кроз Бачку плован. Укупан годишњи број туриста на сектору Дунава код Новог Сада показује континуиран раст (2002-2009). Тако је, 2002. године забележено свега 7.869 туриста на крстарењу овим делом тока, док је 2009. године забележен пораст броја туриста за више од 7 пута – 58.096 (Dragin, Jovičić and Lukić, 2010). Са аспекта квалитета вода, повољни су услови за развој наутичког туризма, док једину „претњу“ представља повећан садржај суспендованих материја на одређеним секторима Дунава, посебно у топлијој половини године, што може имати утицаја на услове пловидбе. Ово се може у одређеној мери неповољно одразити и на наутички туризам Дунава, јер је лето период године када су посебно повољни услови за туристичку делатност. Важна заштићена природна добра (СРП „Горње Подунавље”, СРП „Карађорђево”, ПП „Камараш”) смештена су у алувијалним равнинама Дунава и Тисе у Бачкој, па се активност заштите природе појављује као значајан потенцијал у њиховом рационалнијем коришћењу (Stojanović, Pavić and Mesaroš, 2008). Наведена заштићена природна подручја су центри ендемског и реликтог биодиверзитета и од значаја су у развоју и промоцији екотуризма. Детерминисани резултати указују да испољени „антропогени притисци“ нису у значајној мери изражени и не нарушавају квалитет вода Дунава и Тисе. Имајући у виду задовољавајући еколошки статус Дунава и Тисе не постоји „претња“ нарушавању биодиверзитета, што у потпуности оправдава могућности интензивног развоја екотуризма у заштићеним подручјима Бачке (Obradović et al., 2020). Међутим, повремено прекорачења садржаја суспендованих материја на Дунаву и Тиси могу се неповољно одразити на акватичне екосистеме. Наиме, већа концентрација SS утиче на повећану мутноћу воде, што отежава или чак онемогућава приступ храни акватичним организмима, што може довести у крајњем случају и до помора рибе већих размера. Стојановић, Павић и Месарош (2014)

истичу да је један од видова туристичке активности у заштићеним природним добрима Бачке спорски риболов, па је овај сегмент екотуристичке понуде угрожен.

Рекреација представља најмасовнији облик активности на води, јер не захтева посебна материјална средства и намењена је сваком узрасту. Највише експлоатисан вид рекреације на води је купање које зависи од дужине купалишне сезоне. Купалишна сезона на рекама умереног климатског појаса уобичајено траје током топлијег периода године (јун, јул, август и септембар) (Гавриловић и Дукић, 2014). Квантитативна евалуација параметара квалитета вода Дунава и Тисе није обухватила анализу садржаја колиформних бактерија, стога се интерпретирани резултати не могу посматрати са аспекта намене за рекреацију (купање). Осим за потребе купања, воде Дунава и Тисе се могу користити и за остале облике рекреативног туризма (кајакарење, једриличарство и веслање). Из наведених разлога, било би пожељно у будућим истраживањима квалитета вода Дунава и Тисе у Бачкој имплементирати индикаторе попут SWQI (Serbian Water Quality Index), који садржи и процену садржаја колиформних бактерија попут *E. coli* (Такић et al., 2012).

Квалитет подземних вода Бачке и речних вода бачког сектора Дунава и Тисе је прилично задовољавајућег квалитета са одређеним ограничењима. Код подземних вода у Бачкој прекорачења садржаја ортофосфата и арсена представљају проблем са аспекта њиховог одрживог коришћења. Са друге стране, на Дунаву и Тиси прекорачене концентрације суспендованих материја, повремено нитрита и амонијум јона на Тиси представљају разлог за забринутост. Дакле, периодично, неопходне су мере пречишћавања подземних и површинских вода Бачке узимајући у обзир правну регулативу и исправно мерење параметара загађености. У извесној мери, реке одликује способност самопречишћавања. Међутим, контаминација речних токова не може бити у потпуности елиминисана, посебно уколико постоји континуирана емисија хазардних супстанци из концентрисаних или дифузних извора загађења. Зато је неопходно спречавање изливања отпадних вода пореклом из индустрије и домаћинства у речне воде Дунава и Тисе. Пошто пољопривреда представља доминантну делатност на простору Бачке, неопходно је унапређење пољопривредне праксе тј. развијање еколошке свести код пољопривредног становништва о потреби рационалне употребе вештачких ђубрива и пестицида. Поглавље о хидролошким детерминантама показује значај статистичке процене обимних база података са аспекта квантификације информација о квалитету подземних и површинских вода. Уједно, истакнуто поглавље пружа солидну теоријску основу у управљању водним ресурсима Бачке и може представљати један од инструмената у политици регионалног развоја.

ПЕДОЛОШКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ

На основу морфологије, Служба за заштиту природних ресурса (Natural Resource Conservation Service, NRCS) дефинише земљиште као: „*природно тело које се састоји од чврстих материја (минералне и органске компоненте), течности и гасова; које се јавља на површини копна, заузима одређени физички простор и карактеришу га: хоризонти или слојеви који се разликују од матичног супстрата као резултат прихода, губитака, трансфера и конверзије енергије и материје или има улогу станишта биљном свету у природном окружењу*“ (Soil Survey Staff, 2014). Главне еколошке функције земљишта су: 1) продукција биомасе и осигурање прехранбених потреба што представља основ биолошке егзистенције органског света; 2) процеси филтрације и трансформације на релацији атмосфера – подземне воде – вегетациони покривач, што је од значаја на хидролошки циклус и размену гасова између копна и атмосфере; 3) земљишта су биолошки хабитат тј. станиште, са изразитом варијабилношћу животних форми (Blum, 2011). Уједно, очување наведених еколошких функција доприноси одрживости бонитета тј. плодности земљишта у квантитативном и квалитативном смислу.

КЛАСИФИКАЦИЈА ЗЕМЉИШТА БАЧКЕ

Комплекс педогенетских фактора (рељеф, матични супстрат, палео и рецентних климатских услова, утицаја људских делатности) утиче на хетерогеност педолошког покривача Бачке и Војводине. Рељеф као педогенетски фактор је утицао да се у Војводини око 50% педолошког покривача формирало под орогеним утицајем (тзв. топогене творевине). Петрографски односи на територији Србије указују на петролошку хетерогеност, што се одражава и на сложену структуру педолошког покривача. Земљишта Бачке су формирана на супстрату седиментног порекла, што је повољна околност за образовање земљишта изузетне природне плодности. Најплоднија пољопривредна земљишта на заравњеним теренима и површинама са благо нагнутих рељефом су формирана на растреситим и полурастреситим седиментима: а) лес на лесним заравним и терасама, б) алувијалним наносима у долинама бачких река, в) језерским седиментима лапоровитог састава пореклом из терцијара и г) делувијалним наносима (Живковић и сар., 1972; Hadžić et al., 2005).

Нејгебауер (1952) сматра да су одређени типови земљишта Војводине (чернозем) климатогеног типа. Наиме, војвођански чернозем (јужнопанонски) је формиран у Бореалу (сувом и топлим раздобљу пре 7.000-8.000 година) када су биоклиматски услови одговарали условима степе. Такође, потребно је истаћи и значај људске делатности која је у прошлости као и савременом добу у значајној мери изменила услове у екосистему, што је нужно довело и до промена у педолошком покривачу. У садашњим условима интензивне пољопривредне производње човек је постао један од најзначајнијих фактора. Применом разних агротехничких и мелиоративних мера, он је свесно и плански, кориговао не само састав и особине земљишта, већ и природне услове његовог образовања (нпр. у Бачкој је уништена аутохтона вегетација). На овај начин, извршена је конверзија земљишта под природном

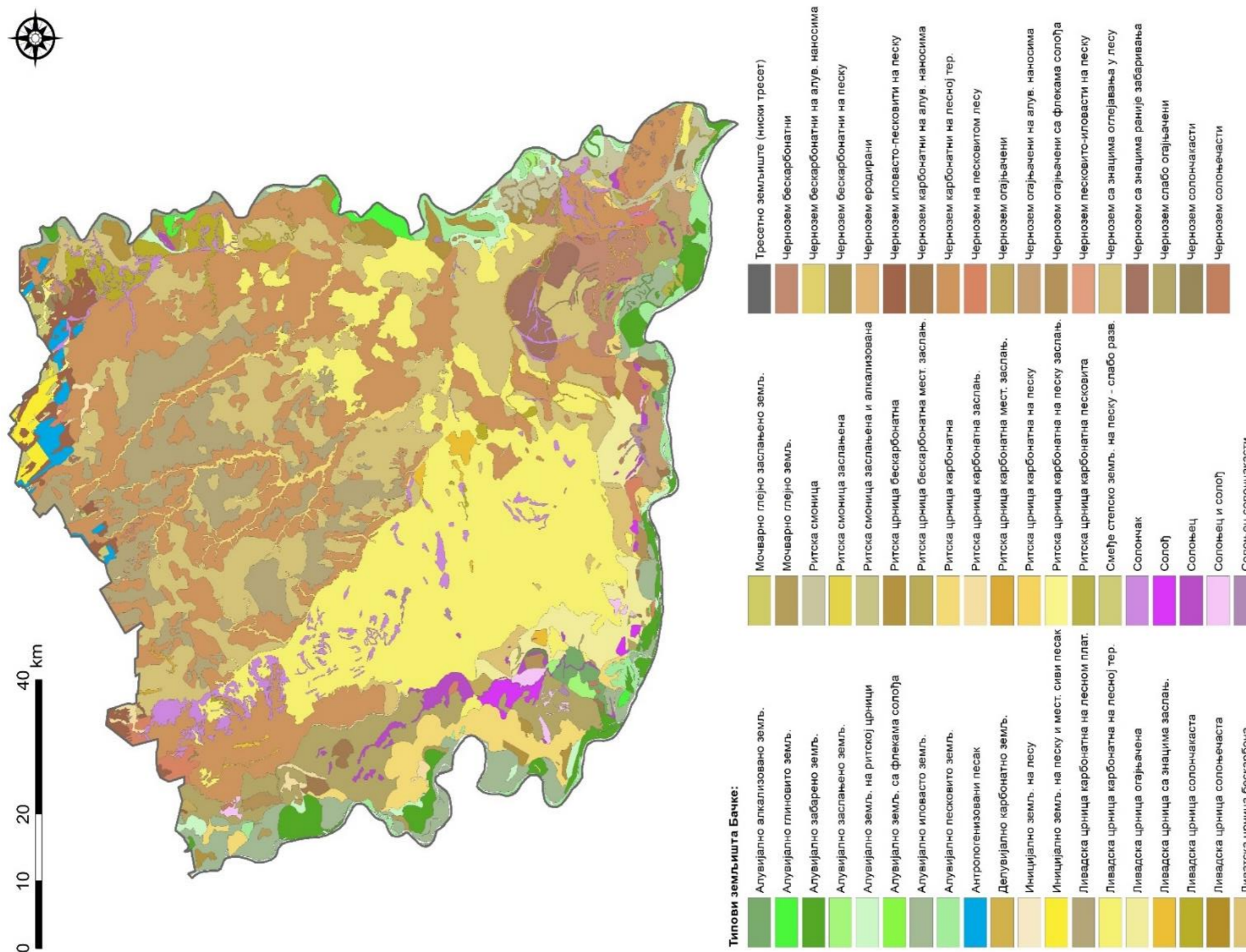
вегетацијом у монолитне комплексе обрадивог земљишта (Миљковић, 1996; Дугалић и Гајић, 2012).

У складу са педогеографском рејонизацијом Србије (Филиповски и Ћирић, 1969) Бачка припада *степском и шумо-степском рејону Панонске низије*. У њему је заступљено неколико битних елемената: а) лесни платои са типичним черноземом и лесне терасе са подтиповима и варијететима чернозема: чернозем са знацима ранијег забаривања, са знацима оглејавања, чернозем излужени – бескарбонатни, чернозем измешан са слатинастим земљиштима; б) алувијални наноси на речним терасама и творевинама на њима развијеним: флувисол, ритске црнице, мочварно-глејна земљишта и халоморфни типови земљишта; в) еолски пескови Суботичко-хоргошке пешчаре на којима су заступљени песковити супстрати различитог степена развијености. Класификација земљишта заснована на морфолошко-генетичком принципу (Mrvić et al., 2013) која је деценијама коришћена на простору бивше Југославије, и данас је актуелна и послужила је као основ за класификацију земљишта Бачке. Категоризација земљишта Бачке обухвата три реда и десет класа и извршена је на основу карактера земљишта и хемијског састава воде која влажи земљиште: а) *аутоморфна*, б) *хидроморфна* и в) *халоморфна земљишта* (Табела 46). У оквиру детерминисаних редова издвојено је четрнаест типова земљишта на простору Бачке, са бројним подтиповима и варијететима (Шкорић, Филиповски и Ћирић, 1985) (Карта 14).

Табела 47. Класификација земљишта Бачке на редове, класе и типове

Ред аутоморфних земљишта	
Класа – грађа профила	Типови
Неразвијена земљишта (А)-С профила	Сирозем (регосол)
	Делувијално (колувијално) земљиште
	Ареносол
Хумусно – акумулативна земљишта А-С или А-Р профила	Смоница (вертисол)
	Чернозем
Класа антропогених земљишта са Р-С профилем	Риголовано земљиште (ригосол)
Ред хидроморфних земљишта	
Класа неразвијених хидроморфних земљишта	Алувијално земљиште (флувисол)
Класа семиглејних земљишта	Ливадска црница (Хумофлувисол)
Класа глејних земљиштаса А-Г профилем	Ритска црница (хумоглеј)
	Мочварно-глејно земљиште (еуглеј)
Тресетна земљишта (Хистосол) Т-Г профила	Ниски тресет (планохистосол)
Ред халоморфних земљишта	
Заслањена земљишта <i>Asa-CG</i> или <i>Asa-G</i> профила	Солончак
Алкализована земљишта <i>A-E-B_tna-C-CG</i> профила	Солоњец
Деалкализована земљишта <i>A-E-B_t</i> или <i>A-E_g-B_t-C</i>	Солођ

Извор: Аутор на основу Шкорић, Филиповски и Ћирић (1985)



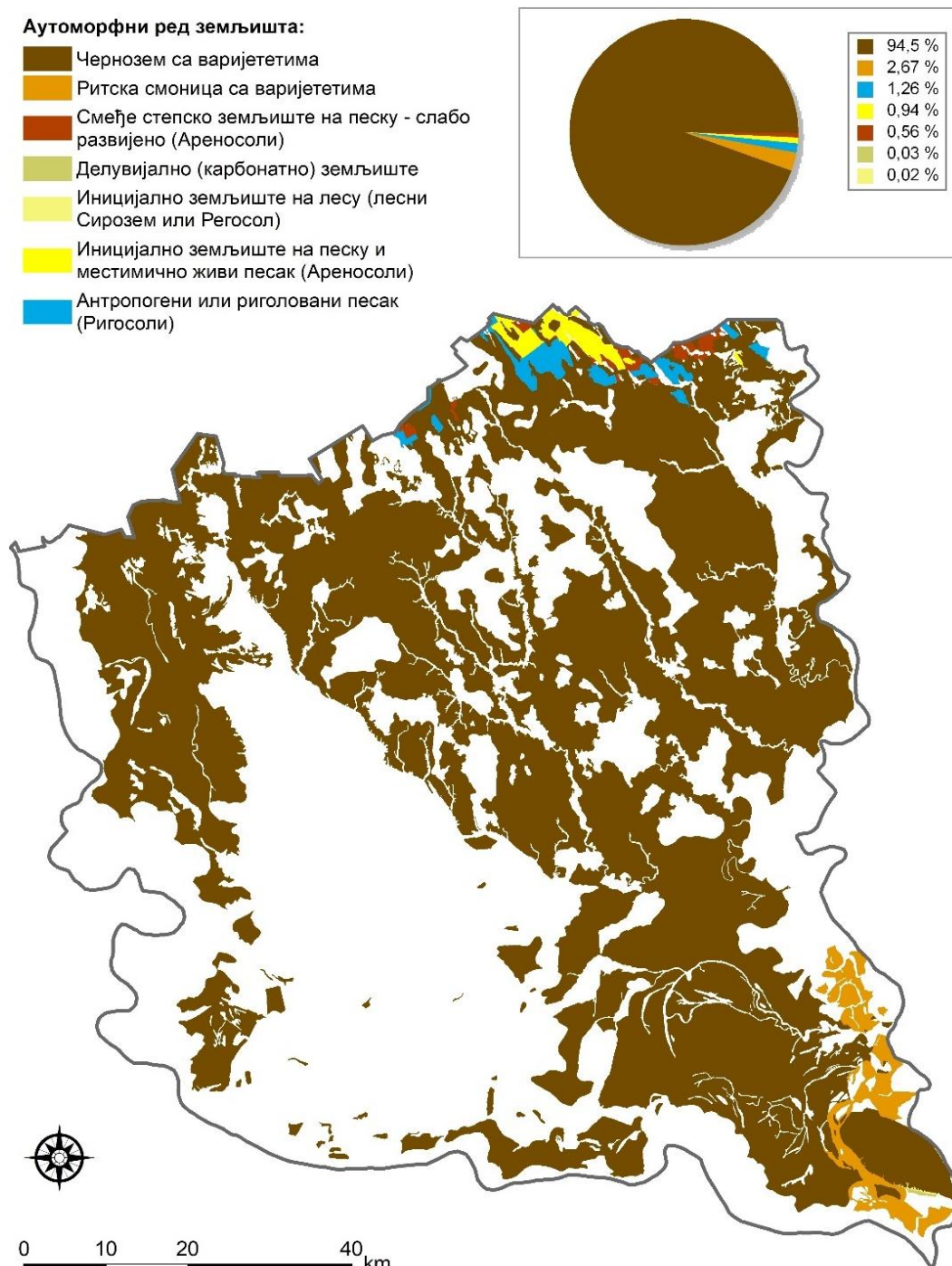
Карта 14. Педолошка карта Бачке са типовима, подтипovima и варијететима

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Ред аутоморфних земљишта

Овај ред земљишта је образован под утицајем влажења које је пореклом од атмосферских падавина, без допунског влажења. Ред аутоморфних земљишта према степену развијености односно грађи профила на подручју Бачке обухвата три класе класификоване по типовима земљишта: а) класа неразвијених земљишта (А)-С профила, б) класа хумусно-акумулативних земљишта А-С или А-Р профила и в) класа антропогених земљишта Р-С профила. *Класа неразвијених земљишта* обухвата земљишта са још увек неформираним хумусно-акумулативним хоризонтом, образованим на различитим компактним стенским масама и на слабо везаним растреситим супстратима. У овој класи се издвајају: сироземи (регосоли), делувијално (колувијална) земљишта и еолски живи песак (ареносоли). *Хумусно-акумулативна класа* земљишта одликује добро изражен хумусно-акумулативни хоризонт са израженом хумифицираном органском материјом, које је помешана са минералном компонентом. Процес генезе и декомпозиције органске материје омогућава акумулирање хумуса у А хоризонту, што земљиштима ове класе даје интензивну црну боју. У хумусно-акумулативној класи се јављају смонице (вертисоли) и черноземи. Интензивним деловањем људског фактора и бројним интервенцијама (риголовање, подривање, растресање, вештачко ђубрење) формира се *класа антропогених земљишта*. На подручју истраживања ова класа обухвата само риголована земљишта – ригосоле (Дугалић и Гајић, 2012; Pavlović et al., 2017).

У смислу процентуалне заступљености типова земљишта чернозем представља доминантни тип земљишта (94,5%), ритска смоница је заступљена са 2,67%, док су ригосоли присутни са 1,26%. Остали типови земљишта су заступљени са <1% (*Карта 15*). Доминантан удео чернозема у структури аутоморфног реда земљишта представља повољну околност у агрономском смислу. Наиме, услед повољних физичко-хемијских, биолошких својстава и оптималног бонитета, чернозем је у биљној производњи Бачке највише експлоатисано земљиште, углавном за гајење њивских усева. Водећи њивски усеви на чернозему су жита, углавном кукуруз, пшеница и јечам. Од индустријских култивисаних биљака гаји се шећерна репа, сунцокрет, соја и уљана репица, док од крмних биљака доминирају луцерка и сточни грашак. Незнатне површине на простору Бачке су под ритском смоницом и ригосолима. Ради се о земљиштима претежно глиновитог састава и неповољних водно-ваздушних односа. Ово су потенцијално плодна земљишта, али је због засићености водом у зимским месецима, анаеробних услова те неповољних водно-физичких својстава – потпуна продуктивност ових земљишта ограничена (Миљковић, 1996; Дугалић и Гајић, 2012).



Карта 15. Ред аутоморфних земљишта на простору Бачке са њиховим уделом у процентима (%)

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Чернозем. Черноземи представљају земљишта семиаридног степског региона са развијеним А хоризонтом (дубљим од 40 cm) и прелазним АС хоризонтом (дубине 25-30 cm) (Прилог 9). Ово земљиште се најчешће формира на лесним заравнима, лесним терасама и оцедитим алувијалним терасама, у присуству степске вегетације коју карактерише велика продукција органске материје и у климатским условима који погодују интензивној хумификацији и акумулацији хумуса у профилу. Матични супстрат панонског чернозема чине углавном лесни седименти, на лесним платоима који су по механичком саставу прашкасто-иловастог типа. На лесним терасама се често испод типичног леса налази оглејени чернозем, некада у одређеној мери обогаћен лакорастворљивим солима натријума.

У ободним деловима Суботичко-хоргошке пешчаре чернозем се развија на песковитом лесу, а на фосилним речним терасама на карбонатном, лесном или прашкасто-иловастом речном наносу (Миљковић, 2005). У Републици Србији је ово најраспрострањенији тип пољопривредног земљишта. Ареал његове просторне дистрибуције указује да је ово доминантан тип земљишта у Бачкој (са површином од 407.838 ha), што чини 43,7% овог типа земљишта у Војводини (Дугалић и Гајић, 2012).



Прилог 9. Педолошки профил чернозема

Извор: Аутор на основу Секулић и сар. (2011)

Према Шкорић, Филиповски и Ћирић (1985) издвојена су три подтипа чернозема и то: на лесу и лесоликим седиментима (лесне заравни – Телечка, Тителски брег), лесне терасе у Бачкој, на карбонатно еолском песку (контактни делови Суботичке пешчаре) и на алувијалном наносу (југозападни део Бачке).

Смоница (вертисол). Смоница се формира током процеса непрекидног мешања које се одвија у А хоризонту путем педотурбације. Филиповски и Ћирић (1969) износе схватање да су смонице рецентног порекла и да нису прошли кроз фазу хидроморфизма.

Значајну улогу у формирању вертисола имала је матична подлога коју чине језерски седименти, климатски услови слични данашњој клими тропа и суптропа и вегетација у којој су доминантну улогу имале шуме јове и јасена (Антић, Јовић и Авдаловић, 1982; Đorđević et al., 2012). Ареал распрострањења смонице у Бачкој је ограничен на југоисточне делове

подручја истраживања, у ритском подручју Тисе и Дунава. Ова земљишта карактерише тежак механички састав, слепљеност структурних агрегата и њихово јако бубрење и контраховање, што доводи до појаве призматичне структуре. Карактерише их моћан хумусно-акумулативни хоризонт (60–120 cm), црне боје у коме се у сувом периоду образују широке вертикалне пукотине (до 1 m). Ово земљиште садржи од 3–5% хумуса, добро је обезбеђено азотом и калијумом, али је сиромашно фосфором (Голубовић, 2009; Milivojević et al., 2011). Ово земљиште одликује висока потенцијална плодност што је последица дебљине хумусно-акумулативног хоризонта и повољних физичко-хемијских одлика. као и побољшање природне плодности додавањем фосфата (Pavlović et al., 2017).

Ареносол (еолски живи пескови). Ареносоли се формирају деловањем еолског процеса, при чему се врши транспорт песковитог материјала и његово депоновање или од флувијалних седимената укључујући постгласијалне депозите. Услед константног наноса песковитог материјала не постоје услови за образовање генетски развијеног земљишта, већ оно остаје у стадијуму слабо развијеног са (А)-С профилем. У А хоризонту делимична акумулација распаднуте органске материје може бити примећена у форми изолованих тачака. У зависности од садржаја хумуса и минералног састава боја површинског хоризонта ареносола варира од светлосиве, преко нијанси жуте до сивосмеђе, тамносмеђе или тамне (Zech, Schad und Hintermaier-Erhard, 2014). У фракцији песка углавном доминира ситан песак (честице са пречником 0,20-0,02 mm), чији удео у песковима Бачке варира од 90-96%. Удео крупних фракција песка (пречника 2,0-0,20 mm) врло је ретко изнад 3-4%. Пескови не поседују структуру, али су изузетне порозности па су пропустљиви за воду и ваздух. Пескови су веома сиромашни хумусом чији садржај у А хоризонту није већи од 1%. Сиромашни су укупним азотом као и лако мобилним формама фосфора и калијума. Ареносоли су на подручју истраживања заступљени у деловима Суботичко-хоргошке пешчаре (Шкорић, Филиповски и Ћирић, 1985; Дугалић и Гајић, 2012).

Делувијална (колувијална) земљишта. Делувијална (колувијална) земљишта се формирају од масе ситних фракција стена спирањем са виших терена где је доминатна улога ерозивног процеса (деловањем воде, бујичних токова) и седиментацијом еродираних материјала у подножјима падина. Спадају у групу преталожених земљишта и одликују се слабом израженошћу генетичких хоризоната али и слојевитошћу свог профила, при чему дубље слојеве чине разни типови погребених земљишта покривених делувијалним рецентним наносом. Генерално, по структури ова земљишта су скелетоидног карактера, осим у зони леса где је крупноћа фрагмената знатно слабије изражена, што повољно делује на водно-ваздушне особине. Оваква грађа профила је заступљена у ободним деловима Бачке (заједно са ареносолима). Овај тип земљишта карактеришу, попут регосола, низак садржај хумуса (<2%), дефицит азота и фосфора (Јанковић и Атанацковић, 1999; Дугалић и Гајић, 2012).

Сирозем (регосол). Сирозем представља неразвијено или слабо развијено земљиште које се најчешће образује на растреситим супстратима, осим на алувијалним, дилувијалним и еолским наносима. Ова земљишта представљају почетну фазу у педогенези, која није резултирала образовањем хумусног А хоризонта услед неразвијености, деловања ерозије или антропогених утицаја. Подтипови овог земљишта на основу класификације Шкорић, Филиповски и Ћирић (1985) у Србији обухватају: силикатне, силикатно-карбонатне и песковито-доломитне сироземе (Pavlović et al., 2017). У Бачкој ово су земљишта формирана

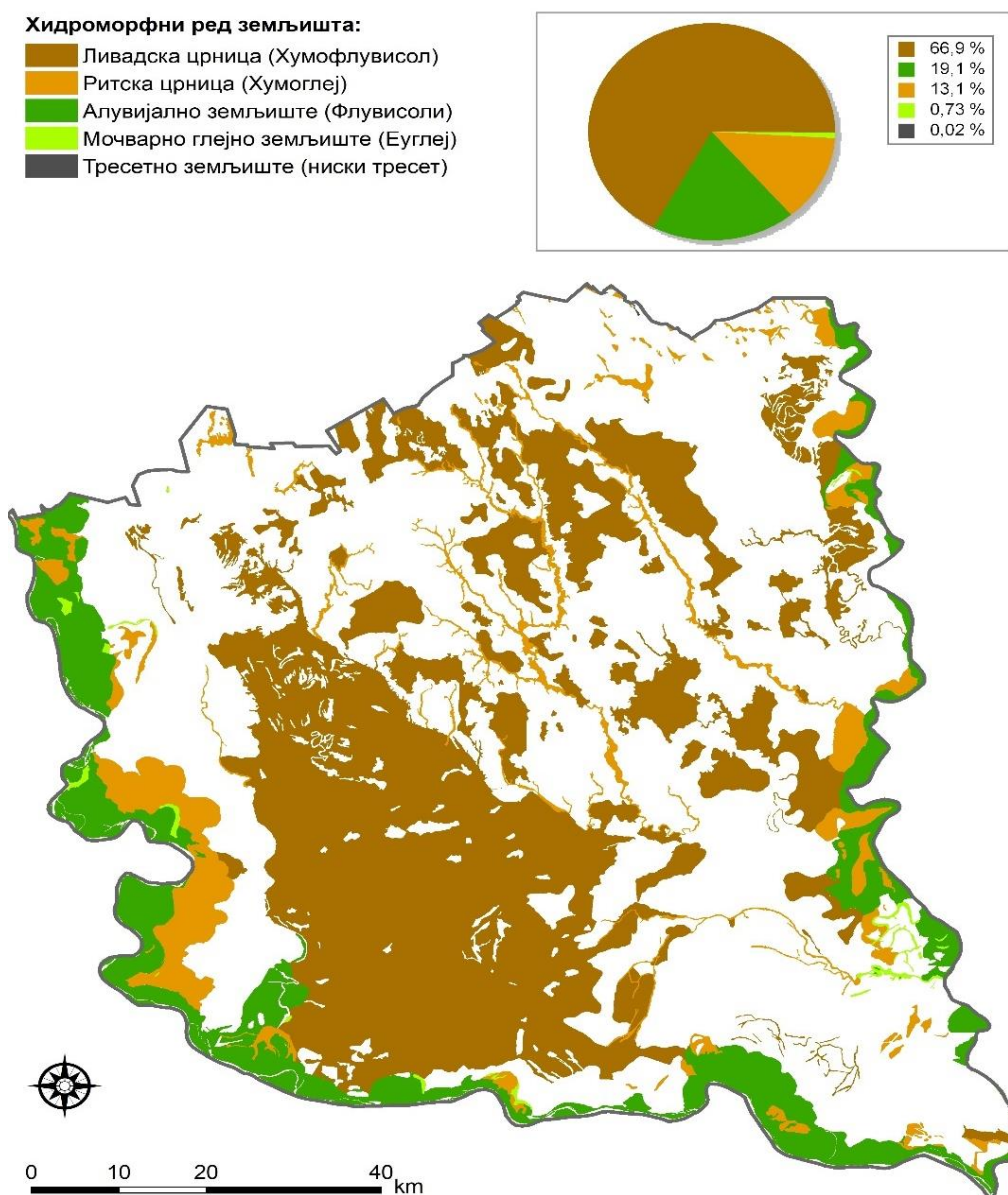
на лесном и песковитом супстрату и лоцирана су у северној Бачкој (Павићевић и Станкевић, 1962). Дебљина ових земљишта зависи од типа стене на којој су формирана: најплићи сироземи су на магматским и метаморфним стенама, док лапорне глине и лес утичу на дубљи профил земљишта. Капацитет задржавања воде ових земљишта зависи од механичког састава. Тако, сироземи на лапорцу су глиновити, на лесу су иловастог, а на кристалном доломиту и шкриљцима су песковитог састава. Регосоли лесног састава, заступљени на подручју истраживања, поседују најповољнији водно-гасовити режим (Миљковић, 1996).

Ригосол (риголована земљишта). Ригосол представља тип земљишта који се образује под утицајем антропогених интервенција, па су њихове физичка, хемијска и биолошка својства у толикој мери измењена да у складу са класификацијом Шкорић, Филиповски и Ћирић (1985) припадају класи антропогених земљишта са Р-С профилем. Овај тип земљишта се формира у поступку риголовања када се мешају и хомогенизују два или три педолошка хоризонта, па се добија потпуно уједначен слој земљишта дубине 60-80 cm. Ареал њиховог распрострањења представљају северни делови Бачке (Суботичко-хоргошка пешчара). Риголована земљишта имају знатно измењен природни профил, тј. изражен оранични хоризонт (Р или A_{rig} хоризонт). Ради се о земљиштима тешког механичког састава и неповољног водно-ваздушног режима. Ово су слабо хумифицирана кисела земљишта слабо обезбеђена фосфором и калијумом. Подтипови овог земљишта се издвајају на основу намене будуће производње, па се разликују: а) виноградарско земљиште, б) земљиште (плантажних) воћњака и в) земљиште њива (Дугалић и Гајић, 2012).

Ред хидроморфних земљишта

Ред хидроморфних земљишта обухвата творевине које се формирају у условима сталног или дуготрајног превлаживања земљишта под утицајем површинских и подземних вода. У зависности од зоне која је захваћена превлаживањем и дужином овог процеса у реду хидроморфних земљишта издвојено је пет класа са издвојеним типовима земљишта на подручју истраживања: а) класа неразвијених хидроморфних земљишта са (А) или I-II-III-С профилем; б) класа семиглејних земљишта са А-С-Г профилем; в) класа глејних земљишта са А-Г профилем и г) класа тресетних земљишта са Т-Г профилем. *Класа неразвијених хидроморфних земљишта* се образује на младим речним наносима и представљају неразвијена преталожена земљишта. У овој класи је заступљен и издвојен само један тип, земљиште алувијалног порекла – флувисол. У *класама семиглејних и глејних земљишта* овлаживање подземном водом на знатној дубини узрок је оглејавању у нижим деловима профила. Наведене класе у Бачкој чине три типа: ливадска црница (хумофлувисол), ритска црница (хумоглеј) и мочварно-глејно земљиште (еуглеј). *Класа тресетних земљишта или хистосола* се одликују перманентним задржавањем воде током целе године у свим деловима профила (Дугалић и Гајић, 2012). У оквиру хидроморфног реда земљишта најдоминантнији тип земљишта представљају ливадске црнице (66,9%), потом следе алувијално земљиште (19,1%) и ритске црнице (13,1%). Преостале категорије (мочварно глејно и тресетно земљиште) су заступљене са <1% (*Карта 16*). Ливадске црнице Бачке су скоро у потпуности искоришћене за гајење ратарских усева (кукуруза, пшенице, шећерне репе, сунцокрета, крмног биља) и повртарских усева. Мање површине под овим типом земљишта у Бачком Подунављу су под аутохтоним састојинама шума храста

лужњака, пољског јасена и клена. Овај тип земљишта везан за речне долине припада групи најважнијих баштенско-повртарских земљишта. Ово су земљишта доста неуједначених продуктивних способности, па се подтипови ливадских црница јављају од I до V бонитетне класе (Ристић, Минић и Милићевић, 1975). Ритске црнице се на простору Бачке (74.000 ha) користе за гајење ратарско-повртарских култура. Извесне површине ових земљишта се налазе под природним ливадама и пашњацима. Заједно са флувисолима и ливадским црницама, ритске црнице спадају међу најважнија повртарска земљишта. Равничарски предели Бачке омогућавају интензивну примену агротехнике па се алувијална земљишта најчешће користе као њивска земљишта. Осим као њивска земљишта, површине под овим типом земљишта се у околини урбаних центара користе за повртарске намене (Дугалић и Гајић, 2012).



Карта 16. Ред хидроморфних земљишта на простору Бачке са њиховим уделом у процентима (%).

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Ливадска црница (хумофлувисол). Ливадску црницу је међу ауторима први издвојио Нејгебауер (1952). Павићевић (1962) описује ово земљиште као ливадско, док га Филиповски (1974) класификује као семиглеј. Тирић (1984) сматра да је реч о флувијалном ливадском земљишту (хумофлувисолу), што је адекватан назив искључиво за она земљишта која су образована на алувијалним наносима. Хумофлувисол настаје као прва фаза у даљем развоју рецентних флувијалних наноса, претежно иловастог и глиновитог састава као самостални генетички тип са формулом профила А-С-G. Пошто је образовање овог земљишта везано за природне услове у речним долинама, то је појава воде и њена динамика у вертикалном пресеку топографски условљена. Издвајају се две кључне компоненте у педогенетском процесу формирања хумофлувисола: а) хумификација органских остатака ливадске и шумске вегетације, и стварање А хоризонта; б) оглејавање на дубини испод 1 метра, где је земљиште током краћег или дужег интервала засићено водом, па се у анаеробним условима ствара глејни (G) хоризонт. На тај начин се између хумусног и глејног хоризонта налази С хоризонт, који није захваћен педогенетским процесима. Ареал ливадских црница у Бачкој је ограничен на алувијуме бачких река. Карактерише их висок садржај хумуса - 350 t/ha. Распон рН вредности је у интервалу од слабо алкалне преко неутралне до слабо киселе реакције (Миљковић, 1996; Galić, 2010).

У смислу подтипова ливадских црница издвајају се карбонатни и излужени подтипови, који обухватају преко 90% земљишта овог типа. *Карбонатне ливадске црнице* преовлађују у Бачкој; одликује их изразит садржај карбоната (на дубини од 0-20 cm садрже 10-15% CaCO₃). Карбонатне ливадске црнице на лесној тераси чине 2/3 укупне површине ових земљишта у Бачкој. *Излужене ливадске црнице* у Војводини заузимају површину од око 18.600 ha. Иако у њиховом хумусном (често и у прелазном) хоризонту долази до испирања карбоната, ове ливадске црнице углавном имају повољне хемијске особине. *Камбична (огајњачена) ливадска црница* представља прелаз од ливадске црнице према гајњачи и јавља се на лесној тераси у Бачкој (заузима површине у Бачком Подунављу – 22.000 ha). По грађи профила овај подтип ливадске црнице се знатно разликује од претходних подтипова. Испод релативно плитког смеђе обојеног хумусног хоризонта у њему је присутан и слабо изражени тамносмеђи камбични (В) хоризонт који је обogaћен фракцијама глине. Повећан садржај глине у В хоризонту чини га збијенијим и слабије водопропустљивим у односу на хумусни хоризонт. Иако су фракције калцијум-карбоната испране из профила хемијске особине су прилично повољне. *Солончакаста и солоњецаста ливадска црница* је у различитом обиму захваћена процесима засољавања и алкализације. У Војводини овај подтип хумофлувисола заузима површину од око 22.000 хектара, највише у Бачкој. Услед доминантних процеса у њиховом формирању ова земљишта поседују неповољна физичка и хемијска својства (Pavlović et al., 2017).

Ритска црница (хумоглеј). Ритска црница представља тип топогено-хидрогеног земљишта, у чијем образовању одлучујућу улогу имају топографски и хидролошки услови. Овај тип земљишта се налази на плавној и најнижој сувој речној тераси, делом и на лесној тераси. Равничарски карактер рељефа Бачке и њиме условљене плитке подземне и површинске воде, као и са њима повезана барско-ритска вегетација су условиле настанак ритских црница. Живковић (1972) сматра да су до пре два века значајне површине под ритским црницама били у воденој средини, док је један део био изложен превлаживању подземном водом па је обрастао бујном хидрофилном вегетацијом. Међутим, после обимних хидромелиоративних радова у Бачкој током XIX и XX века површинске воде су

дрениране из депресија и снижен је ниво подземних вода, па је у знатној мери коригован режим влажења ових земљишта као и састав фитоценоза ритских црница. Мочварну вегетацију су у највећој мери замениле пољопривредне културе, а на малим површинама мезофилна ливадска вегетација. Промене у режиму влажења као и састав вегетационог покривача одразиле су се на педогенетски процес формирања као и особине ритских црница. Пре свега, смањено је интензитет и трајање хидроморфизације, посебно у хумусном хоризонту ритских црница, док су одређене површине под њима изложене засољавању и алкализацији.

Матични супстрат који је од значаја за формирање ритских црница претежно чине алувијални наноси, углавном карбонатни иловаци или глиновити седименти, а на малим површинама у депресијама Суботичко-хоргошке пешчаре и пескови. Филиповски (1974) истиче да осим орографских и хидролошких услова, значајну улогу у педогенези ритских црница имају и климатски услови, посебно изражени након извођења мелиоративних радова. Интензивно исушивање током летњих месеци представља климатске услове повољне за хумификацију и образовање хумусног хоризонта. Настајање ритских црница одликују: интензивна акумулација хумуса, оглејавање, миграција честица земљишта у дубље хоризонте профила као и краткотрајно засољавање и алкализација. То су веома плодна земљишта у чијем профилу се издваја хумусно– акумулативни хоризонт изразито црне боје, у коме се садржај хумуса креће од 3–6% и глејни хоризонт, често повезан са матичним супстратом (Belić et al., 2011).

Претежни део ритских црница (преко 90% њихових укупних површина), припада: а) карбонатном, б) излуженом (бескарбонатном) и смоничастом (вертисолном) подтипу. Осим наведених подтипова ритских црница, издвајају се засољени (са садржајем од >0,25% лакорастворљивих соли) и алкализирани подтип (са садржајем од >7% адсорбованих натријумових катјона у површинском делу профила). Ритске црнице одликују неуједначене али и прилично неповољне физичке особине са агрономског аспекта. Механички састав ритских црница варира, од песковитих фрагмената (11.000 ha у околини Суботице) до набијених глиновитих фракција. Очигледно је да су земљишта песковитог састава и повољнијих водно-ваздушних особина у односу на подтипове глиновитог, засољеног, алкализованог или смоничастог карактера. (Живковић и сар., 1972).

Алувијално земљиште (флувисол). Алувијална земљишта се образују на алувијалним равнинама великих речних долина. Оне се налазе под сталним утицајем подземних и поплавних вода које носе различит педогенетски материјал сачињен од честица различите величине, тако да механички састав овог земљишта варира од песковитог до глиновитог (Миленковић и сар., 2018). Генеза флувисола је условљена хидролошким режимом на рекама и саставом материјала које транспортују. образују се при изливању река, седиментацијом транспортованог материјала на плавној тераси, па припадају категорији преталожених земљишта. Ово су земљишта које се често плаве новим наносима што је резултат непрекидног доношења и таложења флувијалног материјала, па се одликују хетерогеношћу механичког састава. На профилу ових земљишта слабо се уочавају генетички хоризонти, а одликује их слабије или јаче изражена слојевитост (Пекеч и Катанић, 2019). Елувијални (А) хоризонт се образује на слојевитим наносима који се нумеришу римским бројевима, док њивско-баштенска земљишта поседују оранични A_p или R хоризонт. На извесној дубини (најчешће 100 cm) уобичајено су присутни и знаци оглејавања. Флувисоли су на простору Бачке лоцирани у долинама Дунава и Тисе. Ова

земљишта су најчешће песковита песковито-иловастог састава, што детерминише њихове водно-ваздушне особине. Иако је способност задржавања воде ниска, капацитет за аерацију је релативно висок. У зависности од степена развитка, садржај хумуса се креће од 1-2% код слабо развијених, до 3-4% код развијених форми. Ово земљиште одликује средњи садржај калијума, док су сиромашна фосфором (Живанов, 1977). На еколошку вредност флувисола велики утицај има његов гранулометријски састав, при чему су иловасте форме повољније од песковитих (Пекеч и сар., 2012).

На основу присуства или одсуства карбоната и доминантним процесима узрокованих динамиком вода издвајају се подтипови: млади карбонатни флувисол, забарени флувисол, засољени и алкализирани флувисол. Млади карбонатни флувисол је најраспрострањенији подтип који представља типично карбонатно-алувијално земљиште, осиромашено хумусом. Забарени флувисол је у Војводини заступљен на површини од 46.000 ha. Углавном су карбонатни, слабо до средње алкалне реакције, али су богатији хумусом (>3%). Засољени и алкализирани подтипови флувисола су у Војводини заступљени на површини од 11.500 ha; поседују неповољне хемијске особине (Дугалић и Гајић, 2012).

Мочварно-глејно земљиште (еуглеј). Као и у случају хумоглеја, и код еуглеја доминантни хидролошки услови утичу на процес оглејавања и формирање овог типа земљишта. Подземна вода током већег дела године испуњава доњи део профила на дубинама од 80-90 cm, док је у горњем делу профила задржавања подземне воде само током зимских и пролећних месеци. У оваквим условима влажења развија се хигрофилна вегетација која пружа обиље органске материје која се у анаеробним условима слабо дезинтегрише. Ово земљиште се одликује грађом профила $A_h-G_0-G_r$. У A_h хоризонту доминира акумулација хумуса, а подземна вода се капиларним путем креће према површини. G_0 хоризонт карактеришу оксидо-редукциони процеси, па се у анаеробним условима образују једињења гвожђа и мангана, што се манифестује тамним конкрецијама. Хоризонт G_r се налази у условима перманентне влажности, па долази до редукције гвожђа, мангана и сумпора, па се као продукт јавља карактеристична зелено-плава боја овог хоризонта. Ареал просторне дисперзије овог типа земљишта је у речним или језерским депресијама Бачке (Дугалић и Гајић, 2012).

Ниски тресет (Планохистосол). Овај тип земљишта је топоген условљен, формирајући се у депресијама где вода перманентно покрива топографску површину и где се тресет образује под утицајем хидрофилне вегетације, углавном у еутрофичном окружењу. Органска материја доспева у анаеробне услове водене средине и обавља се њена спора декомпозиција. Истакнуте рељефне форме депресија су зоне акумулације не само органске компоненте, већ и минералне суспензије. Читав предео је засићен базама и понекад карбонатним конкрецијама. У овим условима, формира се T хоризонт, испод којег се налази глејни хоризонт са екстремно редуктивним карактеристикама (сиво-зелене боје) у форми *gumja*⁷ или *сапропел*⁸ као субхидричних земљишта. Субхоризонти се идентификују на основу степена разложености органске материје (Pavlović et al., 2017). Овај тип земљишта се у Бачкој образује у депресијама где вода трајно стагнира па је ареал његове

⁷*Gumja* (шве. *Gyttja*) или еутрофни муљ формира се у субакватичној средини богатој нутритивним. Ова творевина се дефинише као желатинозна материја fine текстуре у влажном стању, док постаје чврста у сувој фази, када се скупља и смањује (Kroetsch et al., 2011).

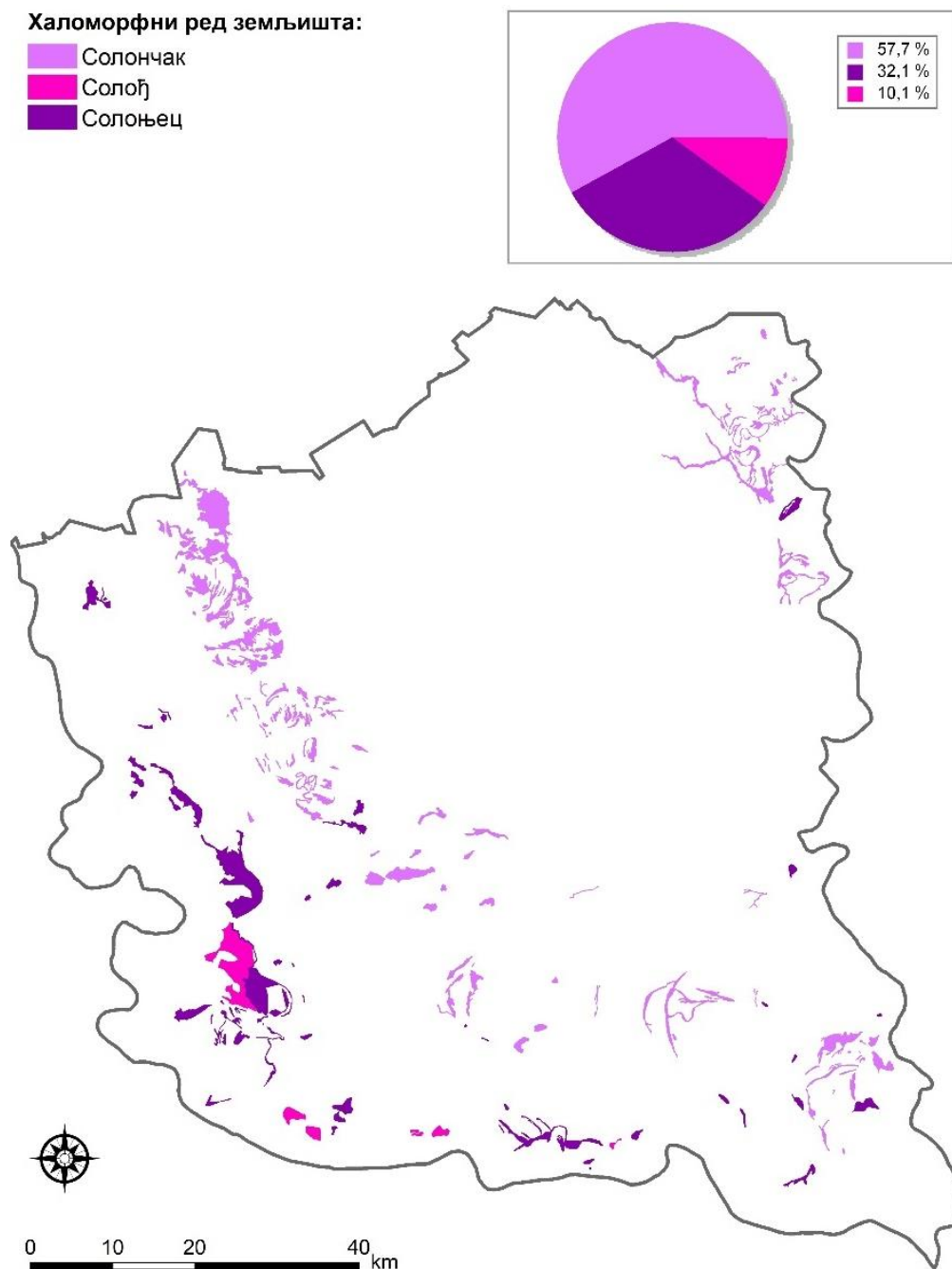
⁸Сапропел представља органски муљ карактеристичне мрко-црне боје наталожен на дну водених басена. Настаје разлагањем органских остатака биљног или животињског порекла у анаеробним условима, уз ослобађање сумпор-водоника (H_2S) (Миљковић, 1996).

дистрибуције подручје у околини Хоргоша, обале Дунава и Палићког језера. Дебљина ниског тресета је у распону од 50 cm до неколико метара. Планохистосол поседује висок ретенциони капацитет воде (до 90% запремине). У сувом стању, тресетни хоризонт је светла, порозна маса са специфичном густином од само 0,1-0,2% и укупном порозношћу од 89-90%; садржи и до 70-80 % органске материје. Ово је неутрално земљиште, богато базама са 3-4% азота и до 5% калијума. Одликује га висок адсорпциони капацитет и углавном је засићен катјонима калцијума и калијума. Већина фосфора је пореклом од распаднуте органске материје (Bogdanović et al., 1982).

Ред халоморфних земљишта

Халоморфна земљишта или слатине представљају педолошке творевине које манифестује присуство растворљивих соли, где соли натријума имају посебан значај. Ова земљишта се због засићености солима не могу користити за пољопривредне намене, осим уколико је халоморфизам слабо изражен. Ред халоморфних земљишта се јавља у условима равничарских терена аридног климата или у маринском алувијуму. Она су или природног порекла у условима изражене концентрације соли или је салинизација продукт иригационих мера (Young, 1976). Овај ред је подељен на три класе: а) класа заслањених земљишта Asa-CG или Asa-G профила, б) класа алкализаних земљишта A-E-V_t на-C-CG и в) класа деалкализаних земљишта A-E-V_t или A-E_g-V_t-C профила. *Класа заслањених земљишта* обухвата заслањена земљишта која садрже >1% лако растворљивих соли, који се најчешће акумулирају асцедентним токовима салинизоване подземне воде. Главни земљишни тип у овој класи је солончак. *Класа алкализаних земљишта* обухвата творевине које у површинском хоризонту садрже слабу концентрацију лакорастворљивих соли и већу концентрацију адсорбованих јона натријума (>15%). Налазе се најчешће у комплексу са солоњчацима и осталим слатинаским земљиштима аутоморфног и хидроморфног реда (чернозем, ливадски чернозем, ритска црница) који су захваћени процесима салинизације, десалинизације и алкализације (Миљковић, 1996). Ову класу карактерише солоњец као водећи тип земљишта. *Класа деалкализаних земљишта* је етимолошки везана за доминантне процесе у еволуцији слатина (деалкализација и десалинизација). Тако, десалинизација солончака иде у правцу формирања солоњца, док деалкализација солоњца води стварању солоља (Дугалић и Гајић, 2012). Највеће површине под халоморфним земљиштима у Војводини се налазе на старим речним терасама, а мање на нижим геоморфолошким јединицама (лесне терасе). Халоморфна земљишта су генетски везана за акумулативне терене Панонске низије са флувијалним, еолским, језерским и морским седиментима. Бачку карактеришу типични солончаци лесних тераса; у јужној и западној Бачкој доминантна су халоморфна земљишта типа солоњца и солоља, док бачко Потисје, поред заслањених ритских црница, смоница и алувијалних типова, карактеришу и нешто блаже форме солоњца (Галић и сар., 2006). У халоморфном реду земљишта солончаци представљају доминантан тип земљишта, са уделом од 57,7%, потом следи солоњец (32,1%) и солољ, са свега 10,1% површина у оквиру анализираног реда земљишта (*Карта 17*). Солончаци су земљишта врло ниске производне способности и највише се користе као површине под пашњацима. Солоњци се одликују мањим садржајем соли у површинском хоризонту, па су погоднији од солончака и имају више намена (површине под пашњацима, рибњацима, за култивисање камилице). Солоље одликује врло слаба продуктивна

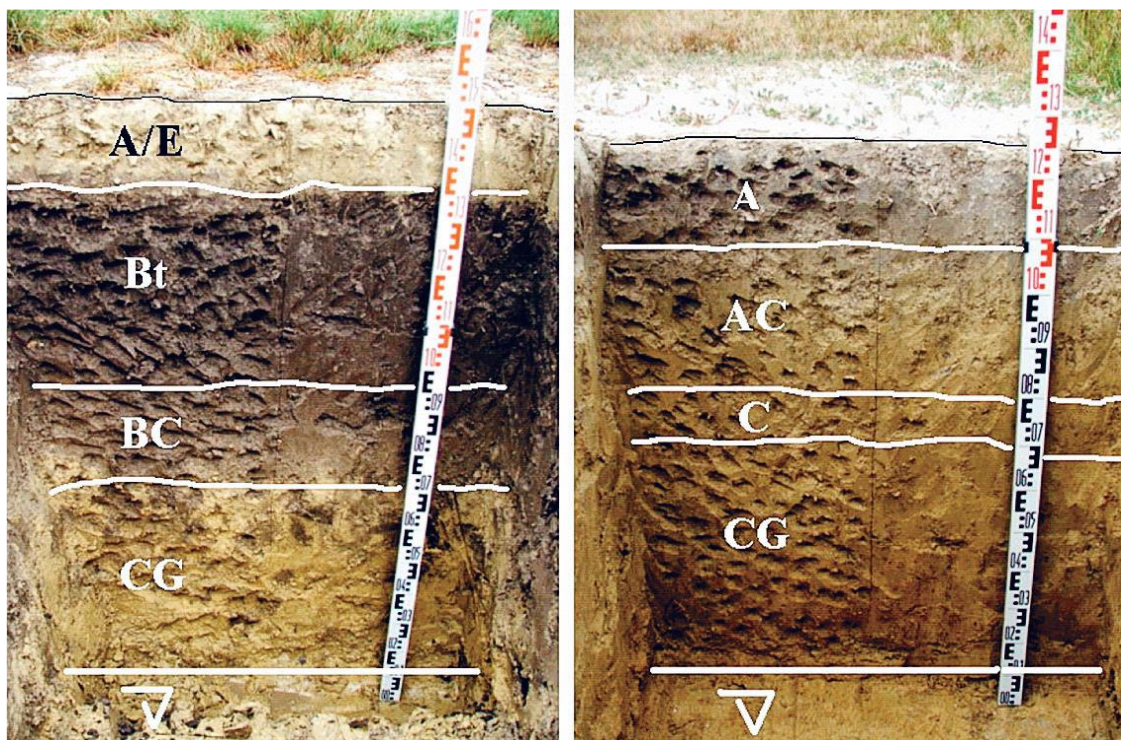
способност, али су и повољнијих хемијских особина у односу на солончаке и солоњце. С обзиром да се јављају у комплексима са излуженим и ливадским черноземом потребно је спровести мелиоративне мере. Ове мере су заједничке за све чланове халоморфног реда земљишта и представљене су: испирањем соли путем снижавања нивоа подземне воде, применом дренаже, наводњавањем и додавањем органских и минералних ђубрива (Дугалић и Гајић, 2012).



Карта 17. Ред халоморфних земљишта на простору Бачке са њиховим уделом у процентима (%)

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Солончак. Солончак представља земљиште са активним заслањивањем где је изражена концентрација лакорастворљивих соли хлорида и сулфата (>1%) или натријум-карбоната (Na_2CO_3), са више од 0,7% у профилу земљишта. У педогенези солончака главну улогу има капиларно кретање заслањених подземних вода уз таложење соли у површинском делу профила. Након испаравања капиларне воде на површини наступа кристализација соли – *ефлоресценција* у процесу *изданског заслањивања*. На основу спољне морфологије (белој површини) солончаки се јасно препознају од сличних типова земљишта. Типични солончак је $A_{sa}-A_h-G$ профила, са слабо израженим хумусним хоризонтом (*Прилог 10*). Он је најтипичније изражен код солончака насталих заслањивањем ритских или ливадских црница. Овај хоризонт садржи 1-3% хумуса и знатну количину водорастворљивих соли у профилу (0,2-1%). Испод акумулативног слоја који је под утицајем салинизације, лоциран је супстрат који је услед деловања подземних вода захваћен оглејавањем – CG хоризонт (Дугалић и Гајић, 2012). Ареал распрострањења солончака у Бачкој су старе речне и лесне терасе. Солончаки у сиромашни у органским материјама, где удео хумуса варира од 1-2%, док је само у ретким случајевима 4% (Живковић и сар., 1972).



Прилог 10. Солончаки различите грађе педолошког профила – локалитет Мали Стапар, општина Кула, Западнобачки округ (лево); локалитет Трешњевац, општина Кањижа, Севернобанатски округ (десно)

Извор: Аутор на основу Секулић и сар. (2011)

Солођ. Термин *солођ* представља руски народни назив који је општеприхваћен у међународној педолошкој литератури (енг. Solodic Planosols) на основу FAO класификације (FAO, 1988). Међутим, постоји одређени степен неусаглашености у смислу класификације овог типа земљишта. Тако, у руској (Vargas et al., 2018) и канадској литератури (Haunes, 1998) солођ припада класи сланих и алкалних земљишта, с том разликом што се овај тип земљишта издваја као посебан (пored солончака и солоњеца), док се у канадској класификацији дефинишу као нижа систематска јединица у оквиру солоњеца. Нешић (2002)

оправдано закључује да се наведена земљишта сврставају у ред хидроморфних земљишта, класи глејних творевина (тип псеудоглеј – глеј). Међутим, Миљковић (1996) сматра да солођ припада посебној класи деалкализованих земљишта – „сачували су дубоке последице ранијег дејства соли и адсорбованог јона натријума, па се генетска припадност солођа слатинама не може доводити у питање“.

Педогенетски услови образовања солођа се односе на рељефно ниже позиције терена и микродепресије где су присутне минерализоване слабоалкалне подземне воде (на дубинама од 2,5-4 m). Ове подземне воде погодују интензивном испирању честица соли на већу дубину. Слични хидрогеолошки услови су примећени у ивичним деловима старе речне или лесне терасе у јужној Бачкој (Миљковић, 1963). Распадањем минералне компоненте земљишта настаје силицијум-оксид (SiO_2). Таложјење SiO_2 у елувијалном Е хоризонту је најважнији дијагностички параметар процеса осолођавања. Најраспрострањенији је случај када солођ настаје деалкализацијом солоњца. На територији Србије солођи заузимају мање површине у односу на солончаке и солоњце (7.715 ha), посебно у јужној Бачкој и Срему (Миљковић, 1996).

По механичком саставу солођи су доста неуједначених особина и израженом текстурном диференцијацијом између хоризоната. Површински хоризонти су иловастог састава, док је илувијални хоризонт глиновитог састава, јако збијен и слабо водопропусан. Изражена ретенција воде у илувијалном хоризонту доводи до псеудооглејавања. Такође, неповољан водно-ваздушни режим у овом хоризонту је један од водећих узрока лоших производних способности солођа (Нешић, 2002).

Солоњец. Солоњци се формирају у релативно измењеним, локално влажнијим условима у односе на услове педогенезе солончака. Код солоњца су подземне воде дубље, слабије су минерализоване, док од соли доминира натријум-карбонат (сода). Солоњец је најраспрострањенији тип слатина у Србији; уобичајено је да се јавља заједно са солончаком. У Бачкој заузима ареал од око 4.000 хектара (Белић, 1999). Солоњце одликују неповољне физичке особине, нарочито у В хоризонту. По механичком саставу, профил је јако диференциран. Због влажења колоидне честице у В хоризонту су zasiћене влагом, па је овај хоризонт неповољног водно-ваздушног режима. Попут физичких и хемијских својстава солоњца су неповољна; садржај хумуса варира од 2-7% у зависности од састава соли (Pavlović et al., 2017).

Фактори угрожавања земљишта Бачке

У „Националној стратегији одрживог коришћења природних ресурса и добара“ (Сл. гласник РС, 2012) као главни процеси који доводе до губитка и деградације земљишта, издвојени су:

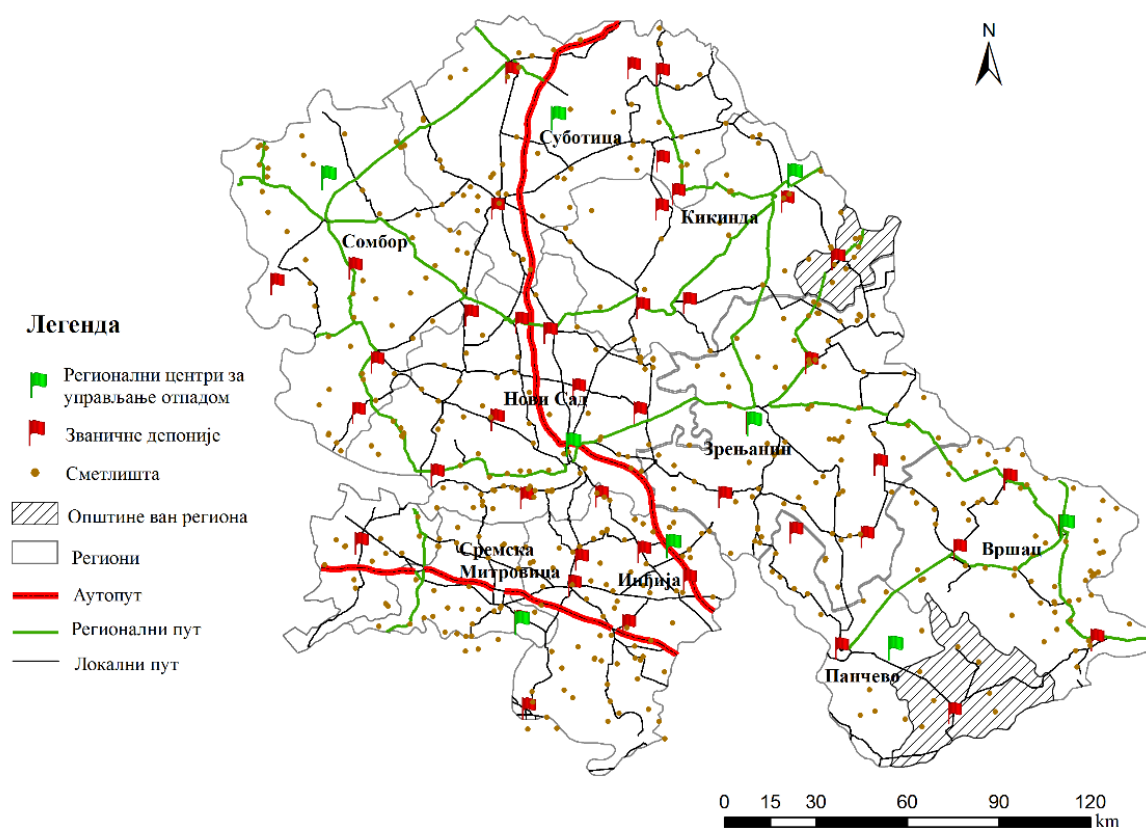
- 1) загађивање земљишта;
- 2) урбанизација и развој инфраструктуре;
- 3) редуковање односно губитак органске материје;
- 4) ацидификација земљишта;
- 5) примарна и секундарна салинизација земљишта;
- 6) алкализација земљишта;
- 7) еолска ерозија.

Истакнуте „претње“ које утичу на стање педолошког покривача су доминантни процеси већег или мањег обима и на простору Бачке. Мониторинг као најзначајнија мера у циљу заштите и очувања земљишта је на подручју истраживања значајан из разлога праћења свих промена у пољопривредном и непољопривредном земљишту, где су посебно изражени: а) проблем хазардних и токсичних материја попут тешких метала, б) контаминација фертилног слоја земљишта услед деловања загађујућих материја пореклом из санитарних депонија и сметлишта и в) неправилна и прекомерна примена средстава у заштити биљне производње – пестицида.

Убавић, Богдановић и Дозет (1993) су обављали истраживања садржаја тешких метала у пољопривредним земљиштима Војводине. Анализиран је садржај 10 тешких метала, и то: кадмијума (Cd), олова (Pb), живе (Hg), арсена (As), хрома (Cr), никла (Ni), флуора (F), бакра (Cu), цинка (Zn) и бора (B). Код већине анализираних параметара детектоване су концентрације у оквиру дозвољених вредности, са изузетком бакра и цинка. Већи садржај бакра на простору Бачке је евидентиран на три локалитета у близини Сомбора и једном у околини Врбаса. Већи садржај бакра је утврђен у земљиштима под виноградима, што је последица употребе бакар-сулфата у заштити винове лозе. Садржај цинка је нижи од дозвољених вредности, што је посебно изражено у песковитим земљиштима на северу Бачке (суботичко-хоргошки рејон). У периоду 2003-2005. године Покрајински секретаријат за заштиту животне средине и одрживи развој финансирао је спровођење мониторинга непољопривредног земљишта Војводине. Мониторинг одабраних параметара је обухватао у Бачкој 12 локалитета под различитим видовима заштите. Узорковано земљиште је анализирано на присуство укупно 16 карактеристичних једињења из групе полицикличних ароматичних угљоводоника. Резултати указују да се у целини земљиште на подручју истраживања може сматрати незагађеним. Највећи број узорака земљишта под различитим категоријама заштите (50%) има садржај полицикличних ароматичних угљоводоника нижи од 0,5 mg/kg (Карађорђево, Горње Подунавље и Суботичко-хоргошка пешчара). Свега 8% узорака спада у категорију земљишта са садржајем ове материје изнад 2 mg/kg (Бегечка јама и Ковиљско-петроварадински рит). У већини узорака (68%) земљишта под различитим категоријама заштите група ових једињења није детектована. Група елемената изузетно токсична по животну средину представљена је тешким металима. Истраживање спроведено на 50 узорака са територије Војводине је показало да је пољопривредно земљиште Бачке незагађено тешким металима. Ипак, максимално дозвољене концентрације (МДК) одређених метала показују повишене вредности. Тако, прекорачење вредности је забележено код олова на одређеним локацијама (индустријска зона у Сомбору, урбана агломерација Новог Сада). У случају Сомбора ово је последица контаминације отпадним материјалом из процеса производње акумулатора, док је урбано земљиште Новог Сада, посебно у близини саобраћајница, оптерећено повишеним садржајем олова пореклом од издувних гасова (Секулић и сар., 2011). Генерално, у земљиштима урбаних зона, евидентни су повећани садржаји олова у земљишту поред прометних саобраћајница. Последњих година региструје се и повећана концентрација олова у зони градских паркова и рекреативних површина, при чему су концентрације олова знатно веће у близини прометних саобраћајница него у централним деловима зелених површина (Филиповић и Арсић-Обрадовић, 2014).

Посебан проблем који утиче на контаминацију пољопривредног земљишта представља отпад различитог порекла. Подаци Националног регистра извора загађивања

указују да је у Републици Србији укупна количина произведеног отпада у периоду 2011-2019. године повећана за 4.638.792 t. На простору Бачке постоје идентификоване три регионалне санитарне депоније (РСД): „Суботица“ (Севернобачки округ), „Сомбор“ (Западнобачки округ) и „Нови Сад“ (Јужнобачки округ) (Ђорђевић и сар., 2020; Дуњић, 2020). Дакле, уколико тренд продукције отпада на националном нивоу буде континуиран у будућности, а узимајући у обзир недовољан број РСД у Бачкој, могућа је појава проблема у депоновању отпада. Дуњић (2020) је идентификовала већу концентрацију санитарних депонија и сметлишта уз локалне путеве него у близини регионалних и аутопутева на простору Бачке (Карта 18). Неуређена сметлишта су углавном лоцирана у руралним пределима, где постоје проблеми неадекватне услуге одношења отпада као и лоша организација у управљању отпадом од стране надлежних локалних самоуправа. Према томе, неадекватно одлагање отпада има за последицу „притисак“ на пољопривредно земљиште Бачке, што у крајњем случају доводи и до потенцијалне контаминације педолошког покривача.



Карта 18. Идентификоване депоније и сметлишта у односу на саобраћајнице у Бачкој и АП Војводини

Извор: Аутор на основу Дуњић (2020)

Верешбарањи и сар. (1993) су утврдили да је на већини локалитета у Бачкој детектована три пута већа концентрација 4,4'-DDT (инсектицид), диазинона (хербицид), прометрина (хербицид) и тербутрина (хербицид) у односу на просечну вредност за простор Војводине. Године 2012. на простору Бачке третирана површина пестицидима у хектарима

износила је укупно 537.983 ha односно 60,3% од укупне површине Бачке. Посматрано по општинама, највећа третирана површина заштитним средствима у облику пестицида је на подручју општина Сомбор (82.102 ha) и Суботица (62.079 ha) (Попис пољопривреде 2012, 2013).

Најзначајнији притисак антропогеног порекла на земљиште је претварање пољопривредног у непољопривредно земљиште изградњом насеља и пратеће инфраструктуре или изградњом индустријских комплекса. Секулић и сар. (2011) наводе да је у интервалу 1998-2009. године трајно промењена намена 38.000 ha обрадивог пољопривредног земљишта у Војводини. Експанзија урбаних и индустријских зона најчешће узрокује смањење површина под обрадивим и фертилним земљиштем. Последњих година изградња стамбене инфраструктуре у урбаним агломерацијама, индустријских зона и индустријских објеката у приградским насељима се интензивирала, посебно у Војводини. Конструкција или експанзија саобраћајница регионалног значаја довела је до претварања пољопривредног у непољопривредно земљиште. На пример, пан-европски коридор X и аутопут Е-75 заузимају додатних 566 ha, што је у појединим општинама Бачке (Суботица, Бачка Топола, Врбас и Нови Сад) проузроковало неповратни губитак најплоднијих ораничних површина (Pavlović et al., 2017).

Губитак или смањење садржаја органске материје у земљишту препознати су као једна од највећих „претњи“ очувању квалитета земљишта. Висок садржај органског угљеника у земљишту (soil organic carbon) као примарном састојку органске материје, главни је показатељ високог производног потенцијала земљишта. Бројни су фактори који доводе до смањивања садржаја органске материје у земљишту и у вези су са људском активношћу. Издвајају се: а) конверзија пашњака и шума у обрадиво земљиште, б) исушивање влажних земљишта и недовољна примена органских ђубрива, в) обрађивање тресетних земљишта, г) ерозија земљишта, д) шумски пожари, ђ) прекомерна испаша, е) спаљивање и одношење жетвених остатака (Liu et al., 2006; Jones et al., 2012). Хаџић и сар. (2004) су обављали мерења концентрације органске материје у насељима Јужнобачког округа (Бечеј, Бачко Градиште и Футог) и резултати су показали тренд смањења садржаја органске материје на одабраним локацијама (0,05-0,2%). Видојевић и сар. (2018) су утврдили низак садржај органског угљеника на обрадивим површинама Бачке (просечно 1,71%), што указује да опадање садржаја органске материје има за последицу редуковање продуктивних вредности земљишног покривача. Измерене вредности су ниже у поређењу са просечним вредностима на територији Републике Србије (1,81%).

Ацидификација (закисељавање) земљишта је деградациони процес који доводи до повећања концентрације Н-јона у течной и чврстој фази земљишта (Belić, Nešić i Ćirić, 2014). Овај процес је у врло малој мери изражен на педолошким творевинама Бачке. Тако, на простору Северне Бачке најзаступљенија је класа слабо алкалног земљишта (85,5%); Неутрална реакција земљишта, која је и најповољнија за биљну производњу, је заступљена на 12,6% узорака земљишта у северним деловима Бачке; земљишта која припадају киселој и врло киселој класи и која захтевају мелиоративну меру калцизације заузимају само 5,7% обрадивог пољопривредног земљишта у Војводини (нпр. на подручју Бачке бескарбонатне ритске црнице у Потисју). Узроци ниске ацидификације су слабо изражен хумидни карактер климе и матични супстрат који је засићен базама (Васин и сар., 2006; Секулић и сар., 2007).

Салинизација примарног или секундарног карактера, изазвана антропогеним утицајем, настаје услед неправилног наводњавања и употребе воде неодговарајућег квалитета (Нешић и сар., 2003). Заслањивање земљишта може настати и ако се вода додаје неконтролисано и на тај начин подиже ниво подземне воде која је минерализована (Драговић и сар., 2007). Накупљање соли у профилу земљишта могу да проузрокују и поплавне заслањене воде или повремене сливне заслањене воде (Белић, Хацић и Нешић, 2004). На значај проблема салинизације указује чињеница да су халоморфна земљишта у АП Војводини заступљена на површини од око 243.000 хектара, што представља озбиљан дефицит у производном земљишном фонду. Ова чињеница нарочито добија на значају уколико се узме у обзир да Бачка представља водећи житородни рејон АП Војводине и Републике Србије (Белић, Нешић и Ћирић, 2014).

Алкалност земљишта је условљена повећаним уделом Na^+ јона у адсорптивном комплексу. Порекло Na^+ јона је из слабо минерализоване подземне воде обогаћене содом (Na_2CO_3). Низак степен хумидности климе и геолошка подлога богата базама (најчешће седиментна стена чини лес) су утицали да земљишта Војводине доминантно припадају класи алкалних земљишта (61,1%). Висока заступљеност карбонатне и јако карбонатне класе (52,2%) у обрадивим пољопривредним земљиштима указује на висок алкалитет. Анализирано по рејонима у смислу садржаја слободног CaCO_3 резултати се могу корелисати са реакцијом земљишта. Овде се посебно издваја рејон Северне Бачке са највећом средњом вредношћу (10,54%) као заступљеност у класама карбонатној (30,6%) и јако карбонатној (53,1%) (Секулић и сар., 2011). Низак садржај слободног CaCO_3 , са преко 40% узорака земљишта у класама испод 2% слободног CaCO_3 , карактеристичан је за рејон Западне Бачке. Насупрот истакнутим вредностима, екстремно високе вредности код јако карбонатних земљишта, заступљена су у рејонима Северне (53,1%) и Јужне Бачке (30,3%), где су потенцијално штетне због имобилизације усвајања појединих микроелемената од стране биљака прилично изражене (Васин, Секулић и Курјачки, 2004).

Ерозија земљишта као веома распрострањен облик деградације педолошког покривача на простору Војводине је представљен доминантним процесом еолског порекла (Костадинов и сар., 2006). Око 85% укупног пољопривредног земљишта у Војводини је под утицајем еолске ерозије, уз годишњи губитак од око 0,9 t материјала/ha (Агенција за заштиту животне средине, 2013). Пре подизања шумских засада еолском ерозијом су била најугроженија подручја северне Бачке – Суботичко-хоргошка пешчара (Летић, Савић и Божиновић, 2001). На подручју Бачке не постоје одговарајућа истраживања интензитета еолске ерозије. Степен угрожености земљишта еолском ерозијом, у зависности од начина његовог коришћења, зависи од више параметара од којих су најважнији: ветар, структура и влага земљишта, еродибилност и вегетација и др. Парцијално, истраживања у вези потенцијалног интензитета еолске ерозије вршена су на простору Западне Бачке – општине Апатин (Летић, Савић и Николић, 2009). Аутори указују да са аспекта развоја еолске ерозије, највећи проблем представљају ораничне површине (60%) са ратарским и осталим културама које у пролеће и јесен не штите површину тла од штетних ветрова.

ПЕДОЛОШКЕ ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ

Промене у начину коришћења земљишта поседују значајну улогу у истраживању животне средине на планетарном нивоу. Ово посебно долази до изражаја у рејонима са израженом динамиком антропогених притисака на животну средину. Значај промена у начину коришћења земљишта је у тесној интеракцији са климатским променама, губитком биодиверзитета и одрживошћу односа човек – животна средина (Lambin and Geist, 2006).

Између 1957. и 1993. године, Република Србија је иреверзибилно изгубила приближно 220.000 хектара пољопривредног земљишта услед индустријализације, рударства, конструкције саобраћајне и енергетске инфраструктуре. Резултат ових промена је континуирана редукција удела пољопривредног земљишта у Републици Србији. Године 2010. године удео ове категорије земљишта се смањено на 65,7% у односу на 1990. годину (66,2%). Губитак пољопривредног земљишта дневно износи приближно 16,1 ha тј. 5.876,5 хектара годишње. Пројекције базиране на актуелним подацима о годишњем губитку фертилног земљишта сугестирају да је могуће очекивати смањење површина под земљиштем у Републици Србији за 180.000 хектара у наредних 30 година (Службени гласник РС, 20126).

Педолошке промене у докторској дисертацији дефинисане су на основу CORINE програма (1990-2018) односно мониторингом CLC номенклатуре у начину коришћења земљишта издвојени су и сумирани најважнији закључци. Промене су дефинисане у три правца: а) промене укупне структуре земљишног покривача, б) конверзија десет најдоминантнијих класа коришћења земљишта в) просторна компонента педолошких промена на основу интеграције CORINE програма и ArcGIS 10.7 софтвера.

CORINE Land Cover (CLC) промене у начину коришћења земљишта Бачке

Праћење промена начина коришћења земљишта врши се анализом база Corine Land Cover (CLC) за 2000, 2006, 2012 и 2018. годину (у односу на референтну Corine Land CLC базу података из 1990. године). CLC база података показује промене земљишног покривача у екосистемима као што су шуме, језера, пашњаци итд. и утицај људских активности на коришћење земљишта. За картирање промена током времена користе се 44 класе земљишног покривача које на специфичан начин указују на то како одлуке донете широм Европе доводе до промена у изгледу предела (Вељковић и сар., 2019). Анализа CLC базе података показује диверзитет класа намена земљишта, пошто је на подручју Бачке заступљено 26 класа CLC номенклатуре (Табела 48). Наведене класе су класификоване у пет категорија: а) *вештачке површине*, б) *пољопривредне површине*, в) *шуме и полу-природна вегетација*, г) *влажна подручја* и д) *водени басени*.

Од 26 детектованих класа земљишног покривача у Бачкој једанаест припада категорији *вештачких површина*: 1) целовита урбана подручја са кодом 111, 2) нецеловита урбана подручја (112), 3) индустријске јединице (121), 4) путна и железничка мрежа (122), 5) лучке површине (123), 6) аеродроми (124), 7) експлоатација минерала (131), 8) депоније (132), 9) градилишта (133), 10) вегетација у урбаном ткиву (141) и 11) спортски и рекреативни објекти (142). У класи **нецеловитих урбаних подручја** током периода 1990-2018. године, нису примећене промене већег интензитета. У односу на референтни период (1990. године - 41.851,5 ha) површине под овом класом земљишта су се повећале (2018.

године - 44.805,9 ha). У процентуалним односима, 1990. године је ова категорија заузимала 4,7% територије Бачке, док се 2018. године бележи незнатно повећање удела ове класе (5,0%). Класа **индустријске јединице** је забележила континуиран узлазни тренд током 1990-2018. године. У компарацији са референтним периодом површине под овом класом су у 2018. години повећане за 1.156,5 ha тј. за 24,8%.

Категорија *пољопривредних површина* обухвата шест класа: 1) ненаводњавано обрадиво земљиште (211), 2) виногради (221), 3) воћњаци и плантаже зрнастог воћа (222), 4) пашњаци (231), 5) култивисане парцеле (242) и претежно пољопривредно подручје са природном вегетацијом (243). У односу на анализиране класе у коришћењу земљишта ненаводњавано обрадиво земљиште је најдоминантније. Класа **ненаводњавано обрадиво земљиште** је 1990. године заузимала површину од 687.856,1 ha (77,1%), да би се до 2018. године њена површина незнатно повећала (701.444,2 ha или 80%). Друга по заступљености категорија се односи на **површине под култивисаним парцелама** чија се површина према подацима из 2018. године (26.922,8 ha) знатно смањила у односу на референтну 1990. годину (48.081,9 ha). Ради се о значајној редукацији удела унутар ове класе, од 21.159,1 ha (44,0%). У односу на укупну површину Бачке, ова класа земљишта је 2018. године заузимала 3,0% површине Бачке, што је редукација површина под култивисаним парцелама (1990. године је процентуални удео износио 5,4%). У класи **пашњаци** присутне су декадне флукуације, па је тако током 1990. године евидентирана површина од 14.364,6 ha (1,6%) која је до 2000. године доживела експанзију на 17.242,9 ha (1,9%), да би се до 2018. године удео ових површина редуковао (15.733,2 ha или 1,8%). Незнатне флукуације површина су евидентирани и у класи **претежно пољопривредног подручја са природном вегетацијом**; декадни минимум површина је забележен 2012. године (5.942,9 ha или 0,7%). Међутим, повећање под површинама ове класе је евидентирано већ 2018. године (7.202,4 ha или 0,8%). У класи **воћњаци и плантаже зрнастог воћа** су током периода 1990-2018. године присутне најинтензивније промене. Тако се у односу на референтну 1990. годину удео под овом класом до 2018. године повећао за 3.858,5 ha. Ово представља повећање површина под наведеном класом за три пута. Редукација површина је актуелна и у класи **виногради**. Године 2000. површине под овом класом обухватале су 1.162,4 ha (0,1%), док је њихов удео 2018. године значајно смањен (558,2 ha или 0,06%). Суштински, површине под виноградима су 2018. године редуковане за 51,9%.

Категорија *шуме и полуприродна вегетација* је састављена из шест класа: 1) листопадне шуме (311), 2) четинарске шуме (312), 3) мешовите шуме (313), 4) природна трава (321), 5) прелазно подручје шуме, жбуња и макије (324) и 6) плаже, дине и пешчаре (331). Силазни тренд тј. незнатно редуковање површина евидентирано је у класи **листопадне шуме**. Године 1990. површине под овом класом су износиле 35.547,1 ha (4,0%), да би се наредних деценија њихово учешће смањило. Тако су површине под овом класом земљишта 2018. године износиле 31.327,5 ha (3,5%). Са друге стране, класа дефинисана као **прелазно подручје шуме, жбуња и макија** забележила је незнатно повећање површина. У односу на референтну 1990. годину (18.534,8 ha или 2,1%) до 2018. године површине под наведеном класом су се повећале (20.212,8 ha или 2,3%). Класа **природне траве** је редуковала удео својих површина. Тако је, 1990. године површина ове класе на простору Бачке износила 6.248,7 ha (0,7% од укупне површине Бачке), да би се већ 2000. године удео ове класе смањено (4.234,0 ha или 0,5%). Унутар саме класе ово представља смањење површина од 2.014,7 хектара (32,2%). У класи **мешовите шуме** нису забележене значајније

промене; површина се 2018. године незнатно повећала у поређењу са 1990. годином (за 155,6 ха или 0,01%). Промене ниског интензитета су примећене и у класи **четинарске шуме**; редукција површина у овој класи у односу на укупну површину Бачке је током 2018. године износила свега 340,6 хектара или 0,03% (у компарацији са референтним периодом). Међутим, промене су далеко очигледније унутар саме класе; континуирано смањење површина под овом класом је 2018. године износило 346,6 ха (50,6%).

Четвртој категорији земљишног покривача на подручју истраживања припадају *влажна подручја*, са свега једном забележеном класом – копнене мочваре (411). Декадни минимум у класи **копнене мочваре** је евидентиран 1990. године (4.793,4 ха или 0,5%), да би се до 2018. године површине под овом класом незнатно увећале (6.526,4 ха или 0,7%). Заправо, у самој класи ово је евидентирано повећање површина које је износило 1.733 хектара (36,2%).

Водени басени представљају пету и последњу категорију земљишног покривача и на територији Бачке је представљена са две класе: 1) водотоци (511) и 2) водене површине (512). У класи **водотоци** промене у површини земљишта су слабо изражене. Тако, 1990. године је површина износила 11.102,1 ха (1,2%), док је незнатно повећање површина забележено 2018. године - 11.363,5 ха (1,3%). Промене су израженије у класи **водене површине**. Оне су нарочито изражене током 1990-2000. године, где су на декадном нивоу разлике око 1.000 ха. Тако, су 1990. године површине под овом класом заузеле 6.371,4 ха (0,7%) земљишта, да би се до 2000. године удео ове класе повећао (7.363,3 ха или 0,8%). Ово је повећање површина под овом класом од 991,9 хектара (15,6%).

Табела 48. Класе земљишног покривача у Бачкој у хектарима (ха) и издвојене класе са највећим интензитетом промена у хектарима (ха) и процентима (%) према CLC номенклатури

Опис	Површина у хектарима (ха)					
	1990.	2000.	2006.	2012.	2018.	Промена
Целовита урбана подручја	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	/
Нецеловита урбана подручја	41.851,5 (4,7%)	43.539,8 (4,9%)	44.366,9 (5,0%)	44.442,2 (5,0%)	44.805,9 (5,0%)	↑*
Индустријске јединице	4.668,0 (0,5%)	4.709,4 (0,5%)	5.615,8 (0,6%)	5.669,5 (0,6%)	5.824,5 (0,7%)	↑
Путна и железничка мрежа	221,9	192,6	240,4	240,3	326,6	/*
Лучке површине	51,2	51,2	51,2	51,2	51,2	/
Аеродроми	74,5	0	0	0	0	/
Експлоатација минерала	516,3	514,9	530,7	541,7	480,4	/
Депоније	0	0	74,5	74,5	150,9	/
Градилишта	35,4	25,3	0	89,6	38,3	/
Вегетација у урбаном ткиву	239,5	413,4	346,2	346,4	291,2	/
Спортски и рекреативни објекти	510,5	648,2	755,9	760,0	714,3	/

Ненаводњавано обрадиво земљиште	687.856,1 (77,1%)	688.031,5 (77,1%)	701.316,0 (78,6%)	701.630,8 (78,6%)	701.444,2 (78,6%)	↑
Виногради	955,7 (0,1%)	1.162,4 (0,1%)	750,9 (0,08%)	638,2 (0,07%)	558,2 (0,06%)	↓*
Воћњаци и плантаже зрнастог воћа	1.842,6 (0,2%)	1.728,4 (0,2%)	2.428,2 (0,3%)	2.577,5 (0,3%)	5.701,1 (0,6%)	↑
Пашњаци	14.364,6 (1,6%)	17.242,9 (1,9%)	16.349,9 (1,8%)	16.027,4 (1,8%)	15.733,2 (1,8%)	/
Култивисане парцеле	48.081,9 (5,4%)	44.086,6 (4,9%)	31.183,9 (3,5%)	31.224,7 (3,5%)	26.922,8 (3,0%)	↓
Претежно пољ. подручје са природном вегет.	6.915,8 (0,8%)	7.078,8 (0,8%)	5.947,8 (0,7%)	5.942,9 (0,7%)	7.202,4 (0,8%)	/
Листопадне шуме	35.547,1 (3,9%)	32.312,2 (3,6%)	31.104,9 (3,5%)	31.327,7 (3,5%)	31.327,5 (3,5%)	↓
Четинарске шуме	673,2 (0,07%)	627,5 (0,07%)	486,5 (0,05%)	460,7 (0,05%)	332,6 (0,04%)	↓
Мешовите шуме	1.190,6 (0,1%)	1.291,4 (0,1%)	1.291,1 (0,1%)	1.285,8 (0,1%)	1.346,2 (0,2%)	↑
Природна трава	6.248,7 (0,7%)	4.234,0 (0,5%)	4.595,4 (0,5%)	4.410,3 (0,5%)	4.370,0 (0,5%)	↓
Прелазно подручје шуме, жбуња и макија	18.534,8 (2,1%)	20.964,2 (2,3%)	20.093,9 (2,3%)	20.118,8 (2,3%)	20.212,8 (2,3%)	↑
Плаже, дине и пешчаре	8,9	0	0	0	0	
Копнене мочваре	4.793,4 (0,5%)	5.508,3 (0,6%)	6.509,5 (0,7%)	6.229,4 (0,7%)	6.526,4 (0,7%)	↑
Водотоци	11.102,1 (1,2%)	10.929,9 (1,2%)	11.606,1 (1,3%)	11.609,7 (1,3%)	11.363,5 (1,3%)	↑
Водене површине	6.371,4 (0,7%)	7.363,3 (0,8%)	7.010,3 (0,8%)	6.960,9 (0,8%)	6.932,3 (0,8%)	↑
Укупно	892.681,4	892.681,4	892.681,4	892.681,4	892.681,4	

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

*Објашњење: статистички значајан узлазни тренд (↑), статистички значајан силазни тренд (↓), без промена (/).

Василић (1981) сматра да су технолошка револуција и растуће потребе друштва за обрадивим земљиштем водећи узрок конверзије шумских комплекса у пољопривредно земљиште, па је тиме аутохтона вегетација Бачке уништена. Такође, интензивна урбанизација је битан фактор који је узроковао значајне промене природних ресурса, где су последице представљене смањењем еколошких, амбијенталних и пејзажних вредности на простору Бачке. Из ових разлога су у докторској дисертацији анализирани и промене земљишног покривача Бачке са аспекта његове конверзије на одабраних 10 најдоминантнијих класа (Табела 49, 50, 51, 52; Карта 18).

Променама у смислу конверзије анализираних десет најдоминантнијих класа педолошког покривача захваћено је било 10.333,8 хектара током интервала 1990-2000. године (Табела 49). Најдоминантније промене током посматраног интервала су биле на релацији **класа листопадне шуме – прелазно подручје шуме, жбуња и макија**. Кумулативно посматрано, конверзија ових класа заузимала је површину од 5.686,9 ha (55,3%). Трећа по заступљености конвертованих класа представља промена намене **класе ненаводњавано обрадиво земљиште у класу пашњака** (на укупној површини од 1.259,5 ha или 12,2%). Сличан тренд конверзије је заступљен у промени намене **класе ненаводњавано обрадиво земљиште у прелазно подручје шуме, жбуња и макија** (1.116,5ha или 10,7%). Потенцијалну „претњу“ је представљало конвертовање **класе ненаводњавано обрадиво земљиште у нецеловита урбана подручја** укупне површине 565,8 ha (5,4%). Овде долази до изражаја доминантан утицај урбанизације и експанзије урбане инфраструктуре. У преосталим анализираним класама конверзијом је било захваћено 1.705,1 хектара (16,4%) земљишног покривача Бачке.

Табела 49. Конверзија земљишног покривача Бачке на десет најдоминантнијих класа од 1990-2000. године

CLC код	Опис	Конверзија (ha)	%
311-324	листопадне шуме→ прелазно подручје шуме, жбуња и макија	3.551,5	34,6
324-311	прелазно подручје шуме, жбуња и макија →листопадне шуме	2.135,4	20,7
211-231	ненаводњавано обрадиво земљиште →пашњаци	1.259,5	12,2
211-324	ненаводњавано обрадиво земљиште → прелазно подручје шуме, жбуња и макија	1.116,5	10,7
211-112	ненаводњавано обрадиво земљиште → нецеловита урбана подручја	565,8	5,4
211-512	ненаводњавано обрадиво земљиште→водене површине	481,4	4,7
242-231	комплекси култивисаних парцела→пашњаци	460,9	4,5
324-231	прелазно подручје шуме, жбуња и макија→пашњаци	341,5	3,3
211-242	ненаводњавано обрадиво земљиште→комплекси култивисаних парцела	229,5	2,1
211-243	ненаводњавано обрадиво земљиште→претежно пољопривредно подручје са природном вегетацијом	191,8	1,8
Укупно		10.333,8	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

У интервалу 2000-2006. године конверзијом је било захваћено 7.141,9 ha земљишта на територији Бачке (Табела 50). Конверзија је највише била изражена у **класи листопадне шуме - прелазно подручје шуме, жбуња и макија** (3.215,2 ha или 45,0% целокупних промена). Друга по просторној заступљености је конверзија **прелазног подручја шуме, жбуња и макија у класу листопадних шума**. Истакнуте промене су захватале 1.908,5 хектара (18,0%) на одабраним класама земљишног покривача Бачке. Конверзија преосталих класа је захватала површину од 730,6 хектара (10,3%).

Табела 50. Конверзија земљишног покривача Бачке на десет најдоминантнијих класа од 2000-2006. године

CLC код	Опис	Конверзија (ха)	%
311-324	листопадне шуме→прелазно подручје шуме, жбуња и макија	3.215,2	45,0
324-311	прелазно подручје шуме, жбуња и макија→листопадне шуме	1.908,5	26,7
231-211	пашњаци→ ненаводњавано обрадиво земљиште	1.287,6	18,0
242-211	комплекси култивисаних парцела→ ненаводњавано обрадиво земљиште	144,8	2,1
222-211	воћњаци и плантаже зрнастог воћа→ ненаводњавано обрадиво земљиште	127,4	1,8
312-324	четинарске шуме→прелазно подручје шуме, жбуња и макија	98,2	1,4
242-112	комплекси култивисаних парцела→нецеловита урбана подручја	95,9	1,3
211-112	ненаводњавано обрадиво земљиште→ нецеловита урбана подручја	92,4	1,3
321-411	природна трава→копнене мочваре	86,3	1,2
231-512	пашњаци→водене површине	85,6	1,2
Укупно		7.141,9	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

Током периода 2006-2012. године променама намене земљишта на подручју Бачке било је захваћено 6.629,4 хектара (Табела 51). Од ове површине чак 5.392,4 ха (81,3%) обухватало је изражене промене у две класе: а) **класа листопадних шума је конвертована у класу прелазно подручје шуме, жбуња и макија** (2.865,7ха или 43,2%); б) **класа прелазно подручје шуме, жбуња и макија је променила намену, тј. конвертована у класу листопадне шуме**, са уделом од 2.526,7 хектара (38,1%). Остале конвертоване класе заузимају површину од 1.237,0 хектара (18,7%).

Табела 51. Конверзија земљишног покривача Бачке на десет најдоминантнијих класа од 2006-2012. године

CLC код	Опис	Конверзија (ха)	%
311-324	листопадне шуме→прелазно подручје шуме, жбуња и макија	2.865,7	43,2
324-311	прелазно подручје шуме, жбуња и макија→листопадне шуме	2.526,7	38,1
211-222	ненаводњавано обрадиво земљиште→воћњаци и плантаже зрнастог воћа	239,8	3,7
512-324	водене површине→ прелазно подручје шуме, жбуња и макија	200,6	3,0
321-211	природна трава→ненаводњавано обрадиво земљиште	200,3	3,0
231-211	пашњаци→ ненаводњавано обрадиво земљиште	172,4	2,6

411-512	копнене мочваре→водене површине	123,5	1,9
221-211	виногради→ ненаводњавано обрадиво земљиште	108,0	1,6
231-512	пашњаци→водене површине	100,1	1,5
222-242	воћњаци и плантаже зрнастог воћа→ комплекси култивисаних парцела	92,3	1,4
Укупно		6.629,4	100

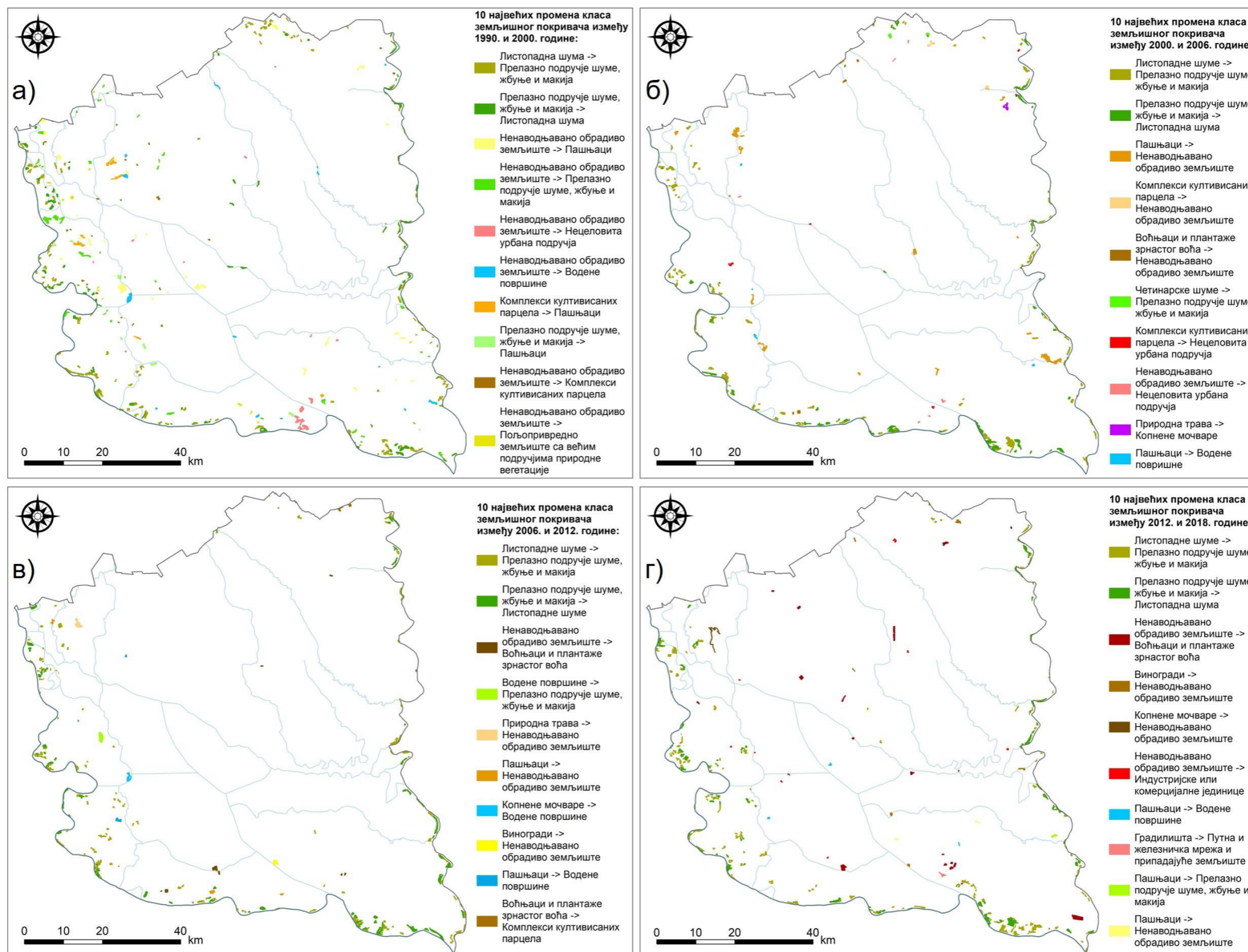
Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

У компарацији са интервалом 1990-2000. године промене у смислу пренамене земљишног покривача у Бачкој су током периода 2012-2018. године захватале другу по значају површину од 7.245,3 ха (Табела 52). Од анализираних укупних промена, конверзија земљишта је посебно изражена у две класе (5.729,7 ха или 79,1%), и то: а) **класа листопадних шума** је извршила конверзију у **класу прелазног подручја шуме, жбуња и макија** на површини од 3.287,6 хектара (45,4%) и б) **класа прелазно подручје шуме, жбуња и макија** је трансформисана у **класу листопадне шуме**, мањег просторног обухвата у односу на претходно конвертоване класе (површине од 2.442,1 ха или 33,7%). У преосталих осам класа променом намене земљишта у смислу конверзије је обухваћено 1.515,6 хектара (20,9%).

Табела 52. Конверзија земљишног покривача Бачке на десет најдоминантнијих класа од 2012-2018. године

CLC код	Опис	Конверзија (ха)	%
311-324	листопадне шуме→прелазно подручје шуме, жбуња и макија	3.287,6	45,4
324-311	прелазно подручје шуме, жбуња и макија→листопадне шуме	2.442,1	33,7
211-222	ненаводњавано обрадиво земљиште→воћњаци и плантаже зрнастог воћа	885,5	12,1
221-211	виногради→ ненаводњавано обрадиво земљиште	163,1	2,3
411-211	копнене мочваре→ ненаводњавано обрадиво земљиште	127,7	1,8
211-121	ненаводњавано обрадиво земљиште→ индустријске јединице	118,2	1,6
231-512	пашњаци→водене површине	62,0	0,9
133-122	градилишта→путна и железничка мрежа са припадујућим земљиштем	56,5	0,8
231-324	пашњаци→прелазно подручје шуме, жбуња и макија	51,6	0,7
231-211	пашњаци→ ненаводњавано обрадиво земљиште	51,0	0,7
Укупно		7.245,3	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података



Карта 19. Конверзија намене земљишта у Бачкој на примеру десет најдоминантнијих класа земљишног покривача током: а) 1990-2000. године, б) 2000-2006. године, в) 2006-2012. године и г) 2012-2018. године

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Пошто је период између детектовања CORINE промена (1990-2000) најдужи и обухвата промене у земљишном покривачу у интервалу од десет година па није попут осталих интервала дужине трајања од свега шест година, током наведеног интервала су очекиване и промене највећег интензитета (*Карта 19*). Разлог не представља искључиво дужи период даљинске детекције, већ и утицај социоекономских фактора на простору бивше Југославије деведесетих година прошлог века. Ово је у вези са грађанским ратом на овим просторима, који је узрок снажне емиграције популације српског порекла са територије данашње Хрватске и Босне и Херцеговине (БиХ). Значајан број српског становништва се населио на простору Бачке, као најближе територије због свог западног положаја у Републици Србији. Такође, услед неповољне економске и безбедносне ситуације, одређен број грађана је емигрирао у економски напредне европске државе. Испољени трендови су узрок експанзији урбаних подручја, напуштању обрадивих површина и дефорестацији (посебно у западним деловима Бачке где су повећане потребе становништва у дрвној маси за загревање и као грађевински материјал) (Кицошев, Бубало-Живковић и Ивков, 2006).

CORINE анализа у десет највећих промена класа земљишног покривача указује на карактер геопросторних промена током периода: а) 1990-2000, б) 2000-2006, в) 2006-2012. и 2012-2018. године (*Карта 19*). Подручја где су просторне промене током периода 1990-2000 године најизраженије су западни делови Бачке, у алувијалној равни Дунава. Промене су такође изражене у нижим деловима долине Дунава (у близини Новог Сада), у деловима Северне Бачке (Суботица), јужни делови Потисја. У централним и источним деловима Бачке евидентиране су просторне промене слабијег интензитета током анализираног интервала. Просторне промене мањег интензитета у односу на интервал 1990-2000. године су забележене због краћег интервала између два мерења и повољније социоекономске ситуације. Током интервала 2000-2006. године главне промене су присутне у јужном делу Бачке (Ковиљско-петроварадински рит). Промене су видљиве на северу и северозападу Бачке. Просторне промене су слабо изражене у Централној и Источној Бачкој, идентично трендовима у претходном интервалу (1990-2000). Узроци су слаба густина насељености у овим деловима Бачке, недостатак већих урбаних центара, густа речна и каналска мрежа, као и земљиште изузетног бонитета које се искључиво користи за пољопривредне намене. Трећи анализирани период (2006-2012) показује тренд смањења просторних промена у смислу конверзије земљишног покривача. У овом периоду су присутне најмање изражене промене; иако знатног мањег интензитета у компарацији са претходним периодима, просторне промене су најизраженије у Западној и Источној Бачкој, уз ток Дунава и бачко Потисје. Током овог интервала, интензитет урбанизације највећих урбаних агломерација Бачке се смањило, док су унутрашњи делови Бачке готово у потпуности без промена. Последњи анализирани период (2012-2018) се карактерише значајнијим променама у односу на интервал 2006-2012. године. Конверзија класа земљишта је и даље изражена на западу Бачке, посебно на подручју Ковиљско-петроварадинског рита (где су промене наглашеније у односу на претходни период); промене већег интензитета су испољене на простору централне Бачке.

На подручју истраживања пољопривредне површине показују апсолутну доминантност у односу на анализиране категорије коришћења земљишта (84,9% током 2018. године). Шуме су заступљене са 3,7%, док вештачке површине (целовита урбана подручја и индустријске јединице као доминантне категорије) заузимају 5,7% територије

Бачке. Добијени резултати на простору Бачке указују на нешто другачије трендове у начину коришћења земљишта на нивоу АП Војводине. У покрајини је 76% територије под пољопривредним обрадивим земљиштем, док је удео вештачких површина око 12%, што указује на интензивно коришћење земљишта (Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, 2011). Дакле, у компарацији са покрајином, у Бачкој је проценат искоришћености пољопривредног земљишта незнатно виши (8,9%), док је заступљеност вештачких површина у Бачкој скоро дупло нижа (6,3%) у односу на војвођански просек. Вељковић и сар. (2019) указују да у Републици Србији пољопривредне површине доминирају са више од 54,7% од укупне површине. Шуме и полуприродна подручја покривају скоро 39,9% државе (широколисне шуме – 27,0%), земљиште класификовано као вештачке површине покрива скоро 3,7% територије. Промене у Бачкој су још израженије у односу на национални ниво; тако, удео пољопривредних површина у Бачкој је већи у поређењу са површинама у Републици Србији за 1/3 (30,2%); са друге стране, пошумљеност у Републици Србији је виша за 36,2% у односу на Бачку, док је проценат вештачких површина у Бачкој нешто виши у односу на национални просек (2,0%). Дакле, идентификовани резултати на простору Бачке указују да пољопривредно земљиште са уделом од чак 84,9% представља природни ресурс који је од значаја за одрживу пољопривредну производњу и значајан фактор прехранбене сигурности државе (Шеварлић, 2015), што посебно долази до изражаја у компарацији на регионалном и националном нивоу.

У регионалним оквирима тешко је идентификовати рејоне са идентичним обрасцима у начину коришћења земљишта. Међутим, Источна Европа је током последња два века искусила неколико крупних социо-економских промена: дезинтеграцију Хабзбуршке монархије, Први и Други светски рат, успон и пад социјализма као и експанзију Европске уније према истоку. Ова регија је претрпела значајне промене у структури земљишног покривача и начину његовог коришћења (Gutman and Radeloff, 2017), па је динамика промена земљишног покривача ове европске регије најпогоднија за компарацију са интерпретираним резултатима на простору Бачке.

Grgić and Basic (2017) наводе да на територији Хрватске шуме и полуприродна вегетација, заједно са пољопривредним површинама, доминирају. Међутим, трендови промена у начину коришћења земљишта указују на повећање удела под вештачким површинама и смањење пољопривредних површина. Анализом CORINE промена у Чешкој, Vičík and Jeleček (2009) су посебно издвојили равничарске рејоне са стабилизацијом високог удела обрадивог земљишта; промене у намени земљишта су нарочито изражене у класи обрадивог земљишта које је конвертовано у земљиште под вештачким површинама. Са друге стране, рејони са умереним и високим променама у структури и смањењем удела пољопривредног земљишта (конверзија од обрадивог земљишта – природних трава – шума) и ниска пошумљеност се јавља у брдско-планинским подручјима.

Cegielska et al. (2018) су анализом CLC промена у одабраним подручјима Мађарске и Пољске (2000-2012) утврдили редукацију удела пољопривредних површина и повећање просторног удела вештачких површина, шума и полуприродне вегетације (промене у намени земљишта су интензивније у Пољској него у Мађарској). Проучавањем дугорочних трендова у начину коришћења земљишта у мађарском делу Панонске низије и историјској регији Моравска (Република Чешка), Lieskovský et al. (2018) су утврдили да су главни трендови у променама начина коришћења земљишта (1820-1980): експанзија урбаних и

вештачких површина, повећање површина под пољопривредним земљиштем и редукација површина под влажним стаништима. Kucsicsa et al. (2019) су праћењем CORINE промена у Румунији (1990-2006) утврдили да је највеће повећање површина забележено у следећим класама земљишног покривача: обрадиво земљиште, пашњаци и шуме, док су се површине под хетерогеним пољопривредним подручјима, површине под сталним усевима и земљиште под жбунастом и зељастом вегетацијом значајно смањиле. У смислу конверзија класа земљишног покривача, најважније промене су се оствариле у конверзији шума у пашњаке, пашњака у шуме и обрадивог земљишта у пашњаке (21,8% укупног подручја). Најмање промене су регистроване у транзицији сталних усева и пољопривредних површина у класу природних трава, као и конверзија природних трава у хетерогена пољопривредна подручја (0,1%).

Dražković et al. (2020) су идентификовали CORINE промене у Републици Српској, БиХ (2000-2018). Аутори су утврдили да су се површине под шумама и полуприродном вегетацијом повећале за 6,9%, док су се пољопривредне површине смањиле до 10,5%. Подручја под полуприродном вегетацијом су се шириле на подручја која су некада била под пољопривредним површинама. Највеће редукације су забележене у подручјима са природном вегетацијом, прелазним подручјем макије и шума, пашњацима, док највеће повећање површина бележе подручја под природним травама, земљишта са широколисном шумском вегетацијом и ненаводњавано обрадиво земљиште. Статистички најзначајније промене се односе на шуме, полуприродна подручја (конверзија од 56,8% до 73,6% укупних промена током периода) и пољопривредно земљиште. Вештачке површине се углавном конвертују у пољопривредно земљиште (од 61,6% до 92,7%). Интерпретирани резултати су међусобно тешко упоредиви, услед присуства различитих класа земљишта. И поред тога, у смислу упоредивости резултата уочавају се одређене сличности, па су промене највећег интензитета у категорији вештачке и пољопривредне површине, што је тренд промена актуелан и у Бачкој.

УТИЦАЈ ПЕДОЛОШКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Коришћење земљишта и промене у земљишном покривачу представљају универзални феномен који испољава утицај на глобалну климу, функционалност Земље и одрживи развој људског друштва од локалног према глобалном нивоу (Foley et al., 2005). Земљишни покривач и начин коришћења земљишта су два најважнија фактора која доприносе деградацији услова животне средине (Lambin et al., 2001). Циљеви одрживог развоја програма Уједињених нација (Агенда 2030) истичу „*одрживо управљање шумским ресурсима, борбу против дезертификације, смањење деградације земљишта и губитка биодиверзитета*“. Са порастом светске популације и тренутним нивоом употребе природних ресурса, антропогене активности у пољопривреди, индустрији, риболову и међународном саобраћају имају огроман утицај на трансформацију земљишта (нпр. преко шумарства, прекомерне испаше и урбанизације) (Grimm et al., 2008). Промене изазване деловањем човека узрок су фрагментацији предела, убрзавају деградацију земљишта и продукцију гасова са ефектом стаклене баште као и способност екосистема у омогућавању одрживог развоја људског друштва (Li et al., 2018).

Планирање одрживе пољопривредне производње у Бачкој је могуће на основу повољне структуре земљишног покривача. У аутоморфном реду земљишта чернозем заузима највећи ареал распрострањења (94,5%), што уз његов изражен природни бонитет и производна својства чини основу развоја пољопривреде и прехранбене индустрије Бачке. У оквиру хидроморфног реда три типа земљишта су од уједначеног значаја у пољопривредној производњи (ливадска и ритска црница, алувијална земљишта). У агроекономском смислу, хидроморфни ред са издвојеним типовима земљишта (солончак, солођ и солоњец) делује као лимитирајући фактор пољопривреде Бачке јер се ради о педолошким творевинама ограничене производне способности, уз неопходност примене одговарајућих мелиоративних мера.

У структури пољопривредних култура на простору Бачке доминирају жита. Кукуруз је заступљен на укупној површини од 231.054 хектара, нарочито у општинама: Сомбор (36.553 ha), Суботица (34.024 ha), Бачка Топола (23.020 ha) и Бачка Паланка (16.335 ha). Пшеница је култивисана на укупној површини од 116.641 ha; посебно се узгаја у општинама Бачка Паланка (23.019 ha), Сомбор (19.053 ha), Суботица (17.822 ha). Од индустријских биљака посебан значај имају соја, шећерна репа и сунцокрет. Соја је заступљена на површини од 111.076 хектара, нарочито у следећим општинама: Бачка Паланка (14.661 ha), Бач (13.547 ha) и Србобран (11.735 ha). Површине под шећерном репом у Бачкој износе 38.176 ha; посебно се у укупној структури површина издвајају општине: Сомбор (8.468 ha), Кула (4.739 ha) и Врбас (4.654 ha). Укупне површине под сунцокретом износе 37.221 хектара. Општине у Бачкој где је ова пољопривредна култура најзаступљенија су: Сомбор (8.364 ha), Суботица (7.485 ha) и Бачка Топола (4.917 ha). Од крмног биља посебно се издваја узгој луцерке (9.102 ha), нарочито на подручју општине Суботица (2.022 ha), што чини 22,2% укупне производње ове пољопривредне културе (Попис пољопривреде 2012, 2013).

Бачка представља високо развијени пољопривредни рејон и значајну житницу у АП Војводини и Републици Србији. Пољопривредно земљиште представља један од основних облика природног богатства овог подручја. Такође, величина, структура и основна својства земљишта представљају услов за структуру и квалитет пољопривредне производње (Тот и Батинић, 2011). Прехрамбена индустрија представља традиционално важну грану националне економије и заједно са пољопривредом у структури бруто-домаћег производа (БДП) учествује са 13%. Развој прехранбене индустрије у Бачкој је у тесној вези са индустријском револуцијом у Аустро-угарској осамдесетих година XIX века. Прерада пољопривредних производа и производња хране (млинови, пиваре и шећеране) представљале су основ индустријске производње. Посебно је била заступљена и развијена млинска индустрија широм Бачке (Stojanović i Janjušević, 2018). Данас, сходно локационим условима (близина сировинске базе и близина тржишта – већих градова), водећи центри прехранбене индустрије су већи градови Бачке – Суботица, Црвенка, Врбас, Сомбор и Нови Сад (Буквић и сар., 2018). Истакнуте чињенице указују на изузетну искоришћеност земљишта као пољопривредног ресурса и његов значај за потребе исхране становништва тј. осигурања његове биолошке егзистенције. Значај Бачке као пољопривредног рејона у регионалним оквирима илуструје податак да пољопривредне површине у Европској унији заузимају свега 40% територије, што је око два пута мање у односу на Бачку; чак су и површине под ненаводњаваним обрадивим земљиштем (46%) за 1/3 мање у компарацији са Бачком (ЕЕА, 2017).

Знатан удео пољопривредних површина у интеракцији са земљиштем изузетне фертилности формирало је просечну цену парцела у Бачкој (Прилог 11). Тако је, просечна цена по хектару ораница у Бачкој око 10.000 евра. Осим издвојених фактора, на формирање просечне цене земљишта на тржишту утиче и демографски фактор, тј. густина насељености Бачке. Она износи 110,6 становника/km² и виша је у односу на војвођански просек (89,8 становника/km²), што утиче у економском смислу, на повећану потребу за плодним, обрадивим земљиштем (Попис становништва, домаћинства и станова 2011. у Републици Србији, 2014). На основу Анкете о структури пољопривредних газдинстава (2018) издвојене су две категорије пољопривредног земљишта: *коришћено* и *некоришћено пољопривредно земљиште*. На простору Бачке површине под *коришћеним пољопривредним земљиштем* заузимају 591.332 ha (77,5%) у односу на укупно расположиво земљиште пољопривредних газдинстава⁹ (763.423 ha). Посматрано по управним окрузима у Бачкој, највеће површине под наведеном категоријом земљишта су у Јужнобачком (273.729 ha), потом у Западнбачком (178.314 ha) и Севернобачком округу (139.289 ha). *Некоришћено пољопривредно земљиште* у Бачкој се налази на површини од свега 23.579 ha (3,1%); највеће површине под овом категоријом су у Западнбачком (9.720 ha), Јужнобачком (9.420 ha), док су најмање површине на територији Севернобачког округа (4.439 ha). Сходно томе, на основу наведених статистичких параметара одрживост пољопривредне производње у Бачкој се не може довести у питање.

Оранице најскупље у Бачкој

Цене хектара у деловима Војводине и даље расту, али то није у вези искључиво с квалитетом пољопривредног земљишта



(Фото А. Басмилић)

Највише уговора о трговини непокретностима, у првих шест месеци ове године, потписано је у Војводини – 36 одсто. Пољопривредно земљиште у првој половини године чинило је 20 одсто тих трансакција, показују недавно објављени подаци Републичког геодетског завода (РГЗ). У односу на исти период прошле године вредност тржишта пољопривредног земљишта увећана је са 72 милиона евра на око 87,6 милиона евра, а највише просечне цене достигао је хектар у Бачкој. Тиме је наставаљен тренд непрестаног раста цена ораница у Војводини. У неким регионима од 2016. цене пољопривредног земљишта веће су и 20 одсто, а до плодних ораница у околини Новог Сада, где парцеле коштају право богатство, све је теже доћи. Насупрот овоме, цене у источној Србији стагнирају и знатно су ниже него на северу земље, у неким случајевима и троstrуко. Према последњим званичним подацима, максималне цене у Србији за пољопривредно земљиште забележене су у Сиригу и на Ченеју. У Сиригу је за хектар и 12 ари њиве плаћено 42.500 евра, а на Ченеју 35.187 за хектар и 35 ари. Ипак, реч је о екстремно високим трансакцијама. Како преноси новосадски „Дневник“, највиша просечна цена пољопривредног земљишта у Војводини, у првој половини године, забележена је у јужнобачкој области и износила је просечно 9.950 евра за хектар. У том делу Војводине купљено је 814 њива, а максимална постигнута цена била је чак 21.800 евра по хектару.

Просек цене земљишта одређује се на основу уговора (често су званично више) па познатоци тржишта кажу да их, ипак, треба узети с резервом. Према нашем ранијем истраживању, оквирни просек за Војводину, тачније Бачку, износи око 10.000 евра по хектару.

Али није поједнако цењена у свим деловима покрајине јер је просечна цена у јужнобачкој области била најнижа у Војводини и износила је 6.100 евра по хектару. Због чега постоји толика разлика у ценама плодне војвођанске земље? Да ли је реч о неједнаком квалитету или закон понуде и тражње у Бачкој диже цене у небо?

Стручњаци с којима смо разговарали напомињу да велике ценовне разлике немају толико везе с квалитетом пољопривредног земљишта, колико на њих утичу неки други фактори. Међу њима, највише демографски, односно насељеност регија.

– У Бачкој није толико квалитетнија земља, поготово за ратарство, колика је разлика у ценама. И на самој мапи се може видети колика је раздаљина између села у различитим деловима Војводине. Далеко мање људи живи у регијама где је јефтинија земља. У Банату, рецимо, има доста пољопривредног земљишта прве класе, али свеукупно цена је знатно нижа него у Бачкој јер је мања потражња – каже саговорник „Политике“, чија је ука специјалност проучавање квалитета земљишта.

Он напомиње да су парцеле у близини ауто-пута и индустријских зона у развијенијим градовима скупе, без обзира на квалитет тла.

Он ипак изузима одређена подручја која су дигла просечну цену земље – јужне падине Фрушке горе, где су последњих година никле плантаже воћа. Власници малих парцела сада спекулативно дижу цене јер велики произвођачи проширују засаде и вероватно су спремни да плате.

Наш саговорник напомиње да у централној Србији има квалитетнијег и много погоднијег земљишта за повртарство, али у Војводини има крупнијих поседа и земљиште је интересантно онима који желе да уђу у производњу на велико.

– Ако неко жели да купи сто хектара у околини Лесковца, таквих парцела нема. У том смислу је Војводина интересантна јер су површине још колико-толико укрупњене. У јужној Србији је земљиште уситњено – објашњава наш саговорник.

Прилог 11. „Оранице најскупље у Бачкој“ – новински чланак у дневном листу „Политика“, 08.09.2019. године

Извор: <https://www.politika.rs/sr/clanak/437401/Oranice-najskuplje-u-Backoj>

⁹Укупно расположиво земљиште је површина земљишта – пољопривредног коришћеног, пољопривредног некоришћеног, шумског и осталог земљишта, изражена у хектарима за свако домаћинство које поседује земљиште, без обзира да ли је оно искоришћено или не, и да ли наведено домаћинство поседује газдинство (Анкета о структури пољопривредних газдинстава, 2018).

Контаминација земљишта различитог порекла представља ограничавајући фактор у одрживој пољопривредној производњи. Садржај тешких метала на пољопривредним и непољопривредним земљиштима Бачке у оквиру дозвољених вредности, уз рационалну примену контролисане агротехнике, омогућава високе и стабилне просечне приносе као и здравствено-еколошки безбедну храну. Повећана продукција отпада на националном нивоу као и свега три депоније регионалног карактера у Бачкој представљају потенцијални еколошки проблем. Имајући у виду да је концентрација санитарних депонија и сметлишта у Бачкој у близини саобраћајница, где је лоцирано плодно обрадиво земљиште, проблем постаје још израженији. Пошто су санитарне депоније и сметлишта најчешће смештени у руралним пределима Бачке, постоји проблем у редовном и континуираном одношењу отпада, а потребно је узети у обзир и низак ниво еколошке свести становништва у сеоским подручјима. Проблем примене пестицида је посебно изражен – скоро 2/3 територије Бачке је третирано овим заштитним средствима. Осим контаминације обрадивих површина, нарочити проблем представља њихова перзистентност¹⁰. Она је посебно изражена код органохлорних једињења (DDT) чији су остаци детектовани у Бачкој; њихов биолошки полувек разградње у земљишту се мери годинама.

На основу CORINE програма као метода даљинске детекције детектоване су педолошке промене животне средине у Бачкој. Најважнији закључци се односе на промене укупне структуре педолошког покривача Бачке (1990-2018), потом промене у смислу конверзије десет најдоминантнијих класа земљишта као и на просторну компоненту промена током анализираног периода. Од укупно пет категорија и 26 класа коришћења земљишта, посебно се истиче повећање удела површина у категорији вештачке површине (нецеловита урбана подручја и вештачке јединице). У категорији пољопривредне површине, површине под ненаводњаваним обрадивим земљиштем нису редуковале свој удео, што указује на одрживост пољопривредне производње засноване на земљишном покривачу као природном ресурсу. Класа воћњаци и плантаже зрнастог воћа су до 2018. године повећале површину за близу 4.000 хектара (у односу на референтну 1990. годину). Површине под култивисаним парцелама су искусиле најинтензивније промене (редукција површина од око 21.000 хектара у односу на референтну годину). У осталим категоријама земљишног покривача неопходно је указати на класу листопадних шума у категорији шуме и полуприродна вегетација. Редукција удела површина под наведеном класом указује на тренд дефорестације на простору Бачке. Педолошке промене са аспекта конверзије класа земљишног покривача у Бачкој су најизраженије током 1990-2000. године и са аспекта укупних површина и удела класа захваћених конверзијом. Повољна је чињеница да су конверзије класа земљишног покривача посебно изражене на релацији пољопривредне површине – шуме и полуприродна вегетација, тако да нису у већој мери изражени угрожавајући фактори попут конверзије земљишта у вештачке површине. Картирањем педолошких промена на основу CORINE номенклатуре уочава се идентичан образац промена (промене су најизраженије током 1990-2000. године).

Широк дијапазон фактора је одговоран за промене у намени земљишног покривача и састоји се од политичких одлука удружених са економским, технолошким, демографским

¹⁰Перзистентност представља способност задржавања тј. брзина којом пестициди ишчезавају из земљишта. Из практичних разлога одређује се биолошки полувек – време неопходно да иницијална концентрација пестицида опадне на 50%. На основу перзистентности, пестициди су класификовани у четири класе: а) високо перзистентни (>6 месеци), б) перзистентни (3-6 месеци), в) умерено перзистентни (1-3 месеца) и г) ниско перзистентни (<1 месец) (Шовљански, 1993).

и природним чиниоцима. Политички и институционални инструменти су директно укључени у начин коришћења земљишта и промене у земљишном покривачу, чији се утицај првенствено испољава у својинском праву и начину доношења одлука приликом управљања природним ресурсима (Lambin et al., 2003). Тако, структура земљишних поседа на простору Бачке уочи спровођења аграрне реформе у Краљевини Срба, Хрвата и Словенаца (1919. године) показује доминантну улогу поседа ситне и средње величине: „у Бачкој велики поседи физичких лица, општински, државни и црквени, заузимали површину од 288.120 ha, а ситни и средњи поседници имали су у свом власништву 748.108 ha“ (Дракић, 2014). Промене у начину коришћења земљишта у Војводини након Другог светског рата (1945-1953) су биле узроковане колективизацијом, индустријализацијом пољопривредне производње и урбанизацијом, са ограниченом површином земљишног поседа (ситни поседи реда величине до 7,5 ha). Земљишни поседи у приватном власништву су национализовани и проглашавани за државно власништво. Колективизација и индустријализација су утицали на повећање величине земљишног поседа (50-100 ha), што је била идентична ситуација и у осталим источноевропским државама социјалистичког друштвено-економског уређења (Милошевић, 2015). Током транзиције, приватизација земљишних поседа током периода колективизације је зависила од воље политичких елита. Данас, индивидуална газдинства не могу бити површине већа од 10.000 хектара (Galic et al., 2009).

Педолошке детерминанте испољавају ограничавајући утицај на одрживи развој подручја истраживања са аспекта: урбанизације и индустријализације, напуштања пољопривреде и дефорестације. Урбанизација показује континуирани тренд раста (1990-2018), што је у корелацији са повећањем бројности популације и одрживим економским растом Бачке. Ostoјић, Fekete and Mesaroš (2019) указују да је најинтензивнија експанзија урбанизације и урбаног начина живота забележена на периферији већих градова: Новог Сада, Суботице и Сомбора, док су рурална подручја претрпела најмање промене. Развој индустријског и комерцијалног сектора, као и пратећих инфраструктурних система, постаје интензивнији пошто се услови инвестирања побољшавају на националном нивоу; ради се о околностима које утичу на економски развој, проширење постојећих и развој нових пословних прилика (Vujadinović, Šabić and Gajić, 2016).

Тренд напуштања пољопривреде се може приметити на основу редукције култивисаних парцела, иако ненаводњавано обрадиво земљиште представља и даље доминантну класу земљишта на простору Бачке. Фактори који утичу на интензитет промена у намени земљишта Бачке су представљени даљим уситњавањем пољопривредних газдинстава и проблемом демографског старења пољопривредног становништва. Удео пољопривредног становништва у укупном становништву Војводине је испод 11%. По једном становнику присутно је свега 0,88 хектара пољопривредног земљишта или 0,78 хектара оранице. Имајући у виду да је просечна величина газдинства око 3,6 хектара обрадивог земљишта, може се сумирати да Војводина има веома неповољну структуру земљишта (Novković, Mutavdžić i Vukelić, 2013). Војводину карактерише дугорочна тенденција смањења младог и повећања удела старог становништва. На простору Бачке највећу просечну старост имао је Западно-бачки округ (41,6 година), односно за 1,5 година већу старост од становништва АП Војводине. Потом следе Северно-бачки округ (40,5 година) и Јужно-бачки округ, са 39,2 године (Ђурђевић, Арсенић и Цветановић, 2009). Према томе, мала величина земљишних поседа у комбинацији са знатним уделом старачких

домаћинства представљају економско-демографску компоненту чија је главна последица напуштање пољопривредних површина.

Тренд смањења површина под шумским покривачем, нарочито у класи листопадних шума представља индикатор дефорестационих промена. Такође, просторна дистрибуција постојећег шумског покривача је изразито неповољна пошто је на простору Суботичко-хоргошке пешчаре и уског појаса уз Дунав и Тису сконцентрисано више од 90% шумског потенцијала Бачке. Са друге стране, планирано повећање пошумљености у АП Војводини на око 12% површина предвиђа оснивање преко 100.000 ha нових различитих облика шума и заштитног зеленила, углавном на ниско продуктивним и земљиштима нижих категорија, што може представити лимитирајући фактор у дугорочном пошумљавању Бачке (Орловић и Томић, 2011).

Детерминисани резултати истраживања педолошких промена на основу CORINE програма и примене ГИС технологије значајни су због визуелизације промена о начину коришћења земљишта (структуре и конверзије земљишног покривача) као и просторне дистрибуције ових промена. Резултати се могу искористити са аспекта валоризације и планирања најоптималнијег начина коришћења земљишта, нарочито за потребе одрживе пољопривредне производње, посебно имајући у виду агрономски значај Бачке у границама Војводине и у Републици Србији. Уколико се недостаци (минимално подручје картирања је 25 ha) и могуће грешке CORINE базе података током интерпретације сателитских снимака занемаре, употребљена методологија може представљати поуздано средство у мониторингу и квантификацији временско-просторних промена у начину коришћења земљишта на националном и регионалном нивоу (Stojković, 2017). Такође, у будућим истраживањима адекватан корак би представљао моделирање сценарија у начину коришћења земљишта ради дугорочног мониторинга динамике промена применом CLUE модела (Verburg et al., 2002).

БИОТИЧКЕ ДЕТЕРМИНАНТЕ

Међу неколико еколошких изазова са којима се суочава човечанство, посебну улогу има губитак биодиверзитета, са неизвесним последицама. Из овог разлога, намеће се потреба друштва да савремену кризу биодиверзитета објасни на научно верификован начин и предложи решења мултидисциплинарног карактера (Borda-de-Água, 2019). Програм Уједињених нација за животну средину – Конвенција о биолошкој разноврсности (UNEP, 1992) дефинише биодиверзитет као „*варијабилност између живих организама, укључујући, између осталог терестричне, маринске и остале акватичне екосистеме, као и еколошке комплексе чији су интегрални део; ово укључује разноврсност на специјском тј. нивоу врста, као и између врста и екосистема.*“ Слично томе, али јаснијим прецизирањем различитих нивоа разноликости унутар врсте, Beumer and Martens (2013) дефинишу наведени термин као: „*разноликост животних форми, еколошку улогу коју поседују и генетички диверзитет који садрже на свим нивоима биолошког система (нпр. молекуларном, нивоу организма, популације, врсте или екосистема)*“.

БИОДИВЕРЗИТЕТ БАЧКЕ

На основу биогеографске рејонизације Србије (Стевановић, 1995) простор Бачке одликују елементи који припадају **средњеевропском и понтском биогеографском региону**. У оквиру средњеевропског региона издваја се *панонска* провинција коју карактеришу екстразоналне мезофилне шуме храста китњака и граба и букове шуме, шуме храста лужњака и пољског јасена, као и поједине ливадске заједнице у долинама равничарских река. Понтски биогеографски регион у границама Бачке је представљен *панонском провинцијом*, коју одликује другачији састав фитоценоза. Овде доминирају степски, шумо-степски, пешчарски и слатински екосистеми (Миленковић и сар., 2018). Некадашња степа трансформисана је у агрокултурни предео где се налазе изоловани остаци природних станишта, која су у великој мери изложена фрагментацији (Родић и Павловић, 1994). Услед интензивне култивације обрадивих површина флористички и фаунистички састав биоценоза Бачке је током XIX и XX века претрпео интензивне промене. Пространства под самониклом вегетацијом (шумски комплекси, трстици, шеваришта, травнате површине) своје место постепено уступају култивисаним биљкама (житне културе, индустријско и крмно биље, воћњаци и др.). Шумске формације се на простору Бачке врло ретко јављају у чистим састојинама. Углавном су присутне мешовите шуме – храст (*Quercus robur*), врба (врсте из рода *Salix L.*), липа (врсте из рода *Tilia L.*), багрем (*Robinia pseudoacacia*), буква (*Fagus sylvatica*), цер (*Quercus cerris*), бели (*Carpinus betulus*) и црни граб (*Ostrya carpinifolia*), брест (врсте из рода *Ulmus*), бели (*Fraxinus excelsior*) и црни јасен (*Fraxinus Ornus*). Изузетак су чистије храстове шуме у околини Бачког Моноштора и багремове шуме у Суботичкој пешчари. Барску вегетацију чине шаш (врсте из рода *Carex*), рогоз (*Typha latifolia*), трска (*Phragmites communis*), дрезга (*Ceratophyllum demersum*), бели (*Nymphaea alba*) и жути локвањ (*Nuphar lutea*). Ипак, првобитна самоникла вегетација се задржала само на мањим површинама, углавном на оним које нису погодне за обраду (Прентовић и Драгин, 2006). Мелиоративни радови су утицали на ишчезавање

влажних станишта. Некада разноврсна фауна мочварних птица веома је проређена тј. многе врсте су ишчезле или су пред нестајањем са ових простора - пеликан (род *Pelecanus*), лабуд (*Cygnus olor*), ждрал (*Grus grus*), велика бела чапља (*Egretta alba*), дивља гуска (*Anser anser*). Истовремено, задржали су се добри услови за птице култивисаних површина - ђубаста шева (*Galerida cristata*), препелица (*Coturnix coturnix*), фазан (*Phasianus colchicus*), глодаре попут текунице (*Spermophilus citellus*), хрчка (*Cricetus cricetus*) и зеца (*Lepus europaeus*). Од сисара ишчезлих са простора Бачке вредно је поменути лоса (*Alces alces*) и дабра (*Castor fiber*). У фауни Бачке су најзаступљеније следеће врсте дивљачи: европски јелен (*Cervus elaphus*), срна (*Capreolus capreolus*), дивља свиња (*Sus scrofa*), лисица (*Vulpes vulpes*), дивља мачка (*Felis silvestris*), твор (*Mustela putorius*), видра (*Lutra lutra*), хермелин (*Mustela erminea*), ласица (*Mustela nivalis*), веверица (*Sciurus vulgaris*), сиви пух (*Glis glis*), јазавац (*Meles meles*), куна златица (*Martes martes*), куна белица (*Martes foina*), сова ушара (*A. Otus*), сова кукумавка (*Athene noctua*), јастребови (*Accipiter gentilis*), дивљи голуб (*Columba palumbus*), детлићи (*Picidae*), врана (*Corvidae*), сврака (*Pica pica*), шљуке (*Gallinago Gallinago*), грлица (*Streptopelia turtur*), фазан (*Phasianus colchicus*), пољска јаребица (*Perdix perdix*), препелица (*Coturnix coturnix*), дивље гуске (*Anser anser*), дивље патке (*Anas platyrhynchos L.*), барска кокица (*Gallinula chloropus*), гњурци (*Podicipediformes*), црна (*Ciconia nigra*) и бела рода (*Ciconia ciconia*), сиве чапље (*Ardea cinerea*), галебови (*Larus ridibundus*), кукавице (*Cuculus Canorus*), водомари (*Alcedo Atthis*), пупавци (*Eropa Upus*) и др. (Станковић и сар., 1991).

У биогеографском смислу, простор Бачке заузима гранични положај између зоне средњеевропских листопадних шума и континенталних степа, где разлике у локалним условима чине битан фактор у развоју шумске или степске вегетације. Због утицаја суседних биогеографских региона, већина станишних типова показује висок степен диверзитета на нивоу врста (нпр. степске и шумостепске заједнице). Релативно сложена геоморфолошка грађа простора условила је богатство и разноврсност станишта мозаичног распореда. Због утицаја суседних биогеографских региона, већина станишних типова показује висок степен диверзитета на нивоу врста (нпр. степске и шумостепске заједнице). Очување разноврсности станишта постиже се формирањем мреже заштићених подручја, где су заступљена: а) шумска, б) влажна, в) пешчарска, г) слатинска и д) степска станишта. Шумска вегетација Бачке се према условима на станишту и геоморфолошким приликама категорише у две зоне: азоналне хигрофилне шуме у алувијалним равнинама равничарских река и мешовита шумо-степска вегетација. У периоду индустријализације и интензивирања пољопривреде, спровођени су обимни хидромелиоративни радови. Некада простране шуме алувијалних равни, обрасле од пионирских малата врбе до развијених храстових шума, сведене су на уски појас између речног тока и одбрамбених насипа. Тиме су, поред исконске степе, у пољопривредно земљиште конвертована и најплоднија шумска станишта. Ритске шуме данас доминирају у укупној површини заштићених подручја на територији Бачке (Прилог 12). Иако је знатан удео ритских шума Бачке обухваћен заштитом, услед фрагилности и значаја ових екосистема и даље се као приоритети у заштити природних ресурса намећу овакви типови станишта. На подручју Суботичке пешчаре развила су се прелазна станишта која обухватају мешовиту шумо-степску вегетацију. Иако су заштићена, ова станишта далеко су од оптималног стања неопходног за опстанак темељних природних вредности. Удео шума у природном и блиско природном стању на Суботичкој пешчари је око 6%. Конверзијом засада багрема и црног бора, као и мерама активне заштите неопходно је реконструисати природни мозаик шумо-степске вегетације. Саставни део овог процеса

је обезбеђивање природних дистурбација и сузбијање инвазивних врста (Пањковић и Стојнић, 2011).



Прилог 12. Комплекс ритских шума на подручју СРП „Горње Подунавље“

Извор: <http://www.pzzp.rs/rs/sr/zastita-prirode/podrucja-od-medunarodnog-znacaja/srp-gornje-podunavlje.html>

Влажна станишта Бачке представљају подручја која су под режимима заштите од стране Рамсарске конвенције (The Convention on Wetlands). На дефинисаном подручју истраживања, Рамсарским подручјима припадају СРП „Горње Подунавље“, СРП „Ковиљско-петроварадински рит и СРП „Лудашко језеро“ (Прилог 13) (<https://www.ramsar.org/wetland/serbia>).



Прилог 13. СРП „Лудашко језеро“ као пример влажних станишта Бачке

Извор: <http://www.pzzp.rs/rs/sr/zastita-prirode/podrucja-od-medunarodnog-znacaja/srp-ludasko-jezero.html>

Основни циљ Рамсарске конвенције представља конзервација мочварних станишта на међународном, регионалном и локалном нивоу, чиме се даје допринос остваривању еколошке компоненте концепта одрживог развоја. У орнитолошком смислу, ова подручја представљају станишта за птице мочварице. Међутим, ова подручја су угрожена услед неадекватних мелиоративних мера (одводњавања и исушивања), загађивања, али и услед прекомерне експлоатације врста које их настањују. У оквиру Рамсарске конвенције дефинисан је и тзв. Мали рамсарски фонд чија је главна улога финансирање заштите влажних станишта мочварног типа у државама у развоју. Тако је, средствима овог фонда финансиран пројекат „Ревитализација влажних ливада Лудашког језера“, који је у потпуности реализован. На националном нивоу, тренутно стање Рамсарских подручја Бачке и Војводине као и очекиване будуће промене су анализирани у оквиру пројекта „Инвентар мочварних и других водених станишта у Србији“. Инвентаризација је обухватила идентификовање влажних станишта и њихових одлика. Овим поступком израђена је прелиминарна листа око 120 влажних станишта акватичних екосистема, са просторним обухватом дефинисаног заштићеног подручја, морфолошким, физичко-географским и биолошким карактеристикама, статусу заштите и значају. Уједно је извршена и валоризација заштићених подручја, што је основа у утврђивању приоритета за номиновање на Рамсарску листу мочварних подручја од међународног значаја и израду Акционог плана о очувању мочварних подручја и водених станишта на територији Републике Србије (Пантовић и Дучић, 2009). С обзиром да се од десет заштићених Рамсарских подручја на територији државе, готово 1/3 заштићених природних добара простире на подручју Бачке (Белиј, 2017), истакнуте чињенице добијају на значају.

Пешчарска станишта на простору Бачке су током последња два века претрпела значајне промене (Прилог 14). Следећи фактори су довели до деградације аутохтоне степе: а) конверзија исконске степе у обрадиво земљиште и формирање карактеристичног агрокултурног предела, б) прекомерна испаша, в) преоравање без примене одговарајућих антиерозивних мера, што је узрок ерозији земљишта јаког интензитета. Планско пошумљавање Суботичко-хоргошке пешчаре је током XVIII и XIX века имало за циљ стабилизацију живог, покретног песка.



Прилог 14. Фрагменти шумске вегетације на простору Суботичко-хоргошке пешчаре

Извор: <http://www.pzpzp.rs/rs/rs/zastita-prirode/zasticena-podrucja/predeli-izuzetnih-odlika-pio.html>

Рецентни агрокултурни предео одликују монокултуре алохтоних врста, док су остаци природних станишта очувани на ливадским и пашњачким површинама. Присутна је изражена фрагментација природних станишта у оквиру заштићених подручја, микростаништа флористичких ендемита често не прелазе величину од 0,01 ha. Међутим, у овом типу станишта присутан је сукоб економских бенефита, са једне и одрживог газдовања шумским ресурсима, са друге стране. Присутна је деградација вегетационог покривача због забране испаше на травнатим стаништима. На бројним локацијама долази до ширења бора и багрема, из засада на природна станишта, а монокултуре доприносе ширењу и случајно интродукованих инвазивних врста (нпр. *Asclepias syriaca*, *Ailanthus glandulosa*) које директно угрожавају остатке природних станишта. Гајење бора под екстремним климатским условима повећава ризик од шумских пожара на пешчарама. Последице одводњавања Суботичке пешчаре изискују повећану потребу заливања, што се задовољава коришћењем квалитетне воде за пиће из дубљих слојева, угрожавајући тако ресурсе воде за пиће. Неопходно је преиспитати економску оправданост интензивног коришћења пешчарских станишта, у смислу одрживог шумарства и пољопривреде (Сабадош и сар., 2011).

Слатине обухватају станишта са одређеном концентрацијом соли у земљишним творевинама халоморфног реда где су на основу типологије земљишта на подручју Бачке заступљене континенталне слатине чију специфичност чине халофитске фитоценозе. Континенталне слатине и на њој формирана вегетација чине тип интразоналне вегетације чија еволуција зависи од хидролошких услова и локалних карактеристика земљишта. Вегетација која је развијена на континенталним слатинама се карактерише израженом фрагментарношћу предела и сменом вегетацијских типова услед неуједначене концентрације соли и хидролошких прилика (Луковић, 2019). Континентални слатински екосистеми имају широку распрострањеност на подручју Панонског биогеографског региона у на основу Директиве о стаништима (Council Directive 92/43/EEC) припадају стаништима од приоритета, где су диверзификоване панонске слане степе и ливаде са вегетацијом класе *Festuco-Puccinellietea* и панонске слане мочваре класе *Therosalicornietea* (Прилог 15). Слатинска станишта припадају категорији фрагилних и јако угрожених станишта, нарочито јер су ове формације расцепкане, фрагментарне и мозаичне дисперзије (Melečková et al., 2014). Халофитски флорни елементи и вегетација су под изразитим антропогеним утицајима, који се испољавају стварањем дренажних канала за потребе хидромелиоративних радова, променом водног режима, трансформацијом слатинског земљишта у обрадиво земљиште, интензивном испашом, интродукцијом алохтоних (инвазивних) врста, урбанизацијом (Ранђеловић и Златковић, 2005). Кицошев, Туцаков и Ковачев (2012) су указали да значајан чинилац у заштити слатинских станишта представља контрола сезонских колебања нивоа подземних и површинских вода, као и природна динамика водног режима и концентрације соли у земљишту. Такође, повећана концентрација слатких вода у поменуте екосистеме би довело до губитка соли и слатине би тиме изгубиле статус значајних природних вредности.



Прилог 15. Слатинска ливада

Извор: Аутор на основу Пањковић, Б. и Стојнић, Н. (2011)

Аутохтона степска станишта бачког дела Панонске низије у највећој мери су присутна на лесним заравнима и лесним терасама. Диверзитет вегетационог покривача употпуњују степска станишта формирана на песковитом земљишту. Посебност јој пружају ендемичне и угрожене биљне врсте реликтне ксеротермне степе. На степским стаништима Бачке (Суботичко-хоргошка пешчара) јављају се врсте попут гороцвета (*Adonis Vernalis L.*, *e*), црвене стежице (*Alkanna Tinctoria L.*), шафрањика (*Bulbocodium Versicolor*), пругасти шафран (*Crocus Variegatus*), ковиље (*Stipa Jioannis*) (Вујасиновић и сар., 2011). Степа је природни биљни покривач на земљишту типа чернозема која је изузетно повољна за пољопривредну производњу, што је довело до уништавања и преко 99% степске вегетације на лесном платоу Бачке. Степска вегетација се очувала на малим, изолованим површинама унутар аграрног окружења или на малим узвишењима пространих слатина. Стабилност сложене степске заједнице доприноси очувању диверзитета и на малим остацима. На запуштеним фрагментима, величине свега 0,2 – 5 ha јавља се исти или чак већи број угрожених врста, него на целинама између 10 – 30 ha, на којима се континуирано врши испаша. Због екстремно малих површина и изузетно неповољних облика фрагмената степски остаци су изложени свим негативним утицајима окружења. Административном регулативом у заштити степских станишта на подручју Бачке се може спречити њихово директно уништавање и регулисати коришћење, али негативни утицаји антропогеног окружења су и даље актуелни. Неопходно је иницирати пренамену аграрних површина ради формирања заштитног појаса око природних станишта и издвајања еколошких коридора. Поред заштитне улоге, овај појас може да задовољи и делатности локалног становништва (одрживи туризам, рекреација, лов) (Пањковић и Стојнић, 2011; Сабадош и сар., 2011). У том контексту, одређени кораци су већ направљени. Тако је, 2012. године проглашен специјални резерват природе (СРП) „Тителски брег“ (Службени гласник РС, 2012в). На подручју средње бачке лесне заравни (сливно подручју Криваје) 2014. године је проглашен парк природе (ПП) „Бачкотополске долине“. На овај начин су у јединствену локалну еколошку мрежу повезана изолована степска подручја, и спречена њихова даља фрагментација (Сабадош и Галамбош, 2015).

Угрожавајући фактори биодиверзитета Бачке

Фактори који испољавају свој утицај на биодиверзитет Републике Србије, у смислу његовог угрожавања и редуковања, у већем или мањем обиму утичу на разноврсност станишта, као и флористички и фаунистички састав Бачке. Директни фактори нестајања, деградације и фрагментације станишта укључују:

1. конверзију аутохтоних станишта;
2. фрагментација станишта;
3. измену природних водотокова;
4. утицај климатских промена;
5. интродукцију инвазивних врста и
6. загађење.

Конверзија земљишта за различите потребе вероватно је најзначајнији појединачни фактор одговоран за угрожавање врста у Бачкој. Овде је земљиште у прошлости превођено у пољопривредне, комерцијалне и стамбене сврхе. Ширење насеља и инфраструктуре у другој половини XX века је довело до смањења површине ливада за 30,16% и пашњака за 40,32%. Пораст обрађених површина у односу на средину XX века је мали, али се одвијао конверзијом око 36.000 ha природног станишта (претежно ливада) у обрадиво земљиште. Упоређујући стање са суседном Мађарском, типичним представником Панонског биогеографског региона, проценат обрађених површина је највећи у Војводини. Конверзија аутохтоних станишта је изражена у осетљивим екосистемима, као што су степе и слатине. Нажалост, не постоји систематско праћење ових феномена тако да је тешко проценити у којој мери су се аутохтона станишта изменила или нестала (Радовић и сар., 2011; Пањковић и Стојнић, 2011). Промена намене земљишта укључује и исушивање влажних станишта. У циљу добијања нових обрадивих површина у Бачкој, спроведене су мелиорационе мере које су довеле до исушивања алувијалних равни Дунава и Тисе. Ово је имало за последицу измене водног режима подручја, што је утицало на животне услове у овим влажним стаништима. Коначно, такав квалитет животне средине је довео до деградације и угрожавања биодиверзитета (Вајагић и Белић, 1989).

Формирањем културног предела долази до распарчавања некада целовитих, пространих природних станишта на мање, просторно одвојене остатке (фрагменте) који постепено губе своја оригинална својства. Фрагментација, као један од главних угрожавајућих фактора биодиверзитета, ремети еколошке и еволутивне процесе који се одигравају на нивоу предела и региона. Поред директних последица уништавања станишта, на фрагментима се одвијају промене у еколошким функцијама које воде ка губитку биолошке разноврсности. Дугорочно посматрајући, на остацима станишта величине од 5 до 200 ha не могу се очувати природне карактеристике нити могу да трајно омогуће опстанак угроженим популацијама строго заштићених врста, које живе на њима. У случају изумирања популације одређене врсте на неком станишту острвског типа, изолован положај онемогућује усељавање јединки из суседних популација. Ефикасност заштите природних вредности под постојећим условима зависи од интензитета и ширине деловања ефекта руба. Ради смањења негативних утицаја фрагментације неопходно је формирати заштитне зоне (пуфер појасеве) око остатака природних станишта и обезбедити опстанак постојећих еколошких коридора, односно извршити ревитализацију оштећених и делимично уништених коридора (Пањковић и Стојнић, 2011).

Измена режима природног водотока подразумева низ негативних утицаја, који у случају Бачке имплицира (Радовић и сар., 2011):

1) редукују површина и деградацију станишта услед промене обима, учесталости и трајања плављења у плавним подручјима и континуирано влажним подручјима. Станишта губе на квалитативним обележјима путем промена у просторној дистрибуцији органске материје, од чије концентрације зависи семиакватична флора и фауна;

2) повећање протицаја изазива више перманентног плављења влажних станишта. Употреба плавних подручја за складиштење воде из речних токова мења природни режим тока од повремених до сталног плављења, деградирајући вегетацију која зависи од повремених до сталног плављења. На тај начин, доводе се у опстанак ионако фрагилна станишта, посебно за бескичмењаке и водене птице;

3) променом еколошких услова, услед повећање влажности станишта због континуираног плављења, стварају се повољне околности за насељавање инвазивних врста.

Могуће климатске промене у будућности представљају додатни вид притиска на биодиверзитет у смислу редуковања биодиверзитета на нивоу врста, станишта и животних заједница. Међутим, директан утицај опсервираних климатских промена на биодиверзитет и екосистеме у Републици Србији је веома мало истражен, примарно као део активности у оквиру научно-истраживачких пројеката. У том смислу, одређени кораци су већ учињени. Тако су, Milošević, Dunjić and Stojanović (2020) истраживали утицај микрометеоролошких услова на слатинска, шумо-степска и степска станишта средњег тока Мостонге (Бачка). Резултати су показали да су дневне вредности температуре ваздуха и до 3,4°C ниже у шуми у поређењу са степом, док су микрометеоролошки услови слични у шумо-степама и степима. Подручја на простору Бачке која су посебно осетљива на климатске промене су влажна и степска станишта. Овде се ради о стаништима која су фрагментована и изложена антропогеном деловању, што их чини осетљивијим на утицај климатских промена (Đurđević et al., 2015). Kis et al. (2020) указују да ће пројектоване температуре ваздуха у Панонској низији бити повећане и до 3°C, док ће се очекиване падавине у просеку повећати за приближно 20%. Могуће повећање просечне температуре ваздуха и смањење суме падавина (2018-2050) на основу ВСС модела указује да ће посебно бити осетљива на климатске промене влажна станишта у категорији заштићених подручја на северу и западу Бачке (нпр. СРП „Лудашко језеро“, СРП „Горње Подунавље“) (Milentijević et al., 2021).

Основни проблем који се односи на утицај инвазивних врста на биодиверзитет се манифестује у недостатку мониторинга, сузбијања и система раног праћења на инвазивне врсте. Подаци о алохтоним и инвазивним врстама су доступни искључиво на основу података добијених научно-истраживачким радом. Тако су, Аначков и сар. (2013) извршили инвентаризацију и картирање инвазивних врста на територији АП Војводине. Резултати су показали да је одређено постојање укупно 249 таксона на територији покрајине. У погледу фреквенције локалитета са детектованим инвазивним врстама, на подручју Бачке се налази готово половина свих локалитета са инвазивним таксонима (48,42%), док је знатно мања заступљеност на подручју Баната (32,05%). На основу политичко-административне поделе, Јужнобачки округ је са највећим бројем локалитета са инвазивним таксонима 27,81%, док је најмањи број локалитета забележен на подручју Севернобачког округа (7,27%).

Загађења пољопривредног и индустријског порекла се превасходно манифестују на промене и нестајање станишта у хидрографској мрежи Бачке. У том смислу, посебно се

истичу промене које се односе на канал Дунав-Тиса-Дунав (ДТД). Ова каналска мрежа обухвата у Бачкој највећи број система (155) за потребе наводњавања 578 km² (Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2001). Део каналске мреже ДТД представља и Велики бачки канал. Његове основне функције су: наводњавање, одводњавање, водоснабдевање, реципијент отпадних вода, рибарство, рекреативне активности и заштита природе (Stojanović et al., 2014a). Међутим, са аспекта одрживог развоја бројне ове функције су угрожене његовом прекомерном загађеношћу. На пример, са аспекта биодиверзитета, популација која сачињава ихтиофауну је угрожена отпадним водама које доспевају у Велики бачки канал. Још један значај проблем представља и занемаривање каналске мреже на простору Бачке. Вештачки створени канали нису одржавани протеклих деценија и садрже наслагe углавном органских материја пореклом из подземних вода и обрадивог земљишта у непосредној околини. Организми који су спонтано насељавали ове канале су у одређеним секторима канала ишчезли, док су у појединим деловима каналске мреже присутне и одређене угрожене врсте, од значаја за заштиту. Један од облика антропогених притисака који испољавају утицај на биодиверзитет Бачке представљен је проблемом одлагања и третмана отпада. Отпад пореклом са санитарних и неуређених депонија и сметлишта на простору Бачке испољава кумулативни ефекат на врсте и екосистеме као последица депоновања метала (олово) или хемикалија као што је DDT, који истрајавају и могу да се акумулирају у ланцу исхране (Радовић и сар., 2011).

Заштићена подручја Бачке

Основна јединица заштите природе Србије представља заштићено природно добро. На основу Закона о заштити природе (2009) заштићена природна добра су заштићена подручја, заштићене врсте и покретна заштићена природна документа. **Заштићена подручја** су предели који имају изражену геолошку, биолошку, екосистемску и/или предеону разноврсност; која су значајна као станишта врста птица и других миграторних врста значајних у складу са међународним прописима могу се прогласити за заштићена подручја од општег интереса (Ђурђић, 2015). На простору Бачке се у потпуности или делимично под посебним режимом заштите природних вредности и биодиверзитета налазе следеће просторне целине: 8 специјалних резервата природе (СРП)¹¹, 1 предео изузетних одлика (ПИО)¹², 8 паркова природе (ПП)¹³ као и 2 регионална парка природе (Табела 53, Карта 20).

¹¹ Специјални резерват природе (СРП) је подручје са неизмењеном или незнатно измењеном природом, од нарочитог значаја због аутентичности, реткости или репрезентативности, а које обухвата станиште угрожене дивље врсте биљака, животиња и гљива, без насеља или са ретким насељима у којима човек живи у складу са природом. Основне функције СРП су очување постојећих природних вредности, генског фонда, еколошке равнотеже, научно-истраживачка делатност, одрживи туризам итд. (Закон о заштити природе, 2009).

¹² Предео изузетних одлика (ПИО) је подручје препознатљивог изгледа са значајним природним, биолошко-еколошким, естетским и културно-историјским вредностима, који се током времена развијао као последица интеракције природе, постојећих природних ресурса подручја и традиционалног начина живота локалног становништва (Закон о заштити природе, 2009).

¹³ Парк природе (ПП) представља подручје добро очуваних природних вредности са претежно очуваним природним екосистемима и атрактивним пејзажним целинама. Ово заштићено подручје је намењено конзервацији укупне геолошке, биолошке и предеоне разноврсности, као и задовољењу научно-образовних, естетских, културних, туристичких, здравствено-рекреативних потреба у складу са начелима одрживог развоја (Закон о заштити природе, 2009).

Осим ових заштићених природних добара, на подручју Бачке постоје и споменици природе (СП)¹⁴. Овде се посебно издвајају: СП „Футошки парк“, СП „Парк арборетум „Алекса Шантић“, „СП Дунавски парк“, СП „Шума Јунаковић“, СП „Парк у Хоргошу“, СП „Парк у Бачкој Тополи“, СП „Парк на ПД Криваја“, бројни дрвореди, група стабала, појединачна стабла и други (<http://www.pzzp.rs/rs/sr/zastita-priode/zastita-priode/registar-zasticenih-podrucja.html>). Од наведених заштићених целина за потребе геоеколошког вредновања издвојена су најзначајнија заштићена подручја, у смислу односа између очекиваних промена вегетационог покривача и одрживог развоја (СРП „Горње Подунавље, СРП „Ковиљско-петроварадински рит“, СРП „Карађорђево“, ПИО „Суботичка пешчара“).

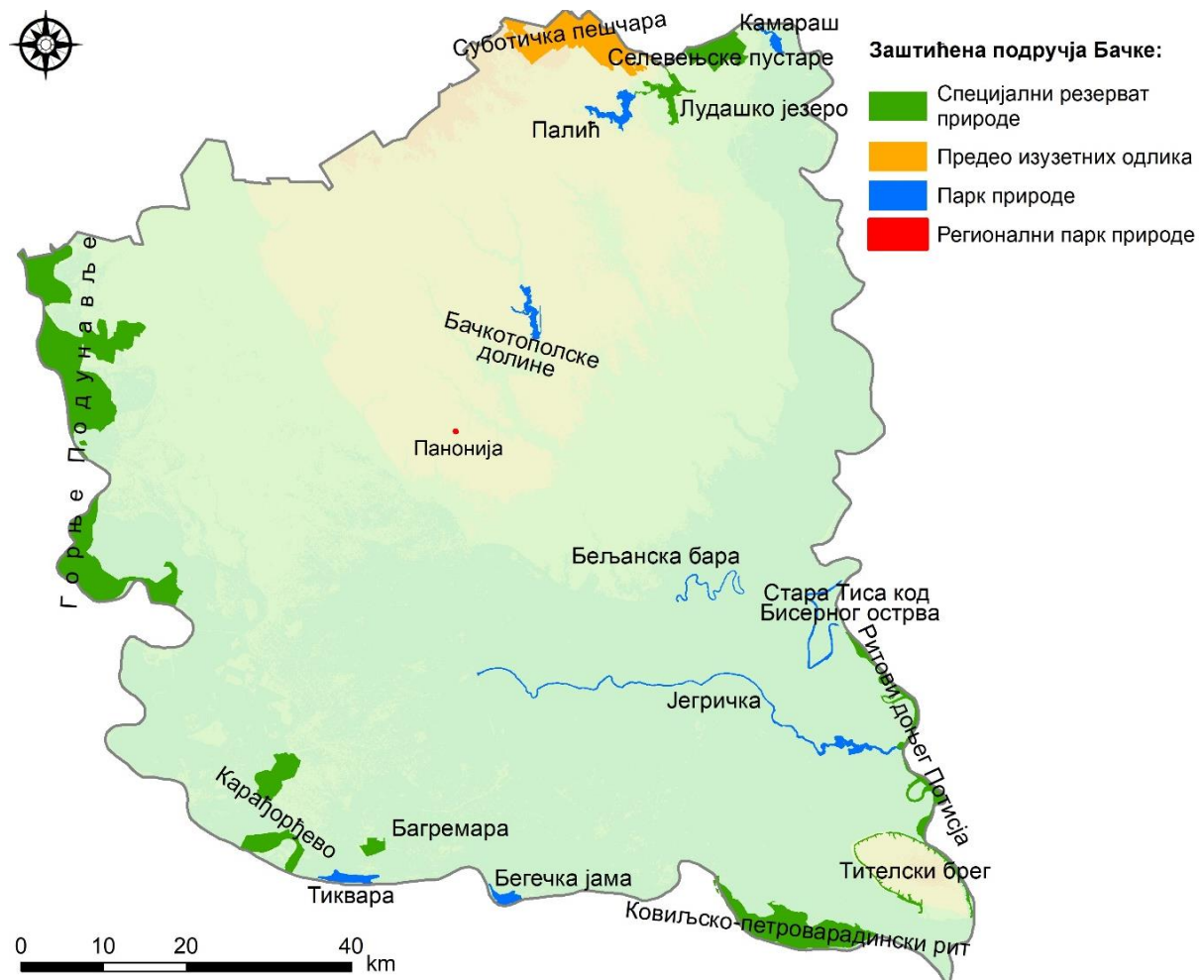
Табела 53. Заштићена подручја (ЗП) на подручју Бачке¹⁵

Тип ЗП	Назив	Површина (ha)	Општине
СРП	„Горње Подунавље“	19.604,99	Апатин, Сомбор, Оџаци
СРП	„Ковиљско-петроварадински рит“	5.895,31	Тител, Нови Сад, Инђија, Сремски Карловци
СРП	„Ритови доњег Потисја“	3.010,67	Жабал, Зрењанин, Тител, Нови Бечеј
СРП	„Карађорђево“	2.955,33	Бач, Бачка Паланка
СРП	„Лудашко језеро“	846,33	Суботица
СРП	„Селевењске пустаре“	677,04	Кањижа, Суботица
СРП	„Тителски брег“	496,00	Тител
СРП	„Багремара“	117,58	Бачка Паланка
ПИО	„Суботичка пешчара“	5.369,00	Суботица
ПП	„Јегричка“	1.144,81	Бачка Паланка, Врбас, Темерин, Жабал
ПП	„Палић“	712,36	Суботица
ПП	„Тиквара“	554,01	Бачка Паланка
ПП	„Бачкотополске долине“	522,52	Бачка Паланка
ПП	„Стара Тиса код Бисерног острва“	391,73	Нови Бечеј, Жабал, Бечеј
ПП	„Бегечка бара“	379,40	Нови Сад
ПП	„Камараш“	267,96	Кањижа
ПП	„Бељанска бара“	173,12	Србобран, Бечеј
РПП	Комплекс ПТК „Панонија“	3.973,00	Бачка Топола

Извор: <http://www.pzzp.rs/rs/sr/zastita-priode/zastita-priode/registar-zasticenih-podrucja.html>

¹⁴ Споменик природе је мања неизмењена или делимично измењена природна просторна целина, објект или појава, физички јасно изражен, препознатљив и/или јединствен, репрезентативних геоморфолошких, геолошких, хидрографских, ботаничких и/или других обележја, као и људским радом формирана ботаничка вредност од научног, естетског, културног или образовног значаја (Закон о заштити природе, 2009).

¹⁵ СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ се већим делом простире на подручју Бачке, али су битна одредница његовог положаја и ритска простроства у северном делу Срема, недалеко од Петроварадина и Сремских Карловаца (Стојановић, 2005). Заштићено подручје СРП „Ритови доњег Потисја“ налази се у централном делу Војводине, уз леву и десну обалу Тисе - општине Тител, Жабал и град Зрењанин (Пил и Станишић, 2012). Територијални обухват ових заштићених подручја су разлог што је приликом анализе биотичких детерминанти на простору Бачке у разматрање уврштен искључиво СРП „Ковиљско-петроварадински рит“.

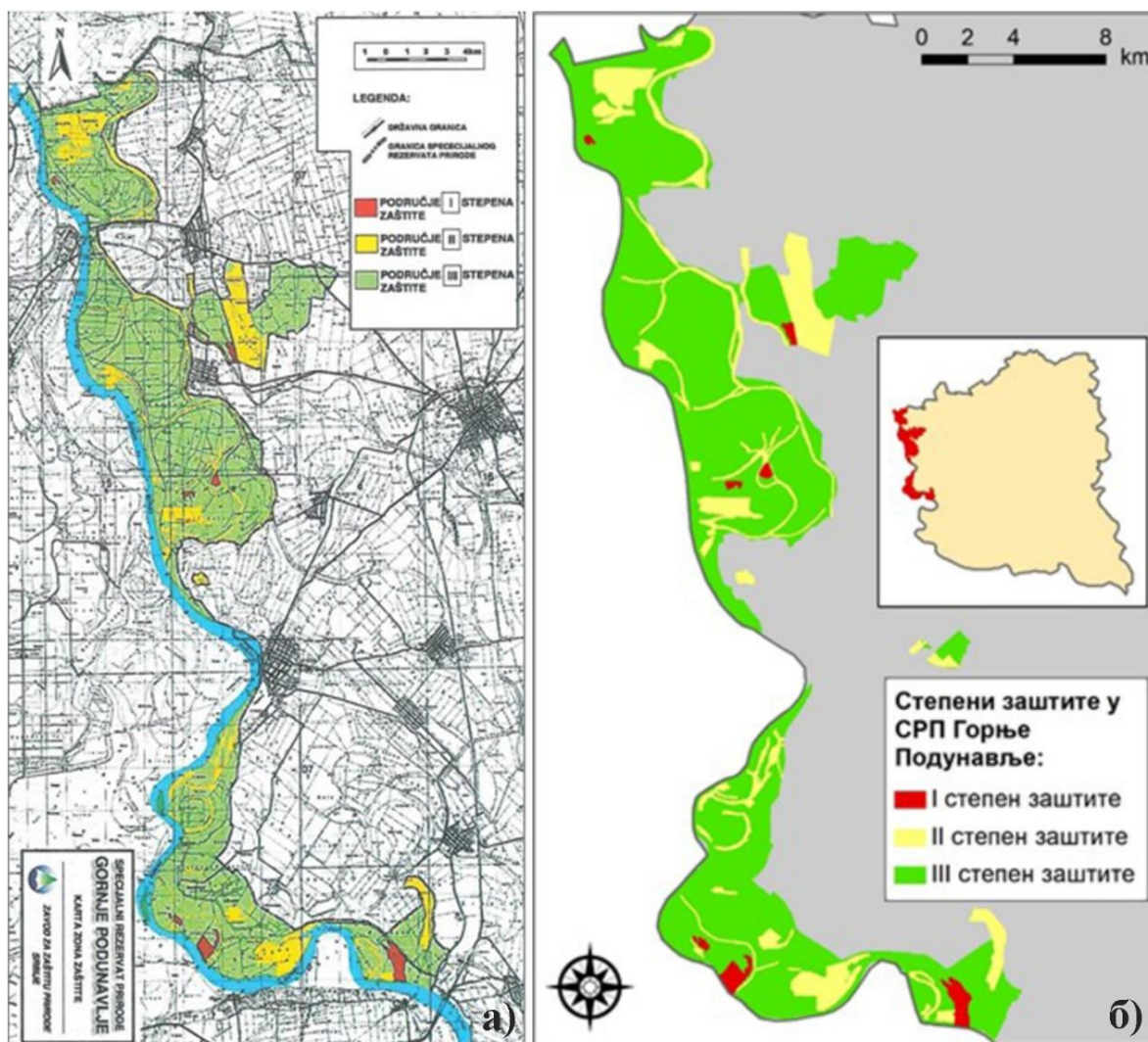


Карта 20. Заштићена подручја на територији Бачке

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

СРП „Горње Подунавље“. СРП „Горње Подунавље“ је лоцирано у северозападној Бачкој, уз горњи део тока Дунава кроз АП Војводину (Карта 21). Заштићено подручје обухвата алувијалну равн леве обале Дунава, од границе према Мађарској до Богојева, у укупној дужини од 64 km. Резерват представља остатак некадашњих плавних подручја на простору Подунавља. Састављен је од неколико целина: Моноштинског рита, Апатинског рита, подручја Карапанце, Штрпца и Козаре (прилог). Ово заштићено подручје у границама Србије, заједно са Копачким ритом (Хрватска) и НП „Дунав-Драва“ (Мађарска) сачињава јединствену целину; уједно, ради се о највећој очуваном и заштићеном подручју станишта алувијалног типа на средњем току Дунава у Европи. Дунав, као главни потамолошки објекат, самим речним током, својим рукавцима и поплавним водама, чини основну природну вредност СРП „Горње Подунавље“. Део резервата који је под деловањем поплавних вода Дунава представља комплекс станишта, где доминантну улогу имају терестрични и акватични екосистеми. Хидромелиоративним радовима ова станишта су сведена на уски појас уз речни ток, док се већи део подручја простире у широком појасу алувијалне равни и речне терасе (изван утицаја поплавних вода). Резерват одликују природна ритска станишта са благо заталасаним рељефом, комплекси хидрофилних плавних шума, низијских шума храста лужњака, испресецани меандрима, рукавцима, напуштеним речним токовима, каналима, мочварно-барска подручја, влажне ливаде,

тршњаци и шевари, слатинске ливаде и фрагменти степе који се надовезују на ритске пределе (Пузовић и сар., 2015).



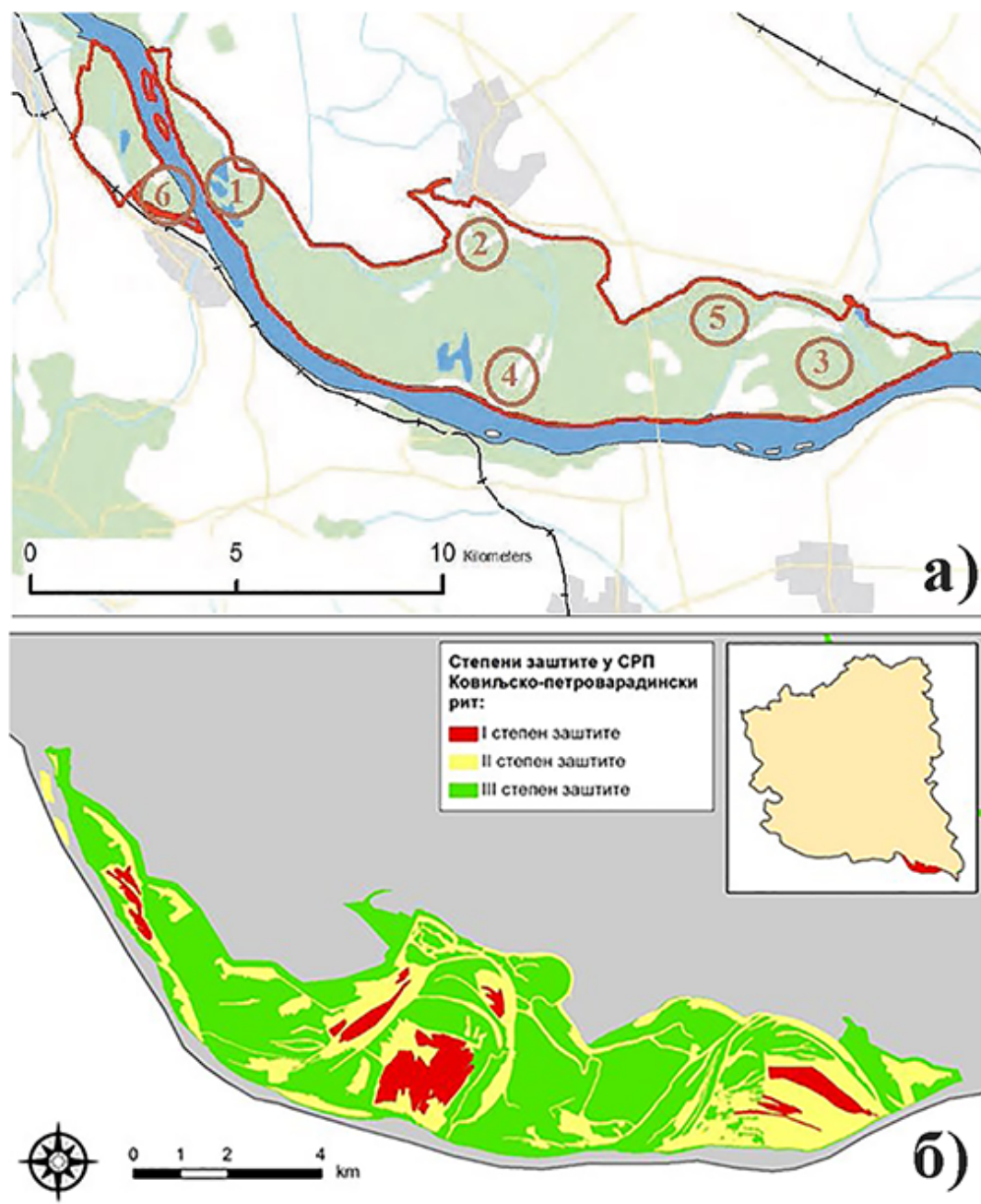
Карта 21. Географски положај и режими заштите у СРП „Горње Подунавље“ на основу: а) Завода за заштиту природе Србије и б) ГИС дигитализације

Извор: Аутор на основу Марковић (2020) и ArcGIS 10.7 софтвера

Специфичан биогеографски положај подручја (на контакту средњеевропске и југоисточноевропске шуме са степом) условио је разноврсност на специјском и екосистемском нивоу. Услед контакта водоплавног подручја Дунава, где је вегетацијски склоп хидролошки условљен од орографски виших позиција на лесној подлози, где је присутна климатона вегетација – флора и фауна је богата, разноврсна, специфична и јединствена. Очуван је велики број ретких и угрожених биљних и животињских врста, њихових заједница од националног и међународног значаја, као и фрагилна станишта која су од приоритета за заштиту. Евидентирано је 156 вегетацијских типова, у оквиру 14 класа, 18 редова и 51 фитоценозе (са преко 1.000 врста биљака). Фаунистички диверзитет чини 60 врста дневних лептира, 55 врста риба, 11 врста водоземаца, 9 врста гмизаваца, више од 230 врста орнитофауне и 51 врста сисара. Резерват чини и значајно мрестилиште рибљег света, гнездилиште белорепана и црне роде, станиште са регионално најбројнијом популацијом ритског јелена и дивље свиње (Panjković et al., 2000).

Историјат проучавања и заштите овог подручја се односи на 1955. годину, када су Моношторске шуме проглашене за прибежиште орла белорепана. Године 1963. у Моношторском риту заштићено је 600 ха мешовитих шума црне тополе, беле тополе и беле врбе. Потом су 1978. године под заштиту стављени природни резервати старих поплавних шума (74,93 ха) и 6,06 хектара као споменици природе. Исте године је у Апатинском риту заштићен локалитет Бестремент (89,63 ха) као резерват ретких и угрожених врста флоре и фауне. Наведена подручја су 1982. године обједињени у јединствену целину и стављени под заштиту државе успостављањем Регионалног парка „Горње Подунавље“. Након ревизије природних вредности 2001. године проглашен СРП „Горње Подунавље“ на површини од 19.605 ха (Службени гласник РС, 2009). На основу категоризације Међународне уније за заштиту природе (International Union for Conservation of Nature, IUCN) ово заштићено природно добро припада IV категорији – подручје управљања стаништима и врстама. Подручје резервата је и међународног значаја: ИВА подручје (22.617 ха), IPA (19.334 ха), РВА (19.021 ха), Рамсарско подручје– 22.480 ха, EMERALD (19.648 ха), члан мрежа „Danube Parks“, „Parks Dinarides“; у перспективи потенцијално NATURA 2000 подручје (Службени гласник РС, 2010). Подручје је 6. јуна 2017. године проглашено за прекогранични Резерват биосфере „Мура – Драва – Дунав“ (UNESCO МаВ) који укључује пет држава: Аустрија, Мађарска, Словенија, Хрватска и Србија. На територији Србије Резерват биосфере „Бачко Подунавље“ (176.636 ха) обухвата: СРП „Горње Подунавље“, СРП „Карађорђево“, ПП „Тиквара“, ПС „Шума Јунаковић“ и РПП „Бикински храстик“ (UNESCO, 2017; Obradović et al., 2020). Основни еколошки проблеми у Резервату су изазвани поремећеним режимом плављења, засипањем и еутрофикацијом. Најизраженије угрожавајуће факторе представљају хидротехничке интервенције. Изградњом насипа шездесетих година прошлог века, прокопавањем канала, исушивањем земљишта и регулисањем тока Дунава дошло је до трајног поремећаја водног режима, при чему је подручје делимично изгубило плавни карактер, а ниво површинских и подземних вода је смањен. Осим тога, подизање одбрамбених насипа спречило је природно плављење терена. Отежан проток воде, засипање, замуљивање и зарастање постојећих бара и старих рукаваца, довели су до оплићавања рита. Тако је омогућено бујање вегетације, којој погодује еутрофикација, низак водостај или исушивање. Губитак и фрагментација станишта, нарочито аутохтоних шума храста лужњака, врбе, беле и црне тополе, влажних ливада, сталних и повремених бара, уз подизање плантажа клонских топола и врба, неповољно је утицало у прошлости на предеони и биолошки диверзитет Резервата. Монокултуре брзорастућих топола су промениле режим подземних вода, распоред и удео барских и ливадских станишта. На фрагментацију природних станишта утицај има и саобраћајна инфраструктура представљена мрежом шумских саобраћајница на заштићеном подручју. Заштићено подручје је угрожено ширењем инвазивних врста, које доводе до промена у структури састојина аутохтоних фитоценоза или чак доводе до потпуне деградације станишта. Проблем представљају и отпадне воде са урбаног подручја Апатина које се изливају директно у Дунав, а одатле у део Резервата, који је лоциран низводно (Пањковић, 2006). Дефинисани фактори угрожавања биодиверзитета СРП „Горње Подунавље“ представљају у извесној мери лимите са аспекта заштите и развоја одрживог туризма овог заштићеног природног подручја (Stojanović et al., 2014b).

СРП „Ковиљско-петроварадински рит“. СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ представља пространо плавно подручје уз Дунав, у југоисточном делу Бачке. Ово заштићено природно добро се пружа у оквиру алувијалне равни Дунава, у дужини од 25,6 km. Поменуто подручје није јединствено, већ се у њему издвајају три јасно диференциране целине: Петроварадински рит који је лоциран у Срему (површине 1.411 ha); Ковиљски рит који се простире левом обалом Дунава (3.430 ha), док трећа целина обухвата Крчединску аду и део Гардиновачког рита (1.050 ha) (Карта 22).



Карта 22. Географски положај и режими заштите у СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ на основу: а) Завода за заштиту природе Србије и б) ГИС дигитализације

Извор: Аутор на основу Пузовић и сар. (2015) и ArcGIS 10.7 софтвера

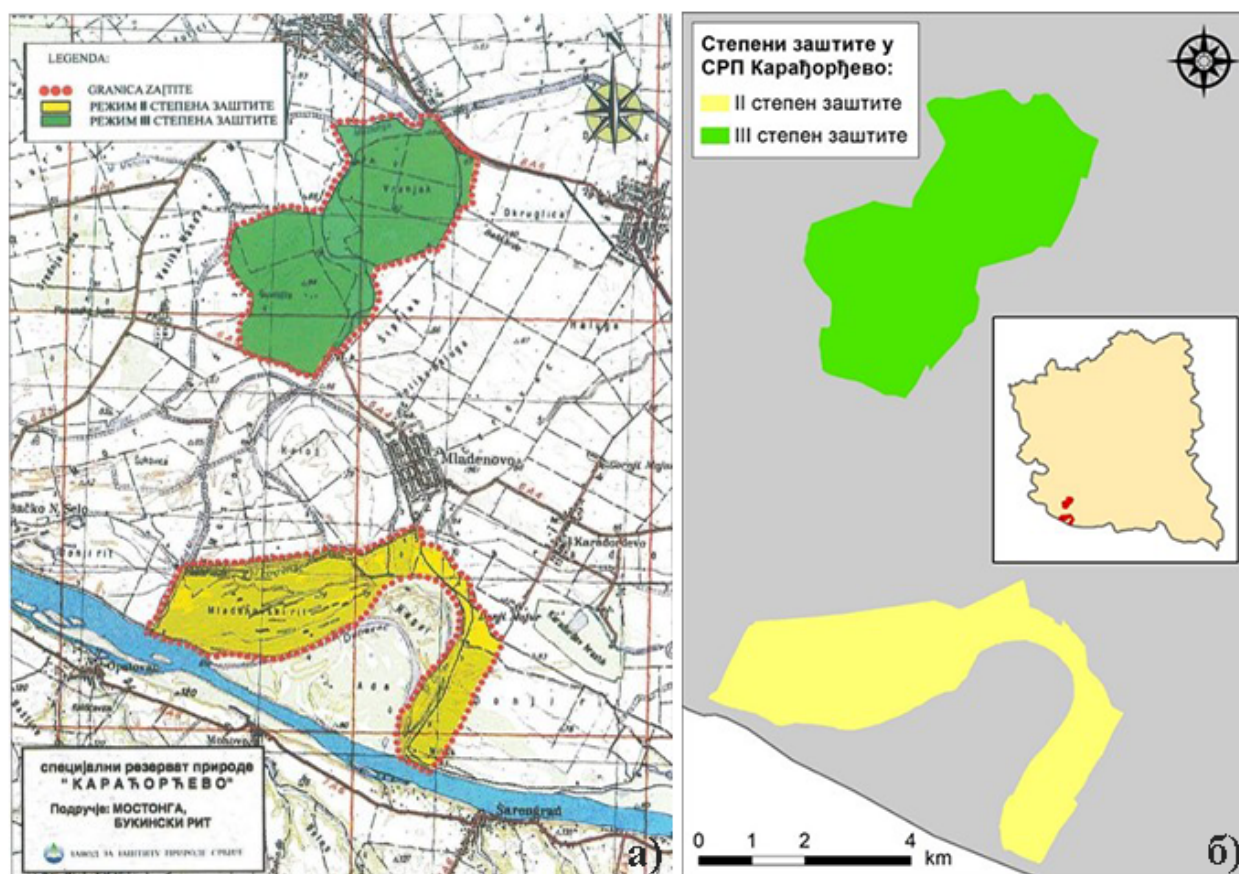
Геоморфолошки услови рита у интеракцији са подземним и површинским водама (бројним меандрима, мртвајама и барама) чине простор изузетне вредности са еколошког

становишта. На подручју овог резервата успостављен је режим I, II и III степена заштите. Режим I степена заштите успостављен је на 508 ha. Ово подручје обухвата локалитет „Козјак“ и овде се спроводе мере на конзервацији станишта и одржавању оптималног водног режима. Режим II степена заштите је успостављен на 2.082 ha и обухвата подручја Петроварадинског рита, Хрљака и Аркања. На површини од 2.249 ha се спроводи режим III степена заштите који је дефинисан на подручју Дунавца у оквиру Калишта и Курјачке греде (Пузовић и сар., 2015). Заштита природних вредности је започета 1970. године када је 43,6 ha проглашено за Научно-истраживачки резерват „Козјак“ (углавном шумске састојине црне и беле тополе, беле врбе и барског комплекса Ковиљског рита). Заштита је успостављена тек 1998. године на површини од 4.840 ha (Службени гласник РС, 1998), док су ревизијом граница 2010. године, оне проширене на Крчединску аду и део Гардиновачког рита. Специфичност овог заштићеног подручја чини разноврсност водених, барских, мочварних, ливадских и шумских екосистема.

У зависности од рељефа и режима вода присутан је разноврстан биљни и животињски свет. Утврђено је постојање 39 приоритетних типова станишта за заштиту на националном и глобалном нивоу. Такође, идентификован је велики број станишта која су фрагилна у смислу деградације и функционално непостојана (29). Ретких станишта, која се споро обнављају има шест, као и два посебно издвојена станишта: шуме храста лужњака, пољског јасена као и шуме пољског бреста (*Ulmus campestris*). Регистровано је седам приоритетних NATURA 2000 станишта. Диверзитет флоре је представљен са 443 таксона виших биљака, од којих је 19 под строгим режимом заштите (нпр. водена папрат, разноротка, мешинка, ребратица, водени орашак). Богатство фауне се огледа у присуству 42 заштићене и строго заштићене врсте инсеката, 26 врста као представника ихтиофауне, 7 врста гмизаваца, 11 врста водоземаца, 206 врста птица, 26 врста сисара (Пањковић и сар., 2010). Ковиљско-петроварадински рит је од међународног значаја као: IV категорије заштите по IUCN класификацији, IBA подручје (9.594 ha), IPA (са Фрушком гором, 142.376 ha), од 2012. године је под заштитом Рамсарске конвенције (8.292 ha), EMERALD подручје (4.841 ha) као и потенцијално NATURA 2000 подручје (Службени гласник РС, 2010). Угроженост СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ се манифестује кроз измењен режим плавних и подземних вода, који доводи до сукцесије и нестанка влажних станишта. Такође, непланска сеча аутохтоних шума и замена клонским тополама, масовна садња клонских топола на површинама под плитким барама, влажним ливадама и пашњацима, преграђивање водотока за потребе преласка механизације представљају главне факторе угрожености станишта у овом заштићеном подручју (Пузовић и сар., 2015).

СРП „Карађорђево“. СРП „Карађорђево“ је смештен у југозападном делу Бачке, у општинама Бач и Бачка Паланка (Карта 23) Ово заштићено подручје се састоји из две просторне целине: Букински рит на алувијалној, односно инундационој равни Дунава и комплекс Врањака и Гувништа на алувијалној тераси (Мостонга). Букински рит, типичан ритско-шумск. и комплекс, који представља један од још малобројних очуваних ритова уз Дунав (храст лужњак (*Quercus robur*); заједнице бадемасте врбе (*Salix triandra*), беле врбе (*Populus alba*) и црне тополе (*Populus nigra*) и пољског јасена (*Fraxinus excelsior*). Посебно је значајно бројно присуство црног глога (*Crataegus nigra*). Комплекс Врањака и Гувништа - храстове и багремове шумске заједнице са својственом флором и фауном (алохтоне врсте папкара, јелен лопатар (*Dama dama*) и муфлон (*Ovis musimon*). Значајни представници фауне који настањују комплексе ритских шума и водених станишта су барска корњача

(*Emys orbicularis*), орао белорепан (*Haliaeetus albicilla*), црна рода (*Ciconia nigra*), црна луња (*Milvus migrans*), јелен (*Cervus elaphus*) и видра (*Lutra lutra*). Водена станишта су природно мрестилиште бројних врста риба. Године 1997. уредбом Владе Републике Србије „Карађорђево“ је као природно добро од посебног значаја стављено под заштиту (Службени гласник РС, 1997). Специјални резерват природе „Карађорђево“ се налази под двостепеним режимом заштите (II и III) - Букински рит под режим II степена заштите 1.317 ha (44,4%); издваја се зона А као локус старих састојина очуване ритске шуме и гнежђења орла белорепана (858 ha). Мостонга (Врањак и Гувниште) – режим III степена заштите обухвата површину од 1.638 ha (55,6%). У плану је проширење граница заштите на просторе очуваних природних вредности, локалитете Хагел и Шаренградску аду.



Карта 23. Географски положај и режими заштите у СРП „Карађорђево“ на основу: а) Завода за заштиту природе Србије и б) ГИС дигитализације

Извор: Аутор на основу Марковић (2020) и ArcGIS 10.7 софтвера

Ово заштићено природно добро у међународним оквирима представља значајно миграторно подручје за орнитофауну (ИВА подручје), док на основу класификације IUCN припада подручју IV категорије заштите. Угрожавајући фактори овог заштићеног подручја су представљени са:

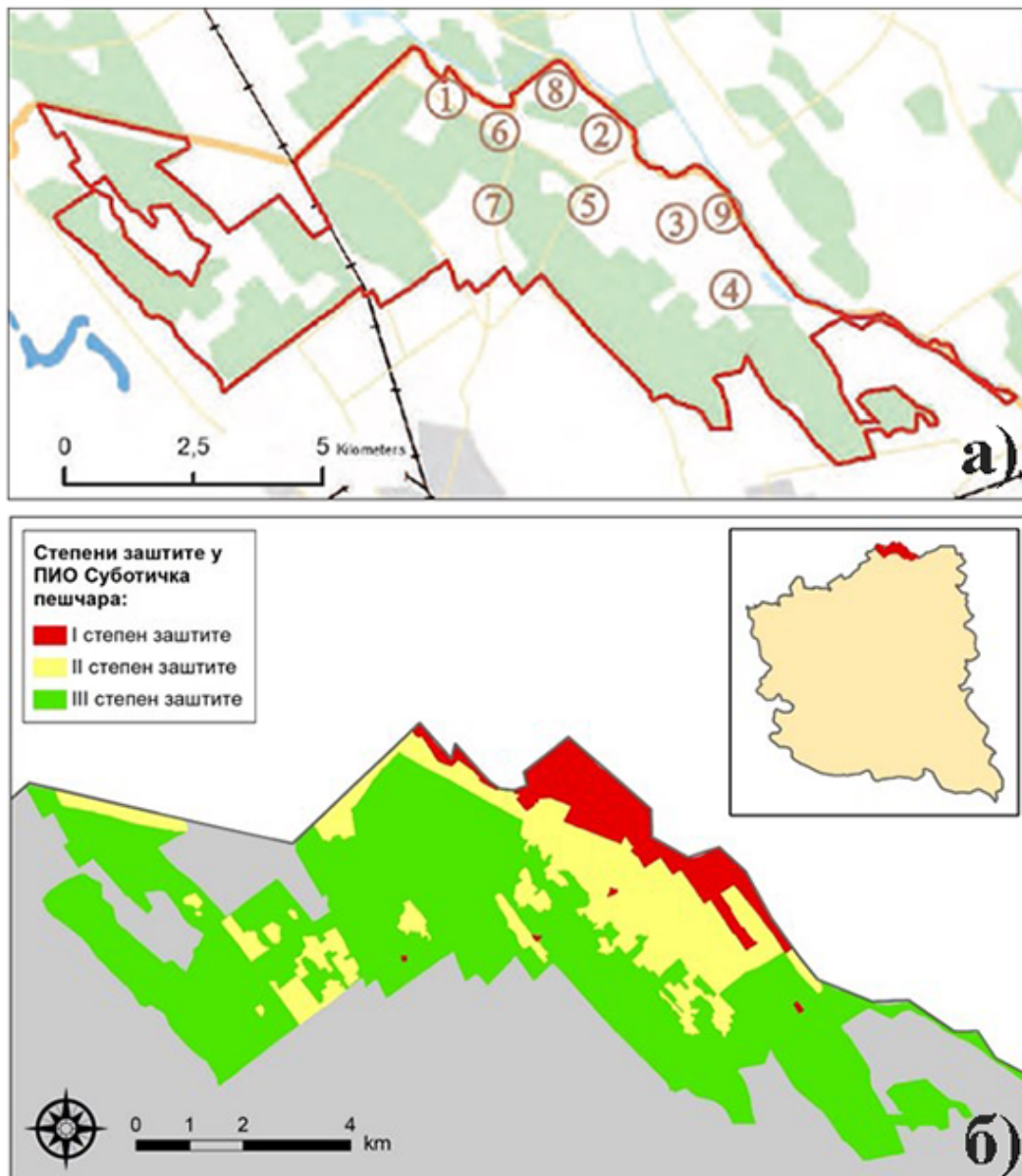
а) измењеним режимом плавних и подземних вода у Букинском рит, Хагелу, Шаренградској и Моховској ади, уз изражено таложење наноса;

б) деградација аутохтоних шумских састојина, њиховом заменом плантажама еуроамеричких топола у плавном делу и засадима багрема у неплавном делу Резервата, као и услед великог притиска инвазивних врста (багремац, пенсилвански јасен);

в) еутрофизација Букинског рита;
 г) неадекватан програм управљања заштићеним подручјем, који пре свега обрађује проблематику газдовања шумама и крупном дивљачи, док се недовољно бави аспектом заштите и управљања природним вредностима;

д) недовољна материјална и кадровска оспособљеност Управљача да припрема и спроводи заштиту (Пањковић и Стојнић, 2011).

ПАО „Суботичка пешчара. Суботичка пешчара представља најјужнији фрагмент пешчарских станишта у међуречју Дунава и Тисе (Карта 24). На овом простору доминира травни тип предела високог степена вегетацијског диверзитета. Присутна је разноврсност фитоценоза пешчарског, степског, ливадског и мочварног карактера (Буторац и Хабијан – Микеш, 1997). Пешчара је испресецана шумским и жбунастим формацијама.



Карта 24. Географски положај и режими заштите у ПАО „Суботичка пешчара“ на основу:

а) Завода за заштиту природе Србије и б) ГИС дигитализације

Извор: Аутор на основу Пузовић и сар. (2015) и ArcGIS 10.7 софтвера

Овакав мозаичан распоред условио је присуство ретких и заштићених врста флоре и фауне. У пограничном делу, према Мађарској, на микростаништима Суботичке пешчаре заступљена је шафрањика (*Bulbocodium versicolor*), реликтна шумо-степска врста, чије је ово једино станиште у Србији; осим ове биљне врсте, заступљен је и панонски ендемит, пешчарски каранфил (*Dianthus serotinus*). Упркос мерама пошумљавања, део Суботичке пешчаре (Храстовача) још увек садржи аутохтоне фрагменте очуваних шума храста лужњака. На влажним стаништима Кирешких тресава заступљена је реликтна вегетација хигрофилних врста са биљним заједницама иве и панонског јасена. У погледу фауне, из групе инсеката, пешчарска станишта настањује мрављи лав (*Myrmeleon formicarius*), док се као представник херпетофауне истиче ретка и угрожена врста – степски гуштер (*Lacerta taurica*). У орнитофауни је евидентирано преко 140 врста, од којих су око 80 птице гнездарице. Ретке и угрожене врсте птица на овом подручју су орао крсташ, црни орао и модроврана. У фауни сисара заступљено је преко 30 врста, али се посебно истиче значај ендемита – слепо куче (*Spalax leucodon*). Ова врста готово да уопште нема природних непријатеља и искључиво је угрожена нестајањем станишта (Пузовић и сар., 2015).

Заштита природних вредности Суботичке пешчаре датира из 1982. године као регионални парк „Суботичке шуме“, док је ревизијом заштите 2003. године успостављен ПИО „Суботичка пешчара“ (Службени гласник РС, 2003). На подручју ПИО „Суботичка пешчара“ успостављен је режим заштите I степена на површини од 446,68 ha, режим заштите II степена на површини од 1.157,06 ha и режим заштите III степена на површини од 3.766,15 ha (Прилог; Службени гласник РС, 2004). Основни фактори угрожавања ПИО „Суботичка пешчара су: преоравање травних станишта, прекомерно одводњавање подручја, што изазива деградацију влажних и шумских станишта и узрокује сукцесију према ксерофитнијим типовима вегетације и инвазивне врсте; осим тога, присутни су и илегална градња, експлоатација песка која доводи до погоршавања водног режима, неусклађено ловство и шумарство. Од посебног су значаја пројекат ревитализације преораних травних станишта и одржавање кроз кошење и пашарење. Поред тога, редовно је присутна чуварска служба која врши контролу и усклађује остале активности са заштитом природе. Врши се мониторинг слепог кучета, пешчарског и шафрањике. Уједно, ово заштићено природно добро Бачке представља подручје од међународног значаја – IUCN класификација – IV категорија заштите, ИВА подручје („Суботичка језера и пустаре“ – 25.923 ha), ИРА (5.427 ha), EMERALD подручје (5.370 ha) (Службени гласник РС, 2010).

БИОТИЧКЕ ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ

Очување биодиверзитета и заштита екосистема представља предуслов за одржавање функционалности биосфере и њених елемената (Kicošev i Sabadoš, 2007). Губитак било ког елемента има иреверзибилне последице на функционалност екосистема и доводи до смањења биодиверзитета (Kicošev i Sabadoš, 2008), погађајући флексибилност и отпорност екосистема (Balmford et al., 2008). Један од значајних узрока промена у екосистему представљају промене у начину коришћења земљишта (ЕЕА, 2019), где је утицај на екосистем представљен конверзијом и деградацијом земљишта (Kanianska, 2016). Природна степска и шумска вегетација је скоро у потпуности уништена, док су некада огромна влажна станишта у великој мери редукована (Sabadoš, 2009), најчешће: исушивањем,

конвертовањем речних токова у каналску мрежу, изградњом насипа и брана (Вошњак, 2011). Интензивна пољопривреда и смањење сточног фонда довели су до стварања јединственог агрокултурног пејзажа; нестанак или рањивост аутохтоних врста допринели су редукцији биодиверзитета. Конзервација заштићених подручја је омогућена кроз: а) очување ретких и угрожених врста, б) одрживост биодиверзитета и в) функционисање екосистема је реализовано успостављањем еколошке мреже заштићених подручја (Kicošev et al., 2015). Промене у вегетационом покривачу су анализирани на основу CORINE Land Cover базе података (CLC, 2018) на нивоу читаве Бачке као и на одабраним заштићеним подручјима Бачке. Статистичка и геопросторна анализа је обухватила периоде: 1990-2000, 2000-2012. и 2012-2018. године. У геопросторном смислу, изузетак представљају сумарне вегетационе промене на простору Бачке које су картографски анализирани и интерпретиране кроз два раздобља: 1990-2006. и 2006-2018. године. Ово су интервали у оквиру којих промене вегетационог покривача могу бити картографски адекватније приказане, тј. боље уочливе. Такође, промене у смислу класа које се односе на начин коришћења земљишта су анализирани на годишњем нивоу, за: 1990, 2000, 2012. и 2018. годину.

CORINE Land Cover (CLC) промене на простору Бачке

Вегетационе промене у Бачкој. Анализа CORINE промена вегетационог покривача на простору Бачке указује на низак, скоро занемарљив интензитет промена у смислу повећања односно редукције биомасе (Табела 54). Највећи интензитет промена са аспекта повећања вегетације је евидентиран током периода 1990-2000. године и износио је 3.395 ha (0,4%), док су промене на територији Бачке најмање биле изражене у периоду 2012-2018. године – 1.489 ha (0,1%). Редукција вегетационог покривача Бачке је нешто била изражена у компарацији са стварањем вегетације; ове промене су биле највидљивије током периода 1990-2000. године када су захватале 6.162 ha (0,7%), док су најмање промене забележене током интервала 2012-2018. године, када је свега 1.489 ha (0,1%) на простору Бачке било захваћено редукцијом вегетационог покривача. Вегетационе промене током анализираних периода нису биле изражене на више од 90% територије Бачке (од 98,9% током 1990-2000. године до 99,7% током 2012-2018. године). Генерално посматрано, промене вегетационог покривача су биле доминантне на 1,1% територије Бачке (1990-2000. године), док је најмањи интензитет промена био током интервала 2012-2018. године, од свега 0,2%.

Табела 54. Промене у вегетационом покривачу изражене у хектарима (ha) и процентима (%) током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју Бачке

Период	БП* (ha)	%	↑* (ha)	%	↓* (ha)	%	Σ (ha)	Σ (%)
1990-2000.	883.340	98,9	3.395	0,4	6.162	0,7	892.880	100
2000-2012.	887.240	99,4	1.910	0,2	3.738	0,4	892.880	100
2012-2018.	889.900	99,7	1.489	0,1	1.495	0,1	892.880	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

* БП – без промена; ↑ – увећање вегетације; ↓ – редукција вегетације

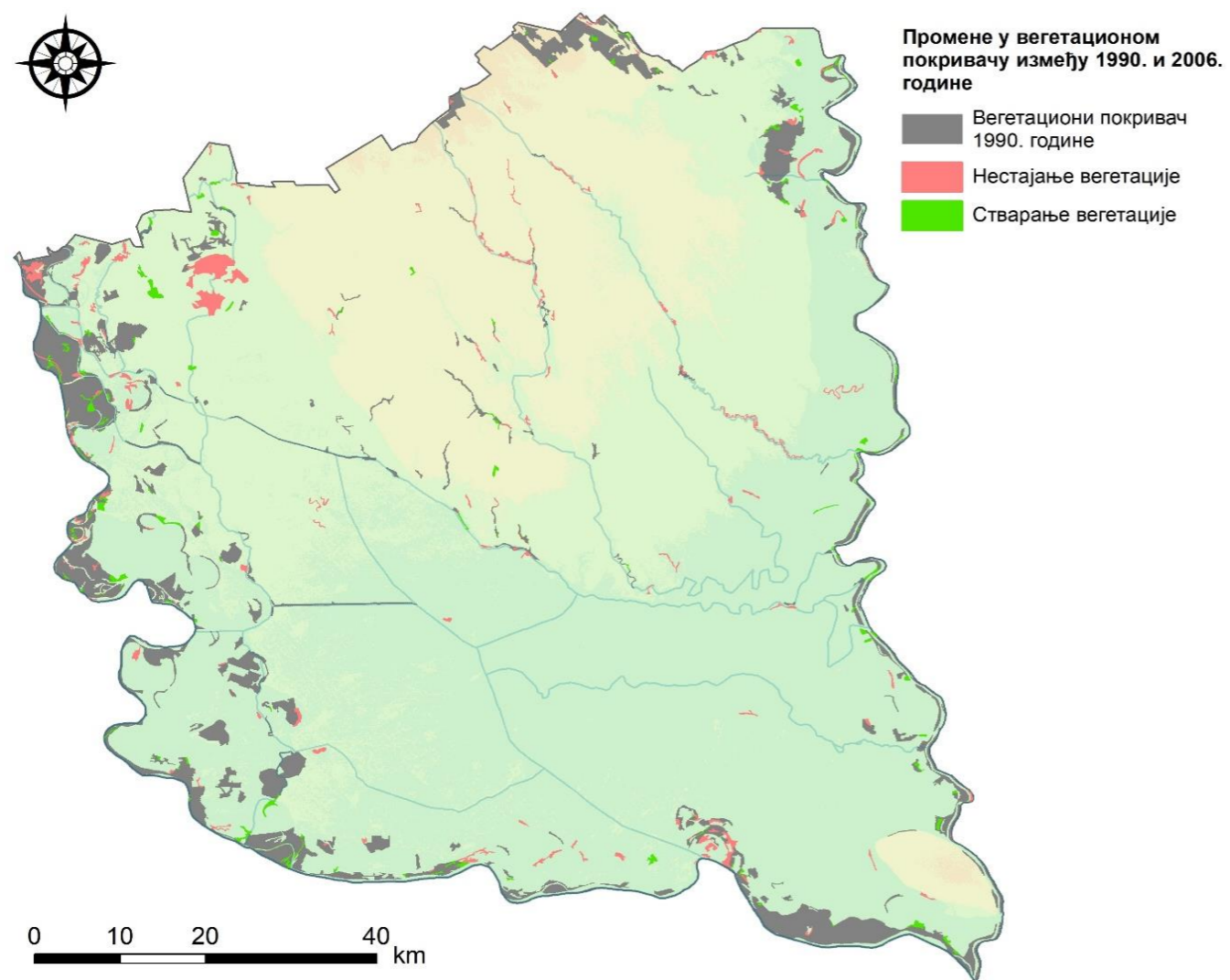
CORINE анализа стања вегетационог покривача у Бачкој допуњена је издвајањем и категоризацијом класа коришћења земљишта (Табела 55). На простору Бачке је детектовано пет класа у начину коришћења земљишта са аспекта шума и семиприродне вегетације. Од наведених класа промене највећег интензитета су регистроване у најзаступљенијој класи - *листопадне шуме*. Ова класа је смањила свој удео са 35.547 ха (57,2%) у 1990. години на 31.305 ха (54,3%), тј. за 2,9%, да би се њена површина у 2018. години минимално повећала – 31.327 ха (54,4%), тј. за 0,1%. Друга по значају категорија земљишног покривача која се директно односи на вегетацију Бачке је представљена класом *прелазно подручје шуме, жбуња и макије*. Ова класа је од 1990. године када је заузимала површину од 18.535 ха (29,8%) већ до 2000. године повећала свој удео за 5,5%. Класа *природне траве* је смањила своју површину; године 1990. под овом класом је била површина од 6.249 ха (10,0%), да би већ 2000. године њена површина била редукована на 4.234 ха (7,1%), тј. за 2,9%. На простору Бачке је доминантна слаба покривеност вегетационом покривачем (просечно 6,63% током периода 1990-2018. године); посматрано по годинама, она се постепено смањивала, тако да је била најизраженија 1990. године (6,97%), док је 2018. године редукована на 6,45%.

Табела 55. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ха) и процентима (%) током:
а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године на подручју Бачке

Класа	Начин коришћења земљишта	1990.	%	2000.	%	2012.	%	2018.	%
311	<i>листопадне шуме</i>	35.547	57,2	32.312	54,3	31.305	54,3	31.327	54,4
312	<i>четинарске шуме</i>	673	1,1	628	1,1	461	0,8	333	0,6
313	<i>мешовите шуме</i>	1.191	1,9	1.291	2,2	1.286	2,2	1.346	2,3
321	<i>природна трава</i>	6.249	10,0	4.234	7,1	4.410	7,7	4.370	7,6
324	<i>прелазно подручје шуме, жбуња и макије</i>	18.535	29,8	20.964	35,3	20.119	35,0	20.213	35,1
Укупно (ха)		62.195	100	59.429	100	57.603	100	57.589	100
Површина Бачке (ха)		892.884		892.884		892.884		892.884	
Процент (%) вегетације у Бачкој		6,97		6,66		6,45		6,45	

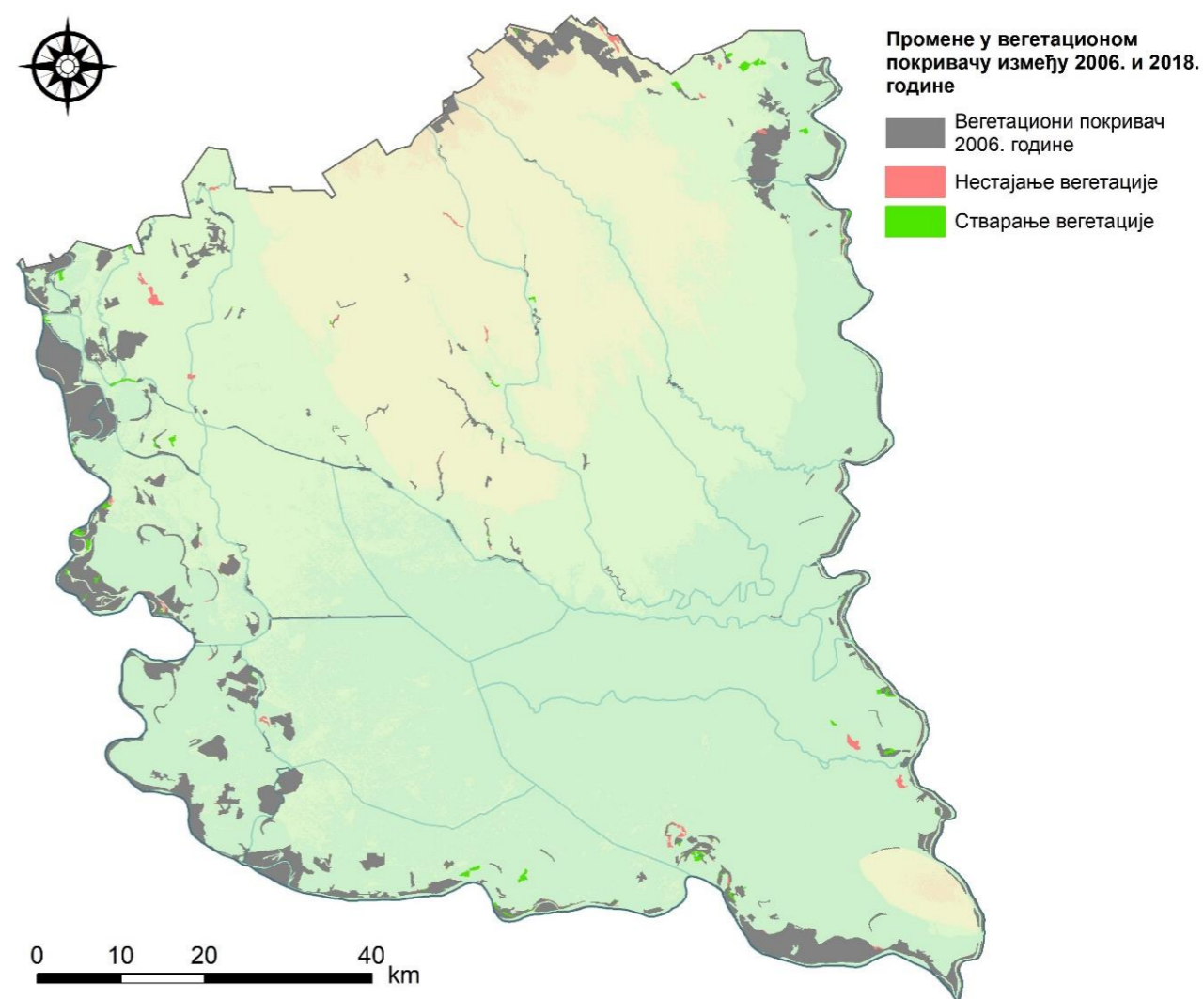
Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

На основу CORINE базе података промене вегетационог покривача на територији Бачке су биле најизраженије током периода 1990-2006. године (Карта 25). Оне су најизраженије на северозападу (СРП „Горње Подунавље“), северу и североистоку (ПАО „Суботичка пешчара“ и приобаље Тисе) и југу Бачке (СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ и приобално подручје Дунава). Међутим, највећи део површине Бачке је без детектованих вегетационих промена, осим промена фрагментарно изражених у централним деловима подручја истраживања (аутохтоне бачке реке – Криваја, Мостонга и др.).



Карта 25. Промене у вегетационом покривачу током 1990-2006. године на простору Бачке

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера



Карта 26. Промене у вегетационом покривачу током 2006-2018. године на простору Бачке

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Промене у вегетационом покривачу знатно слабијег интензитета на простору Бачке су детектоване током периода 2006-2018. године (Карта 26). У компарацији са претходно анализираним периодом, промене су нарочито слабије изражене на подручју заштићених подручја северозапада Бачке. Слично стање је изражено и на северу, североистоку и југу подручја истраживања, са изузетком нешто израженијих промена на подручју јужног дела тока Тисе. Фрагментарно детектоване промене у централном делу Бачке сада су још мање изражене у компарацији са периодом 1990-2006. године.

CORINE Land Cover (CLC) промене у одабраним заштићеним подручјима Бачке

СРП „Горње Подунавље“. На основу CLC најинтензивније промене (Табела 56) у смислу редукације вегетационог покривача у СРП „Горње Подунавље“ су забележене током периода 1990-2000. године (1.479 ha), тј. 4,7% заштићеног подручја је било захваћено овим променама. Најмање смањење вегетације је било изражено током периода 2012-2018. године (700 ha) односно свега 0,4% овог заштићеног природног добра. Просечно повећање биомасе је било најизраженије током 1990-2000. године (1.170 ha), тј. 3,0% анализираних подручја. Најмањи принос вегетације је износио 780 ha (0,8 %) током периода 2012-2018. године. На највећем делу територије заштићеног подручја није било промена у вегетационом покривачу током наведених интервала (у интервалу од 16.920 ha током 1990-2000. до 18.080 ha током 2012-2018. године). Процентуално посматрано, најинтензивније промене су постојале током периода 1990-2000. године (7,7% територије заштићеног подручја), док су најмање промене у вегетационом покривачу евидентирание током 2012-2018. године (1,2% територије Резервата).

Табела 56. Промене у вегетационом покривачу изражене у хектарима (ha) и процентима (%) током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју СРП „Горње Подунавље“

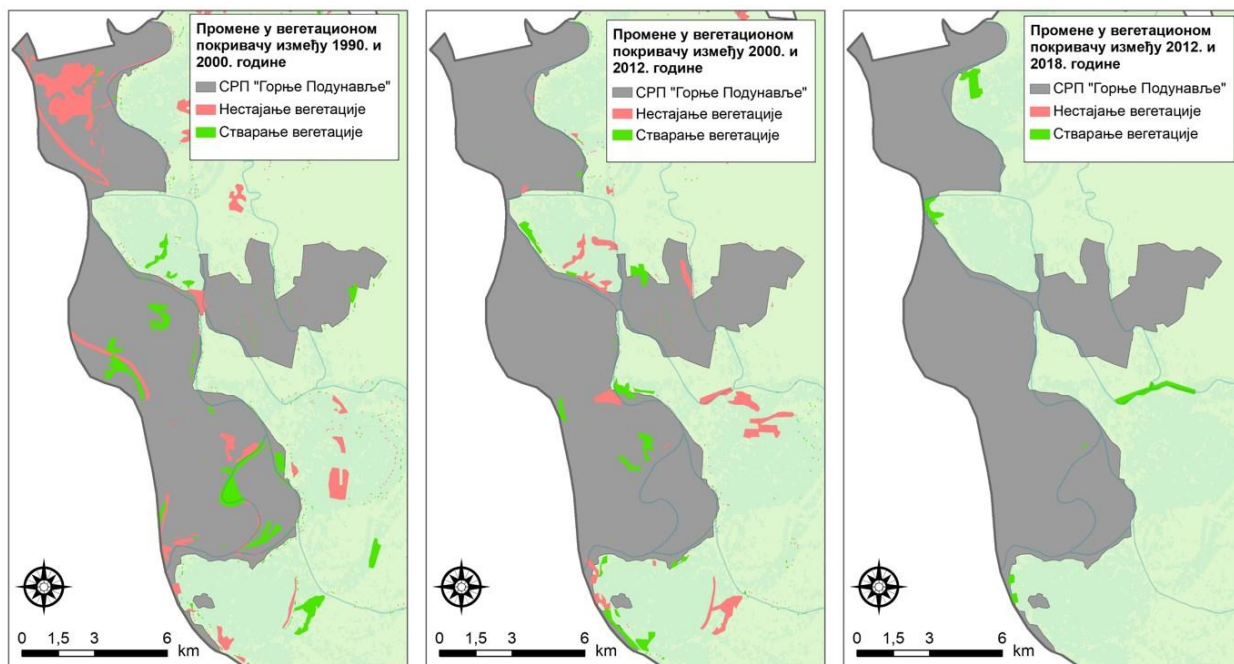
Период	БП* (ha)	%	↑* (ha)	%	↓* (ha)	%	Σ (ha)	Σ (%)
1990-2000.	16.920	92,2	1.170	3,0	1.470	4,7	19.560	100
2000-2012.	17.940	97,9	850	1,2	780	0,8	19.560	100
2012-2018.	18.080	98,8	780	0,8	700	0,4	19.560	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

* БП – без промена; ↑ – увећање вегетације; ↓ – редукација вегетације

Компарација промена у вегетационом покривачу са просторног аспекта указује да су промене највећег интензитета у СРП „Горње Подунавље“ биле изражене током периода 1990-2000. године (Карта 27). Редукација вегетације је посебно била изражена у северном подручју Резервата, док стварање вегетације постоји у централним и јужним деловима заштићеног подручја. У поређењу са периодом 1990-2000. године, промене у вегетационом покривачу током 2000-2012. године су обележене стварањем вегетације, и то у централним деловима СРП „Горње Подунавље“. Најмањи интензитет промена у СРП „Горње Подунавље“ је детектован током 2012-2018. године, када су промене у вегетационом

покривачу на историјском минимуму, тј. практично нису евидентирани од стране CORINE програма.



Карта 27. Промене у вегетационом покривачу током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године у СРП „Горње Подунавље“

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Анализа стања вегетационог покривача применом CORINE метода утврдила је постојање 10 класа коришћења земљишта на подручју овог заштићеног подручја (Табела 57). Најинтензивније промене у начину коришћења земљишта на подручју СРП „Горње Подунавље“ су забележене у класи *листопадних шума и прелазног подручја шума, жбуња и макије*. У класи *листопадне шуме* 1990. године је 12.430 ха (63,6%) било покривено шумском вегетацијом, да би 2012. године био евидентирана минимална вредност – 10.440 ха (53,0%), док 2018. године стање бележи благи пораст покривености - 10.520 ха (53,9%). У класи *шуме, жбуње и макије* вегетациони покривач бележи континуирани раст од 1990. године – 1.850 ха (9,5%) до 2012. године – 3.660 ха (18,6%), када је принос вегетације ове класе повећан за готово 100%. Благо опадање ових површина је остварено током 2018. године - 3.570 ха (18,3%). Класа *водени токови* флукутира око просечних вредности током анализираних периода. Тако је, 2018. године удео ове класе незнатно увећан у односу на референтну 1990. годину и износи 2.370 ха (12,1%). Класа *копнене мочваре* је током 1990. године била заступљена на површини од 1.550 ха (7,9%) и достиже годишњи максимум 2000. године - 1.790 ха (9,2%). *Ненаводњавано обрадиво земљиште* је незнатно повећало своју површину (са 880 ха током 1990. године на 930 ха током 2018. године). У класи *пољопривредно земљиште* са већим подручјима природне вегетације се бележи знатан пад вредности удела ових површина (површине од 110 ха 1990. године су редуковане на свега 20 ха). У осталим класама начина коришћења земљишта промене осцилирају око просечне годишње вредности и нису евидентирани изражене промене попут промена у претходно анализираним класама.

Табела 57. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ha) и процентима (%) током: а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године у СРП „Горње Подунавље“

Класа	Начин коришћења земљишта	1990.	%	2000.	%	2012.	%	2018.	%
112	нецеловита урбана подручја	5	0,0	0,3	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
211	ненаводњавано обрадиво земљиште	880	4,6	860	4,3	920	4,7	930	4,8
231	паињаџи	50	0,3	300	1,5	340	1,7	340	1,6
242	комплекси култивисаних парцела	10	0,0	40	0,2	40	0,2	30	0,2
243	пољ. земљиште са већим подручјима природне вег.	110	0,5	90	0,4	60	0,3	20	0,1
311	листопадне шуме	12.430	63,6	10.960	56,0	10.440	53,0	10.520	53,9
324	прелазно подручје шуме, жбуња и макије	1.850	9,5	2.970	15,2	3.660	18,6	3.570	18,3
411	копнене мочваре	1.550	7,9	1.790	9,2	1.720	8,8	1.630	8,4
511	водени токови	2.280	11,7	2.390	12,3	2.400	12,2	2.370	12,1
512	водени објекти	390	2,0	160	0,9	100	0,5	110	0,6
	Укупно	19.555	100	19.560,3	100	19.680,4	100	19.520	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

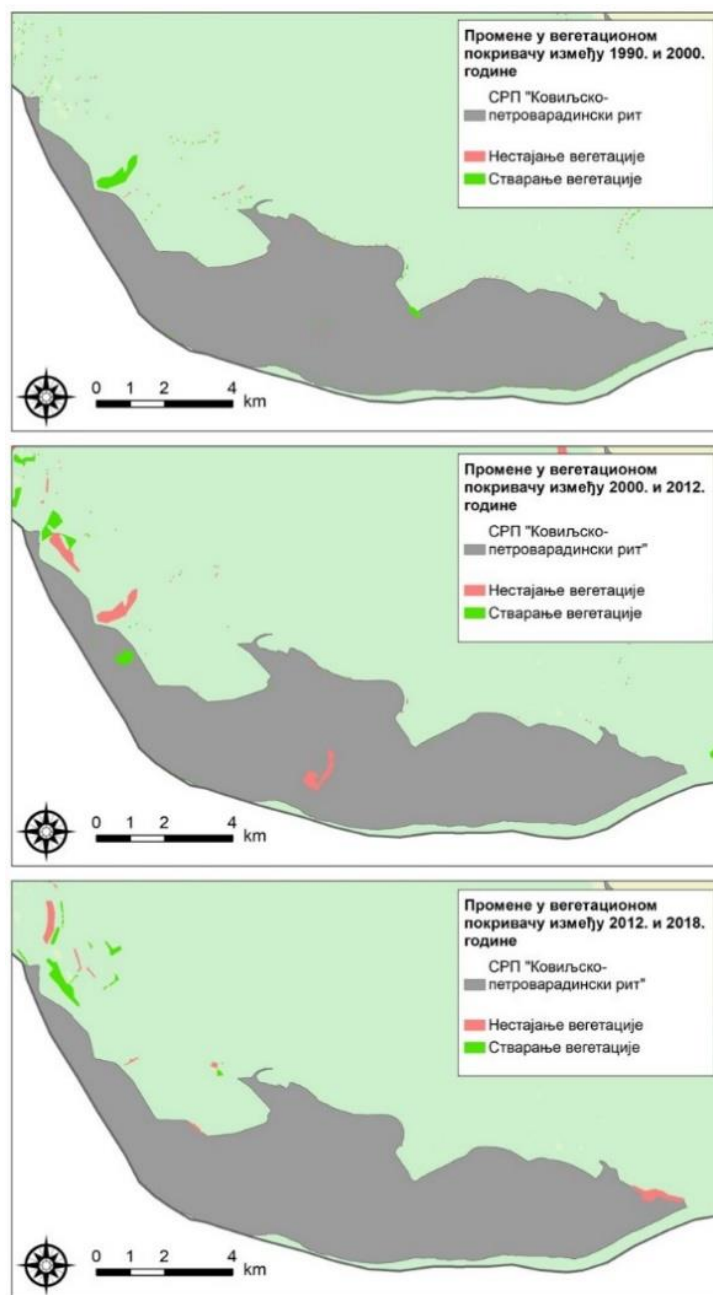
СРП „Ковиљско-петроварадински рит“. CORINE промене у вегетационом покривачу у заштићеном подручју СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ (Табела 58) су неупоредиво мање изражене у поређењу са испољеним променама у СРП „Горње Подунавље“. Тако се, током периода 2000-2012. године вегетација просечно увећала за 40 ha (0,7%), да би свој минимум увећање достигло у периоду 2012-2018. године (просечно за 20 хектара). Слично стање је и у случају редукције вегетације (највеће просечно смањење је у периоду 2000-2012. године – 50 ha (1,0%), док је минимална вредност забележена током 1990-2000. године – 20 ha (0,5%). Анализирано у процентуалним односима, најинтензивније промене вегетационог покривача су биле током 2000-2012. године (1,7% територије заштићеног природног добра). Најмање промене биле су током 1990-2000. године (1,1%).

Табела 58. Промене у вегетационом покривачу изражене у хектарима (ha) и процентима (%) током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју СРП „Ковиљско-петроварадински рит“

Период	БП* (ha)	%	↑* (ha)	%	↓* (ha)	%	Σ (ha)	Σ (%)
1990-2000.	5.360	98,9	30	0,6	20	0,5	5.420	100
2000-2012.	5.330	98,4	40	0,7	50	1,0	5.420	100
2012-2018.	5.350	98,7	20	0,4	50	1,0	5.420	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

* БП – без промена; ↑ – увећање вегетације; ↓ – редукција вегетације



Карта 28. Промене у вегетационом покривачу током периода: а)) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године у СРП „Ковиљско-петроварадински рит“

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

У геопросторном смислу, промене у вегетационом покривачу у СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ су минимално изражене током анализираних периода (Карта 28). Изузетак представља период 2000-2012. године када је евидентиране промене одређеног интензитета у смислу нестајања (у централним деловима) и стварања вегетације (у западном делу заштићеног подручја).

На подручју СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ заступљено је 10 класа коришћења земљишта (Табела 59). Класе које нису биле заступљене током свих посматраних периода су класе *комплекси култивисаних парцела* (током 2012. и 2018. године) и *природних трава* (1990. и 2000. године). Као и у случају СРП „Горње Подунавље“ промене највећег интензитета су забележене у класи *листопадних шума и прелазног*

подручја шума, жбуња и макије. Тако, у класи листопадне шуме 2000. године је забележена минимална вредност од 3.420 ha (63,2%), док је површина под овом класом повећана током 2012. године на 3.870 ha (71,4%). У класи прелазно подручје шуме, жбуња и макије, површине под овом класом су достигле максималну вредност током 2000. године – 1.560 ha (28,8%), да би се већ наредне декаде (2012.) површина редуковала на 1.050 ha (19,4%). Класа копнене мочваре је 1990. године била заступљена са површином од 90 ha (1,7%), да би наредних декада непрекидно бележила раст па је 2018. године површина под овом класом износила 210 ha (3,9%). Просечне вредности осталих класа намене земљишта су површине око или <100 хектара. Класа комплекси култивисаних парцела која је била заступљена 1990. и 2000. године редукована је у потпуности, па током 2012. и 2018. године није ни регистрована. Слично стање је и са класом природне траве, која није била присутна на декадном нивоу с краја прошлог века, али је забележена током 2012. и 2018. године.

Табела 59. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ha) и процентима (%) током: а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године у СРП „Ковиљско-петроварадински рит“

Класа	Начин коришћења земљишта	1990.	%	2000.	%	2012.	%	2018.	%
112	нецеловита урбана подручја	10	0,2	10	0,2	10	0,2	10	0,2
211	ненаводњавано обрадиво земљиште	80	1,5	70	1,3	80	1,5	80	1,5
231	пашињаци	60	1,1	60	1,1	60	1,1	60	1,1
242	комплекси култивисаних парцела	5	0,09	4	0,07	/	/	/	/
311	листопадне шуме	3.710	68,5	3.420	63,2	3.870	71,4	3.790	69,9
321	природна трава	/	/	/	/	50	0,9	50	0,9
324	прелазно подручје шуме, жбуња и макије	1.260	23,3	1.560	28,8	1.050	19,4	1.100	20,3
411	копнене мочваре	90	1,7	170	3,1	180	3,3	210	3,9
511	водени токови	90	1,7	90	1,7	90	1,7	90	1,7
512	водени објекти	110	2,0	30	0,5	30	0,5	30	0,5
Укупно		5.415	100	5.414	100	5.420	100	5.420	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

СРП „Карађорђево“. На подручју СРП „Карађорђево“ динамика промена у вегетационом покривачу је минимално изражена (Табела 60). Редукација вегетације је на нивоу статистичке грешке (током 2000-2012. године је износила свега 5 ha (0,2%), да би током 2012-2018. године била на минималној вредности од свега 2 ha (0,07%). Повећање вегетације је такође минимално изражено (свега 30 ha током 1990-2000. године), док промене нису забележене током 2012-2018 године (0,0 ha). У процентуалним односима у периоду 1990-2000. и 2000-2012. године свега 1% територије Резервата је претрпело одређене промене, док су промене биле на декадном минимуму током 2012-2018. године (0,1%).

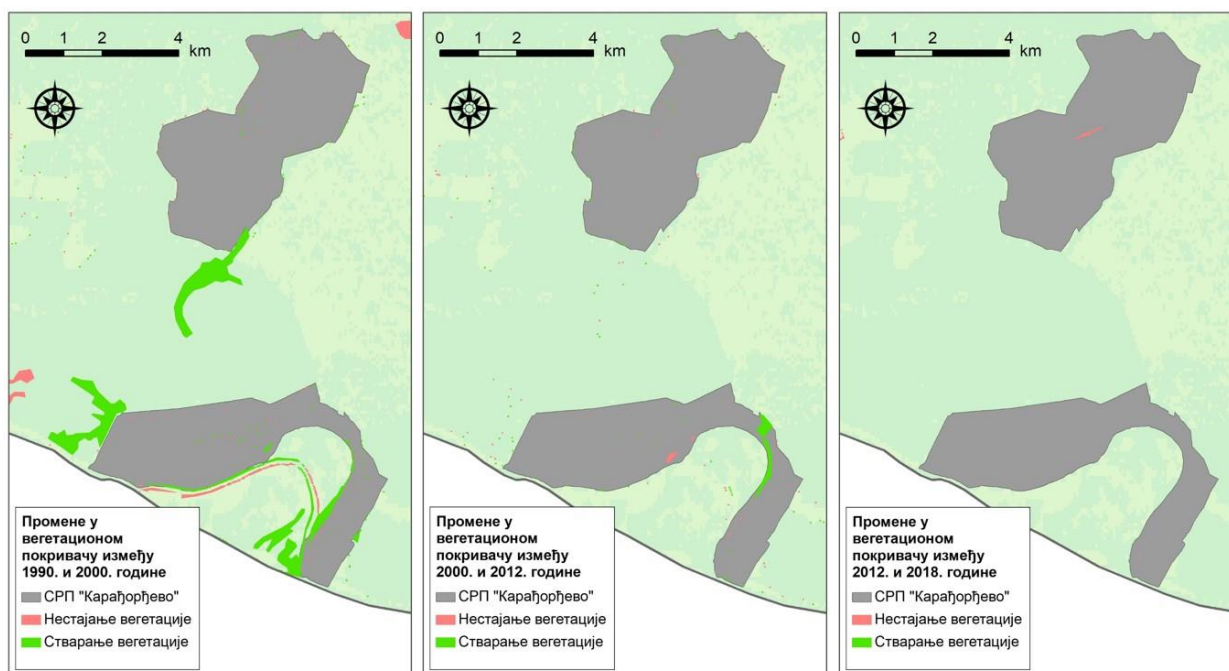
Табела 60. Промене у вегетационом покривачу током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју СРП „Карађорђево“

Период	БП* (ha)	%	↑* (ha)	%	↓* (ha)	%	Σ (ha)	Σ (%)
1990-2000.	3.010	99,0	30	0,9	3	0,09	3.040	100
2000-2012.	3.010	99,0	20	0,8	5	0,2	3.040	100
2012-2018.	3.040	99,9	0	0,0	2	0,07	3.040	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

* БП – без промена; ↑ – увећање вегетације; ↓ – редуција вегетације

Просторне промене са аспекта дистрибуције вегетационог покривача у СРП „Карађорђево“ показују сличан образац као и у случају СРП „Ковиљско-петроварадински рит (Карта 29); иако су оне минимално изражене током анализираних интервала, одређени интензитет промена постоји током периода 1990-2000. и 2000-2012. године, док током интервала 2012-2018. године оне заправо и нису евидентиране.



Карта 29. Промене у вегетационом покривачу током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године у СРП „Карађорђево“

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

CORINE анализа као индикатор промена у начину коришћења земљишта је указала постојање 10 класа у начину коришћења земљишта на подручју СРП „Карађорђево“ (Табела 61). Комплекси култивисаних парцела као и класа пољопривредно земљиште са већим комплексима шумске вегетације нису биле заступљене током 2012. и 2018. године. Највећи просторни обухват као и промене највећег интензитета су забележене у класи листопадне шуме. Максимална вредност површине ове класе је идентификована 1990. године од 2.250 ha (73,9%), док се минимална вредност јавља 2018. године и износи 1.960 ha (64,2%). Наредна класа намене земљишта у којој постоје одређене промене се односи на класу прелазно подручје шуме, жбуња и макије. Најнижа вредност је била 1990. године од 350 ha

(11,5%), док се највећа површина идентификује 2018. године – 680 ha (22,3%). Од наведених класа још се истиче класа *ненаводњавано обрадиво земљиште*, чија је површина током анализираних декада виша од 100 хектара.

Табела 61. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ha) и процентима (%) током: а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године у СРП „Карађорђево“

Класа	Начин коришћења земљишта	1990.	%	2000.	%	2012.	%	2018.	%
112	<i>нецеловита урбана подручја</i>	2	0,08	1	0,03	2	0,08	2	0,08
211	<i>ненаводњавано обрадиво земљиште</i>	180	5,9	180	5,9	180	5,9	190	6,2
231	<i>паињаџи</i>	2	0,08	2	0,08	40	1,3	40	1,3
242	<i>комплекси култивисаних парцела</i>	1	0,04	1,1	0,03	/	/	/	/
243	<i>пољопривредно земљиште са већим комплексима шумске вегетације</i>	50	1,6	50	1,6	/	/	/	/
311	<i>листопадне шуме</i>	2.250	73,9	1.980	64,8	2.030	66,7	1.960	64,2
324	<i>прелазно подручје шуме, жбуња и макије</i>	350	11,5	650	21,3	610	20,1	680	22,3
411	<i>копнене мочваре</i>	80	2,6	70	2,3	70	2,3	70	2,3
511	<i>водени токови</i>	40	1,3	30	0,9	20	0,7	20	0,7
512	<i>водени објекти</i>	90	3,0	90	2,9	90	2,9	90	2,9
Укупно		3.045	100	3.054,1	100	3.042	100	3.052	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

ПИО „Суботичка пешчара“. Интензитет промена у ПИО „Суботичка пешчара“ је сличан променама у СРП „Ковилско-петроварадински рит“, а више изражен у поређењу са СРП „Карађорђево“ (Табела 62). Овај тренд се може објаснити утицајем величине просторног обухвата анализираних заштићених подручја. Смањење вегетације је достигло највишу вредност током 1990-2000. године – 120 ha (1,6%), док је најнижа вредност износила свега 40 хектара тј. 0,1% (2000-2012). Увећање вегетације је било најизраженије током 1990-2000. године – 120 ha (1,6%), док су најмање промене износиле 50 хектара тј. свега 0,2% (2012-2018). Анализирано по процентима, промене највећег интензитета су износиле 3,2% површине ПИО „Суботичка пешчара“ (1990-2000). Најмање промене су забележене током периода 2000-2012. године (1,1% територије).

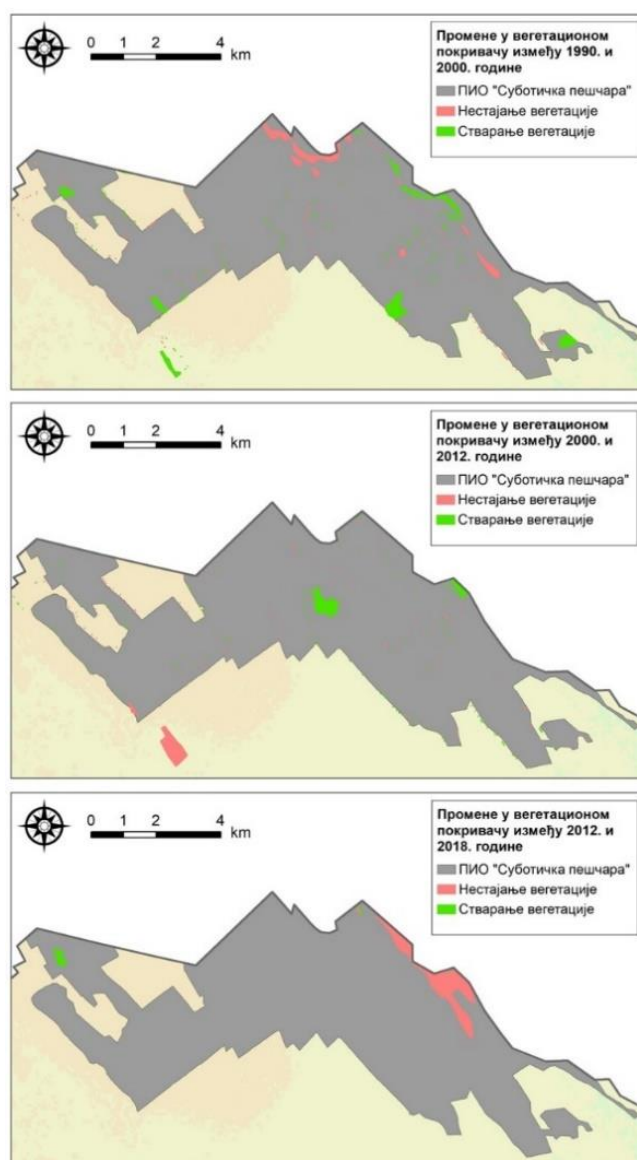
Табела 62. Промене у вегетационом покривачу током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју ПИО „Суботичка пешчара“

Период	БП* (ha)	%	↑* (ha)	%	↓* (ha)	%	Σ (ha)	Σ (%)
1990-2000.	5.110	96,8	120	1,6	120	1,6	5.340	100
2000-2012.	5.220	99,0	80	0,9	40	0,1	5.340	100
2012-2018.	5.190	98,3	50	0,2	110	1,5	5.340	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

* БП – без промена; ↑ – увећање вегетације; ↓ – редукација вегетације

Геопросторне промене у вегетационом покривачу су, након промена у СРП „Горње Подунавље“, најизраженије у ПИО „Суботичка пешчара“ у односу на одабрана заштићена природна подручја Бачке (Карта 30).



Карта 30. Промене у вегетационом покривачу током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године у ПИО „Суботичка пешчара“

Извор: Аутор на основу ArcGIS 10.7 софтвера

Промене су најизраженије између 1990-2000. године, где је нестајање вегетације изражено у северним деловима ПИО „Суботичка пешчара“, док је стварање вегетације одређеног обима присутно на читавом подручју овог заштићеног подручја. Током периода 2000-2012. године актуелно је стварање вегетација у ограниченом ареалу на централном и северном подручју; нестајање вегетације доминира током 2012-2018. године и фрагментарно обухвата североисточне делове ПИО „Суботичка пешчара“, док су „оазе“ у стварању вегетације присутне на крајњем западу заштићеног подручја.

На анализираном заштићеном подручју регистровано је преко CORINE базе података 12 класа намене земљишта (Табела 63). Класе *виногради* и *пољопривредно земљиште са већим комплексима шумске вегетације* нису евидентирани током 2012. и 2018. односно 2012. године. У компарацији са претходно анализираним заштићеним природним ресурсима, присутне су две класе више. Разлог представљају антропогени утицаји на експанзији обрадивих површина и стабилизацији песка еолског порекла. Примера ради, интензивирањем пољопривреде дошло је до одводњавања подручја чиме је омогућено даље повећање обрадивих површина. Ово је узрок појави класе *ненаводњавано обрадиво земљиште*. Максимална вредност је забележена 2000. године – 310 ха (5,8%), док је већ 2012. године удео ове класе опао, на свега 70 ха (1,2%). Такође, у циљу везивања песка започето је подизање шумских засада (багрема и црног бора), па се осим класе *листопадне шуме* јављају и класе *четинарских* и *мешовитих шума*. Класа *листопадне шуме* је имала највећу површину од 1.450 ха тј. 23,7% (1990), да би се њен удео смањило на 1.130 хектара (21,1%) током 2000. године. Класа *четинарске шуме* континуирано смањују своју површину (са 530 ха током 1990. године на 190 хектара 2018. године). Са друге стране, класа *мешовите шуме* непрекидно расте (са 940 ха током 1990. године на 1.110 хектара 2018. године). Осим ових формација, вредно је навести и класе *прелазно подручје шуме*, *жбуња* и *макије* где се истичу највеће површине 2012. године – 1.280 ха (24,0%); најмањи удео је био 1990. године – 1.000 ха (16,3%); класа *пашњаци* од 1990-2018. године бележи континуиран раст и повећала се током наведеног интервала за 390 ха.

Табела 63. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ха) и процентима (%) током:
а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године у ПИО „Суботичка пешчара“

Класа	Начин коришћења земљишта	1990.	%	2000.	%	2012.	%	2018.	%
112	<i>нецеловита урбана подручја</i>	800	13,1	10	0,2	10	0,2	10	0,2
211	<i>ненаводњавано обрадиво земљиште</i>	230	3,8	310	5,8	70	1,2	90	1,7
221	<i>Виногради</i>	2	0,03	10	0,2	/	/	/	/
222	<i>Воћњаци</i>	150	2,4	10	0,2	40	0,8	110	2,1
231	<i>Пашњаци</i>	830	13,5	910	17,0	1.110	20,8	1.220	22,8
242	<i>комплекси култивисаних парцела</i>	170	2,8	150	2,8	120	2,3	40	0,7
243	<i>Пољопривредно земљиште са већим комплексима шумске вегетације</i>	20	0,3	1	0,02	/	/	20	0,4

311	листопадне шуме	1.450	23,7	1.130	21,1	1.300	24,4	1.290	24,1
312	четинарске шуме	530	8,7	480	8,9	310	5,8	190	3,6
313	мешовите шуме	940	15,3	1.040	19,4	1.050	19,7	1.110	20,7
324	прелазно подручје шуме, жбуња и макије	1.000	16,3	1.260	23,5	1.280	24,0	1.230	23,0
411	копнене мочваре	4	0,07	40	0,7	40	0,8	40	0,7
Укупно		6.126	100	5.351	100	5.330	100	5.350	100

Извор: Аутор на основу Corine Land Cover база података

На основу CORINE land cover базе података из 2000. године на територији Републике Србије огроман значај и учешће заузимају полуприродни предели, где аутохтоност биоценоза (нпр. шуме, оранице које се не наводњавају) није у већој мери нарушена антропогеним притисцима. Идентификовано је 9 класа укупне површине 2.976.471 ха. Од значаја су и пољопривредне површине, са 7 класа укупне површине 4.417.464 хектара. Вештачке површине су заступљене са 11 класа укупне површине 250.704 хектара. Влажна подручја су присутна са класом копнене мочваре површине 21.176 хектара, док су водени басени заступљени са две класе површине 86.366 хектара (Миљановић, Панић и Јојић-Главоњић, 2018). На територији Бачке је у компарацији са класама на националном нивоу заступљено 15 различитих класа у начину коришћења земљишта, где изразит удео заузимају полуприродни предели и пољопривредне површине. Детектоване вегетационе промене на нивоу Бачке указују на слаб интензитет промена (>90% вегетационог покривача је без промена у смислу стварања и редукције вегетације). У односу на класе коришћења земљишта, у структури вегетационог покривача Бачке доминантан удео имају површине под листопадним шумама, прелазним подручјем шума, жбуња и макије као и класа природне траве. Унутар наведених класа, нису детектоване израженије промене вегетације. Анализа на основу CORINE базе података је утврдила да је СРП „Горње Подунавље“ под најинтензивнијим променама у односу на остала анализирана заштићена природна добра, где су ове промене минималног карактера. Ово се пре свега тумачи просторном величином СРП „Горње Подунавље“ и доминантним учешћем барско-ритских комплекса који су подложни флукуацијама у величини вегетационог покривача.

Разумевање процеса који делују као кључни фактори динамике у вегетационом покривачу има бенефит у пројекцији промена као и адаптација на будуће утицаје. Ово представља изазов пошто вегетационе промене могу бити изазване комплексом фактора, који варирају од: а) глобалних екстерних чинилаца (нпр. захтеви са јединственим тржиштем и политике у пољу заштите животне средине) до б) локалних утицаја и притисака (нпр. раст популације и инфраструктурни развој) (Geist and Lambin, 2002). Рецентне вегетационе промене у Бачкој и Панонској низији могу се посматрати као интегрални део регионалног стања вегетационог покривача. Тако су, Zanon et al. (2018) анализом стања шумског покривача у Европи током протеклих 12.000 година утврдили редукцију ових површина у већем делу континента, што је резултат дефорестације антропогеног порекла. Hellwig, Walz and Markovic (2019) су утврдили да су режими заштите у заштићеним подручјима Европе смањили, али не и у потпуности елиминисали антропогене промене у начину коришћења земљишта; тако је, променом намене земљишта и даље погођено 1,5% свих заштићених подручја. Генерално, аутори су утврдили да су афорестација и дефорестација најзначајнији

фактори који утичу на промену намене земљишта. Регионално посматрано, у Медитерану и деловима Средње Европе процеси попут урбанизације, интензивна и екстензивна пољопривреда су највише утицали на конверзију земљишта. Антропогени утицаји попут урбанизације и пољопривредне делатности су били мање изражени унутар заштићених подручја него изван њих. Ипак, ови процеси су доминантни су у око 25% класа намене земљишта у заштићеним подручјима Албаније, Хрватске, Кипра, Немачке и Шпаније. Осим на националном нивоу, актуелна су и истраживања CORINE промена намене земљишта у заштићеним целинама мањег територијалног обухвата. Тако су, Žoncová, Hronček and Gregorová (2020) анализирали промене у начину коришћења земљишта у НП „Ниске Татре“ (Словачка) током интервала 1990-2018. године. Промене су биле изражене и на до 20% површине заштићеног подручја у протеклом периоду. Најзначајније промене примећене су у четинарским састојинама, са смањењем од скоро 12%. Насупрот томе, изражено је повећање за више од 11% у прелазном подручју шуме, жбуња и макије. Идентификовани резултати указују на одређена ограничења у смислу упоређивања добијених резултата на простору Бачке и у одабраним заштићеним природним добрима. Главни разлог лимитираности представља различит интензитет промена у начину коришћења земљишта, па је стога тешко међусобно упоређивати интерпретиране резултате.

УТИЦАЈ БИОТИЧКИХ ПРОМЕНА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Војводина је током последња два века у великој мери изменила физиономију простора у односу са осталим деловима Републике Србије. У прошлости је на овом подручју био заступљен разноврстан биљни и животињски свет. Биодиверзитет је био изражен на нивоу врсте (специјски биодиверзитет) и на нивоу јединки, док су неизмењена или незнатно измењена аутохтона станишта заузимала знатну површину. Бројне популације биљних и животињских заједница су настањивале влажна станишта плавних подручја великих панонских река, док су на оцедитијим теренима егзистирала станишта степског и слатинског карактера. Рецентну биолошку разноврсност одликује знатан удео угрожених, затим ендемичних и реликтних врста, као и изолована природна станишта која су изложена деградацији, фрагментацији, али и конверзији у различите сврхе. Промена намене земљишта је последица раста популације, развојем технологије, али и проширењем и унапређењем саобраћајне инфраструктуре. Ово су разлози услед којих на простору Бачке доминира агрокултурни предео са знатним учешћем пољопривредног земљишта, насељима и индустријом (Пањковић и Стојнић, 2011; Радовић и сар., 2011). Влажна станишта, која доминирају на подручју истраживања су редуковала своју површину захваљујући хидромелиорационим подухватима на изградњи мреже канала. Ово је утицало на снижавање нивоа подземних вода и повлачења влажних станишта. Инфраструктурним пројектима у смислу подизања одбрамбених насипа и променом токова река у Бачкој дошло је до нестанка бројних ритова и мртваја (Стојановић, Павић и Месарош, 2014).

У интерпретацији CORINE промена у укупним променама вегетационог покривача и начину коришћења земљишта на простору Бачке и одабраним заштићеним подручјима издвојени су и сумирани следећи резултати. Генерално посматрано, у обе анализе најинтензивније промене су примећене током деведесетих година прошлог века; највећи део територије Бачке је без значајнијих вегетационих промена. Осим тога, детектована је слаба пошумљеност Бачке (око 6%), док повољну околност представља чињеница да у

структури вегетације, највећу површину заузима класа листопадних шума. У односу на анализирано стање вегетационог покривача у заштићеним подручјима Бачке, промене највећег интензитета постоје у СРП „Горње Подунавље“, које је и површински највеће на подручју истраживања. Тако су, у овом природном добру промене у смислу увећања и редукције вегетационог покривача захватиле чак 7,7% Резервата (1990-2000). Промене су биле најизраженије у класи *листопадне шуме*, које су 1990. године имале декадни максимум, да би наредних деценија наступило смањење површина (за око 2.000 ha 2012. године). Класа *шуме, жбуње и макије* је током анализираних периода повећала своју површину за 100%. Класа *копнене мочваре* показују просечне међугодишње варијације, тј. нису изражена изразита колебања између периода. *Пољопривредно земљиште са већим подручјима природне вегетације* је, са друге стране, смањило вредност површина на свега 20 ha. Неупоредиво мањи интензитет промена је евидентиран у СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ (у односу на СРП „Бачко Подунавље“) са максималном вредношћу промена од 1,7% (2000-2012. године). У односу на класе коришћења земљишта промене су готово идентичне као и у СРП „Горње Подунавље“, али неупоредиво мањег интензитета. Од значаја је повећање површина под *копненим мочварама* (максимална вредност 210 ha 2018. године). У СРП „Карађорђево“ промене у вегетационом покривачу су најмање изражене у односу на наведена влажна подручја Бачке (само 1% 1990-2000. и 2000-2012. године). Вредности површина већина класа коришћења земљишта у овом заштићеном подручју су у границама вишегодишњих варијација. Изузетак представља класа *прелазно подручје шуме, жбуња и макије* чија се површина повећала у поређењу са стањем у 1990. години за 330 ha током 2018. године. Иако су услови формирања станишта у ПИО „Суботичка пешчара“ другачији у компарацији са анализираним влажним стаништима Бачке, интензитет промена је мањи искључиво у односу са СРП „Горње Подунавље“ (3,2% подручја ПИО је током 1990-2000. године било захваћено променама у вегетационом покривачу). Разлози су преваходно антропогене природе (интервенције на стабилизацији покретног песка и експанзија обрадивих површина). Ово је узрок нешто другачијем распореду класа у коришћењу земљишта (категорије шумских састојина – *листопадне* и *мешовите шуме* су повећале свој удео, док су код *четинарских шума* редуковане површине). Класа *пашињаци* је током анализираних периода повећала своју површину за 390 ha. Наведене површине су од значаја јер је у знатној мери очувана аутохтоност предела која доприноси успешној конзервацији пешчарских станишта.

Промене у вегетационом покривачу Бачке од 1990-2018. године су незнатно изражене; у будућим истраживањима било би неопходно испољене трендове упоредити са стањем вегетационог покривача након Другог светског рата, када су антропогени утицаји (индустријализација и урбанизација) у знатној мери уништили аутохтону вегетацију Бачке. На простору Бачке је детерминисано континуирано смањење степена пошумљености од 1990. године (свега 6,45% током 2018. године). У компарацији са Бачком, сличан степен пошумљености присутан је и у Војводини (6,37%); циљ одрживог коришћења шумског покривача представља повећање пошумљености до оптималног нивоа од 14,32%, што је стандард у напредним европским државама (ЈП „Војводинашуме, 2021). Вегетациони покривач је кључни фактор у заштити земљишта од еолске ерозије (Youssef et al., 2012). Baumgertel et al. (2019) су указали на зоне високе сензитивности вегетационог покривача у Војводини; овде се ради о слабо пошумљеним подручјима која су изложене ерозивном деловању ветра. Аутори издвајају два подручја у Војводини, посебно осетљива на еолску

ерозију: а) пешчарске формације Суботичко-хоргошке пешчаре (Бачка) и Делиблатска пешчара (Банат). Сходно томе, повољни природни услови за појаву ерозије еолског порекла у интеракцији са антропогеним интервенцијама (дефорестација Бачке) представљају лимитирајући фактор у одрживости биодиверзитета Бачке.

Детерминисане CORINE промене у одабраним влажним подручјима Бачке се могу анализирати са аспекта одрживости одређених привредних делатности попут попут шумарства, лова и екотуризма. Пузовић (2002) сматра да шумарство често негативно утиче на екосистеме и биодиверзитет ритова Бачке. Тако су, у време проглашења СРП „Бачко Подунавље“ делови Резервата (Моношторски и Апатински рит) били под утицајем непланског крчења шуме. И данас изражена редукација површина под листопадним шумама на основу CORINE представља актуелан проблем неадекватног газдовања шумским ресурсима. Још један системски проблем чине и плантаже топола као један од видова пошумљавања Војводине. Оне битно угрожавају преостале, релативно очуване аутохтоне влажне природне и предеоне целине, што је коначно довело до угрожавања опстанка популација биљних и животињских врста. Ово је проблем системске природе, пошто је интензивно уништавање влажних станишта, путем подизања засада клонских топола и врба трајало од педесетих до осамдесетих година прошлог века. Такође, пошумљавање је вршено селективно, чак и на локацијама које за овај подухват нису погодне. Слично стање је и у Ковиљско-петроварадинском рити (само је интензитет испољених CORINE промена мањи). Садња плантажа топола утиче на деградацију овог природног добра и чини га у смислу биодиверзитета све сиромашнијим. У СРП „Карађорђево“ јављају се проблеми сличне природе. На простору Шаренградске аде и Хагела (који припадају Резервату) доминирају састојине под аутохтоном вегетацијом (66,26%) насупрот састојинама алохтоних врста (18%). На простору Букинског рита састојине са доминацијом алохтоних врста (34,63%) имају нешто већу заступљеност у односу на аутохтоне врсте (32,76%). Најзаступљеније су састојине са доминацијом багрема, америчког јасена и црног ораха које чине алохтоне врсте које делују негативно на развој природне вегетације (Делић и Туцаков, 2011).

Природне карактеристике влажних подручја Бачке представљају одличну основу за ловишта у њиховим границама, па је од осам ловишта у Бачкој чак шест (ловишта „Козара“, „Апатински рит“, „Камариште“, „Плавна“, „Карађорђево“ и „Ковиљски рит“) заступљено у ритовима Бачког Подунавља. Ово указује на значај биодиверзитета, пре свега, као природног ресурса у развоју лова као привредне активности. Овде се остварује и интеракција између ловног туризма и ловства, у чему значајну улогу имају постојећи смештајни капацитети у смислу туристичке инфраструктуре. На овај начин, ловно-туристички ресурси представљају значајан сегмент туристичке понуде Бачке (Стојановић, 2005).

Бројност дивљачи у влажним стаништима Бачке је у прошлости иницирала развој ловног туризма. Међутим, савремени трендови у развоју туризма су довели до експанзије екотуризма као одрживог облика туристичке делатности (Лазичић и сар., 2008). Влажна подручја представљају један од последњих фрагмената аутохтоних природних вредности Бачке и као такви представљају потенцијал за развој екотуризма. Беневити од развоја екотуризма су бројни: а) доприносе очувању природних вредности, б) потенцирају неопходност очувања природе, в) утичу на ниво еколошке свести туриста и локалног становништва и подстичу развој локалних заједница (Стојановић, 2006). СРП „Горње Подунавље“ одликују повољни природни услови за развој екотуризма, што је потврђено

креирањем адекватне туристичке понуде. Почети екотуризма се односе на формирање едукативних стаза са одговарајућим садржајима за туристе (едукативне табле, локације за одмор, осматрачница за птице). Тренутно Резерват поседује три едукативне стазе: а) Кружна едукативна стаза Карапанца, б) Едукативна стаза Бестремент и в) Едукативна стаза Штрбац. Туристичка понуда је употпуњена сеоским туризмом у насељима која окружују Моношторски и Апатински рит. Главни елементи понуде су: фолклорно наслеђе, туристичке манифестације, преуређене сеоске куће и завичајне збирке (Stojanović et al., 2014b). Препознатљива заштићена целина за развој екотуризма у Бачкој је и СРП „Ковиљско-петроварадински рит“. Она поседује неколико едукативних стаза са пратећим садржајима: а) Едукативна стаза на локалитету Шлајз – Тиквара и б) Едукативна стаза на Курјачкој греди (Стојановић, Павић и Месарош, 2014). Дакле, у влажним подручјима Бачке која су под заштитом државе уочава се тренд боље развијености туристичке понуде искључиво у Подунављу. Нажалост, ово указује да могућности заштићених подручја ритског карактера као дестинација екотуризма нису ни приближно искоришћене, што је проблем који је у надлежности локалних самоуправа и туристичких организација на овом подручју.

Осим истакнутих влажних подручја Бачке, неопходно је указати на утицај испољених промена на пешчарска станишта ПИО „Суботичке пешчаре“ у контексту повољности за развој туризма као потенцијалне привредне делатности. Ово природно добро је окружено насељима, пољопривредним земљиштем, аутопутем Е-75, железничком пругом па је и антропогени притисак велики. Фрагментација, изолација, острвски карактер станишта и популација су изражени па је очување и унапређење станишта и врста тешко реализовати (Видер и Стевић, 2009). Ово су фактори који дестимулативно делују на подстицање развоја туризма. Међутим, повећање удела под листопадним и мешовитим шумама на основу CORINE анализе у ПИО „Суботичка пешчара“ доприносе очувању аутохтоности специфичног предела. Ово је допринело и изградњи бројних викендица у његовом окружењу, што ствара услове за развој излетничког туризма на локалитетима: Мајдан, Келебијска шума и језеро Тресетиште. Планови развоја туризма упућују на усмеравање према руралном, екотуризму и школама у природи. Одређене основе у смислу пратећих садржаја већ постоје попут едукативне и бициклическе стазе (Stojanović i sar., 2011).

У овом поглављу су анализирани биотичке детерминанте на основу CORINE промена у вегетационом покривачу Бачке и издвојених заштићених подручја Бачке. Укупни интензитет промена као и промене у начину коришћења земљишта показале су оправданост истраживања, посебно што су промене најизраженије у ритским подручјима (где значајну улогу има величина заштићеног подручја). Интерпретирани резултати се могу искористити у циљу издвајања потенцијално угрожених зона, нарочито ако се има у виду да у процесу шумњавања значајно учешће имају бројне алохтоне врсте, које неповољно делују на квалитет шумских састојина. Такође, било би оправдано у будућим истраживањима упоредити интерпретирани резултате CORINE анализе са сличним методама даљинске детекције попут NDVI индикатора (Jovanović, Milanović and Zorn, 2018). На овај начин, компарацијом добијених резултата били би пружени прецизнији резултати истраживања.

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Циљ овог истраживања представља идентификовање геоеколошких промена у животној средини и њихова корелација са концептом одрживог развоја. Докторска дисертација представља интегрисани приступ у примени емпиријских модела, статистичких процедура, ГИС алата и даљинске детекције у геоеколошкој евалуацији простора. Искључиво овакав комбиновани приступ се може користити у разматрању универзалних и сложених питања попут одрживог развоја. Главни допринос дисертације представља утврђивање стимулативних или ограничавајућих утицаја физичкогеографских ресурса Бачке приликом развоја одређених привредних делатности (пољопривреде, водоснабдевања, наводњавања и одводњавања, индустрије, риболова, туризма, рекреације и др.).

Орографске промене у животној средини су анализирани на основу RUSLE емпиријског модела у процени интензитета потенцијалне ерозије земљишта. Уопштено, највећи део великих морфолошких целина Бачке (лесна тераса, алувијалне равни и алувијалне терасе Дунава и Тисе, Суботичко-хоргошке пешчаре) показују ерозију земљишта ниског интензитета. Са друге стране, у долинама аутохтоних бачких река и на простору бачке лесне заравни као и на контакту бачке лесне заравни и лесне терасе, лесне заравни и пешчаре, ерозивни услови су израженији. Ерозија највећег интензитета је евидентирана на простору Тителског лесног платоа. Дакле, на највећем делу територије Бачке изражена је ерозија I категорије. Иако је ерозивни процес у малој мери изражен, три су битна фактора која у будућности могу угрозити одрживу пољопривредну производњу: а) слаба пошумљеност Бачке; б) неповољни просторни распоред шумских ресурса (изражена концентрација шумских састојина искључиво на простору Суботичко-хоргошке пешчаре и алувијалних равни Дунава и Тисе) и в) слаба пошумљеност пољопривредног земљишта. Као активна мера у борби против потенцијалне ерозије земљишта нужно се намеће потреба за подизањем шумских заштитних појасева. Међутим, у перспективи планиране површине под шумским заштитним појасевима су недовољне у борби против ерозије, па би требало размотрити и друге активне антиерозивне мере.

Климатске детерминанте су интерпретиране непараметријским Ман-Кендал тестом чиме је детектована статистичка значајност трендова температуре ваздуха и падавина. У моделовању климатских варијабли коришћен је ВСС климатски модел, док је у анализи сушних и влажних догађаја коришћен индекс аномалија падавина. На основу података Републичке Агенције за животну средину представљени су резултати квалитета ваздуха за веће урбане агломерације у Бачкој (Нови Сад и Сомбор) на основу Индекса квалитета ваздуха. МК тест указује на статистички значајне позитивне трендове температуре ваздуха, док код падавина нема детектованих промена (1949-2018). Климатски сценарио (2018-2050) указује нарочито на: а) доминантно повећање просечне температуре ваздуха (+1,3°C) на северу Бачке; б) позитиван тренд биће доминантан у источним деловима Бачке (+2,2°C до +1,8°C) у случају просечних температура ваздуха током вегетационог периода; в) пројекције просечних падавина указују на минимално изражене промене у највећем делу Бачке (повећање падавина од +10 mm је могуће у западним и северним деловима Бачке); г) са друге стране, на северу Бачке је могуће смањење сума падавина (-60 mm), док ће редукција падавина потенцијално бити најизраженија у јужним деловима Бачке (-40 mm до

чак -90 mm). Индекс аномалија падавина указује на варијабилност услова аридности, што посебно долази до изражаја појединих година (1999, 2000, 2001. и 2010. година). Испољени климатски трендови могу испољити негативне ефекте у пољопривреди, па одређених година могу бити један од узрока смањења просечних приноса. На основу интерпретираних резултата, одрживост пољопривредне производње може бити доведена у питање, па су неопходне мере адаптације на климатске промене (потпуна имплементација WANA STRAT пројекта за мониторинг дефицита влаге у Бачкој). Тренд повећања просечних температура ваздуха може испољити утицај на одрживост туристичких кретања у туристичким дестинацијама Бачке (Нови Сад, Суботица, Сомбор). Ове урбане агломерације ће на основу климатских пројекција постати изражена „урбана острва топлоте“, па би биоклиматски услови у појединим деловима градских зона могли постати неповољни за боравак како локалног становништва тако и туриста. Испољени климатски обрасци могу имати утицаја и на заштићена Рамсарска и уопште влажна подручја у приобаљу Дунава и Тисе. Пошто ова заштићена подручја настају бројне реликтне и ендемичне врсте, несумњиви ефекти климатских промена могу имати утицаја и на редуковање површина ових подручја, што угрожава и биодиверзитет. Квалитет амбијенталног ваздуха у анализираним урбаним агломерацијама Бачке (Нови Сад и Сомбор) је задовољавајућег квалитета, пошто прекорачења граничних вредности нису детектована код већине параметара у највећем броју мерења. Ради се о повољним околностима са аспекта одрживости пољопривреде, здравља и туризма.

У квантитативној евалуацији квалитета подземних и површинских вода Бачке (Дунава и Тисе) коришћено је неколико статистичких приступа: а) дескриптивна статистика; б) IDW метод интерполације; в) једнофакторска анализа варијансе (ANOVA); г) Пирсонова корелациона анализа и д) анализа главних компоненти (PCA). Дескриптивна статистика и карте дистрибуције одабраних десет параметара квалитета подземних вода Бачке указују на повишене вредности концентрација гвожђа, ортофосфата и арсена. Испољени трендови наведених параметара, нарочито уколико се узме у обзир токсичност арсена, могу довести у питање одрживост водоснабдевања и пољопривреде уколико се контаминирана вода користи за наведене делатности. Међутим, потребна су додатна истраживања која би довела у везу: а) утицај токсичности арсена на становништво Бачке и б) извршити процену употребљених контаминираних подземних вода у наводњавању пољопривредних површина у Бачкој.

Једнофакторска анализа варијансе на сектору Дунава и Тисе кроз Бачку указује да је квалитет површинских вода углавном на задовољавајућем нивоу (на основу граничних вредности за II класу бонитета). На повољан режим аерације на Дунаву и Тиси указују довољне количине раствореног кисеоника. Евидентирана су прекорачења годишњих и месечних вредности суспендованих материја код профила на Дунаву и Тиси (и по неколико пута већа од дозвољених вредности). Посебно су изражена прекорачења месечних вредности на анализираним профилима Дунава и Тисе током летње половине године. Такође, на анализираним профилима Тисе у одређеном броју годишњих и месечних вредности долази до прекорачења дозвољених вредности нитрита (посебно до изражаја долази прекорачење месечних вредности на профилу Тител у летњем периоду). Осим тога, прекорачења постоје али су значајно мање изражена код BOD₅ и амонијум јона; прекорачења BOD₅ су изражена на профилу Мартонош (1982-1993). Годишње и месечне вредности садржаја амонијум јона показују прекорачења у одређеном броју случајева код свих профила на Тиси. На крају, сумарни резултати за Дунав у Бачкој показују да је већина

параметара, сем суспендованих материја, у оквиру дозвољених вредности за II класу квалитета. Резултати за бачки сектор Тисе показују прекорачење концентрације суспендованих материја на свим профилима и нитрита на профилу Нови Бечеј. Пирсонова корелациона анализа указује на израженију статистичку значајност тј. корелисаност анализираних параметара за ток Дунава у односу на ток Тисе у Бачкој. РСА анализа указује на већи број доминантних фактора загађења на Тиси у односу на ток Дунава у Бачкој. Овде се, пре свега, издваја на Дунаву утицај: а) органског загађења; б) отпадних вода и индустрије; као и в) значај „еутрофикације“ на квалитет вода Дунава. Са друге стране, на квалитет вода Тисе утиче неколико фактора изазваних антропогеним притисцима: а) „еутрофикација“ органског порекла; б) отпадне воде пореклом из индустрије, домаћинства и пољопривредних површина; в) „сезонски фактор“ који испољава утицај на физичко-хемијска својства акватичних екосистема; г) утицај суспендованих материја пореклом углавном од ерозије и транспорта еродираних материјала. Иако се водоснабдевање Бачке у највећој мери обавља на основу залиха подземних вода, у мањој мери водоснабдевање се ослања на водне ресурсе из алувијалних равни Дунава и Тисе. Према томе, представљени резултати квалитета вода Дунава и Тисе могу потенцијално негативно деловати на постојеће и планиране системе водоснабдевања; тако, повишене концентрације суспендованих материја могу довести до повећања замућености речних вода, и бити узрок израженијих потреба за пречишћавањем воде. Сличне ефекте могу имати и прекорачења вредности нитрита и амонијум јона на одређеним секторима Тисе, што ограничава водоснабдевање насеља у приобаљу Тисе. Уопштено, квалитет воде Дунава и Тисе која се користи за наводњавање је на задовољавајућем нивоу. Међутим, проблем могу представљати повишене концентрације суспендованих материја на Дунаву и Тиси, као и садржаја нитрита на Тиси. Ово посебно долази до изражаја у топлијој половини године, што је ограничавајући фактор у пољопривредној производњи. Повишене вредности суспендованих материја на Дунаву и суспендованих материјаи нитрита на Тиси (посебно уколико се јаве истовремено са максималним водостајима у пролеће и лето) могу изазвати контаминацију пољопривредних површина и утицати на плодност земљишта. Дакле, одводњавањем на овај начин контаминираних сувишних вода, немогуће је отклонити у целисти загађујуће материје из земљишта, па ово ограничава пољопривредну активност. За потребе одређених индустријских грана, попут текстилне, машинске или хемијске индустрије, квалитет воде Дунава и Тисе је задовољавајући. У одређеној мери квалитет воде лимитирајући је једино за потребе прехранбене индустрије (услед садржаја суспендованих материја или нитрита). Пошто свакако у летњим месецима постоји дефицит воде изазван климатским приликама, водоснабдевање индустрије водом је још отежаније. Привредне делатности попут пловидбе су такође активности које су оправдано могуће и на Дунаву и на Тиси у бачком делу тока. Као и претходно, лимитирајући фактори могу бити вредности суспендованих материја и нитрита изнад дозвољених вредности на појединим профилима Дунава и Тисе. Повишене вредности нитрита (нарочито на Тиси) доводе до појаве еутрофикације. Овакви услови уколико кореспондирају са ниским водостајем лети још више погађају наведени сектор привреде (наведени услови су посебно изражени на преводници код Новог Бечеја услед неадекватних техничких услова). Количине раствореног кисеоника на Дунаву и Тиси су оптималне са аспекта одрживог риболова; међутим, проблем могу представљати повремена прекорачења амонијум јона код свих профила на Тиси, нитрита на профилу Тител и BOD_5 на Мартоношу – истакнута

прекорачења могу довести при одређеним условима до помора рибе и редукције популације ихтиофауне. Сектори Дунава и Тисе у Бачкој имају и велике туристичке потенцијале. Туристичке активности значајне за одрживи развој овог простора односе се на наутички туризам, спортско-рекреативни туризам и екотуризам. На појединим секторима присутна су и одређена ограничења. Повећан садржај суспендованих материја посебно у топлијој половини године, може ограничити активности са аспекта наутичког туризма. Пошто у приобаљу Дунава и Тисе постоја бројна заштићена природна добра од значаја за екотуризам, повишене вредности суспендованих материја и нитрата могу довести до помора рибе, јер доводе до повећане мутноће воде, што је ограничавајући фактор са становишта спортског риболова као сегмента екотуризма.

Одржива пољопривредна производња на простору Бачке је могућа захваљујући повољној структури земљишта и доминантном учешћу чернозема изузетне плодности. Одређена ограничења постоје услед присуства слатина, која су ограничене производне способности. Повољна структура педолошког покривача је у целини искоришћена на шта указује развијеност грана прехранбене индустрије. Изузетна фертилност земљишта је праћена високом просечном ценом по хектару ораничне површине у Бачкој. Повољна околност са аспекта пољопривреде представља чињеница да је садржај тешких метала у земљишту Бачке у оквиру дозвољених граничних вредности. Међутим, еколошки проблем представљају депоније отпада и прекомерна употреба пестицида у пољопривреди, што су фактори који могу у одређеној мери ограничити пољопривредну производњу на обрадивим површинама. CORINE програм даљинске детекције је евидентирао одређене педолошке промене: а) од укупно пет категорија и 26 класа коришћења земљишта, посебно се истиче повећање удела површина у категорији вештачке површине (нецеловита урбана подручја и вештачке јединице); б) у категорији пољопривредне површине, површине под ненаводњаваним обрадивим земљиштем нису редуковале свој удео, што указује на одрживост пољопривредне производње; в) класа воћњаци и плантаже зрнастог воћа су до 2018. године повећале површину за близу 4.000 ha; г) култивисане парцеле су доживеле најинтензивније промене (смањење површина за око 21.000 ha); д) присутна је редукција површина под класом листопадних шума, што указује на проблем дефорестације; е) конверзија класа педолошког покривача је најизраженија у периоду 1990-2000. године и са аспекта укупних површина и удела класа захваћених конверзијом; е) повољна је чињеница да конверзија класа земљишта није изражена на релацији пољопривредне површине – вештачке површине; ж) картирање педолошких промена указује да су промене најинтензивније током деведесетих година XX века. Интерпретирани резултати се могу тумачити са аспекта: а) урбанизације и индустријализације, б) напуштања пољопривреде и в) смањења пошумљености. Експанзија урбанизације, градског начина живота и индустријализација могу у перспективи утицати на одрживост пољопривредне производње. Изражено напуштање обрадивих површина на шта указује смањење удела култивисаних парцела узроковано је економским (уситњавање пољопривредних парцела) и демографским фактором (старење пољопривредног становништва). Дефорестационе промене (посебно у смислу смањења удела листопадних шума) и неповољна дистрибуција шумских ресурса на простору Бачке су лимитирајући фактор одрживости у смислу педолошких детерминанти. Наведени разлози указују на потребу за пошумљавањем већег обима, како би се наведени негативни ефекти предупредили.

Анализа CORINE промена у интерпретацији биотичких промена на простору Бачке указују да су у односу на (а) укупне промене вегетационог покривача и начину коришћења земљишта Бачке као и (б) промене у издвојеним заштићеним подручјима Бачке промене највећег интензитета регистроване деведесетих година прошлог века. Генерално, највећи део Бачке је без изражених промена вегетационог покривача. Такође, уочена је слаба пошумљеност Бачке (око 6%), док у структури вегетације, највећу површину заузима класа листопадних шума, што је повољна околност. Промене највећег интензитета у смислу анализираних заштићених подручја Бачке постоје у СРП „Горње Подунавље“, што кореспондира са утицајем његове величине у односу на анализирана заштићена подручја Бачке (СРП „Ковилско-петроварадински рит“, СРП „Карађорђево“, ПИО „Суботичка пешчара“). Такође, било би пожељно анализирати стање вегетационог покривача након Другог светског рата и промене изазване индустријализацијом и урбанизацијом, па упоредити са интерпретираним резултатима. Детерминисане промене у заштићеним подручјима Бачке указују на негативне ефекте шумарства у контексту одрживости екосистема. Ефекти су представљени непланским газдовањем у смислу нерационалне сече шума као и неповољне структуре дрвенастих врста које се користе за пошумљавање. Заштићена природна добра Бачке су уједно и центри активног ловства и ловног туризма, па постојећи број ловишта и смештајни капацитети повољно утичу са аспекта одрживости ових привредних делатности. Такође, екотуризам и екотуристичка понуда у заштићеним природним добрима Бачке се заснива на препознатљивости и туристичкој валоризованости „СРП Горње Подунавље“, где је наведена туристичка делатност посебно развијена. Међутим, са аспекта одрживости екотуризма ограничавајући фактор туристичке понуде Бачке представља чињеница да је овај ресурс делимично искоришћен само у бачком Подунављу. Наведене чињенице указују да је неопходно активирати и остале дестинације екотуризма у Бачкој, посебно заштићена подручја у бачком Потисју. Осим влажних подручја Бачке која су под заштитом државе, и одрживост ПИО „Суботичка пешчара“ је у одређеној мери доведена у питање. Узроци су бројни: фрагментација и расцепканост станишта, антропогени утицаји (насеља, пољопривредно земљиште, околне саобраћајнице), па се ради о лимитирајућим факторима у развоју туризма.

Просторно-временска варијабилност експлоатације природних ресурса је у интеракцији са демографским потенцијалом, што имплицира услове друштвено-економског развоја са тенденцијом његове одрживости. Сходно томе, значај демографског аспекта проширује се и на концепт одрживог развоја, тј. становништво представља изузетно значајан, интегрални елемент прогреса друштва, а и један од фактора одрживог развоја кроз интеракцију са животном средином и економијом. С обзиром на динамику промена становништва и одређен демографски потенцијал Бачке, од одрживог искоришћавања интерпретираних природних ресурса Бачке зависи и друштвено-економски развој наведене регије и квалитет живота становништва. Интерпретирани резултати истраживања у форми докторске дисертације могу послужити као основа у проучавању оптималности физичкогеографских услова за потребе бројних привредних делатности: пољопривреде, водопривреде, индустрије, саобраћаја, лова и риболова, шумарства, туризма и рекреације и др. Такође, резултате је могуће искористити и за комплексне геопросторне анализе и тумачења, израду тематских карата и сличне намене. Истакнути резултати истраживања могу представљати базу за геоеколошка истраживања комплекснијег карактера и емпиријске студије физичкогеографских потенцијала у перспективи.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ ПОДАТАКА

- Агенција за заштиту животне средине, (2013). *Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2012. годину*. Београд: Министарство заштите животне средине.
- Аначков, Г., Бјелић-Чабрило, О., Караман, И., Раденковић, С., Радуловић, С., Вуков, Д. и Пал, Б. (2013). *Листа инвазивних врста на подручју АП Војводине*. Нови Сад: Природно-математички факултет.
- Анђелковић, М., Еремија, М., Павловић, М., Анђелковић, Ј. и Митровић-Петровић, Ј. (1991). *Палеогеографија Србије: Терцијар*. Београд: Институт за регионалну геологију и палеонтологију Рударско-геолошког факултета.
- Анкета о структури пољопривредних газдинстава, (2018). *Земљиште*. Београд: Републички завод за статистику.
- Антић, М., Јовић, Н. и Авдаловић, В. (1982). *Педологија*. Београд: Научна књига.
- Атанацковић, Н. (1958). Прилог флори Бачке. *Зборник Матице српске за природне науке, св. 14*, стр. 143-150.
- Атанацковић, Н. (1961). Неколико нових података за флору Бачке. *Зборник Матице српске за природне науке, св. 21*, стр. 109-112.
- Бачкалић, Т. и Јовановић, Д. (2011). *Саобраћај*. У: Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (ур.): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање-изазови-перспективе*, стр. 310-324. Нови Сад: Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине.
- Белиј, Ј. (2017). *Улога Рамсарских подручја у креирању интегралне туристичке понуде Војводине*. Докторска дисертација. Београд: Географски факултет Универзитет у Београду.
- Белић, С. (1989). *Утицај рада црпних станица за одводњавање на одводњавано подручје и могућности његовог планирања*. Докторска дисертација. Нови Сад: Пољопривредни факултет.
- Белић, М. (1999). *Утицај мелиоративних мера на адсорптивни комплекс солоњеца*. Докторска дисертација. Нови Сад: Пољопривредни факултет.
- Белић, М., Хаџић, В. и Нешић, Љ. (2004). Карактеристике халоморфних земљишта Баната и могућности њиховог интензивног коришћења. *Зборник радова Института за ратарство и повртарство, 40*, стр. 73-89.
- Белић, М., Нешић, Љ. и Ћирић, В. (2014). *Поправка халоморфних земљишта*. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду Пољопривредни факултет.
- Бјељац, Ж., Терзић, А., Бранков, Ј., Јовановић, А. и Петровић, Д.М. (2018). *Туризам Србије*. У: Група аутора (ур.): *Географија Србије*. Географски Институт САНУ, Посебна издања, књ. 91, стр. 669-725, Београд.
- Бугарчић, П. (2007). *Географске карактеристике и функције вештачких језера у Војводини*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Будак, В. (1998). *Флора и биљногеографске одлике слатина Бачке*. Нови Сад: Матица српска.
- Будак, В.П. (1986). *Биљногеографске карактеристике флоре слатина Бачке*. Докторска дисертација. Нови Сад: Природно-математички факултет, Институт за биологију.

- Буквић, Р., Алексић, Д., Аничкић, Ј., Лакета, М., Тодорић, Ј., Закић, Н., Вуковић, Д., Милетић, Д., Вукотић, С., Вукмировић, Д., Вукмировић, Ј. и Мајдаревић, А. (2018). *Национална економија*. У: Група аутора (ур.): *Географија Србије*. Географски Институт „Јован Цвијић“ САНУ, Посебна издања, књ. 91, стр. 527-667, Београд.
- Букуров, Б. (1948). Долина Тисе у Југославији. *Посебно издање СГД*, св. 25, Београд.
- Букуров, Б. (1949). Велики канал: Дунав-Тиса-Дунав. *Гласник Српског географског друштва*, XXIX, стр. 23-32.
- Букуров, Б. (1950). Три бачке долине: Криваја, Јегричка и Мостонга. *Гласник Српског географског друштва*, св. XXX, бр. 2, стр. 77-86.
- Букуров, Б. (1953а). Геоморфолошке црте јужне Бачке. *Зборник радова Географског института САНУ*, књ. 4, Београд.
- Букуров, Б. (1953б). Геоморфолошки приказ Војводине. *Зборник Матице српске за природне науке*, св. 4, Нови Сад.
- Букуров, Б. (1954). *Језера и баре у Бачкој*. Нови Сад: Матица српска.
- Букуров, Б. (1966). *Проблем генетике у рељефу Војводине*. Сремски Карловци: Центар за усавршавање наставника Војводине.
- Букуров, Б. (1975). *Физичко-географски проблеми Бачке*. Београд: Српска академија наука и уметности, посебна издања, књ. 43.
- Букуров, Б. (1978). *Бачка, Банат и Срем*. Нови Сад: Матица српска.
- Букуров, Б. (1986). *Географска монографија општине Тител*. Војвођанска академија наука и уметности, Одељење друштвених наука и уметности, књ. 4, Нови Сад.
- Буторац, Б., Вучковић, М., Црнчевић, С. (1985). Распрострањење неких ређих врста у флори Војводине. *Зборник Матице српске за природне науке*, св. 68, стр. 75-86.
- Буторац, Б. и Хабијан-Микеш, В. (1997). *Пешичарска подручја Србије*. Београд: Завод за заштиту природе Србије, ЈП „Србијашуме“ и ЈП „Палић – Лудаш“.
- Вајагић, А. и Белић, С. (1989). Квалитет и загађивање вода за наводњавање неких акумулација у САП Војводини. *Водопривреда*, 119-120, стр. 387-392.
- Василић, В. (1981). Шуме и шумско зеленило у Војводини. *Зборник радова са Научног скупа „Екосистеми и могућност њиховог рационалног коришћења“*, стр. 607-621, Матица Српска, 16-18. март 1978, Нови Сад.
- Васин, Ј., Секулић, П. и Курјачки, И. (2004). Стање плодности земљишта у Војводини. *Зборник радова Научног института за ратарство и повртарство*, 40, стр. 101-107.
- Васин Ј., Секулић П. и Курјачки И. (2006). Плодност ораничних површина у приватном власништву у Војводини. *Зборник радова Института за ратарство и повртарство*, 42, стр. 149-155.
- Вељковић, Н., Јовичић, М. (2007). Индикатори одрживог коришћења изворишта подземних вода Србије. *Вода и санитарна техника*, 37(6), стр. 27-37.
- Вељковић, Н., Лекић, Д., Стојановић, З., Рецић, Н., Јовановић, М., Перуновић Ђулић, Т., Поповић, Т., Ђорђевић, Д., Видоковић, Д., Ђорђевић, Љ., Кнежевић, Ј., Митровић-Јосиповић, М., Радуловић, Е., Поповић, С., Крунић-Лазич, М., Јовичић, М., Дамњановић, Д., Трипић Станковић, А., Љубичић, А., Стаменковић, Д., Марић-Танасковић, Л., Јовић, Б., Новаковић, Љ., Денић, Љ., Допуђа Глишић, Т., Дершек Тимотић, И., Радић, С., Дукић, И., Михаиловић, И., Радовановић, И., Јовановић, Г., Пајчин, Н., Радосављевић, А., Антоновић, И., Ђорђевић, С., Димић, Б. и Трајковић,

- С. (2019). *Животна средина у Србији 2004-2019*. Београд: Министарство заштите животне средине/Агенција за заштиту животне средине.
- Верешбарањи, И., Шовљански, Р., Пуцаревић, М. и Кастори, Р. (1993). *Загађеност земљишта Војводине пестицидима и њиховим метаболитима*. У: Кастори, Р. (ур.): *Тешки метали и пестициди у земљишту: тешки метали и пестициди у земљиштима Војводине*. Пољопривредни факултет, Институт за ратарство и повртарство, стр. 223-258, Нови Сад.
- Видер, В. и Стевић, С. (2009). Проблеми заштите и управљања на примеру четири природна добра Северне Бачке. *Заштита природе*, 60(1-2), стр. 159-168.
- Видојевић, Д., Дамњановић, Д., Јевтић, Н. и Алексић, Н. (2018). *Извештај о стању земљишта у Републици Србији: индикаторски приказ*. Београд: Министарство заштите животне средине – Агенција за заштиту животне средине.
- Вујасиновић, С. и Матић, И. (2009). *Основи хидрогеоекологије*. Београд: Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.
- Вујасиновић, А., Латић, Б., Олђа, М., Пејаковић, Ђ. и Велојић, М. (2011). *Ретке, рањиве и угрожене биљне и животињске врсте на подручју ЈП „Војводинашуме“*. Петроварадин: ЈП „Војводинашуме“.
- Вујевић, П. (1924). *Хидрографија и клима Војводине*. Нови Сад: Удружење југословенских инжењера и архитеката.
- Вујевић, П. (1936). О степену континенталности места у Југославији. *Гласник Српског географског друштва*, св. XXII, стр. 30-43.
- Вујевић, П. (1948). *Метеорологија*. Београд: Просвета.
- Вујевић, П. (1953). Поднебље ФНР Југославије. *Архив за пољопривредне науке*, Година VI, св. 12, Београд.
- Вујовић, С. (2014). *Потенцијал самопречишћавања површинских вода као критеријум за дефинисање квалитета отпадних вода*. Докторска дисертација. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Асоцијација центара за интердисциплинарне и мултидисциплинарне студије и истраживања – АЦИМСИ.
- Вујошевић, Н. (1974). О подземним водама и хидрогеолошкој карти Војводине. *Воде Војводине: Годишњак Покрајинског фонда Воде*, бр. 2, стр. 245-254.
- Вукашиновић, С. (1973). О потреби усаглашавања морфоструктурне поделе рељефа Југославије, *Гласник Српског Географског друштва*, св. LIII, бр. 2, стр. 15-25.
- Гавриловић, С. (1972). Инжењеринг о бујичним токовима и ерозији. *Изградња, Специјално издање*, 37(1), стр. 1-292.
- Гавриловић, Љ. (1981). Поплаве у СР Србији у XX веку. *Посебна издања Српског географског друштва*, књ. 52, стр. 5-137.
- Гавриловић, Љ. и Дукић, Д. (2014). *Реке Србије*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Гајић, М. (1986). *Флора и вегетација Суботичко-хоргошке пешчаре*. Београд: Шумарски факултет.
- Галић, З., Орловић, С., Иванишевић, П., Пекеч, С. и Васић, В. (2006). Могућности пошумљавања халоморфних тала у Војводини. *Радови*, 41(1-2), стр. 45-50.
- Голијанин, Ј. (2015). *Геоколошка евалуација природних потенцијала Равне планине и Паљанске котлине у функцији одрживог развоја*. Докторска дисертација. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.

- Голубовић, С. (2009). *Карактеристике смоница округа Пчињског*. Докторска дисертација. Београд: Пољопривредни факултет Универзитета у Београду.
- Грабић, Ј. (2016). *Хидрогеологија: практикум*. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду – Пољопривредни факултет.
- Грчић, М. и Грчић, Ј. (2002). *Мачва, Шабачка Посавина и Поцерина*. Београд: Географски факултет – Универзитет у Београду.
- Давидовић, Р., Миљковић, Ј. и Ристановић, Б. (2005). *Релеф Бачке*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Далмација, Б. и Агбаба, Ј. (2006). *Контрола квалитета воде за пиће*. Нови Сад: Природно-математички факултет.
- Далмација, Б., Колаковић, С., Клашња, М., Иванчев – Тумбас, И., Бенак, Ј., Васиљевић, М., Кулачанин, С., Цинклер, Р., Милосављевић, С., Репац, С., Агбаба, Ј., Бечелић, М., Рончевић, С. и Крчмар Д. (2009). *Стратегија водоснабдевања и заштите вода у АП Војводини*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине.
- Далмација, Б., Бечелић-Томин, М., Крчмар, Д. и Лазич, Н. (2011). *Воде*. У: Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (ур.): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање-изазови-перспективе*, стр. 94-133. Нови Сад: Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине.
- Далмација, Б., Бечелић-Томин, М., Далмација, М., Тричковић, Ј., Агбаба, Ј., Рончевић, С., Малетић, С., Крчмар, Д., Леовац, А., Керкез, Ђ., Угарчина-Перовић, С. и Томашевић, Д. (2012). *Параметри квалитета воде и седимента и тумачење стандарда (имисиони стандарди)*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине.
- Делић, Ј. и Стојшић, В. (2011). *Специјални резерват природе „Карађорђево“: предлог за стављање под заштиту као заштићено подручје I категорије*. Нови Сад: Покрајински завод за заштиту природе.
- Димитријевић, М.Д. (1995). *Геологија Југославије*. Београд: Геоинститут.
- Драговић, С. и Лабат, А. (1993). Водни биланс земљишта, последице суше и ефекти наводњавања у 1992. години. *Зборник радова XXVII семинара агронома*, св. 21, стр. 95-102.
- Драговић, С., Божић, М., Стевић, Д., Рудић, Д. и Васић, Г. (2007). Водно – сони режим земљишта у наводњавању са аспекта проблема заслањивања у Сурчинском доњем пољу. *Водопривреда*, 39(5-6), стр. 376-390.
- Дракић, Г. (2014). Спровођење аграрне реформе у Краљевини Срба, Хрвата и Словенаца на примеру великог поседа страног држављанина. *Анали Правног факултета*, 68(2), стр. 146-163.
- Дугалић, Ј.Г. и Гајић, А.Б. (2012). *Педологија*. Чачак: Универзитет у Крагујевцу Аграрно-математички факултет у Чачку.
- Дукић, Д. (1952). *Наше реке*. Београд: Ново поколење.
- Дукић, Д. (1959). Амплитуде екстремних водостаја на рекама и језерима у ФНР Југославији. *Зборник Географског института САНУ*, књ. 14, стр. 57-102.
- Дукић, Д. (1971). Водоснабдевање градских насеља и индустрије у СР Србији. *Зборник радова Географског института ПМФ*, св. 18, стр. 53-71.

- Дукић, Д. (1974). Особине ветрова у југоисточној Бачкој. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ, св. 21*, стр. 35-50.
- Дукић, Д. (1977а). *Воде СР Србије*. Београд: Српско географско друштво.
- Дукић, Д. (1977б). *Загађеност река и језера у Југославији*. Београд: Графичко предузеће „Радиша Тимотић“.
- Дукић, Д. (1981). *Климатологија*. Београд: Научна књига.
- Дукић, Д. (1986). Загађивање и заштита вода у рекама и каналима у СР Србији. *Вода и санитарна техника, 16(2)*, стр. 11-18.
- Дукић, Д., Гавриловић, Љ. (1989). Водни ресурси СР Србије - њихово искоришћавање и заштита. *Гласник Српског географског друштва, 69(1)*, стр. 7-18.
- Дукић, Д. и Гавриловић, Љ. (2006). *Хидрологија*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Дукић, Д. и Гавриловић, Љ. (2008). *Хидрологија*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Дуњић, Ј. (2020). *Вишекритеријумска анализа положаја и одрживости регионалних центара за управљање отпадом у Војводини*. Докторска дисертација. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Дуцић, В. и Радовановић, М. (2005). *Клима Србије*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Ђорђевић, Љ., Реџић, Н., Радовановић, Н., Јовановић, Г. и Играчев, В. (2020). *Управљање отпадом у Републици Србији у периоду 2011-2019. године*. Београд: Министарство животне средине и Агенција за заштиту животне средине.
- Ђурђевић, С.Б., Арсенић, Д. и Цветановић, М. (2009). Демографски развој Војводине – стање и перспективе. *Зборник радова Департмана за географију, туризам и хотелијерство, 39/2010*, стр. 5-18.
- Ђурђевић, С. (2015). *Заштита природе*. Београд: Универзитет у Београду Географски факултет.
- Ђурић, Б. (1953). *Прилог физичком истраживању језера Палић*. Нови Сад: Матица српска.
- Ђурић, Т., Попин, Д. и Ердџић-Стричевић, Е. (2011). *Пољопривреда*. У: Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (ур.): Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање-изазови-перспективе, стр. 324-334. Нови Сад: Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине.
- Жежељ, Б., Хојка, З. и Димовски, П. (2019). Праћење поступака десалнизације слатина Баната и Бачке. *Земљиште и биљка, 68(1)*, стр. 45-60.
- Живанов, Н. (1977). *Особине земљишта у незаштићеном делу полоја река: Драве, Дунава и Тамиша и њихов значај за таксационе елементе тополе *Populus x euramericana (Dode) Guinier, cl. I-214**. Докторска дисертација. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Институт за тополарство.
- Живковић, М.Б., Нејгебауер, В., Танасијевић, М.Ђ., Миљковић, Н., Стојковић, Л. и Дрезгић, П. (1972). *Земљишта Војводине*. Нови Сад: Институт за пољопривредна истраживања.
- Живковић, Н. (2006). Прилог изучавању водних режима река у Србији. *Зборник радова Географског факултета Универзитета у Београду, 54*, стр. 47-58.
- Закон о заштити животне средине Републике Србије (2009). Сл. Гласник, бр. 36/2009.

- Закон о заштити природе, (2009). Службени гласник Републике Србије, бр. 36/09.
- Зеремски, М. (1973). Морфоструктурна подела рељефа Југославије сагласна новој геотектонској подели, *Гласник Српског географског друштва*, 53(2), стр. 27-34.
- Зеремски, М. (1990). *Србија – морфоструктурна карта, 1:5000000*, Географски институт „Јован Цвијић“ и Одбор за геодинамику, САНУ, Београд.
- Зеремски, М., Марушчак, Х. и Бутрим, Ј. (1991). Проблем хроностратиграфије леса Војводине, *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, књ. 43, стр. 17-32.
- Игић, Р. (1991). *Флористичке одлике Бачке лесне заравни*. Докторска дисертација. Нови Сад: Природно-математички факултет, Институт за биологију.
- Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ (2001). *Водопривредна основа Републике Србије*. Београд: Институт за водопривреду „Јарослав Черни“.
- Јаковљевић, М.Д. (2015). *Геоеколошке детерминанте заштите и ревитализације текућих вода у функцији одрживог развоја АП Војводине*. Докторска дисертација. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.
- Јанковић, М.М. и Атанацковић, С.Б. (1999). *Биогеографија са педологијом*. Београд: Географски факултет Универзитет у Београду.
- Јовановић, В. и Срећковић-Батоћанин, Д. (2006). *Основи геологије*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Јововић, А., Радић, Д., Станојевић, М., Обрадовић, М., Тодоровић, Д., Радовановић Јовин, Х., Георгијев, З., Вујић, Б., Ђурић, Т. и Попин, Д. (2011). *Ваздух*. У: Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (ур.): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање-изазови-перспективе*, стр. 40-93. Нови Сад: Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине.
- ЛП „Војводинашуме, (2021). Процена оптималне шумовитости у Војводини, <https://www.vojvodinasume.rs/sume/proцена-optimalne-sumovitosti-u-vojvodini/> (приступ 06.06.2021).
- Кабих, Д. (1991). Еколошке карактеристике биљака на слатинама северозападне Бачке. *Зборник радова Природно-математичког факултета, бр. 18*, стр. 75-85.
- Карамата, С., Крстић, Б. и Димитријевић, М. (1998). Анализа терана, нов приступ објашњењу геолошког развоја. XIII Конгрес геолога Југославије. *Зборник радова: књ. II – регионална геологија, стратиграфија и палеонтологија*, Херцег Нови.
- Карта ерозије СР Србије, (1983). Тумач – 1:500.000. Институт за шумарство и дрвну индустрију (ур.: Р. Лазаревић), Београд.
- Каса, Л. (2019). *Анализа стања и узрочници загађења Дунава у Србији*. Мастер рад. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Катић, П. (1952). *Климатографска скица АП Војводине*. Београд: Водопривреда.
- Катић, П., Ђукановић, Д. и Ђаковић, П. (1979). *Клима САП Војводине*. Нови Сад: Пољопривредни факултет.
- Кицошев, С., Бубало-Живковић, М. и Ивков, А. (2006). *Становништво Бачке*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Кицошев, В., Туцаков, М. и Ковачев, Н. (2012). *Студија заштите парка природе „Русанда“*. Нови Сад: Покрајински завод за заштиту природе.

- Кичи, Е. (1985). *Водoprивредна основа Војводине*. Нови Сад: Пољопривредни факултет.
- Клашња, Т.М. (2000). Вода у прехранбеној индустрији. *Acta periodica technologica*, 31, стр. 23-38.
- Кнежевић, Ј., Јовић, Б., Танасковић Марић, Л., Јовановић, М., Јосиповић-Митровић, М., Љубичић, А., Стаменовић, Д. и Димић, Б. (2020). *Годишњи извештај о стању квалитета ваздуха у Републици Србији*. Београд: Агенција за заштиту животне средине.
- Коматина, М. (1996). *Подземне воде Србије и решење питања водоснабдевања*. Београд: Геозавод.
- Коматина, М. (2016). *Подземне воде Србије*. Београд: Асоцијација геофизичара и еколога Србије.
- Костадинов, С., Гавриловић, З., Драговић, Н. и Златић, М. (2006). Ерозија и бујични токови на територији Србије. *Вода и санитарна техника*, 36(3), стр. 11-20.
- Костадинов, С. (2008). *Бујични токови и ерозија*. Београд: Шумарски факултет Универзитет у Београду.
- Кошћал, М., Менковић, Љ., Мијатовић, М. и Кнежевић, М. (2005). *Геоморфолошка карта АП Војводине 1:200.000 са Тумачем*. Београд: Геозавод–Гемини.
- Кошћал, М., Менковић, Љ. и Кнежевић, С. (2008). Како је Тителски брег из Срема допловио у Бачку? Саветовање „Природне и културне вредности Тителског брега“, Завод за заштиту природе 15-16. мај 2008.
- Крунић, О. и Сорајић, С. (2013). Балнеолошка класификација минералних вода Србије. *Српски архив за целокупно лекарство*, 141(1-2), стр. 72-80.
- Кукучка, Ђ.М. и Кукучка, М.Н. (2013). *Физичко-хемијски састав светских природних вода*. Докторска дисертација. Београд: Технолошко-металуршки факултет Универзитет у Београду.
- Кукучка, М. (2016). *Уклањање високог садржаја органских и неорганских полутаната из подземних вода Војводине применом нанофилтрације*. Докторска дисертација. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду – Технолошки факултет.
- Лазаревић, Р. (2004). *Експериментална истраживања интензитета водне ерозије*. Београд: Желнид.
- Лазаревић, Р. (2009). *Ерозија у Србији*. Београд: Желнид.
- Лазаревић, Р., Павић, Д., Стојановић, В., Томић, П., Ромелић, Ј., Пивац, Т., Кошић, К., Бесермењи, С., Кицошев, С., Ђурмат, З., Пузовић, С., Ђурековић-Тешић, О., Стојановић, Т., Марић, Б., Виг, Л., Пањковић, Б., Хабијан-Микеш, В., Сабадош, К., Делић, Ј., Ковачевић, Б., Стојшић, В. и Кораћ, Ј. (2008). *Заштићена природна добра и еко туризам Војводине*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департаман за географију, туризам и хотелијерство.
- Лакетић, Т., Павловић, А., Савић, М. и Митић, С. (2014). Садржај анјона у подземним водама на територији Семберије. *Савремене технологије* 3(1), стр. 38-46.
- Летић, Љ., Савић, Р. и Божиновић, М. (2001). *Немирни песак*. Суботица: ЈП „Палић-Лудаш“.
- Летић, Љ., Савић, Р. и Николић, В. (2009). Угроженост Западне Бачке процесом еолске ерозије. *Шумарство*, 1-2, стр. 37-44.
- Луковић, С.М. (2019). *Вегетација заслањених станишта Србије са проценом одрживог коришћења и очувања*. Докторска дисертација. Београд: Пољопривредни факултет Универзитета у Београду.

- Љешевић, М. (2000). *Животна средина – теорија и методологија истраживања*. Универзитет у Београду – Географски факултет: Београд.
- Мариновић, Ђ. (1962). Регионални преглед геологије и тектонике нафтоносних подручја Војводине. *Реферати V саветовања Савеза геолошких друштава ФНРЈ*, Београд.
- Мариновић, Ђ. и Кукин, А. (1972). *Кратак приказ геологије Шајкашке. Шајкашка – Природа краја*. Нови Сад: Посебна издања Матице Српске и Војвођанског музеја.
- Марковић, А. (2020). *Заштита природе у резервату биосфере „Бачко Подунавље“*. Дипломски рад. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Мијатовић, Ф.Б. (1974). Хидрогеолошка основа дефинисања заштитних зона подземних вода за водоснабдевање на територији Војводине. *Вода и санитарна техника*, 24(6), стр. 5-12.
- Милановић, А., Урошев, М. и Милијашевић, Д. (2010). Поплаве у Србији у периоду 1999-2009. година – хидролошка анализа и мере заштите од поплава. *Гласник Српског географског друштва*, 90(1), стр. 93-121.
- Милановић, М.М., Ваљаревић, Ђ.А. и Лукић, Е.Т. (2020). *Даљинска детекција у животној средини*. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.
- Миленковић, М., Ђурчић, Б.Н., Костић, О. и Илић, М. (2018). *Биогеографске и педолошке одлике Србије*. У: Група аутора (ур.): *Географија Србије*. Географски Институт „Јован Цвијић“ САНУ, Посебна издања, књ. 91, стр. 241-300, Београд.
- Милинчић М. А., Пецељ М. (2008). Природна основа геоеколошких процеса Жупе александровачке. *Гласник Српског географског друштва*, 88(1), стр. 53–68.
- Миловановић, Б., Радовановић, М., Станојевић, Г., Пецељ, М. и Николић, Ј. (2018). *Клима Србије*. У: Група аутора (ур.): *Географија Србије*. Географски Институт „Јован Цвијић“ САНУ, Посебна издања, књ. 91, стр. 99-163, Београд.
- Милојевић, Ж.Б. (1949). *Лесне заравни и пешчаре у Војводини*. Нови Сад: Матица српска.
- Милојевић, Б.Ж. (1953). Лесне заравни и пешчаре. *Летопис Матице српске*, књ. 2, Нови Сад.
- Милојевић, Н. и Спирић, Ј. (1963). Хидрохемијске карактеристике и хидрохемијски режим подземних вода у Војводини. *Зборник за природне науке*, 25, стр. 15-43.
- Милосављевић, М. (1955). Облачност у Војводини. *Зборник Матице српске*, св. 9, стр. 1-19.
- Милосављевић, С. и Агоштон, Ф.Ф. (1999). Лековите воде и бање Војводине. Зборник радова XII југословенског симпозијума о хидрогеологији и инжењерској геологији, Нови Сад.
- Милосављевић, С. (2005). *Геотермални ресурси Војводине са посебним акцентом на лековите воде и бање*. У: Белић, Б. (ур.) *Бање Војводине*, стр. 23-39, Нови Сад: САП Војводине.
- Милошев, Ж. (1968). Дунав и Тиса као чиниоци стварања хидроморфних земљишта јужне Бачке. *Летопис пољопривредног факултета*, бр. 12, стр. 207-215.
- Милошевић, П.С. (2015). *Аграрна политика у Југославији (1945-1953)*. Докторска дисертација. Београд: Универзитет у Београду – Филозофски факултет.
- Миљановић, Д., Панић, М. и Јојић-Главоњић, Т. (2018). *Рељеф Србије*. У: Група аутора (ур.): *Географија Србије*. Географски Институт „Јован Цвијић“ САНУ, Посебна издања, књ. 91, стр. 301-381, Београд.

- Миљковић, Н. (1963). *Карактеристике војвођанских слатина*. Нови Сад: Савез водних заједница СР Србије.
- Миљковић, Н. (1972). *Слатине Војводине*. Београд: Геокарта.
- Миљковић, Н.С. (1996). *Основи педологије*. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду Природно-математички факултет Институт за географију.
- Мишовић, С. (2011). *Регионална географија*. Београд: Факултет безбедности.
- Младеновић, З. и Нојковић, А. (2015). *Примењена анализа временских серија*. Београд: Економски факултет.
- Нејгебауер, Б. (1948). *Земљишта Јужне Бачке са гледишта наводњавања*. Београд: Министарство пољопривреде ФНРЈ.
- Нејгебауер, В. (1952). *Чиниоци стварања земљишта у Бачкој*. Нови Сад: Матица српска.
- Нејгебауер, В. (1954). *Прилог познавању генезе слатина у Војводини*. Нови Сад: Матица српска.
- Нешић, Љ. (2002). *Својства солоћа и његово место у класификацији земљишта*. Докторска дисертација. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.
- Нешић, Љ., Хаџић, В., Секулић, П. и Белић, М. (2003). Квалитет воде за наводњавање и салинитет земљишта у интензивној повртарској производњи. *Летопис научних радова*, 27(1), стр. 5-10.
- Никодијевић, В. и Јеремић, М. (1972). *Особине и проблеми мелиорације земљишта у сливу северне Јегричке (Војводина)*. Београд: Институт за проучавање земљишта.
- Николић, С.З. (2010). *Методологија научно-истраживачког рада*. Нови Сад: Привредна академија у Новом Саду – Факултет за економију и инжењерски менаџмент.
- Обрадовић, М. (1981). Прилог флори околине Сомбора. *Зборник матице српске за природне науке, Зборник радова Природно-математичког факултета, бр. 11*, стр. 83-100.
- Одељење за пољопривреду и заштиту животне средине града Сомбора (2020). *Годишњи извештај о контроли квалитета ваздуха на територији града Сомбора у периоду од 15.01.2019. до 14.01.2020. год.*, Градска управа града Сомбора, стр. 3-21, Београд.
- Орловић, С. и Томовић, З. (2011). *Шумарство*. У: Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (ур.): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање-изазови-перспективе*. Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, стр. 334-348, Нови Сад.
- Оцокољић, М., Милијашевић, Д. и Милановић, А. (2009). Класификација речних вода Србије по степену њихове загађености. *Зборник радова Универзитета у Београду – Географски факултет*, 57, стр. 7-18.
- Павић, Д. (2006). *Водни режим и правци отицања фреатске издани Бачке*. Докторска дисертација. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Павић, Д., Ђорђевић, А., Суђи, Ј., Ђорђевић – Милић, В., Вуков, Д., Игић, Р., Боришев, М., Станковић, Ж., Јурца, Т. и Миљановић, Б. (2006). *Еколошко истраживање Тиса 2005*. Нови Сад: Тиски цвет.
- Павић, Д., Месарош, М. и Стојановић, В. (2012). Мелиорационе мере одводњавања као фактор географске трансформације предела у алувијалним равнинама Дунава и Тисе у Бачкој. *Зборник радова – Географски факултет Универзитета у Београду*, 60, стр. 131-144.

- Павићевић, Н. и Станкевић, П. (1962). *Педолошке карактеристике Суботичко-хоргошке пешчаре*. Београд: Институт за шумарство и дрвну индустрију НР Србије.
- Павићевић, Н. (1962). *Типови земљишта Југославије и проблеми њихових мелиорација*. Београд: Задружна књига.
- Павловић, А.М. (2018). *Географија Србије 1*. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.
- Палфаи, И. и Дарнаи, С. (1990). Суша у 1990. години. *Воде Војводине*, 19, стр. 185-192.
- Пантелић, М. (2012). *Санација и заштита Великог Бачког канала као услов одрживог коришћења његових развојних потенцијала*. Докторска дисертација. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство – Универзитет у Новом Саду.
- Пантовић, М. и Дучић Ј. (2009). Имплементација Конвенције о биолошкој разноврсности и Конвенције и мочварним подручјима од међународног значаја нарочито као станишта прица мочварица (Рамсарска Конвенција) у Републици Србији. *Заштита природе*, 60/1-2, стр. 693-703.
- Пањковић, Б. (2006). *Акватична и семиакватична вегетација Апатинског и Моноиторског рита*. Докторска дисертација. Нови Сад: Природно-математички факултет.
- Пањковић, Б., Станишић, Ј., Ковачев, Н., Перић, Р., Киш, А., Пил, Н., Галамбош, Л., Добретић, В., Стојнић, Н., Делић, Ј. и Мајкић, Б. (2010). *СРП „Ковиљско-петроварадински рит“ предлог за стављање под заштиту*. Нови Сад: Покрајински завод за заштиту природе.
- Пањковић, Б. и Стојнић, Н. (2011). *Биолошка разноврсност и заштићена подручја*. У: Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (ур.): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање-изазови-перспективе*, стр. 168-211, Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, Нови Сад.
- Парабућки, С. и Вучковић, М. (1991). *Прилог познавању долинских ливада Подунавља Бачке*. Нови Сад: Матица српска.
- Пекеч, С. и Катанић, М. (2019). Особине земљишта типа Флувисол на подручју средњег тока Дунава. *Земљиште и биљка*, 68(2), стр. 24-32. doi:10.5937/ZemBilj1902024P
- Пекеч, С., Иванишевић, П., Стојановић, Д., Марковић, М., Катанић, М. и Галовић, Б. (2012). Особине различитих форми земљишта типа флувисол у заштићеном делу инундације реке Дунав на подручју јужне Бачке. *Топола*, 189-190, стр. 19-28.
- Петковић, К. (1982). Геолошки састав и тектонски односи. У: СР Србија, Малетић, М. (ур.): Социјалистичка Република Србија, том 1, стр. 13-18. Београд: Књижевне новине.
- Петровић, Д. (1982). *Еолски рељеф*. У: СР Србија. Малетић, М. (ур.): Социјалистичка Република Србија, том 1, стр. 31-39. Београд: Књижевне новине.
- Пецељ, Р.М., Пурковић-Пецељ, Ј. и Пецељ, М. (2015). *Геокологија: теоријско-методолошка и апликативна питања*. Београд: Универзитет у Београду Географски факултет.
- Пивнички, С., Протић – Еремић, Љ., Митровић, Б., Будовалчев – Папић, С., Вукадиновић, Б., Карановић, О., Рутар, М., Добривојевић, О., Санадер, З., Жижић, М., Богојевић, А., Његомир, О., Бошњачић, М., Зеленовић–Васиљевић, Т., Томин –Рутар, Т., Хома–Будински, З., Икрашевић, Р., Кљајић, Ђ., Матовић, Д., Ђоковић, Д., Секе, Л., Татић, М., Арамбашевић, В., Марушић, С., Кастратовић, М., Вујић, Г., Хома, П. и Берић, Ж. (2005). *Синтезна карта Карта АП Војводине са категоризацијом терена према*

- збирним природним геолошким, хидро и инжењерско геолошким карактеристикама за избор најповољнијих локација за изградњу. Нови Сад: ЈП Завод за урбанизам Војводине.
- Пил, Н. и Станишић, Ј. (2012). *Специјални резерват природе „Ритови доњег Потисја“: предлог за стављање под заштиту као заштићено подручје I категорије*. Нови Сад: Покрајински Завод за заштиту природе.
- Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, (2011). *Регионални просторни план АП Војводине до 2020. године*. Нови Сад: Републичка агенција за просторно планирање, Организациона јединица за територију Аутономне Покрајине Војводине.
- Поломчић, Д., Стевановић, З., Докмановић, П., Папић, П., Ристић-Вакањац, В., Хајдин, Б., Милановић, С. и Бајић, Д. (2011). *Водоснабдевање подземним водама у Србији*. У: Поломчић, Д. и Ристић-Вакањац, В. (ур.). *Четрдесет година Департмана за хидрогеологију Рударско-Геолошког факултета Универзитета у Београду*, стр. 45-75, Београд.
- Попис пољопривреде 2012, (2013). *Пољопривреда у Републици Србији*. Београд: Републички завод за статистику.
- Попис становништва, домаћинстава и станова 2011. у Републици Србији, (2014). *Становништво: упоредни преглед броја становника 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002 и 2011 – подаци по насељима*. Београд: Републички завод за статистику.
- Попов, Д. (2012). *Геоморфолошка еволуција долине Тисе у Србији*. Докторска дисертација. Нови Сад: Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Почуча, М. и Матијашевић Обрадовић, Ј. (2020). Међусобна условљеност животне средине и туризма – значај мониторинга квалитета ваздуха града Новог Сада у развоју и унапређењу туризма. *ПРАВО – теорија и пракса*, 2, стр. 17-34. doi: 10.5937/ptp2002017P
- Прентовић, Р. и Драгин, А. (2007). Природно-географски ресурси ловишта Бачке. *Зборник радова Департмана за географију, туризам и хотелијерство*, 36/2007, стр. 166-176. UDK 639.1.052 (497.113)
- Пузовић, С. (2002). *Плантаже топола и заштита влажних станишта и биодиверзитета*. Београд: ЈП Србијашуме.
- Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (2011). *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање-изазови-перспективе*. Нови Сад: Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине.
- Пузовић, С., Пањковић, Б., Туцаков, М., Стојнић, Н., Сабадош, К., Стојановић, Т., Виг, Л., Марић, Б., Тешић, О., Киш, А., Галамбош, Л., Пил, Н., Кицошев, В., Стојшић, В., Тимотић, Д., Перић, Р., Бошњак, Т., Делић, Ј., Добретић, В. и Станишић, Ј. (2015). *Управљање природном баштином у Војводини*. Нови Сад: Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине и Покрајински завод за заштиту природе.
- Радиновић, Ђ. (1981). *Време и клима Југославије*. Београд: Грађевинска књига.
- Радишић, М. (2018). *Анализа стања и узрочници загађења реке Саве у Србији*. Мастер рад. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.

- Радовић, И., Козомара, М., Дулић, О., Ерг, Б., Иванов, С. и Мирковић, П. (2011). *Стратегија биолошке разноврсности Републике Србије за период од 2011. до 2018. године*. Београд: Министарство животне средине и просторног планирања.
- Рајић, Д. (2002). Снабдевање водом хидросистема Дунав – Тиса – Дунав. *Хидросистем Дунав – Тиса – Дунав – 25 година после*, стр. 116-129, ЈВП „Воде Војводине“, Нови Сад.
- Ракићевић, Т. (1957). Велике воде на Дунаву код Новог Сада. *Зборник матице српске за природне науке*, св. 12, Нови Сад.
- Ракићевић, Т. (1988). Регионални распоред суше у СР Србији. *Зборник радова Српског географског друштва*, 68(1), стр. 13-22.
- Ракићевић, Т. (1989). Климатско рејонирање СР Србије. *Зборник радова Географског института САНУ*, св. 27, стр. 31-42.
- Ранђеловић, В. и Златковић, Б. (2005). *Флора и вегетација слатина централне и јужне Србије и њихова валоризација са аспекта заштите*. Београд: Завод за заштиту природе Србије.
- Резултати испитивања квалитета површинских и подземних вода, (2018). Министарство заштите животне средине и Агенција за заштиту животне средине, Београд.
- Ристић, В., Милић, З. и Милићевић, Б. (1975). Утицај бонитета земљишта дела Јужног Срема на приносе хибридног кукуруза. *Земљиште и биљка*, 24(3), стр. 183-188.
- Родић, Д. и Павловић, М. (1994). *Географија Југославије 1*. Београд: Научна књига.
- РХМЗС, (2019). Метеоролошки годишњаци – климатолошки подаци, http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php (приступ 18.01.2020).
- Сабадош, К., Бошњак, Т., Цвијић, Д., Делић, Ј., Добретић, В., Кицошев, В., Галамбош, Л., Киш, А., Мајкић, Б., Перић, Р., Пил, Н., Станишић, Ј. и Туцаков, М. (2011). *Примена принципа одрживог коришћења подручја значајних за очување биодиверзитета у оквиру еколошке мреже у АП Војводини*. Нови Сад: Покрајински завод за заштиту природе.
- Сабадош, К. и Галамбош, Л. (2015). *Парк природе „Бачкотополске долине“*. Нови Сад: Покрајински завод за заштиту природе.
- Секулић П., Курјачки И., Васин Ј. и Шеремешки С. (2007). Плодност пољопривредних површина на приватном сектору у Војводини, *Економика пољопривреде*, 1/2007, стр. 73-84.
- Секулић, П., Нинков, Ј., Зеремски-Шкорић, Т., Васин, Ј. и Милић, С. (2011). *Земљиште*. У: Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (ур.): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање-изазови-перспективе*. Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, стр. 134-167, Нови Сад.
- Селешки, Ђ. (1973). *Језеро Палић: одумирање и санација*. Суботица: Фонд за санацију језера Палић.
- Селешки, Ђ. (1977). *Језеро поново живи*. Београд: Рад.
- Селешки, Ђ. (1981). *Лимнолошка истраживања Лудошког језера*. Нови Сад: СИЗ за основно уређење вода Војводине.
- Селешки, Ђ., Селешки, Е., Занин, Ђ., Бенак, Ј. и Цекуш, Г. (2006). *Вода Лудошког језера*. Суботица: ЈП „Палић-Лудаш“.

- Селеша, Ђ., Селеша, Е., Пашти, А., Квезић, И., Бенак, Ј., Себећи, Ф. (2000). *Вода Палићког језера: од 1781. до 1999. године*. Суботица: ЈП „Палић-Лудаш“.
- Службени гласник РС, (1997). Службени гласник РС, бр. 37/1997.
- Службени гласник РС, (1998). Службени гласник РС бр. 27/1998.
- Службени гласник РС, (2003). Уредба о заштити предела изузетних одлика „Суботичка пешчара“, бр. 127/2003.
- Службени гласник РС, (2004). Уредба о заштити предела изузетних одлика „Суботичка пешчара“, бр. 113/2004.
- Службени гласник РС, (2008). Национална стратегија одрживог развоја Републике Србије, бр. 57/08, стр. 1-140.
- Службени гласник РС, (2009). Службени гласник РС бр. 107/2009.
- Службени гласник РС, (2010). Службени гласник РС бр. 102/2010.
- Службени гласник РС, (2012а). Службени гласник РС, бр. 50/2012.
- Службени гласник РС, (2012б). *Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара*, бр. 33/12.
- Службени гласник РС, (2012в). Службени гласник РС бр. 52/2012.
- Службени гласник РС, (2014). Стратегија пољопривреде и руралног развоја Републике Србије за период 2014-2024. године, бр. 85/2014, стр. 1-99.
- Соро, А., Слимак, Т., Јосиповић, Ј. (1997). Приказ коришћења подземних вода за водоснабдевање у Војводини. *Вода и санитарна техника*, 27(6) стр. 27-40.
- Сремачки, Д., Поповић, В., Зеленовић, В., Зеленовић – Васиљевић, Т., Протић – Еремић, Љ., Илић, Т., Томин – Рутар, Т., Богојевић, А., Миловановић, Б., Пихлер, В., Дунчић, Д., Кордић, З., Санадер, З., Жижић, М., Јовичић – Малешевић, Љ., Пивнички, С., Будовалчев Папић, С., Митић, Д. и Дабић, А. (2011). *Извештај о стратешкој процени утицаја Регионалног просторног плана Аутономне Покрајине Војводине на животну средину*. Нови Сад: Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине.
- Станковић, С., Вишњић, М., Симић, Ж., Миличевећ, Н., Кршљанин, З. и Јанковић, Ж. (1991). *Велика илустрована енциклопедија ловства, књ. I*. Београд: Грађевинска књига.
- Станковић, М.С. (2005). *Језера Србије: лимнолошка монографија*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Стевановић, М.П. (1952). *Плиоцен код Старог Сланкамена (Срем) и Бечеја (Бачка) и осврт на сремски тип горњег понта*. Београд: Научна књига.
- Стевановић, В. (1995). Биогеографска подела територије Југославије. У: Стевановић, В., Васић, В. (ур.): Биодиверзитет Југославије са прегледом врста од међународног значаја, стр. 117-128, Београд: Биолошки факултет.
- Стојановић, В. (2005). *Одрживи развој у специјалним резерватима природе Војводине*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Стојановић, В. (2006). *Одрживи развој туризма и животне средине*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Стојановић, В. (2011). *Туризам и одрживи развој*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.

- Стојановић, В., Лазич, Л., Павић, Д., Пањковић, Б., Кошић, К., Драгин, А., Станков, У., Јовановић, М., Пантелић, М., Стаменковић, И. и Ивановић, Љ. (2011). *Студија изводљивости развоја екотуризма у заштићеним природним добрима Војводине (са посебним освртом на Рамсарска подручја)*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Стојановић, В., Павић, Д. и Пантелић, М. (2014). *Географија животне средине*. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Стојановић, В., Павић, Д. и Месарош, М. (2014). *Ритови Бачке: географске карактеристике, исушивање, коришћење и заштита природе*. Нови Сад: Матица Српска.
- Стојановић, С. (1981). *Вегетација Тителског брега*. Докторска дисертација. Нови Сад: Природно-математички факултет.
- Стојановић, С., Цигурски, Д., Кнежевић, А., Николић, Љ., Шкорић, М., Килибарда, П., Мишковић, М. и Бугарски, Р. (2007). *Флора и вегетације основне каналске мреже ХС ДТД у Бачкој*. Нови Сад: Пољопривредни факултет
- Стојиљковић, Д. (2000). Хидрохемијска рејонизација подземних вода Војводине и стандарди квалитета. *Весник*, књ. 50, стр. 287-312.
- Стојшић, М. и Кукин, А. (1975). *Хидрогеологија језера Палић*. Нови Сад: Воде Војводине.
- Стојшић, М. и Шкорић, М. (1981). Неке карактеристике одводњавања земљишта и система за одводњавање на подручју САП Војводине. „*Воде Војводине*“ – *Годишњак Покрајинског фонда вода*, 9, стр. 237-244.
- Стојшић, М. (1994). Режији и биланси подземних вода у Војводини. *Зборник радова са саветовања „Вода, земљиште и агркултурна хемија“*, стр. 28-37, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
- Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године, (2017). Службени гласник РС бр. 3/2017-3.
- Терзин, В. (2015). *Анализа стања и узрочници загађења реке Тисе у Србији*. Мастер рад. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Тодић, Д. и Дујић, И. (2020). „Квалитет ваздуха“ у прописима Републике Србије и Европске уније (од нејасне дефиниције до сложеног система заштите ваздуха). *Зборник радова Правног факултета у Нишу*, 87, стр. 37-54. doi: 10.5937/zrpfno-26728
- Томић, П. (1977). *Водоснабдевање насеља и индустрије у САП Војводини*. Докторска дисертација. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.
- Томић, П. (1978а). Загађивање вода у САП Војводини и њихов утицај на животну средину. *Зборник радова Природно-математичког факултета*, бр. 8, стр. 413-424.
- Томић, П. (1978б). Реке Бачке. *Матица Српска Зборник за природне науке*, бр. 55, стр. 183-200.
- Томић, П. (1978в). Хидросистем Дунав-Тиса-Дунав. *Глобус*, бр. 10, стр. 216-225.
- Томић, П. (1982). Загађеност Великог Бачког канала и његов утицај на животну средину. *Природа Војводине: Гласник Покрајинског завода за заштиту природе*, 8, стр. 27-30.
- Тот, Б. и Батинић, Б. (2011). *Индустрија*. У: Пузовић, С. и Радовановић-Јовин, Х. (ур.): *Животна средина у Аутономној покрајини Војводини: стање-изазови-перспективе*.

- Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине, стр. 290-310, Нови Сад.
- Турјачанин, В. и Чекрлија, Ђ. (2006). *Основне методе и технике у SPSS-у: Примјена SPSS-а у друштвеним наукама*. Бања Лука: Центар за културни поправак.
- Тирић, М. (1984). *Педологија*. Сарајево: Свјетлост.
- Ћук, М., Тодоровић, М. и Стојковић, Ј. (2012). Арсен у подземним водама за водоснабдевање Војводине. *XIV Српски симпозијум о хидрогеологији са међународним учешћем, Зборник радова*, стр. 611-615, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Департман за хидрогеологију.
- Убавић, М., Богдановић, Д. и Дозет, Т. (1993). *Тешки метали у земљиштима Војводине*. У: Кастори, Р. (ур.): Тешки метали и пестициди у земљишту: тешки метали и пестициди у земљиштима Војводине. Пољопривредни факултет, Институт за ратарство и повртарство, стр. 217-222, Нови Сад.
- Урошев, М., Ковачевић-Мајкић, Ј., Штрбац, Д., Милановић Пешић, А., Милијашевић, Д., Јаковљевић, Д. и Петровић, А. (2018). *Воде Србије*. У: Група аутора (ур.): Географија Србије. Географски Институт „Јован Цвијић“ САНУ, Посебна издања, књ. 91, стр. 165-239, Београд.
- Устав Републике Србије, (2006). *Службени гласник РС*, бр. 98/2006.
- Филиповски, Г. и Тирић, М. (1969). *Земљишта Југославије*. Београд: Југословенско друштво за проучавање земљишта.
- Филиповски, Г. (1974). *Педологија*. Скопље: Универзитет „Кирил и Методије“.
- Филиповић, Б. и Вујасиновић, С. (1982). *Заштита подземних вода*. Београд: ООУР група за хидрогеологију Рударско-геолошког факултета, Универзитет у Београду.
- Филиповић, Д. и Арсић-Обрадовић, Д. (2014). Квалитет земљишта у Републици Србији и здравствено стање земљишта. *Зборник радова – Географски факултет Универзитета у Београду*, 62, стр. 39-60.
- Флорин, А. (2018). *Квалитет воде као услов одрживог коришћења потенцијала Дунава у Србији*. Дипломски рад. Нови Сад: Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство.
- Хацић, В., Кукин, А., Нешић, Љ. и Белић, М. (1997). Утицај подземних вода на педогенетске процесе земљишта образованих на лесној тераси јужне Бачке. *IX Конгрес Југословенског друштва за проучавање земљишта, Зборник радова*, стр. 541-549, Нови Сад.
- Хацић, В., Нешић, Љ., Секулић, П., Убавић, М., Богдановић, Д., Дозет, Д., Белић, М., Говедарица, М., Драговић, С. и Верешбарањи, И. (2004). Контрола плодности земљишта и утврђивање садржаја опасних и штетних материја у земљиштима Војводине. *Зборник радова Института за ратарство и повртарство*, 40, стр. 45-57.
- Хидролошки годишњаци I – површинске воде. Републички хидрометеоролошки завод Србије (РХМЗС), Београд.
- Хидролошки годишњаци II – подземне воде. Републички хидрометеоролошки завод Србије (РХМЗС), Београд.
- Хидрометеоролошка служба Социјалистичке Федеративне Републике Југославије, (1969). *Атлас климе Социјалистичке Федеративне Републике Југославије*. Београд: Војногеографски институт.

- Чворо, Ј. и Голубовић, П. (2001). *Географија Југославије*. Ниш: Природно-математички факултет.
- Чолић, С.В., Хрле, Ш.З., Вукадиновић, С. К., Пјевчевић, Б.Д. и Радоњић, Н.А. (2013). Паневропски Дунавски коридор VII, *Техника*, 60(4), стр. 717-722.
- Џигурски, Д., Кнежевић, А., Стојановић, С., Николић, Љ. и Љевнаић Машић, Б. (2011). Флора Јегричке. *Тематски зборник радова „Мелиорације 11“*, стр. 184-191.
- Шеварлић, М. (2015). *Пољопривредно земљиште*. Попис пољопривреде 2012: Пољопривреда у Републици Србији. Београд: Републички завод за статистику.
- Шкорић, А., Филиповски, Г. и Ћирић, М. (1985). *Класификација земљишта Југославије*. Академија наука и умјетности Босне и Херцеговине. Посебна издања, књ. LXXVIII, Сарајево.
- Шкорић, М. (1995). Трендови промена квалитета подземних вода у Војводини. *Вода и санитарна техника*, 25(1), стр. 59-63.
- Шкорић, М. (1996). *Подземне воде у Војводини*. Београд: Задужбина Андрејевић.
- Шовљански, Р. (1993). *Пестициди и земљиште*. У: Кастори, Р. (ур.): *Тешки метали и пестициди у земљишту: тешки метали и пестициди у земљиштима Војводине*. Пољопривредни факултет, Институт за ратарство и повртарство, стр. 93-105, Нови Сад.

- Adamu, M. and Aris, A. Z. (2011). Spatial aspect of Surface Water Quality using chemometric analysis, *Journal of Applied Sciences and Environmental Sanitation*, 6, pp. 411–426. doi: 10.1080/10934529.2012.673305
- Allen, C., Metternicht, G. and Wiedmann, T. (2018). Prioritising SDG targets: Assessing baselines, gaps and interlinkages. *Sustainability Science*, 14(2), pp. 421–438. doi: 10.1007/s11625-018-0596-81
- Antrop, M. and Van Eetvelde, V. (2017). *Landscape Perspectives*. Springer: Netherlands.
- Arekhi, S., Shabani, A. and Rostamizad, G. (2012). Application of the modified universal soil loss equation (MUSLE) in prediction of sediment yield (Case study: Kengir Watershed, Iran), *Arabian Journal of Geosciences*, 5, pp. 1259–1267.
- Armenski, T., Stankov, U., Dolinaj, D., Mesaroš, M., Jovanović, M., Pantelić, M., Pavić, D., Popov, S., Popović, Lj., Frank, A. and Ćosić, Đ. (2014). Social and Economic Impact of Drought on Stakeholders in Agriculture, *Geographica Pannonica*, 18(2), pp. 34-42.
- Arnell, N.W., Lowe, J.A., Challinor, A.J. and Osborn, T.J. (2019). Global and regional impacts of climate change at different levels of global temperature increase. *Climatic Change* 155, pp. 377–391.
- Ayeni, A.O. and Soneye, A.S.O. (2013). Interpretation of surface water quality using principal components analysis and cluster analysis, *Journal of Geography and Regional Planning*, 6, pp. 132–141. doi: <https://doi.org/10.5897/JGRP12.087>
- Bačević, R.N., Milentijević, M.N., Valjarević, A., Gicić, A., Kićović, D., Radaković, G.M., Nikolić, M. and Pantelić, M. (2021). Spatio-temporal variability of air temperatures in Central Serbia from 1949 to 2018. *Időjárás-Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 125(2), pp. 229-253.

- Balmford, A., Rodrigues, A., Walpole M., ten Brink, P., Kettunen, M. Braat, L. and de Groot, R. (2008). Review on the economic of biodiversity loss: Scoping the science. *Final report for the European Commission*. Belgium: Institute for European Environment Policy.
- Barakat, A., El Baghdadi, M., Rais, J., Aghezzaf, B. and Slassi, M. (2016). Assessment of spatial and seasonal water quality variation of Oum Er Rbia River (Morocco) using multivariate statistical techniques, *International Soil and Water Conservation Research*, 4(4), pp. 284-292.
- Barry, R. and Chorley, R. (1992). *Atmosphere, Weather and Climate*. London & New York: Methuen & Co.
- Baumgartel, A., Lukić, S., Belanović Simić, S. and Kadović, R. (2019). Identifying Areas Sensitive to Wind Erosion - A Case Study of the AP Vojvodina (Serbia). *Applied Sciences*, 9(23), 5106. doi: <https://doi.org/10.3390/app9235106>
- Behailu, T.W., Badessa, T.S. and Tewodros, B.A. (2018). Analysis of physical and chemical parameters in ground water consumed within Konso area, Southwestern Ethiopia. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 12(3), pp. 106-114.
- Belić, M., Nešić, Lj., Ćirić, V., Vasin, J., Milošev, D. and Šeremešić, S. (2011). Characteristics and classification of Gleyic soils of Banat. *Field and Vegetable Crops Research*, 48(2), pp. 375-382.
- Belkhir, L. and Narany, T.S. (2015). Using Multivariate Statistical Analysis, Geostatistical Techniques and Structural Equation Modeling to Identify Spatial Variability of Groundwater Quality. *Water Resources Management*, 29, pp. 2073-2089.
- Benavidez, R., Jackson, B., Maxwell, D. and Norton, K. (2018), A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R)USLE): with a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates, *Hydrology Earth System Sciences*, 22, pp. 6059-6086.
- Benka, P. and Salvai, A. (2006). GIS Soil Maps of Vojvodina for Integrated Water Resources Management. Conference on Water Observation and Information System for Decision Support BALWOIS. Section 8: Information systems, CD of proceedings. Ohrid - Republic of Macedonia.
- Berić, M., Zelenhasić, E. and Srđević, B. (1990). Extreme Dry Weather Intervals of the Growing Season in Bačka, Yugoslavia. *Water Resources Management*, 4, pp. 79-95.
- Beumer, C. and Martens, P. (2013). IUCN and perspectives on biodiversity conservation in a changing world. *Biodiversity and Conservation*, 22, pp. 3105-3120.
doi: <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0573-6>
- Bičák, I. and Jeleček, L. (2009). Land use and landscape changes in Czechia during the period of transition 1990-2007. *Geografie*, 114, pp. 263-281.
- Bilbao, J., Román, R., and De Miguel, A. (2019). Temporal and spatial variability in surface air temperature and diurnal temperature range in Spain over the period 1950-2011. *Climate*, 7(1), p. 16. doi: <https://doi.org/10.3390/cli7010016>
- Billota, G.S. and Brazier, R.E. (2008). Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research*, 42(12), pp. 2849-2861.
- Biswas, S.S. and Pani, P. (2015), Estimation of soil erosion using RUSLE and GIS techniques: a case study of Barakar River basin, Jharkhand, India. *Modelling Earth Systems and Environment*, 1, 42.

- Bjelajac, D., Mesaroš, M., Schaetzl, R. J., Pavić, D., Micić, T., Marković, R. S., Gavrilov, M. B., Perić, Z. and Marković, S.B. (2016). Introducing the loess pyramid: An unusual landform in the thick loess deposits of Vojvodina, Serbia. *Geographica Pannonica*, 20(1), pp. 1-7.
- Blinkov, I., Kostadinov, S. and Marinov, Ts.I. (2013). Comparison of erosion and erosion control works in Macedonia, Serbia and Bulgaria, *International Soil and Water Conservation Research*, 1(3), pp. 15-28.
- Blum, W.E.H. (2011). *Soil Functions*. In: Gliński J., Horabik J., Lipiec J. (eds). *Encyclopedia of Agrophysics: Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Dordrecht: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-90-481-3585-1_148
- Bogdanović, M., Gigov, A., Tešić, Ž., Todorović, M., Stojanović, S. and Antić, M. (1982). The peat-bogs and peats of Vojvodina with a special reference to the protection of life environment. *Soil Plant Belgrade*, 31(3), pp. 334–355.
- Bognar, A., Lozić, S. i Saletto, M. (2002). *Geoekologija (interna skripta)*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prirodnoslovno-matematički fakultet.
- Borda-de-Água L. (2019). *The Importance of Scaling in Biodiversity*. In: Casetta E., Marques da Silva J., Vecchi D. (eds) *From Assessing to Conserving Biodiversity*. History, Philosophy and Theory of the Life Sciences, 24. Springer, Cham. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-10991-2_5
- Borrelli, P., Robinson, D.A., Fleischer, L.R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Meusburger, K., Modugno, S., Schütt, B., Ferro, V., Bagarello, V., Van Oost, K., Montanarella, L. and Panagos, P. (2017). An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature Communications*, 8, Article Number 2013.
- Bošnjak, T. (2011). *Reducing the area of wetland habitats due to water regulation*. In: Application of the principles of sustainable use of areas important for biodiversity conservation within the ecological network in AP Vojvodina, (Ed. Sabadoš, K.), 21 p. Institute for Nature Conservation of Vojvodina Province, Novi Sad.
- Brace, N., Kemp, R. and Snelgar R. (2009). *SPSS for psychologists, 4th edn*. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Braun, M. (2014). EU climate norms in East-Central Europe, *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 52(3), pp. 445–460.
- Breidenich, C., Magraw, D., Rowley, A. and Rubin, J. (1998). The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. *American Journal of International Law*, 92(2), pp. 315–331.
- Brown, A. G., Tooth, S., Bullard, J. E., Thomas, D. S. G., Chiverrell, R. C., Plater, A. J., Murton, J., Thorndycraft, V. R., Tarolli, P., Rose, J., Wainwright, J., Downs, P., and Aalto, R. (2017) The geomorphology of the Anthropocene: emergence, status and implications. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42(1), pp. 71– 90.
- Buggle, B., Glaser, B., Zöller, L., Hambach, U., Marković, S., Glaser, I. and Gerasimenko, N. (2008). Geochemical characterization and origin of Southeastern and Eastern European loesses (Serbia, Romania, Ukraine). *Quaternary Science Reviews*, 28(9-10), pp. 1058-1075.
- Burek, P., Satoh, Y., Günther, F., Kahil Taher, M., Scherzer, A., Tramberend, S., Fabiola Nava, L., Wada, Y., Eisner, S., Flörke, M., Hanasaki, N., Magnuszewski, P., Cosgrove, B. and Wiberg, D. (2016). *Water Futures and Solution: Fast Track Initiative (Final Report)*. IIASA Working Paper. Laxenburg: Austria.

- Burns, C., Eckersley, P. and Tobin, P. (2020). EU environmental policy in times of crisis, *Journal of European Public Policy*, 27(1), pp. 1-19.
- Büttner, G. and Kosztra, B. (2017). CLC 2018 Technical Guidelines https://land.copernicus.eu/usercorner/technicallibrary/clc2018technicalguidelines_final.pdf (приступ 23.07.2021).
- Cegielska, K., Noszczyk, T., Kukulska, A., Szylar, M., Hernik, J., Dixon-Gough, R., Jombach, S., Valánszki, I. and Filepné Kovács, K. (2018). Land use and land cover changes in post-socialist countries: Some observations from Hungary and Poland. *Land Use Policy*, 78, pp. 1-18.
- Centeri, C., Jakab, G. and Kertész, Á. (2019). *Sheet erosion*. In: *Landscape Degradation in Hungary*, (eds.: Kertész, Á.), pp. 15-25, Geographical Institute and Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Budapest, Hungary.
- Cheng, M., Wang, Y., Engel, B., Zhang, W., Peng, H., Chen, X. and Xia, H. (2017). Performance Assessment of Spatial Interpolation of Precipitation for Hydrological Process Simulation in the Three Gorges Basin. *Water*, 9, 838. doi: <https://doi.org/10.3390/w9110838>
- CLC, (2018). CORINE Land Cover [Database], <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (приступ 05.10.2020).
- Collier, U. (1998). *Deregulation in the European Union: Environmental Perspectives*, London: Routledge.
- Collste, D., Pedercini, M. and Cornell, S. E. (2017). Policy coherence to achieve the SDGs: Using integrated simulation models to assess effective policies. *Sustainability Science*, 12, pp. 921–931. doi:10.1007/s11625-017-0457-x
- Copernicus Land Monitoring Services, (2019). CORINE Land Cover [Database], <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/> (приступ 23.07.2021)
- Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal of the European Communities. No. L206/7
- Davies, G.R. (2013). Appraising Weak and Strong Sustainability: Searching for a Middle Ground Consilience, *Journal of Sustainable Development*, 10(1), pp. 111-124.
- Dražković, B., Ponosov, A., Zhernakova, N., Gutalj, M. and Miletić, B. (2020). Land cover types and changes in land use in Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina) over the period 2000-2018. *Journal of the Geographical Institute „Jovan Cvijic“ SASA*, 70(1), pp. 81-88.
- Doula, M.K. and Sarris, A. (2016). *Soil Environment*. In: *Environment and Development: Basic Principles, Human Activities and Environmental Implications*, (Eds.): Stavros G. Pouloupoulos, Vassilis J. Inglezakis, pp. 213-286, Elsevier.
- Downie, D.L. (2012). *The Vienna Convention, Montreal Protocol and Global Policy to Protect Stratospheric Ozone*. In: (Eds. P. Wexler et al.) *Chemicals, Environment, Health: A Global Management Perspective*. Oxford: Taylor & Francis.
- Dragin, S.A., Jovičić, J. and Lukić, T. (2010). Cruising along the river Danube – Contemporary tourism trend in Serbia. *Geographica Pannonica*, 14(3), pp. 98-108.
- Dragičević, N., Karleuša, N. and Ožanić, N. (2018). Modification of erosion potential method using climate and land cover parameters, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 9(1), pp. 1085-1105. doi: 10.1080/19475705.2018.1496483
- Dubber, D. and Gray, F.N. (2010). Replacement of chemical oxygen demand (COD) with total organic carbon (TOC) for monitoring wastewater treatment performance to minimize

- disposal of toxic analytical waste, *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 45(12), pp. 1595-1600, doi: 10.1080/10934529.2010.506116
- Du, X., Wu, Y., Fu, L., Wang, S., Zhang, S., and Hao, J. (2012). Intake fraction of PM_{2.5} and NO_x from vehicle emissions in Beijing based on personal exposure data. *Atmospheric Environment*, 57, pp. 233–243.
- Đorđević, A., Golubović, S., Tomić, Z., Aleksić, V., Nikolić, N. and Jovanović, O. (2012). The origin of montmorillonite in vertisols from the Southern Serbian Pcinja District. *African Journal of Agricultural Research*, 7(20), pp. 3034–3044.
- Đurđević, V., Plavšić, J., Lalić, B., Stričević, R., Jaćimović, G., Firanj, A., Orlović, S., Stojanović, D., Radović, D., Mladenović, A., Stanisavljević, B. and Mitrović, Đ. (2015). *Serbia's First National Adaptation Plan*. Belgrade: Ministry of Agriculture and Environmental Protection.
- EEA, (1995). CORINE land cover: Part I Methodology, Part II Nomenclature, <https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover> (приступ 23.07.2021)
- EPA, (2001). *Parameters of water quality interpretation and standards*. Dublin, Ireland: Environmental Protection Agency
- EEA, (2007). CLC 2006 technical guidelines (EEA Technical report No. 17). <https://doi.org/10.2800/12134>
- EEA, (2017). *Landscapes in transition. An account of 25 years of land cover change in Europe*. EEA Report No 10/2017. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency.
- EEA, (2018). *Air quality in Europe 2018*. EEA Report, No 12/2018. The European Environment Agency. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- EEA, (2019). *The European environment - state and outlook 2020: Knowledge for transition to a sustainable Europe*. Denmark: European Environment Agency.
- Efthimiou, N., Lykoudi, E., Panagoulia, D. and Karavitis, C. (2016). Assessment of soil susceptibility to erosion using the EPM and RUSLE models: the case of Venetikos River catchment. *Global NEST Journal*, 18(1), pp. 164-179.
- Elkington, J. (1994). Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development. *California Management Review*, 36(2), pp. 90-100.
- European Council, (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy. OJ L327, 22.12.2000.
- Falkner, G. (2016). The EU's current crisis and its policy effects: research design and comparative findings, *Journal of European Integration*, 38(3), pp. 219–235. doi: 10.1080/07036337.2016.1140154
- FAO, (1976). A framework for land evaluation. *Soils Bulletin*, 32, p.72.
- FAO, (1988). Soil map of the world. Revised legend, reprinted with corrections. World Soil Resources Report, 60, Rome: The Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO, (2009). How to feed the world in 2050, http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf (приступ 07.09.2021)
- FAO, (2017). *Water pollution from agriculture: a global review*. Executive summary. Rome, Colombo: The Food and Agriculture Organization of the United Nations and The International Water Management Institute on behalf of the Water Land and Ecosystems research program.

- Fischer, E.M., Sedláček, J., Hawkins, E. and Knutti, R. (2014). Models agree on forced response pattern of precipitation and temperature extremes. *Geophysical Research Letters* 41, pp. 8554-8562. doi:10.1002/2014GL062018
- Foley, J.A., Defries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C. and Gibbs, H.K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), pp. 570-574. doi: 10.1126/science.1111772
- Frank, A. (2016). *Trend change of climate and hydrological parameters in Vojvodina*. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Franzese, M. and Iuliano, A. (2019). *Correlation Analysis*. Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology, Oxford: Academic Press.
- Galic, Z., Orlovic, S., Galovic, Z., Poljakovic-Pajnik, L., Pap, P. and Vasic, V. (2009). Challenges of land use change and land protection in Vojvodina. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (13), pp. 1566-1573.
- Galić, Z. (2010). Properties of Fluvisol and Humofluvisol in defended part of alluvial zone in Middle Danube. *International Scientific Journal in Field of Forestry*, 1(1), pp. 4–8.
- Ganasri, B. P. and Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - a case study of Nethravathi Basin, *Geoscience Frontiers*, 7(6), pp. 953–961.
- García San José, D. (2005). *Environmental protection and the European Convention on Human Rights (Human Rights File No. 21)*. Council of Europe Publishing: Strasbourg.
- Gavrilov, M.B., Marković, S.B., Jarad, A. and Korać, V.M. (2015). The analysis of temperature trends in Vojvodina (Serbia) from 1949 to 2006. *Thermal Science*, 19(2), pp. 339-350. doi: <http://dx.doi.org/10.2298/TSCI150207062G>
- Gavrilov, M.B., Tošić, I., Marković, S.B., Unkašević, M. and Petrović, P. (2016). The analysis of annual and seasonal temperature trends using the Mann-Kendall test in Vojvodina, Serbia. *Időjárás*, 122(2), pp. 203-216. doi: <https://doi.org/10.28974/idojaras.2018.2.6>
- Gavrilov, M.B., Lukić, T., Janc, N., Basarin, B. and Marković, S.B. (2019). Forestry Aridity Index in Vojvodina, North Serbia. *Open Geosciences*, 11(1), pp. 367-377. doi: <https://doi.org/10.1515/geo-2019-0029>
- Gavrilović, Lj., Milanović-Pešić, A. and Urošev, M. (2012). A Hydrological Analysis of the Greatest Floods in Serbia in the 1960-2010 Period. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(4), pp. 107-116.
- Geist, H.J. and Lambin, E.F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience*, 52(2), pp. 143–150.
- Gharahi, N. and Zamani-Ahmadmoodi, R. (2020). Evaluation of groundwater quality for drinking purposes: a case study from the Beheshtabad Basin, Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. *Environmental Earth Sciences*, 79, 82.
- Gilpin, A. (1976). *Dictionary of Environmental Terms*, University of Queensland Press: St. Lucia, Queensland.
- Gocic, M. and Trajkovic, S. (2014a). Analysis of trends in reference evapotranspiration data in a humid climate. *Hydrological Sciences Journal*, 59(1), pp. 165-180.
- Gocic, M. and Trajković, S. (2014b). Spatiotemporal characteristics of drought in Serbia. *Journal of Hydrology*, 510, pp. 110-123.
- Gocic M., Trajkovic S. and Milanovic M. (2020). *Precipitation and Drought Analysis in Serbia for the Period 1946–2017*. In: Negm A., Romanescu G., Zelenakova M. (eds) *Water*

- Resources Management in Balkan Countries*. Springer Water. Springer, Cham. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-22468-4_11
- Gravey, V. and Jordan, A. (2016). Does the European Union have a reverse gear? Policy dismantling in a hyperconsensual polity, *Journal of European Public Policy*, 23(8), pp. 1180–98. doi: 10.1080/13501763.2016.1186208
- Grgic, M. and Basić, T. (2017). The analysis of land cover change in Croatia based on CORINE model. *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, Conference Proceedings*, 17(23), pp. 695-702, 29 June – 5 July 2017.
- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X. and Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), pp. 756-760.
- Gutman, G. and Radeloff, V. (2017). *Land-cover and land-use changes in Eastern Europe after the collapse of the Soviet Union in 1991*. Cham: Springer International Publishing.
- Hänsel, S., Schucknecht, A. and Matschullat, J. (2016). The Modified Rainfall Anomaly Index (mRAI)—is this an alternative to the Standardised Precipitation Index (SPI) in evaluating future extreme precipitation characteristics?. *Theoretical and Applied Climatology*, 123, pp. 827–844. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1389-y>
- Hadžić, V. B., Sekulić, P., Vasin, J. and Nešić, L. (2005). Geological base of Vojvodina's mantle of soil. *Ekonomika poljoprivrede*, 52(4), pp. 429-438.
- Haynes, R.H. (1998). *The Canadian System of Soil Classification: Soil Classification Working Group*. Ottawa: NRC Research Press.
- Hazewinkel, M. (1990). *Encyclopaedia of Mathematics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. doi:10.1007/978-94-009-5991-0.
- Hellwig, N., Walz, A. and Markovic, D. (2019). Climatic and socioeconomic effects on land cover changes across Europe: Does protected area designation matter? *PLoS ONE*, 14(7): e0219374. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219374>
- Holtmeier, F.K. (2015). Carl Troll: His footprints in physical geography. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 39(4), pp. 554–565.
- Hościło, A. and Tomaszewska, M. (2014). CORINE Land Cover 2012 – 4th CLC inventory completed in Poland. *Geoinformation Issues*, 6(1), pp. 49–58.
- Hrnjak, I., Lukić, T., Gavrilov, M.B., Marković, S.B., Unkašević, M. and Tošić, I. (2014). Aridity in Vojvodina, Serbia. *Theoretical and Applied Climatology*, 115, pp. 323-332. doi: 10.1007/s00704-013-0893-1
- Hulme, M. (2017). *Climate Change, Concept of*. In: *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*. Oxford: Black Wiley & Sons. doi:10.1002/9781118786352.wbieg0343
- ICPDR, (2009). Annual Report 2009, Technical Report of the International Commission for the Protection of the Danube River.
- Igić, R., Knežević, A. and Marin, D.P. (1997). Some ecological characteristics of flora of Bačka loess plateau. *Archives of Biological Sciences*, 49(3-4), pp. 11-116.
- Ilić, I., Vuković, M., Štrbac, N. and Urošević, S. (2014). Applying GIS to Control Transportation Air Pollutants. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(5), pp. 1849–1860.
- IPCC, (2014a). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer,

- C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC, (2014b). *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, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)], pp. 151, Geneva, Switzerland: IPCC.
- IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (1980). World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development, <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/WCS-004.pdf> (приступ 01.03.2020).
- Javari, M. (2016). Trend and homogeneity analysis of precipitation in Iran. *Climate*, 4(3), 44. doi: <https://doi.org/10.3390/cli4030044>
- Jayasekara, M. J. P. T. M., Kadupitiya, H.K. and Vitharana, U.W.A. (2018). Mapping of soil erosion hazard zones of Sri Lanka, *Tropical Agricultural Research*, 29(2), pp. 135–146.
- Jevtić, M., Dimitrijević, Lj., Vučurović, S., Jovanović, Z. (2002): Prikaz desetogodišnjeg perioda praćenja kvaliteta vazduha u gradu Novom Sadu. *Savetovanje sa međunarodnim učešćem „Zaštita vazduha 2002“*. Knjiga radova, str. 109-114, Beograd.
- Ji, G.H. (2019). The evolution of the policy environment for climate change migration in Bangladesh: Competing narratives, coalitions and power. *Development Policy Review*, 37, pp. 603– 620.
- Joksić, J., Radenković, M., Cvetković, A., Matić-Besarabić, S., Jovašević-Stojanović, M., Bartonova, A. and Yttri, E. K. (2010). Variations of PM10 mass concentrations and correlations with other pollutants in Belgrade urban area. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly / CICEQ*, 16(3), pp. 251-258.
- Jones, A., Panagos, P., Barcelo, S., Boraoui, F., Bosco, C., Dewitte, O., Gardi, C., Erhard, M., Hervás, J., Hiederer, R., Jeffery, S., Lükewille, A., Marmo, L., Montanarella, L., Olazábal, C., Petersen, J.E., Penizek, V., Strassburger, T., Tóth, G., Van Den Eeckhaut, M., Van Liedekerke, M., Verheijen, F., Viestova, E. and Yigini, Y. (2012). *The state of soil in Europe*. Copenhagen: European Environment Agency.
- Jordan, A.J. and Adelle, C. (2012). *Environmental Policy in the European Union: Contexts, Actors and Policy Dynamics (3ed.)*. Earthscan: London and Sterling, VA.
- Jovanović, G. (1992). *Geografski faktori kvaliteta vazduha Novog Sada*. Magistarski rad. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet.
- Jovanović, M., Pavić, D., Mesaroš, M., Stankov, U., Pantelić, M., Armenski, T., Dolinaj, D., Popov, S., Čosić, Đ., Popović, Lj., Frank, A. and Crnojević, V. (2013). Water shortage and drought monitoring in Bačka region (Vojvodina, North Serbia) – setting-up measurement stations network. *Geographica Pannonica*, 17(4), pp. 114-124.
- Jovanović, M.M., Milanović, M.M. and Zorn, M. (2018). The use of NDVI and CORINE Land Cover databases for forest management in Serbia. *Acta Geographica Slovenica*, 58(1), pp. 109–123.
- Jovčić, N. S., Radonić, J. R., Turk-Sekulić, M. M., Vojinović- Miloradov, M. B., Popov, S. B. (2013). Identifikacija izvora emisije čestične frakcije policikličnih aromatičnih ugljovodonika u neposrdnoj blizini industrijske zone Novog Sada. *Hemijska industrija*, 6(2), str. 337–348.
- Kalkan, K. S., Forkapić, S., Marković, S. B., Bikit, K., Gavrilov, M. B., Tošić, R., Mrđa, D. and Lakatoš, R. (2020). The application of ^{137}Cs and ^{210}Pb methods in soil erosion research

- of Titel loess plateau, Vojvodina, Northern Serbia, *Open Geosciences*, 12(1), pp. 11-24.
doi: <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0002>
- Kanianska, R. (2016). Agriculture and Its Impact on Land-Use, Environment, and Ecosystem Services, Landscape Ecology - The Influences of Land Use and Anthropogenic Impacts of Landscape Creation, Amjad Almusaed, IntechOpen. doi: 10.5772/63719.
- Kanie, N. and Biermann, F. (2017). *Governing through goals: sustainable development goals as governance innovation*. Cambridge: MIT Press.
- Karmeshu, N. (2012). *Trend Detection in Annual Temperature and Precipitation using the Mann Kendall Test – A Case Study to Assess Climate Change on Select States in the Northeastern United States*. MSc Thesis, University of Pennsylvania: USA.
- Kate, ten K. (2002). Science and the Convention on Biological Diversity. *Science*, 295(5564), pp. 2371-2372. doi: 10.1126/science.1070725
- Kates, R.W., Clark, W.C., Corell, R., Michael Hall, J., Jaeger, C.C., Lowe, I., McCarthy, J.J., Schellnhuber, H.J., Bolin, B., Dickson, N.M., Faucheux, S., Gallopin, G.C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N.S., Kasperson, R.E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore III B., O'Riordan, T. and Svedin, U. (2001). Sustainability Science, *Science*, 292(5517), pp. 641-642.
- Kebede, B., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Adgo, E., Ebabu, K., Tsegaye M.D., Tsubo, M., Masunaga, T. and Fenta, A.A. (2021). Determining C- and P-factors of RUSLE for different land uses and management practices across agro-ecologies: case studies from the Upper Blue Nile basin, Ethiopia, *Physical Geography*, 42(2), pp. 160-182.
doi: 10.1080/02723646.2020.1762831
- Kesar, L. i Ranković, A. (2019). *Analiza dostupnosti i kvaliteta informacija o aerozagadenju dobijenih iz lokalnih mreža za monitoring vazduha*. Beograd: Fraktal.
- Khadka, A., Kokkonen, T., Niemi, J.T., Lähde, E., Sillanpää, N. and Koivusalo, H. (2019). Towards natural water cycle in urban areas: Modelling stormwater management designs. *Urban Water Journal*, 17(7), pp. 587-597.
- Khaled, K., Abdellah, A., Noureddine, D., Salim, H. and Sabeha, A. (2018). Modelling of biochemical oxygen demand from limited water quality variable by ANFIS using two partition methods. *Water Quality Research Journal*, 53(1), pp. 24-40.
doi: <https://doi.org/10.2166/wqrj.2017.015>
- Khaledian, Y., Kiani, F., Ebrahimi, S., Brevik, E.C. and Aitkenhead-Peterson, J. (2017). Assessment and Monitoring of Soil Degradation during Land Use Change Using Multivariate Analysis. *Land Degradation and Development*, 28, pp. 128-141.
- Kicošev, V. i Sabadoš, K. (2007). Integracije zaštite prirode u perspektive održivog razvoja u Srbiji. *Ecologica*, 14(14), str. 76-80.
- Kicošev, V. i Sabadoš, K. (2008). Primena principa održivosti u prostornom planiranju u Vojvodini. *Zaštita prirode*. 58(1-2), str. 501-510.
- Kicošev, V., Romelić, J., Belić, A., Marinić, I. and Panjković, B. (2015). Assessment of the influence of anthropogenic factors on elements of the ecological network in Vojvodina (Serbia) using the Leopold matrix. *Archives of Biological Sciences*, 67(4), pp. 1209-1217.
doi:10.2298/ABS150303097K
- Kiemsted, H. (1967). Zur Bewertung natürlicher Landschaftselemente für die Planung von Erholungsgebieten. Technische Hochschule Hannover, Fakultät für Gartenbau und Landeskultur, Dissertation. S, 149.

- Kis, A., Pongrácz, R., Bartholy, J., Gocic, M., Milanovic, M. and Trajkovic, S. (2020). Multi-scenario and multi-model ensemble of regional climate change projections for the plain areas of the Pannonian Basin. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service – IDŐJÁRÁS*, 124(2), pp. 157-190. doi:10.28974/idojaras.2020.2.2
- Klarin, T. (2018). The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues, *Zagreb International Review of Economics and Business*, 21(1), pp. 67-94. doi: <https://doi.org/10.2478/zireb-2018-0005>
- Knežević, S.A. and Budak, P.V. (1997). *Comparative phytogeographical analysis of the flora of halobiomes in Bačka and Banat (Serbia)*. Novi Sad: Matica srpska.
- Komac, B. and Zorn, M. (2005). Soil erosion on agricultural land in Slovenia – measurements of rill erosion in the Besnica valley. *Acta Geographica Slovenica*, 45(1), pp. 53-86. doi: <https://doi.org/10.3986/AGS45103>
- Kouli, M., Soupios, P. And Vallianatos, F. (2009). Soil erosion prediction using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS framework, Chania, Northwestern Crete, Greece. *Environmental Geology*, 57, pp. 483–497.
- Kovačević-Majkić, J. and Urošev, M. (2014). Trends of mean annual and seasonal discharges in Serbia. *Journal of the Geographical Institute „Jovan Cvijić“ SASA*, 64(2), pp. 143-160. doi: <https://doi.org/10.2298/IJGI1402143K>
- Košić, K., Pivac, T., Romelić, J., Lazić, L. and Stojanović, V. (2011). Characteristics of thermal–mineral waters in Backa region (Vojvodina) and their exploitation in spa tourism, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), pp. 801-807.
- Kowalska, M., Osrodka, L., Klejnowski, K., Zejda, J.E., Krajny, E. and Wojtylak, M. (2009). Air quality index and its significance in environmental health risk communication. *Archives of Environmental Protection*, 35(1), pp. 13–21.
- Kroetsch, D.J., Geng, X., Chang, S.X. and Saurette, D.D. (2011). Organic soils of Canada: Part 1. Wetland organic soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 91, pp. 807–822.
- Kržič, A., Tošić, I., Djurdjević, V, Veljović, K. and Rajković, B. (2011). Changes in climate indices for Serbia according to the SRES-A1B and SRES-A2 scenarios. *Climate Research*, 49, pp. 73-86.
- Kucsicsa, G., Popovici, E.A., Bălteanu, D., Grigorescu, I., Dumitrașcu, M. and Mitrică, B. (2019). Future land use/cover changes in Romania: regional simulations based on CLUE-S model and CORINE land cover database. *Landscape and Ecological Engineering*, 15, pp. 75–90.
- Kuh, K.F. (2018). The Law of Climate Change Mitigation: An Overview. In Dellasala, D.A. & Goldstein, M.I. (Eds.), *Encyclopedia of the Anthropocene*, (pp. 505-510), Elsevier.
- Kurilić, M.S., Ulniković, V.P., Marić, N. and Vasiljević, M. (2015). Assessment of typical natural processes and human activities' impact on the quality of drinking water. *Environmental Monitoring Assessment*, 187, 659.
- Kurilić, M.S., Cibulić, V., Ulniković, P.V., Staletović, N. and Stamenković, L. (2019). Suitability of Shallow Aquifer Groundwater in Vojvodina for Irrigation. *Water Research and Management*, 9(1), pp. 17-21.
- Kuznetsova, T.I. and Lopatkin, D.A. (2019). Landscape and mapping support of regional geocological analysis. *IOP Conference Series Earth Environmental Sciences*, 381 012053.
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), pp. 5875-5895. doi: <https://doi.org/10.3390/su7055875>

- Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skånes, H., Steffen, W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T.A., Vogel, C. and Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), pp. 261-269.
- Lambin, E.F., Geist, H.J. and Lepers, E. (2003). Dynamics of land use and cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources* 28, pp. 205–241.
- Lambin, E.F. and Geist, H.J. (2006). *Land-Use and Land Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Heidelberg: Springer Berlin.
- Laskarev, V. (1951). Sur la stratigraphie des dépôts quaternaires de la Vojvodina (Yougoslavie), *Annales géologiques de la Peninsule balkanique*, 19, 1-18.
- Laskarev, V. (1952). Beitrag zur kenntnis des geologischen baues des Theiss-tales, *Annales géologiques de la Peninsule balkanique*, 20, 1-19.
- Larnier, K., Roux, H., Dartus, D. and Croze, O. (2010). Water temperature modeling in the Garonne River (France), *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 398(4).
- Lazić, L., Marković, S. and Pavić, D. (2004). Average and extreme precipitation heights in Bačka, 1951-1990. *Geographica Pannonica*, (8), pp. 4-10.
- Lee, E., Ahn, S. and Im, S. (2017). Estimation of soil erosion rate in the Democratic People's Republic of Korea using the RUSLE model, *Forest Science and Technology*, 13(3), pp. 100-108, doi: 10.1080/21580103.2017.1341435
- Leščešen, I., Pantelić, M., Dolinaj, D. and Lukić, T. (2014). Assessment of water quality of the Tisa River (Vojvodina, North Serbia) for ten year period using Serbian water quality index (SWQI). *Geographica Pannonica*, 18(4), pp. 102-107.
- Leščešen, I., Pantelić, M., Dolinaj, D., Stojanović, V., Milošević, D. (2015). Statistical Analysis of Water Quality Parameters of the Drina River (West Serbia), 2004-11. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(2), pp. 555-561.
- Leščešen, I., Dolinaj, D., Pantelić, M., Savić, S. and Milošević D. (2018). Statistical analysis of water quality parameters in seven major Serbian Rivers during 2004-2013 periods. *Water Resources*, 45(3), pp. 418-426. doi: 10.1134/S009780781803008
- Li, X. and Cheng, G. (1999). A GIS-aided response model of high-altitude permafrost to global change. *Science in China Series D: Earth Sciences* 42, pp. 72–79.
- Li, J., Wang, Z., Lai, C., Wu, X., Zeng, Z., Chen, X., Lian, Y. (2018). Response of net primary production to land use and land cover change in mainland China since the late 1980s. *Science of the Total Environment*, 639, pp. 237-247.
- Lieskovský, J., Kaim, D., Balázs, P., Boltiziar, M., Chmiel, M., Grabska, E., Király, G., Konkoly-Gyuró, E., Kozak, J., Antalová, K., Kuchma, T., Mackovčín, P., Moyses, M., Munteanu, C., Ostafin, K., Ostapowicz, K., Shandra, O., Stych, P. and Radeloff, C.V. (2018). Historical land use dataset of the Carpathian region (1819–1980), *Journal of Maps*, 14(2), pp. 644-651. doi: 10.1080/17445647.2018.1502099
- Lionello, P. and Scarascia, L. (2018). The relation between climate change in the Mediterranean region and global warming. *Regional Environmental Change*, 18, p. 1481. doi: <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1290-1>

- Liu, C.W., Lin, K. H. and Kuo, Y. M. (2003). Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a blackfoot disease area in Taiwan, *Science of the Total Environment*, 313, pp. 77–89. doi:10.1016/S0048-9697(02)00683-6
- Liu, X., Herbert, S. J., Hashemi, A. M., Zhang, X., and Ding, G. (2006). Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation—a review. *Plant Soil and Environment*, 52(12), pp. 531–543.
- Lozić, S. (1995). Vertikalna raščlanjenost reljefa kopnenog dijela Republike Hrvatske. *Acta Geographica Croatica*, 30(1), str. 17-26.
- Lukić, T., Lukić, A., Basarin, B., Ponjiger, T., Blagojević, D., Mesaroš, M., Milanović, M., Gavrilov, M., Pavić, D., Zorn, M., Komac, B., Miljković, Đ., Sakulski, D., Babić-Kekez, S., Morar, C., and Janičević, S. (2019). Rainfall erosivity and extreme precipitation in the Pannonian basin, *Open Geosciences*, 11(1), pp. 664-681.
- Lješević, A.M., Trbić, G. and Doderović, M. (2011). Geoecological factors of global climate change. *The European Journal of Management and Public Policy*, 11(1), pp. 92-104.
- Ljekar, V. i Jevtić, M. (2001). Kvalitet vazduha i rizici po zdravlje ljudi. Matica Srpska. U: monografiji D. Popović (ur.) Zdravlje ljudi u Vojvodini, str. 75-84.
- Ma, Z.J. (2019). *Correlation Analysis*. In: *Quantitative Geosciences: Data Analytics, Geostatistics, Reservoir Characterization and Modeling*, pp. 77-102, Springer: Switzerland. doi:10.1007/978-3-030-17860-4
- Maamoun, N. (2019). The Kyoto protocol: Empirical evidence of a hidden success, *Journal of Environmental Economics and Management*, 95, pp. 227-256.
- Mair, A. and Fares, A. (2011). Comparison of rainfall interpolation methods in a mountainous region of a tropical island. *Journal of Hydrologic Engineering*, 16(4), pp. 371–383.
- Majkić-Dursun, B., Oros, I. and Boreli-Zdravković, Đ. (2018). Spatial distribution of groundwater quality parameters in the Velika Morava River Basin, Central Serbia. *Environmental Earth Sciences*, 77, 30.
- Majkić-Dursun, B., Oros, I., Oparušić, I. and Petković, A. (2019). Assessing Groundwater Quality for Multiuse and Geochemical Evolution in the South Banat Area of Serbia, Pannonian Basin. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(5), pp. 3269-3278. doi: <https://doi.org/10.15244/pjoes/94046>
- Marić, N., Mrazovac Kurilić, S., Matić, I., Sorajić, S. and Zarić, J. (2014). Groundwater quality on the territory of Kikinda municipality (Vojvodina, Serbia). *Environmental Earth Sciences*, 72, pp. 525–534.
- Marković, S.B., Bokhorst, M., Vandenberghe, J., McCoy, W.D., Oches, E.A., Hambach, U., Gaudenyi, T., Jovanović, M., Zoeller, L., Stevens, T. and Machalett, B. (2008). Late Pleistocene loess-paleosol sequences in the Vojvodina region, North Serbia. *Journal of Quaternary Science*, 23(1), pp. 73-84. doi: <https://doi.org/10.1002/jqs.1124>
- Marković, S.B., Stevens, T., Kukla, G., Hambach, U., Fitzsimmons, K., Gábor, Ú. and Kovács, J. (2015a). Danube loess stratigraphy – Towards a pan-European loess stratigraphic model. *Earth Science Reviews*, 148, pp. 228-258.
- Marković, B.S., Stevens, T., Kukla, J.G., Hambach, U., Fitzsimmons, E.K., Gibbard, P., Bugge, B., Zech, M., Guo, Z., Hao, Q., Wu, H., Dhand, H.O.K., Smalley, J.I., Újvári, G., Sümegei, P., Timar-Gabor, A., Veres, D., Sirocko, F., Vasiljević, A.Dj., Jary, Z., Svensson, A., Jović, V., Lehmkuhl, F., Kovács, J. and Svirčev, Z. (2015b). Danube loess stratigraphy - Towards

- a pan-European loess stratigraphic model, *Earth-Science Reviews*, 148, pp. 228-258. doi: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.06.005>
- Marković, Larva, O., Brkić, Ž., Dolić, M. i Kuhta. M. (2015). *Stanje podzemnih voda na vodnom području rijeke Dunav s obzirom na prirodan sadržaj metala i njihov antropogeni utjecaj*. Zagreb: Hrvatski Geološki Institut.
- Marović, M., Toljić, M., Rundić, Lj. and Milivojević, J. (2007). *Neoalpine Tectonics of Serbia*. Belgrade: Serbian Geological Society.
- Marti, B.E. (2004). Trends in world and extended length cruising (1985-2002). *Marine Policy*, 28, pp. 199-211.
- Matković Puljić, V. (2014). Air Pollution and Health in Serbia Facts, Figures and Recommendations. Air Quality Briefing. Brussels: Health and Environment Alliance (HEAL).
- Meehl, G.A., Stocker, T.F., Collins, W.D., Friedlingstein, P., Gaye, A.T., Gregory, J.M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J.M., Noda, A., Raper, S.C.B., Watterson, I.G., Weaver, A.J. and Zhao, Z.C. (2007). *Global Climate Projections*. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Mei, G., Xu, L. and Xu, N. (2017). Accelerating adaptive inverse distance weighting interpolation algorithm on a graphics processing unit. *Royal Society open science*, 4, 170436. doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.170436>
- Melečková, Z., Dítě, D., Eliáš, P., Piš, V. and Galváneek, D. (2014). Succession of saline vegetation in Slovakia after a large-scale disturbance. *Annales Botanici Fennici*, 51(5), pp. 285–296.
- Mihailović, D.T., Lalić, B., Drešković, N., Mimić, G., Djurdjević, V. and Jančić, M. (2015). Climate change effects on crop yields in Serbia and related shifts of Köppen climate zones under the SRES-A1B and SRES-A2. *International Journal of Climatology*, 35(11), pp. 3320-3334. doi:<https://doi.org/10.1002/joc.4209>
- Miklos, L. and Špinerová, A. (2019). *Landscape-ecological Planning LANDEP*. Springer Cham: Switzerland. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-94021-2>
- Miklos, L. (1994). Spatial Organization of the Landscape. *Research Report*, 103(89). Rotskilde: Department of Geography and International Development Studies, Rotskilde University.
- Milentićević, N., Ostojić, M., Fekete, R., Kalkan, K., Ristić, D., Bačević, N., Stevanović, V. and Pantelić, M. (2021). Assessment of soil erosion rates using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and GIS in Bačka (Serbia). *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(6), pp. 5175-5184. doi: [10.15244/pjoes/135617](https://doi.org/10.15244/pjoes/135617)
- Milentićević, N., Valjarević, A., Bačević, R.N., Ristić, D., Kalkan, K., Cimbaljević, M., Dragojlović, J., Savić, S. and Pantelić, M. (2021). Assessment of observed and projected climate changes in Bačka (Serbia) using Mann-Kendall and BCC Model. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service – IDŐJÁRÁS* (in press).
- Milićević Malinović, S. (2012). *Monitoring nejonizujućeg zračenja, zagađujućih materija i toplotnih indeksa u regionu Vojvodine*. Doktorska disertacija. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet.

- Milićević-Malinović, S., Mihailović, T.D., Đorić-Nikolić, B.E. and Jevtić, R.M. (2015). Gaseous and particulate air pollution in the region of Vojvodina (Serbia). *Matica Srpska Journal of Natural Sciences*, 128, pp. 87-97. doi:10.2298/ZMSPN1528087M
- Milivojević, J., Đalović, I., Jelić, M., Trifunović, S., Bogdanović, D., Milošev, D., Nedeljković, B. and Bjelić, D. (2011). Distribution and forms of manganese in vertisols of Serbia. *Journal of Serbian Chemical Society*, 76(8), pp. 1177–1190.
- Milovanović, B., Ducić, V., Radovanović, M. and Milivojević, M. (2017). Climate regionalization of Serbia according to Köppen climate classification. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 67(2), pp. 103-114.
- Milošević, D.D., Savić, M.S., Stojanović, V. and Popov-Raljić, J. (2015). Effects of precipitation and temperatures on crop yields variability in Vojvodina (Serbia). *Italian Journal of Agrometeorology*, 20(3), pp. 35-46.
- Milošević, D.D., Dunjić, J. and Stojanović, V. (2020). Investigating micrometeorological differences between saline steppe, forest-steppe and forest environments in northern Serbia during a clear and sunny autumn day. *Geographica Pannonica*, 24(3), pp. 176-186.
- Milošević, D., Savić, S., Arsenović, D., Lužanin, Z. and Dunjić, J. (2020). Analysis of human thermal comfort in Central European City during summer of 2015: A case of Novi Sad (Serbia). *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 100(1), pp. 31-39.
- Minaei, M. and Irannezhad, M. (2018). Spatio-temporal trend analysis of precipitation, temperature, and river discharge in the northeast of Iran in recent decades. *Theoretical and Applied Climatology*, 131, pp. 167–179. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1963-y>
- Mirzaei, R. and Sakizadeh, M. (2016). Comparison of interpolation methods for the estimation of groundwater contamination in Andimeshk-Shush Plain, Southwest of Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, pp. 2758–2769.
- Monteiro, A., Vieira, M., Gama, C. and Miranda, A.I. (2016). Towards an improved air quality index. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 10, pp. 447–455.
- Morgan R.P.C. (1995). *Soil erosion and conservation*, 2nd ed. Essex: Longman.
- Mrazovac, S., Vojinović-Miloradov, M., Matić, I. and Marić, N. (2013). Multivariate statistical analyzing of chemical parameters of groundwater in Vojvodina, *Geochemistry*, 73(2), pp. 217-225.
- Mrvić, V., Saljnikov, E., and Jaramaz, D. (2016). The WRB classification system and relations with the soil classification of Serbia. *Zemljište i biljka*, 65(2), pp. 1-7.
- Mudelsee, M. (2019). Trend analysis of climate time series: A review of methods. *Earth-Science Reviews*, 190, pp. 310-322.
- Mueller, T.G., Pierce, F.J., Schabenberger, O. and Warncke, D.D. (2001). Map quality for site-specific fertility management. *Soil Science Society of America Journal*, 65(5), pp. 1547–1558. doi: <https://doi.org/10.2136/sssaj2001.6551547x>
- Murphy, C., Gardoni, P. and McKim, R. (2018). *Risks and Values: New and Interconnected Challenges of Climate Change*. In: Climate Change and Its Impacts: Risks and Inequalities (Eds., Murphy, C., Gardoni, P., McKim, R.), pp. 3-11, Switzerland: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-77544-9
- Naveh, Z. (2000). What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. *Landscape and Urban Planning*, 50(1-3), pp. 7-26.
- Nejgebauer, V. (1963). *The Water Holding Capacity of Chernozems in Bačka and the Water Constants Which Characterize Them*. Beograd: Nolit.

- Nikolova, N. (2007). Regional Climate Change: Precipitation Variability in Mountainous Part of Bulgaria. *Journal of the Geographical Institute „Jovan Cvijić“ SASA*, 57, pp. 79-86.
- Nouri, M. and Bannayan, M. (2018). Spatiotemporal changes in aridity index and reference evapotranspiration over semi-arid and humid regions of Iran: trend, cause, and sensitivity analyses. *Theoretical and Applied Climatology*, 136, pp. 1073–1084.
doi: <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2543-0>
- Novković, N., Mutavdžić, B. and Vukelić, N. (2013). *Vojvodina's agriculture – analysis & possibilities*. The Seminar Agriculture and Rural Development - Challenges of Transition and Integration Processes, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Book of proceedings, pp. 90-97.
- Obradović, S., Pantelić, M., Stojanović, V., Tešin, A. and Dolinaj, D. (2020). Danube water quality and assessment on ecotourism in the biosphere reserve “Bačko Podunavlje” in Serbia. *Water Supply*, 20(4), pp. 1215-1228.
- Oldfield F. and Dearing J.A. (2003). *The Role of Human Activities in Past Environmental Change*. In: Alverson K.D., Pedersen T.F., Bradley R.S. (eds) *Paleoclimate, Global Change and the Future*. Global Change - The IGBP Series. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Orus, R., Hernandez-Pajares, M., Juan, J.M. and Sanz, J. (2005). Improvement of global ionospheric VTEC maps by using kriging interpolation technique. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 67(16), pp. 1598-1609.
- Ostojić, M., Fekete, R. and Mesaroš, M. (2019). Geospatial analysis of land cover changes in Bačka from 1990. to 2018. *Researches Reviews of the Department of Geography, Tourism and Hotel Management*, (48-2), pp. 97-111.
- Palmer, R. and Nursey-Bray, M. (2007). Rio Declaration on Environment and Development. In: R. Palmer (Eds.), *Encyclopedia of Environment and Society* (pp. 1512–1514). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Panda, A. and Sahu, N. (2019). Trend analysis of seasonal rainfall and temperature pattern in Kalahandi, Bolangir and Koraput districts of Odisha, India. *Atmospheric Science Letters*, 20(10), e932.
- Panditharathne, D.L.D., Abeysingha, N.S., Nirmanee, K.G.S. and Mallawatantri, A. (2019). Application of Revised Universal Soil Loss Equation (Rusle) Model to Assess Soil Erosion in “Kalu Ganga” River Basin in Sri Lanka. *Applied and Environmental Soil Science*, 2019, Article ID 4037379, pp. 15. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/4037379>
- Pantelić, M., Dolinaj, D., Savić, S., Stojanović, V. and Nađ, I. (2012a). Statistical Analysis of Water Quality Parametres of Veliki Bački CPanal (Vojvodina, Serbia) in the Period 2000-2009. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(2), pp. 255-264.
- Pantelić, M., Đurđev, B., Stankov, U., Dragičević, V. and Dolinaj, D. (2012b). Water Quality as an Indicator of Local Residents’ Attitudes Towards Tourism Development: A Case Study of Settlements Along Veliki Bački Kanal, Vojvodina, Serbia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 404(09), pp. 1-19.
- Pantelić M., Dolinaj D., Leščešen I., Savić S. and Milošević D. (2015). Water quality of the Pannonian Basin Rivers the Danube, the Sava and the Tisa (Serbia) and its correlation with air temperature. *Thermal Science*, 19(2), pp. 477-485.
- Pantelić, M., Dolinaj, D., Savić, S., Leščešen, I. and Stojanović, V. (2016). Water Quality and Population Standpoints as Factors Influencing the Utilization for Agricultural Purposes of

- the Great Bačka Canal, Serbia. *Journal of Environmental Science and Management*, 19(2), pp. 8-14.
- Pantelić, M., Stojanović, V., Dolinaj, D., Savić, S., Pavić, D. and Milošević, D. (2017). Local residents' attitudes regarding ecological condition and pollution effects on human health and environment - Case study of Veliki Bački Canal, Vojvodina, Serbia. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 97(2), pp. 1-18.
- Panjковић, B., Krizmanić, I., Puzović, S., Stojšić, V., Kovačević, B., Štetić, J. (2000). Significant Biodiversity Components at Apatinski and Monoštirski Rit (YU). *Limnological Reports*, 33, pp. 171-178.
- Papić, P., Ćuk, M. i Todorović, M. (2011). Arsen u podzemnim vodama Bačke. *Tehnika – Rudarstvo, geologija i metalurgija*, 62, str. 939-943.
- Papić, D., Bačević, R.N., Valjarević, A., Milentijević, N., Gavrilov, B.M., Živković, M. and Marković, B.S. (2020). Assessment of air temperature trend in South and Southeast Bosnia and Herzegovina from 1961 to 2017. *Időjárás-Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 124(3), pp. 381-399.
- Parker, C. and Karlsson, C. (2010). Climate change and the European Union's leadership moment: an inconvenient truth? *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 48(4), pp. 923-943.
- Pavić, D., Lazić, L., Bogdanović, Ž. and Plavša, J. (2006a). Water regime and the direction of drainage of phreatic aquifer in the Bačka loess plateau. *Geographica Pannonica*, 10, pp. 26-31.
- Pavić, D., Mészáros, M. and Ćurčić, G. (2012). Main characteristics of water regime of the phreatic aquifer in Subotica municipality: Vojvodina, Serbia. *Geographica Pannonica*, 16(4), pp. 136-144.
- Pavlović, N., Kostić, N., Karadžić, B. and Mitrović, M. (2017). *The Soils of Serbia*. Springer: Dordrecht.
- Pec, B. (1981). *Osnovne statističke metode za nematematičare*. Zagreb: Liber.
- Pecelj, M., Lukić, M., Vučićević, A., De Uña-Álvarez, E., C. G. Esteves da Silva, J., Freinkina, I., Ciganović, S. and Bogdanović, U. (2018). Geocological evaluation of local surroundings for the purposes of recreational tourism. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 68(2), pp. 215-231.
- Pecelj, R.M., Lukić, M., Pecelj, M., Srnić, D. and Đurić, D. (2017). Geocological Evaluation of Novi Sad for the Purposes of Health Tourism and Recreation. *Archives for Technical Sciences*, 17(1), pp. 89-97. doi: 10.7251/afts.2017.0917.089P
- Pekeč, S., Ivanišević, P., Rončević, S., Kovačević, B. and Marković, M. (2008). Plan and program of shelterbelts establishment in Vojvodina. *Topola*, (181-182), pp. 61-70.
- Perry, A. (1972). Weather, climate and tourism. *Weather*, 27, pp. 199-203.
- Perry, M. and Hollis, D. (2005). The generation of monthly gridded datasets for a range of climatic variables over the UK. *International Journal of Climatology*, 25(8), pp. 1041-1054.
- Petkovic, S., Dragovic, N. and Markovic, S. (1999). Erosion and sedimentation problems in Serbia. *Hydrological Sciences Journal*, 44(1), pp. 63-77.
- Popov, D., Marković, S.B. and Štrbac, D. (2008). Generations of meanders in Serbian part of Tisa valley. *Journal of the Geographical Institute „Jovan Cvijić“ SASA*, 58, pp. 29-42.
- Popov, T., Gnjato, S. and Trbić, G. (2019). Changes in precipitation over the East Herzegovina region. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 99(1), pp. 29-44- doi: <https://doi.org/10.2298/GSGD1901029P>

- Quade, D. (1974). *Nonparametric partial correlation*. In: *Measurement in the Social Sciences*, H.M. Blalock, Jr. (ed.). Chicago: Aldine.
- Radovanović, M. and Bjeljac, Ž. (2004). A supplement to the knowledge of the atmospheric processes over Vojvodina. *Geografski Vestnik*, 76(1), pp. 61–65.
- Rajić, M. i Štula, S. (2007). Klimatske promene i pojava suša na području Južne Bačke. *Letopis naučnih radova*, 31(1), str. 80-89.
- Rajić, M. and Bezdan, A. (2012). Contribution to Research of Droughts in Vojvodina Province, *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(3), pp. 101-107.
- Razavi, T., Switzman, H., Arain, A. and Coulibaly, P. (2016). Regional climate change trends and uncertainty analysis using extreme indices: A case study of Hamilton, Canada, *Climate Risk Management*, 13, pp. 43-63. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2016.06.002>
- Renard, R. and Freimund, G. (1994). Using monthly precipitation data to estimate the R factor in the Revised USLE. *Journal of Hydrology*, 157, pp 287-306.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K. and Yoder, D.C. (1997). *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. Agriculture Handbook No. 703, USDA-ARS.
- Ristanović, B., Cimbaljević, M., Miljković, Đ., Ostojić, M. and Fekete, R. (2019). GIS Application for Determining Geographical Factors on Intensity of Erosion in Serbian River Basins. Case Study: The River Basin of Likodra. *Atmosphere*, 10, 526.
- Rogers, P.P., Jalal, K.F. and Boyd, J.A. (2008). *An Introduction to Sustainable Development*. London: Earthscan.
- Rosamond, B. (2016). Brexit and the Problem of European Disintegration, *Journal of Contemporary European Research*. 12(4), pp. 864-871.
- Rosegrant, M. W., Cai, X. and Cline, S. A. (2002). *World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*. Washington: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Rowland, A.L.H., Omeregic, O.E., Millot, R., Jimenez, C., Mertens, J., Baciu, C., Hug, J.S. and Berg, M. (2011). Geochemistry and arsenic behaviour in groundwater resources of the Pannonian Basin (Hungary and Romania), *Applied Geochemistry*, 26(1), pp. 1-17.
- Saana, S.B.B.M., Fosu, S.A., Sebiawu, G.E., Jakson, N. and Karikari, T. (2016). Assessment of the quality of groundwater for drinking purposes in the Upper West and Northern regions of Ghana. *SpringerPlus*, 5, 2001.
- Sabadoš, K. (2009). From the isolated habitats to the ecological network, In: Establishing the ecological network in AP Vojvodina - Review of the state, analysis and possibilities, (Eds. K. Sabadoš and B. Panjković), pp. 2-4. Institute for Nature Conservation of Serbia, Novi Sad.
- Sabovljević, M. and Stevanović, V. (2006). Contribution to Knowledge of the Bryophyte Flora of Bačka (Vojvodina, Serbia). *Archives of Biological Sciences*, 58(2), pp. 135-138. doi: <https://doi.org/10.2298/ABS0602135S>
- Salkind, N.J. (2012). *Statistics for people who (think they) hate statistics: Excell 2010 edition*. London: Sage.
- Sánchez A., Colmenarejo F. M., Vicente J., Rubio A., García G. M., Travieso L. and Borja R. (2007). Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. *Ecological Indicators*, 7(2), pp. 315–328.
- Schmid, S.M., Bernoulli, D., Fügenschuh, B., Matenco, L., Schefer, S., Schuster, R., Tischler, M. and Ustaszewski, K. (2008). The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic system:

- correlation and evolution of tectonic units. *Swiss Journal of Geosciences*, 101, pp. 139–183.
- Schimmelfennig, F. (2018). Brexit: differentiated disintegration in the European Union, *Journal of European Public Policy*, 25(8), pp.1154–1173.
- Scorzini, A.R. and Leopardi, M. (2019). Precipitation and temperature trends over central Italy (Abruzzo Region):1951–2012. *Theoretical and Applied Climatology*, 135, pp. 959–977.
- Senatore, A., Hejabi, S., Mendicino, G., Bazrafshan, J. and Irannejad, P. (2019). Climate conditions and drought assessment with the Palmer Drought Severity Index in Iran: evaluation of CORDEX South Asia climate projections (2070–2099). *Climate Dynamics*, 52, pp. 865–891. doi: <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4171-x>
- Serricchio, F., Tsakatika, M. and Quaglia, L. (2013). Euroscepticism and the global financial crisis, *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 51(1), pp. 51–64.
- SEPA, (2013). Annual Report on the state of air quality in the Republic of Serbia for 2012. Environmental Protection Agency, p. 14, Belgrade. (In Serbian)
- SEPA, (2019). Annual Report on the state of air quality in the Republic of Serbia for 2019. Environmental Protection Agency, p. 44, Belgrade. (In Serbian)
- Sharma, A., Tiwari, K.N. and Bhadoria, P.B. (2011), Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed. *Environmental Monitoring and Assessment*, 173(1-4), pp. 789-801.
- Shen, S., Howard, A., Yin, H., Khurshed, F. and Akbar, M. (2003). *Statistical Analysis of Drought Indices and Alberta Drought Monitoring*. Edmonton: Alberta Agriculture, Food and Rural Development.
- Shepard, D. (1968). A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. Proceedings of the 1968 ACM National Conference, pp. 517–524, New York, NY: ACM.
- Singh K.P., Malik A. and Sinha S. (2005). Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques – A case study, *Analytica Chimica Acta*, 538, pp. 355–374.
- Singh, R.P. and Chauhan, A. (2020). Impact of lockdown on air quality in India during COVID-19 pandemic. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 13, pp. 921–928.
- Smith, A., Ercumen, A., Yuan, Y. and Steinmaus, M.C. (2009). Increased lung cancer risks are similar whether arsenic is ingested or inhaled. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 19, pp. 343–348. doi: <https://doi.org/10.1038/jes.2008.73>
- Soil Survey Staff, (2014). *Keys to Soil Taxonomy*, 12th edition. Washington: U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Spalevic, V., Barovic, G., Vujacic, D., Curovic, M., Behzadfar, M., Djurovic, N., Dudic, B. and Billi, P. (2020). The Impact of Land Use Changes on Soil Erosion in the River Basin of Miocki Potok, Montenegro. *Water*, 12, 2973. doi: <https://doi.org/10.3390/w12112973>
- Stewart, B. A., Woolhiser, D.A., Wischmeier, W.H., Caro, J.H. and Frere, M.H. (1975). *Control of water pollution from cropland: volume I-a manual for guideline 1206 development*, Report No. ARS-H-5-1, pp. 111, U.S. Department of Agriculture, Report No. 1207 EPA-600/2-75-026a, Washington: U.S. Environmental Protection Agency.
- Stigler, M.S. (1986). *The history of statistics: the measurement of uncertainty before 1900*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.

- Stojanović, V. (2005). Degradation and protection of wetlands in special nature reserves in Vojvodina. *Geographica Pannonica*, 9, pp. 24-28.
- Stojanović, V., Pavić, D. and Mesaroš, M. (2008). The use of natural assets of reeds marshland in Vojvodina in view of sustainable development. *Matica Srpska Proceedings for Natural Sciences*, 115, pp. 109-116. doi:10.2298/ZMSPN0815109S
- Stojanović, V., Pantelić, M., Pavić, D. and Nađ, I. (2014a). Remediation of Veliki bački kanal and sustainable use of resources in its surroundings. *Geographica Pannonica*, 18(4), pp. 117-123. doi: <https://doi.org/10.5937/GeoPan1404117S>
- Stojanović, V., Đorđević, J., Lazić, L., Stamenković, I. and Dragičević, V. (2014b). The principles of sustainable development of tourism in the special nature reserve „Gornje Podunavlje“ and their impact on the local communities. *Acta Geographica Slovenica*, 54(2), pp. 391–400. doi: <https://doi.org/10.3986/AGS54407>
- Stojanović, V. i Janjušević, B. (2018). Industrijsko nasleđe u Vojvodini: zaštita, tipologija i moguća revitalizacija danas. *Sociologija i prostor*, 56(1), str. 71-90.
- Stojković, S. (2017). GIS analysis of land use changes: Case study: The Stara Pazova municipality, Serbia. *Collection of Papers - Faculty of Geography University of Belgrade*, (65-1a), pp. 295-306. doi: 10.5937/zrgfub1765295G
- Stričević, R., Vujadinović-Mandić, M., Đurović, N. and Lipovac, A. (2021). Application of two measures of adaptation to climate change for assessment on the yield of wheat, corn and sunflower by the aquacrop model. *Zemljište i biljka*, 70(1), pp. 41-59. doi: 10.5937/ZemBilj2101041S
- Šošić, I. (2004). *Primjenjena statistika*. Zagreb: Školska knjiga.
- Tadić, L., Dadić, T. and Bosak, M. (2015). Comparison of different drought assessment methods in continental Croatia, *GRAĐEVINAR*, 67(1), pp. 11-22.
- Takić, Lj., Mladenović-Ranisavljević, I., Vuković, M. and Mladenović, I. (2012). Evaluation of the Ecochemical Status of the Danube in Serbia in Terms of Water Quality Parameters. *The Scientific World Journal*, 2012, Article ID 930737, p. 6. doi: <https://doi.org/10.1100/2012/930737>
- Tarawneh, Q.Y. and Chowdhury, S. (2018). Trends of climate change in Saudi Arabia: Implications on water resources. *Climate*, 6(1), p. 8. doi: <https://doi.org/10.3390/cli6010008>
- Taylor, S.J. (2016). *A review of sustainable development principles*. Centre for environmental studies. South Africa: University of Pretoria.
- Teegavarapu, S.V.R. (2019). *Methods for Analysis of Trends and Changes in Hydroclimatological Time-Series*. In: (ed. Teegavarapu, S.V.R.) Trends and Changes in Hydroclimatic Variables. Elsevier. pp. 1-89. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810985-4.00001-3>
- Teske, S. (2019). *Achieving the Paris Climate Agreement Goals*. Netherlands: Springer.
- Tokodi, N., Drobac, D., Meriluoto, J., Lujčić, J., Marinović, Z., Važić, T., Nybom, S., Simeunović, J., Dulić, D., Lazić, L., Petrović, T., Vuković-Gačić, B., Sunjog, K., Kolarević, S., Kračun-Kolarević, M., Subakov-Simić, G., Miljanović, B., Codd, A.G. and Svirčev, Z. (2018). Cyanobacterial effects in Lake Ludoš, Serbia - Is preservation of a degraded aquatic ecosystem justified?, *Science of The Total Environment*, 635, pp. 1047-1062. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.177>

- Tongal, H. (2019). Spatiotemporal analysis of precipitation and extreme indices in the Antalya Basin, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 138, pp. 1735–1754. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02927-4>
- Tomaszkiewicz, M., Abou Najm, M., Beysens, D., Alameddine, I., Bou Zeid, E., and El-Fadel, M. (2016). Projected climate change impacts upon dew yield in the Mediterranean basin. *Science of The Total Environment*, 566-567, pp. 1339-1348.
- Topalović, A. (2010). The existing quality of environment and the possibilities of the development of viable tourism in the specific natural reservation of the lake Ludaš. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 90(2), pp. 189-207.
- Tošić, R., Kapović, M. Lovrić, N. and Dragičević, S. (2013). Assessment of soil erosion potential using RUSLE and GIS: A case study of Bosnia and Herzegovina. *Freseinus Environmental Bulletin*, 22(11a), pp. 3241-3430.
- Tošić, I., Hrnjak, I., Gavrilov, M.B., Unkašević, M., Marković, S.B. and Lukić, T. (2014). Annual and seasonal variability of precipitation in Vojvodina. *Theoretical and Applied Climatology*, 117, pp. 331-341. doi:10.1007/s00704-013-1007-9
- Trofimov, V.T. (2009). Paradoxes of modern geocology. *Moscow University Geology Bulletin*, 64, pp. 203–213. doi: <https://doi.org/10.3103/S0145875209040012>
- Troll, C. (1971). Landscape ecology (geocology) and biogeocenology – A terminological study. *Geoforum*, 2(4), pp. 43-46.
- Uddameri, V., Honnungarand, V. and Hernandez, E.A. (2014). Assessment of groundwater water quality in central and southern Gulf Coast aquifer, TX using principal component analysis. *Environmental Earth Sciences*, 71, pp. 2653–2671.
- UNEP, (1992). *Convention on biological diversity*. United Nations Environment Programme, Nairobi: Kenya.
- UNEP, (2016). *Towards a Worldwide Assessment of Freshwater Quality A UN-Water Analytical Brief*. New York: United Nations.
- UN, (2012). Resolution „The future we want“, from <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N11/476/10/PDF/N1147610.pdf?OpenElement> (приступ 28.03.2020).
- UN, (2015a). Resolution „Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development“, http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E (приступ 29.03.2020).
- UN, (2015b). The Millennium Development Goals Report 2015, [http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20\(July%201\).pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf) (приступ 29.03.2020).
- UN, (2016). Report of the Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators. 47th Session of the United Nations Statistical Commission. New York, USA.
- UN, (2018). *Sustainable Development Goal 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation*. New York: United Nations.
- UN, (2019). *World Population Prospects 2019: Highlights* (ST/ESA/SER.A/423), New York: Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- UNESCO, (2017). *International Coordinating Council of the Man and the Biosphere (MAB) Programme*. Paris, France: UNESCO.

- UNESCO, UN-Water, (2020). *United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. Paris: UNESCO.
- U.S. Environmental Protection Agency, (2017). *Water Quality Standards Handbook: Chapter 3: Water Quality Criteria*. EPA-823-B-17-001. Washington, DC: EPA Office of Water, Office of Science and Technology.
- Valjarević, A., Milanović, M., Golijanin, J., Milinčić, M. and Lukić, T. (2020). The future of edible crops in Europe and their maximum point of resistance in temperature increase. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service – IDŐJÁRÁS*, 124(4), pp. 541-560. doi:10.28974/idojaras.2020.4.7
- Varnas, R., Pankova, E.I., Balyuk, S.A., Krasilnikov, P.V. and Khasankhanova, G.M. (2018). *Handbook for saline soil management*. Rome: The Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Varol, M. and Sen, B. (2009). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of Behrimaz Stream, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 159, pp. 543–553. doi: 10.1007/s10661-008-0650-6
- Vastag, G., Apostolov, S., Perišić-Janjić, N. and Matijević, B. (2013). Multivariate analysis of chromatographic retention data and lipophilicity of phenylacetamide derivatives, *Analytica Chimica Acta*, 767, pp. 44–49.
- Venkataraman, C., Brauer, M., Tibrewal, K., Sadavarte, P., Ma, Q., Cohen, A., Chaliyakunnel, S., Frostad, J., Klimont, Z., Martin, R.V. and Millet, D.B. (2018). Source influence on emission pathways and ambient PM_{2.5} pollution over India (2015–2050). *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 18(11), pp. 8017–8039.
- Verburg, P.H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V. and Mastura, S.S. (2002). Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. *Environmental Management*, 30(3), pp. 391–405.
- Vidović, M., Nikić, Z. and Milovanović, B. (2006). Water quality of the North Banat basal aquifer system. *Geographica Pannonica*, 10(1), pp. 43-46.
- Vujadinović, S., Šabić, D. and Gajić, M. (2016). Local government in Serbia: between legislation and practice. *Collection of Papers - Faculty of Geography University of Belgrade*, 64, pp. 73-90. doi: <https://doi.org/10.5937/zrgfub1664073V>
- Vuković, A. J., Vujadinović, M. P., Rendulić, S. M., Djurdjević, V. S., Ruml, M. M., Babić, V. P. and Popović, D. P. (2018). Global Warming Impact on Climate Change in Serbia for the Period 1961-2100. *Thermal Science*, 22(6), pp. 2267–2280.
- Vulić, M. (2015). *Upotreba koeficijenata korelacije u proceni podrijetla nitrata na području Zagrebačkog vodonosnika*. Diplomski rad. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet.
- Wada, Y., Flörke, M., Hanasaki, N., Eisner, S., Fischer, G., Tramberend, S., Satoh, Y., van Vliet, M. T. H., Yillia, P., Ringler, C., Burek, P., and Wiberg, D. (2016). Modeling global water use for the 21st century: the Water Futures and Solutions (WFaS) initiative and its approaches, *Geoscientific Model Development*, 9, pp. 175–222.
- Waltner, I., Saeidi, S., Grósz, J., Centeri, C., Laborczi, A. and Pásztor, L. (2020). Spatial Assessment of the Effects of Land Cover Change on Soil Erosion in Hungary from 1990 to 2018. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(11), 667.
- Waters, T.F. (1995). *Sediment in streams: sources, biological effects and controls*. American Fisheries Society Monograph 7, Maryland, USA: Bethesda.

- Weale, A. (1996). Environmental rules and rule-making in the European Union, *Journal of European Public Policy*, 3(4), pp. 594–611. doi: 10.1080/13501769608407055
- Wei, W. and Wang, Z. (2021). Impact of Industrial Air Pollution on Agricultural Production. *Atmosphere*, 12, 639. <https://doi.org/10.3390/atmos12050639>
- WHO, (2004). *Sulfate in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. Geneva: WHO Press.
- WHO, (2011). *Nitrate and nitrite in drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. Geneva: WHO Press.
- WHO, (2017). *Guidelines for drinking water quality*, 4th edn. Geneva: WHO Press.
- Wilks, D. (2011). *Frequentist Statistical Inference*. In: (ed: Wilks, D.) *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press: United States.
- World Commission on Environment and Development (1987). *From One Earth to One World: An Overview*. Oxford: Oxford University Press.
- Worster, D. (1993). *The wealth of nature: environmental history and the ecological imagination*. New York: Oxford University Press.
- Wright, A.D. and Welbourn, P. (2002). *Environmental Toxicology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington DC, USA: United States Department of Agriculture.
- Wu, Y., Wang, W. and Wang, G. (2016). Detecting variation trends of temperature and precipitation for the Dadu River Basin, China. *Advances in Meteorology*, 2016, 11.
- Wu, T., Lu, Y., Fang, Y., Xin, X., Li, L., Li, W., Jie, W., Zhang, J., Liu, Y., Zhang, L., Zhang, F., Zhang, Y., Wu, F., Li, J., Chu, M., Wang, Z., Shi, X., Liu, X., Wei, M., Huang, A., Zhang, Y., and Liu, X. (2019). The Beijing Climate Center Climate System Model (BCC-CSM): the main progress from CMIP5 to CMIP6. *Geoscientific Model Development*, 12, pp. 1573–1600.
- Wuepper, D., Borrelli, P. and Finger, R. (2020). Countries and the global rate of soil erosion. *Nature Sustainability*, 3, pp. 51–55. doi: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0438-4>
- Wurzel, R.W., Connelly, J. and Liefferink, D. (2017). *The European Union in International Climate Change Politics. Still Taking a Lead?* London: Routledge.
- Yang, W., Zhao, Y., Wang, D., Wu, H., Lin, A. and He, L. (2020). Using Principal Components Analysis and IDW Interpolation to Determine Spatial and Temporal Changes of Surface Water Quality of Xin'anjiang River in Huangshan, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), pp. 2942. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17082942>
- Yin, Z., Feng, Q., Yang, L., Deo, C.R., Adamowski, F.J., Wen, X., Jia, B. and Si, J. (2020). Projected spatial patterns in precipitation and air temperature for China's northwest region derived from high-resolution regional climate models. *International Journal of Climatology*, 40, pp. 3922–3941.
- Young, A. (1976). *Tropical soils and soil survey*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Youssef, F., Visser, S.M., Karssenbergh, D., Erpul, G., Cornelis, W.M., Gabriels, D., Poortinga, A. (2012). The effect of vegetation patterns on wind-blown mass transport at the regional scale: A wind-tunnel experiment. *Geomorphology*, 158–159, pp. 178–188.

- Zadeh, M.S., Burn, H.D. and O'Brien, N. (2020). Detection of trends in flood magnitude and frequency in Canada. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 28, 100673.
- Zaghloul, A., Saber, M. and El-Dewany, C. (2019). Chemical indicators for pollution detection in terrestrial and aquatic ecosystems. *Bulletion of the National Research Centre*, 43, 156. doi: <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0203-x>
- Zanon, M., Davis, A.S.B., Marquer, M., Brewer, S. and Kaplan, O.J. (2018). European Forest Cover During the Past 12,000 Years: A Palynological Reconstruction Based on Modern Analogs and Remote Sensing. *Frontiers in Plant Science*, 9, pp. 1-25.
- Zech, W., Schad, P. und Hintermaier-Erhard, G. (2014). *Böden der Welt: Ein Bidatlas*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Zhai, T. and Chang, C.Y. (2019). The Contribution of China's Civil Law to Sustainable Development: Progress and Prospects, *Sustainability*, 11(1), p. 294. doi: <https://doi.org/10.3390/su11010294>
- Zonneveld, S.I. (1990). *Scope and Concepts of Landscape Ecology as an Emerging Science*. In: Zonneveld, S. I. and Forman, T.T.R. (Eds.), *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*, pp. 3-20, Springer-Verlag New York. doi: 10.1007/978-1-4612-3304-6
- Zeeden, C., Hark, M., Hambach, U., Marković, S. B. and Zoller, L. (2007). Depressions on the Titel loess Plateau: Form- Pattern- Genesis. *Geographica Pannonica*, 11, pp. 4-8.
- Životić, Lj., Perović, V., Jaramaz, D., Đorđević, A., Petrović, R. and Todorović, M. (2012). Application of USLE, GIS, and Remote Sensing in the Assessment of Soil Erosion Rates in Southeastern Serbia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(6), pp. 1929-1935.
- Žlebir, S., Gregorič, G., Karavatis, C., Alexandris, S., Fassouli, V., Stamatakos, D., Tsesmelis, D., Polydoropoulou, M., Paschou, M., Karachalios, E., Bihari, Z., Nagy, A., Popova, Z., Doneva, K., Kercheva, M., Pandžić, K., Salvai, A., Piperski, J., Maksimović, L., Potkonjak, S., Rajić, M., Pavlović, A., Ivanov, M., Pazin, N., Marković, G., Andrijašević, V., Alcinova–Monevska, S., Svetkova, S., Ristevski, P., Mustaqi, V., Muçaj, L. and Laska, A. (2011). *Archive of local/regional/national drought periods and impact based on historical records; mitigation practices and drought management from all countries/regions added to the archive*. Greece: Agricultural University of Athens.
- Žoncová, M., Hronček, P. and Gregorová, B. (2020). Mapping of the Land Cover Changes in High Mountains of Western Carpathians between 1990–2018: Case Study of the Low Tatras National Park (Slovakia). *Land*, 9, 483.
- Žujić, A. M., Radak, B. B. and Marković, D. A. (2007). The characteristics of the air pollution of a transition economy city: the example of Belgrade. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 72(8-9), pp. 889–899.

<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index/index> (приступ 13.09.2020.)

<https://sites.google.com/site/lesuvojvodini1/home/profil-backe-lesne-zaravni>(приступ 18.10.2020)

<https://www.politika.rs/sr/clanak/437401/Oranice-najskuplje-u-Backoj> (приступ 20.05.2021)

<https://www.ramsar.org/wetland/serbia> (приступ 12.12.2020).

<http://www.pzzp.rs/rs/sr/zastita-prirode/podrucja-od-medunarodnog-znacaja/srp-gornje-podunavlje.html> (приступ 13.12.2020).

<http://www.pzzp.rs/rs/sr/zastita-prirode/podrucja-od-medunarodnog-znacaja/srp-ludasko-jezero.html> (приступ 13.12.2020).

<http://www.pzzp.rs/rs/sr/zastita-prirode/zasticena-podrucja/predeli-izuzetnih-odlika-pio.html> (приступ 13.12.2020).

<http://www.pzzp.rs/rs/sr/zastita-prirode/zastita-prirode/registar-zasticenih-podrucja.html> (приступ 17.12.2020).

<http://people.wku.edu/charles.smith/chronob/TROL1899.htm> (приступ 15.03.2020)

European Convention on Human Rights, (2013).

https://www.echr.coe.int/Documents/Convention_ENG.pdf (приступ 30.03.2020).

СПИСАК КАРТА, ПРИЛОГА И ТАБЕЛА

- Карта 1. Географски положај Бачке на територији Републике Србије (а), у Европи (б) и у односу према суседним регионалним целинама и државним територијама (в)
- Карта 2. Геолошка карта Бачке
- Карта 3. Вертикална рашиљеност рељефа Бачке
- Карта 4. Геоморфолошка карта Бачке
- Карта 5. Просторна дистрибуција: а) фактора ерозивности падавина (R), б) еродибилности земљишта (K), в) дужине падине и фактора нагиба падине (LS), г) начина коришћења земљишта (C) и д) фактора конзерваторске праксе (P) на подручју Бачке
- Карта 6. Просторна дистрибуција просечног годишњег губитка земљишта ($t\ ha^{-1}\ год^{-1}$) у Бачкој на основу интеграције $RUSLE$ модела и ГИС техника
- Карта 7. Просечна годишња учесталост медитеранских депресија и ваздушне масе над Европом од 1926-1939. и 1945-1992. године
- Карта 8. Просторна дистрибуција одабраних климатских параметара: а) средњих годишњих температура ваздуха (YT) (1949-2018), б) средњих годишњих температура ваздуха (YT) (2018-2050), в) средњих температура ваздуха у вегетационом периоду ($T_{mean-VP}$) (1949-2018), г) средњих температура ваздуха у вегетационом периоду ($T_{mean-VP}$) (2018-2050)
- Карта 9. Просторна дистрибуција одабраних климатских параметара: а) средњих годишњих падавина (YP) (1949-2018), б) средњих годишњих падавина (YP) (2018-2050), в) падавинских сума у вегетационом периоду ($P_{\Sigma-VP}$) (1949-2018), г) падавинских сума у вегетационом периоду ($P_{\Sigma-VP}$) (2018-2050)
- Карта 10. Алувијалне равни Дунава и Тисе у Бачкој (а) и типични барско-мочварни предели (1) и барско-мочварни фрагменти (2) у бачком Подунављу и Потисју заостали након реализованих мелиорационих мера одводњавања (б)
- Карта 11. Хидрогеолошка карта Бачке са тектонским јединицама и одабраним пијезометрима
- Карта 12. Просторна дистрибуција концентрације: а) хемијске потрошње кисеоника (HPK), б) амонијум јона (NH_4), в) хлорида (Cl), г) сулфата (SO_4^{2-}), д) ортофосфата (PO_4^3), е) нитрата (NO_3), ж) нитрита (NO_2)
- Карта 13. Просторна дистрибуција концентрације: а) гвожђа (Fe), б) арсена (As), в) бакра (Cu), г) олова (Pb) и д) хрома (Cr) у подземним водама Бачке (2004-2018)
- Карта 14. Педолошка карта Бачке са типовима, подтипovima и варијететима
- Карта 15. Ред аутоморфних земљишта на простору Бачке са њиховим уделом у процентима (%)
- Карта 16. Ред хидроморфних земљишта на простору Бачке са њиховим уделом у процентима (%)
- Карта 17. Ред халоморфних земљишта на простору Бачке са њиховим уделом у процентима (%)
- Карта 18. Идентификоване депоније и сметлишта у односу на саобраћајнице у Бачкој и АП Војводини

- Карта 19. Конверзија намене земљишта у Бачкој на примеру десет најдоминантнијих класа земљишног покривача током: а) 1990-2000. године, б) 2000-2006. године, в) 2006-2012. године и г) 2012-2018. Године
- Карта 20. Заштићена подручја на територији Бачке
- Карта 21. Географски положај и режими заштите у СРП „Горње Подунавље“ на основу: а) Завода за заштиту природе Србије и б) ГИС дигитализације
- Карта 22. Географски положај и режими заштите у СРП „Ковилско-петроварадински рит“ на основу: а) Завода за заштиту природе Србије и б) ГИС дигитализације
- Карта 23. Географски положај и режими заштите у СРП „Карађорђево“ на основу: а) Завода за заштиту природе Србије и б) ГИС дигитализације
- Карта 24. Географски положај и режими заштите у ПИО „Суботичка пешчара“ на основу: а) Завода за заштиту природе Србије и б) ГИС дигитализације
- Карта 25. Промене у вегетационом покривачу током 1990-2006. године на простору Бачке
- Карта 26. Промене у вегетационом покривачу током 2006-2018. године на простору Бачке
- Карта 27. Промене у вегетационом покривачу током периода: а)) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године у СРП „Горње Подунавље“
- Карта 28. Промене у вегетационом покривачу током периода: а)) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године у СРП „Ковилско-петроварадински рит“
- Карта 29. Промене у вегетационом покривачу током периода: а)) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године у СРП „Карађорђево“
- Карта 30. Промене у вегетационом покривачу током периода: а)) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године у ПИО „Суботичка пешчара“

- Прилог 1. Карл Трол, пионер геоекологије
- Прилог 2. Шема еколошке интерпретације информација
- Прилог 3. „Triple bottom line concept“ одрживог развоја
- Прилог 4. Северна падина Тителског лесног платоа са околним рељефним целинама
- Прилог 5. Профил Бачке лесне заравни (палео-земљишна лесна секвенца) код Сивца
- Прилог 6. Средње годишње температуре ваздуха (Y_T), средње температуре током вегетационог периода ($T_{mean-VP}$), једначина тренда и линија тренда (лева колона), средња годишња сума падавина (Y_P), падавинске суме током вегетационог периода ($P_{\Sigma-VP}$), једначина тренда и линија тренда (десна колона) на одабраним метеоролошким станицама у Бачкој (1949-2018)
- Прилог 7. Негативне аномалије индекса аномалија падавина (RAI) на простору Бачке (1990-2018)
- Прилог 8. Позитивне аномалије индекса аномалија падавина (RAI) на простору Бачке (1990-2018)
- Прилог 9. Педолошки профил чернозема
- Прилог 10. Солончасти различите грађе педолошког профила – локалитет Мали Стапар, општина Кула, Западнобачки округ (лево); локалитет Трешињевац, општина Кањижа, Севернобанатски округ (десно)
- Прилог 11. „Оранице најскупље у Бачкој“ – новински чланак у дневном листу „Политика“, 08.09.2019. године

Прилог 12. Комплекс ритских шума на подручју СРП „Горње Подунавље“

Прилог 13. СРП „Лудашко језеро“ као пример влажних станишта Бачке

Прилог 14. Фрагменти шумске вегетације на простору Суботичко-хоргошке пешчаре

Прилог 15. Слатинска ливада

Табела 1. Вредност K на основу текстуре земљишта са претпоставком да је садржај органске материје $<4\%$

Табела 2. Вредности C фактора коришћених за различите намене коришћења земљишта на подручју истраживања

Табела 3. Анализиране метеоролошке станице у Бачкој са њиховим ознакама географским координатама, дужином инструменталног мерења и типа (ОМС – обична метеоролошка станица, ГМС – главна метеоролошка станица)

Табела 4. Класификација влажности на основу индекса аномалија падавина (RAI)

Табела 5. Квантитативне вредности загађујућих материја за 24-часовни период и календарску годину, по класама Индекса квалитета ваздуха SAQI_11

Табела 6. Опис анализираних хемијских параметара квалитета подземних вода са максимално дозвољеним концентрацијама (МДК) од стране Светске здравствене организације (WHO)

Табела 7. Граничне вредности одабраних параметара квалитета површинских вода

Табела 8. Јачина повезаности између варијабли на основу апсолутне вредности коефицијента корелације

Табела 9. CORINE Land Cover класе са субкласама

Табела 10. Површине под различитим категоријама ерозије на подручју Бачке

Табела 11. Процентуални удео (%) категорија ерозија земљишта под различитим типовима земљишног покривача и начина коришћења земљишта на подручју Бачке

Табела 12. Коефицијенти корелације између годишњег губитка земљишта (E) и ерозивних параметара (R , LS , C , P)

Табела 13. Годишњи ток температура ваздуха ($^{\circ}C$) на подручју Бачке (1949-2018)

Табела 14. Средње месечне и годишње суме падавина (mm) на подручју Бачке (1949-2018)

Табела 15. Једначина тренда (y), магнитуда тренда (Δy) и вероватноћа поузданости (p) за температуру ваздуха ($^{\circ}C$) у Бачкој (1949-2018)

Табела 16. Једначина тренда (y), магнитуда тренда (Δy) и вероватноћа поузданости (p) за падавине (mm) у Бачкој (1949-2018)

Табела 17. Главни резултати анализе трендова температура ваздуха и падавина за 20 временских серија

Табела 18. Мрежа аутоматског и мануелног мониторинга квалитета амбијенталног ваздуха на простору Бачке, на основу административне поделе

Табела 19. Оцена квалитета амбијенталног ваздуха на основу SAQI_11 индекса у урбаној агломерацији Нови Сад (2015-2019)

Табела 20. Концентрације загађујућих материја у амбијенталном ваздуху урбане агломерације Сомбора на основу Индекса квалитета ваздуха (SAQI_11) за календарску годину (15.01.2019-14.01.2020)

Табела 21. Основни подаци о пијезометрима на подручју Бачке

- Табела 22. Потенцијална количина подземних вода у Бачкој (l/s)
- Табела 23. Минимални, средњи и максимални водостај панонског сектора Дунава (cm) на простору Бачке од 1946-2013. године
- Табела 24. Апсолутно најнижи (ННВ), апсолутно највиши (ВВВ) водостаји (cm), амплитуде и коте високих водостаја Дунава у Бачкој
- Табела 25. Минимални, средњи и максимални протицај панонског сектора Дунава (m^3/s) на простору Бачке од 1950-2013. године
- Табела 26. Минимални, средњи и максимални водостај Тисе (cm) на хидролошкој станици Сента од 1976-2013. године
- Табела 27. Минимални, средњи и максимални протицаји Тисе (m^3/s) код Сенте од 1950-2013. године
- Табела 28. Дескриптивна статистичка анализа анализираних хидрохемијских параметара подземних вода Бачке (2004-2018)
- Табела 29. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1999-2018) за профил Бездан
- Табела 30. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Бездан
- Табела 31. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1999-2018) за профил Богојево
- Табела 32. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Богојево
- Табела 33. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1999-2018) за профил Нови Сад
- Табела 34. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Нови Сад
- Табела 35. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за сектор Дунава у Бачкој
- Табела 36. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за профил Мартонош
- Табела 37. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Мартонош
- Табела 38. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за профил Нови Бечеј
- Табела 39. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Нови Бечеј
- Табела 40. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за профил Тител
- Табела 41. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на месечном нивоу за профил Тител
- Табела 42. Дескриптивна статистика и једнофакторска ANOVA анализа квалитета воде на годишњем нивоу (1982-2018) за сектор Тисе у Бачкој
- Табела 43. Пирсонова корелациона анализа физичко-хемијских параметара квалитета воде за сектор Дунава у Бачкој
- Табела 44. Пирсонова корелациона анализа физичко-хемијских параметара квалитета воде за сектор Тисе у Бачкој

- Табела 45. Матрица корелација променљивих и фактора за РСА са облимин ротацијом двофакторског решења за ставке скале параметара квалитета воде Дунава у Србији
- Табела 46. Матрица корелација променљивих и фактора за РСА са облимин ротацијом двофакторског решења за ставке скале параметара квалитета воде реке Тисе у Србији
- Табела 47. Класификација земљишта Бачке на редове, класе и типове
- Табела 48. Класе земљишног покривача у Бачкој у хектарима (ha) и издвојене класе са највећим интензитетом промена у хектарима (ha) и процентима (%) према СЛС номенклатури
- Табела 49. Конверзија земљишног покривача Бачке на десет најдоминантнијих класа од 1990-2000. године
- Табела 50. Конверзија земљишног покривача Бачке на десет најдоминантнијих класа од 2000-2006. године
- Табела 51. Конверзија земљишног покривача Бачке на десет најдоминантнијих класа од 2006-2012. године
- Табела 52. Конверзија земљишног покривача Бачке на десет најдоминантнијих класа од 2012-2018. године
- Табела 53. Заштићена подручја (ЗП) на подручју Бачке
- Табела 54. Промене у вегетационом покривачу изражене у хектарима (ha) и процентима (%) током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју Бачке
- Табела 55. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ha) и процентима (%) током: а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године на подручју Бачке
- Табела 56. Промене у вегетационом покривачу изражене у хектарима (ha) и процентима (%) током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју СРП „Горње Подунавље“
- Табела 57. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ha) и процентима (%) током: а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године у СРП „Горње Подунавље“
- Табела 58. Промене у вегетационом покривачу изражене у хектарима (ha) и процентима (%) током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју СРП „Ковилско-петроварадински рит“
- Табела 59. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ha) и процентима (%) током: а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године у СРП „Ковилско-петроварадински рит“
- Табела 60. Промене у вегетационом покривачу током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју СРП „Карађорђево“
- Табела 61. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ha) и процентима (%) током: а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године у СРП „Карађорђево“
- Табела 62. Промене у вегетационом покривачу током периода: а) 1990-2000. године, б) 2000-2012. године и в) 2012-2018. године на подручју ПИО „Суботичка пешчара“
- Табела 63. Промене у начину коришћења земљишта у хектарима (ha) и процентима (%) током: а) 1990. године, б) 2000. године, в) 2012. године и г) 2018. године у ПИО „Суботичка пешчара“

БИОГРАФИЈА

Никола М. Милентијевић рођен је у Приштини, 19.12.1989. године. Основну школу „Свети Сава“ завршио је 2004. године у Баточини, након чега уписује СШ „Никола Тесла“ у Баточини, одељење Гимназије, друштвено-језичког смера. Током средњошколског образовања био је носилац дипломе „Вук Караџић“ за изузетан успех и ђак генерације у СШ „Никола Тесла“. На Природно-математичком факултету Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици школске 2008/09. године уписује основне академске студије географије (студијски програм – дипломирани географ) и завршава 2012. године са просечном оценом 9,50. Мастер академске студије географије (студијски програм – мастер географ) уписује школске 2012/13. године и завршава 2014. године са просечном оценом 10,00. Докторске академске студије (студијски програм: доктор наука – геонауке) уписује 2015. године на Природно-математичком факултету, Департману за географију, туризам и хотелијерство Универзитета у Новом Саду. Кандидат је положио све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 10,00. Докторанд је током основних академских студија био стипендиста Фонда за младе таленте Владе Републике Србије. Такође, ангажован је као учесник на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије „Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину – праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (ИИИ 43007). Од октобра школске 2015/16. године био је ангажован као сарадник у настави на Природно-математичком факултету у Косовској Митровици, на Одсеку за географију. Наредне школске године изабран је у звање асистента за ужу научну област Физичка географија, а у складу са потребама Одсека ангажован је и у извођењу наставе из предмета осталих научних области (Картографија и ГИС, Друштвена и Регионална географија). Мср Никола М. Милентијевић је у досадашњој академској каријери публиковао 6 радова у међународним часописима са импакт фактором. Такође, био је учесник као аутор или коаутор на 11 националних и међународних научних конференција, док у часописима националног значаја има публикованих 15 радова. Рецензент је у међународном часопису на SCI листи *Meteorological Applications* (IF 1.711), а рецензирао је и поглавље у међународној монографији „*Water Resources Management: Methods, Application and Challenges*“. Активан је члан Српског географског друштва (СГД) у Београду.

Нови Сад, 2021.

мср Никола М. Милентијевић

Овај Образац чини саставни део докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта који се брани на Универзитету у Новом Саду. Попуњен Образац укоричити иза текста докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта.

ПЛАН ТРЕТМАНА ПОДАТАКА

Назив пројекта/истраживања
„Вредновање геоеколошких детерминанти Бачке у функцији одрживог развоја“
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
а) Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
Докторске академске студије (доктор геонаука), докторска дисертација
1. Опис података
<p>1.1 Врста студије</p> <p><i>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</i></p> <p>У оквиру докторске дисертације извршено је прикупљање, класификовање и адекватно коришћење стране и домаће литературе (секундарни извори података) о дефинисаној терминологији истраживања: односу геоекологије и животне средине, геоеколошким детерминантама и концепту одрживог развоја. Примарно истраживање обухвата аналитични приступ избору одговарајућих категорија статистичких података, њиховом прикупљању и класификацији. Такође, овде је од значаја статистичка обрада, анализа, систематизација и генерализација. Секундарно истраживање обухвата интерпретацију и дискусију анализираних података, изношење доминантних ставова и закључака као и компарацију добијених резултата са сличним истраживањима на националном и глобалном нивоу. У овој фази истраживања од посебног значаја је утврђивање веза и односа испољених геоеколошких промена у Бачкој са одрживошћу доминантних привредних делатности на подручју истраживања, као и представљање евентуалних ограничења у раду и предлог будућих истраживања.</p> <p>1.2 Врсте података</p> <p>а) квантитативни</p> <p>б) квалитативни</p> <p>1.3. Начин прикупљања података</p> <p>а) анкете, упитници, тестови</p> <p>б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи</p>

в) генотипови: навести врсту _____

г) **административни подаци: навести врсту** официјелни подаци РХМЗ, официјелни подаци Републичке Агенције за заштиту животне средине, подаци РЗС, студије, стратегије, правилници, закони, детерминисани подаци на основу CORINE базе података

д) узорци ткива: навести врсту _____

ђ) **снимци, фотографије: навести врсту** фотографије преузете са интернет извора и стручних публикација

е) **текст, навести врсту секундарни** извори података (научни радови, студије, монографије, уџбеници, докторске дисертације)

ж) **мапа, навести врсту** ауторске карте, карте преузете са интернет извора или из стручних публикација

з) остало: описати _____

1.3 Формат података, употребљене скале, количина података

1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

а) **Excel фајл, датотека** _____

б) **SPSS фајл, датотека** _____

в) **PDF фајл, датотека** _____

г) **Текст фајл, датотека** _____

д) **JPG фајл, датотека** _____

е) **Остало, датотека** _____

1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

а) број варијабли **велики број варијабли**

б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) **велики број мерења**

1.3.3. Поновљена мерења

а) да

б) **не**

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) временски размак између поновљених мера је _____

б) варијабле које се више пута мере односе се на _____

в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као _____

Напомене: _____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

а) Да

б) Не

Ако је одговор не, образложити _____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

а) експеримент, навести тип _____

б) корелационо истраживање, навести тип корелациони коефицијенти

ц) анализа текста, навести тип научни радови, уџбеници, монографије, докторске дисертације

д) остало, навести шта анализа база података на основу података референтних установа

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да **Не**

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) Колики је број недостајућих података? _____

б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да **Не**

в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Евалуацијом од стране ментора докторске дисертације као и личном опсервацијом; употребом одговарајућих статистичких процедура (Колмогоров – Смирнов тест).

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

Прво су прегледани сви подаци ради добијања увида у њихову потпуност и валидност. Потом су формиране базе података у EXCEL табелама и направљене матрице за

одговарајуће статистичке прорачуне. На крају, су детаљно прегледане табеле и добијени прорачуни.

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у Репозиторијум докторских дисертација Универзитета у Новом Саду.

3.1.2. URL адреса <https://cris.uns.ac.rs/searchDissertations.jsf>

3.1.3. DOI _____

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

а) Да

б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____

в) Не

Ако је одговор не, навести разлог _____

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.

Образложење

3.2 Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен?

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? _____

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да Не

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да Не

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да Не

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да **Не**

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да **Не**

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- а) Подаци нису у отвореном приступу
 - б) Подаци су анонимизирани
 - ц) Остало, навести шта
-
-

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

а) **јавно доступни**

б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области

ц) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Никола Миленџевић, nikola.milentijevic@pr.ac.rs

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Никола Миленџевић, nikola.milentijevic@pr.ac.rs

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима

Никола Миленџевић, nikola.milentijevic@pr.ac.rs
