

Примена аутокорељационе анализе издашности врела са циљем разумевања карстних хидрогеолошких система

Весна Ристић Вакањац, Вељко Мариновић, Саша Милановић, Љиљана Васић, Бранислав Петровић, Петар
Војновић, Радисав Голубовић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Примена аутокорељационе анализе издашности врела са циљем разумевања карстних хидрогеолошких система |
Весна Ристић Вакањац, Вељко Мариновић, Саша Милановић, Љиљана Васић, Бранислав Петровић, Петар
Војновић, Радисав Голубовић | 50. симпозијум о операционим истраживањима - SYM-OP-IS 2023, Тара, 18–21.
септембар 2023. | 2023 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0008068>

Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета
Универзитета у Београду омогућава приступ издањима
Факултета и радовима запослених доступним у слободном
приступу. - Претрага репозиторијума доступна је на
www.dr.rgf.bg.ac.rs

The Digital repository of The University of Belgrade
Faculty of Mining and Geology archives faculty
publications available in open access, as well as the
employees' publications. - The Repository is available at:
www.dr.rgf.bg.ac.rs



МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ
И ВОЈСКА СРБИЈЕ

ЗБОРНИК РАДОВА

SUM-OP-IS 2023

Тара, 18–21. 9. 2023.



50.
СИМПОЗИЈУМ
О ОПЕРАЦИОНИМ
ИСТРАЖИВАЊИМА

SUM-OP-IS 2023

Уредници:

Дејан Стојковић, Далибор Петровић, Срђан Димић



МЕДИЈА ЦЕНТАР
ОДБРАНА

Издавач
Медија центар „Одбрана”

Библиотека „Војна књига”
Књига број 2588
Едиција *Зборници*

За издавача
Директор
Биљана Пашић, пуковник

Начелник Одељења за издавачку
делатност – Редакција „Војна књига”
Горан Јањић, дипл. инж.

Ликовно-графички уредник
Марија Марић

Тираж 50 примерака

Штампа
Војна штампарија, Београд

Copyright © Медија центар „Одбрана”, 2023.

ISBN 978-86-335-0836-0

ЗБОРНИК РАДОВА

SYM-OP-IS 2023

Тара, 18–21. септембар 2023.

Уредници:
Дејан Стојковић
Далибор Петровић
Срђан Димић

Београд, 2023.

ОРГАНИЗАТОРИ:



Министарство одбране Републике Србије и
Војска Србије



Висока грађевинско-геодетска школа
струковних студија, Београд



Економски факултет, Београд



Економски институт, Београд



Институт „Михајло Пупин”, Београд



Математички Институт САНУ, Београд



Математички факултет, Београд



Рударско-геолошки факултет, Београд



Саобраћајни факултет, Београд



Технички факултет у Новом Саду



Факултет организационих наука, Београд

ПРОГРАМСКИ ОДБОР

Др Петровић Далибор, председник, Министарство одбране
Др Алексић Вуле, Висока грађевинско-геодетска школа, Београд
Др Банковић Радоје, Војногеографски институт, Београд
Др Чангаловић Мирјана, Факултет организационих наука, Београд
Др Ђировић Горан, Факултет техничких наука, Нови Сад
Др Давидовић Татјана, Математички институт САНУ, Београд
Др Димитријевић Бранка, Саобраћајни факултет, Београд
Др Дражић Милан, Математички факултет, Београд
Др Ђоровић Бобан, Универзитет одбране, Београд
Др Дугошија Ђорђе, Универзитет у Новом Пазару
Др Јанковић Ирена, Економски факултет, Београд
Др Кочовић Јелена, Економски факултет, Београд
Др Ковачевић Вујчић Вера, Факултет организационих наука, Београд
Др Кратица Јозеф, Математички институт САНУ, Београд
Др Кутлача Ђуро, Институт Михајло Пупин
Др Кузмановић Марија, Факултет организационих наука, Београд
Др Макајић Николић Драгана, Факултет организационих наука, Београд
Др Мартић Милан, Факултет организационих наука, Београд
Др Миљановић Игор, Рударско-геолошки факултет, Београд
Др Младеновић Зорица, Економски факултет, Београд
Др Мученски Владимир, Факултет техничких наука, Нови Сад
Др Нетјасов Феђа, Саобраћајни факултет, Београд
Др Николић Драган, Висока грађевинско-геодетска школа, Београд
Др Петровић Наташа, Факултет организационих наука, Београд
Др Петровић Славица, Економски факултет, Крагујевац
Др Пешко Игор, Факултет техничких наука, Нови Сад
Др Праштало Жељко, Рударски институт, Београд
Др Прерадовић Љубиша, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, Универзитет у Бањој Луци
Др Радојевић Драган, Институт Михајло Пупин, Београд
Др Савић Александар, Математички факултет, Београд
Др Савић Гордана, Факултет организационих наука, Београд
Др Шелмић Милица, Саобраћајни факултет, Београд
Др Сорак Милош, Технолошки факултет, Бања Лука
Др Станимировић Зорица, Математички факултет, Београд
Др Станић Станко, Економски факултет, Бања Лука
Др Станојевић Милан, Факултет организационих наука, Београд
Др Станојевић Милорад, Саобраћајни факултет, Београд

Др Старчевић Душан, Факултет организационих наука, Београд
Др Стаменковић Младен, Економски факултет, Београд
Др Стојковић Дејан, Министарство одбране
Др Сукновић Милија, Факултет организационих наука, Београд
Др Урошевић Драган, Математички институт САНУ, Београд
Др Видовић Милорад, Саобраћајни факултет, Београд
Др Вујошевић Мирко, Факултет организационих наука, Београд
Dr Aloise Daniel, Natal University, Brazil
Dr Artiba Abdelhakim, University of Valencia, France
Dr Carrizosa Emilio, University of Sevilla, Spain
Dr Duarte Abraham, Universidad Rey Juan Carlos, Spain
Dr Eremeev Anton, Omsk State University, Russia
Dr Escudero Laureano, Universidad Miguel Hernández, Spain
Dr Hanafi Saïd, University of Valenciennes, France
Dr Hudec Miroslav, University of Economics, Bratislava, Slovakia
Dr Kochetov Yuri, Novosibirsk, Russia
Dr Labbé Martine, Free university of Brussels, Belgium
Dr Melián Batista Belén, University La Laguna, Spain
Dr Migdalas Athanasios, Aristotle University of Thessaloniki, Greece
Dr Moreno-Perez José A., University of La Laguna, Spain
Dr Papageorgiou Markos, Technical University of Crete, Greece
Dr Raidl Guintner, Vienna University of Technology, Austria
Dr Salhi Said, University of Kent, United Kingdom
Dr Sevaux Marc, University of Southern Brittany, France
Dr Sifaleras Angelo, University of Macedonia, Greece
Dr Sörensen Kenneth, University of Antwerp, Belgium

ПОЧАСНИ ПРОГРАМСКИ ОДБОР

Др Андрејић Марко, Војна академија, Универзитет одбране, Београд
Др Бацковић Марко, Економски факултет, Београд
Др Батановић Владан, Институт Михајло Пупин, Београд
Др Боровић Сениша, Факултет за дипломатију и безбедност, АИНС, Београд
Др Чабаркапа Обрад, Министарство одбране, Београд
Др Цветковић Драгош, Математички институт САНУ, Београд
Др Ђорђевић Бранислав, Грађевински факултет, Београд
Др Губеринић Слободан, Институт Михајло Пупин, Београд
Др Илић Александар, Министарство одбране, Београд
Др Ковач Митар, Министарство одбране, Београд
Др Месарош Каталин, Економски факултет, Суботица
Др Михаљевић Миодраг, Математички институт САНУ, Београд
Др Миловановић Градимир, Математички институт САНУ, Београд
Др Мучибабић Спасоје, Министарство одбране, Београд
Др Огњановић Зоран, Математички институт САНУ, Београд
Др Оприцовић Серафим, Грађевински факултет, Београд
Др Пап Ендре, Универзитет Сингидунум, Београд
Др Ракић Милан, Институт Михајло Пупин, Београд
Др Вујић Слободан, Рударски институт, Београд
Др Вулета Јово, Економски факултет, Београд
Др Зечевић Томислав, Економски факултет, Београд

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР

пуковник Владимир Грбић, председник, Министарство одбране
потпуковник др Срђан Димић, секретар, Министарство одбране
пуковник др Лука Злопорубовић, Министарство одбране
пуковник др Дејан Ђорђевић, Војска Србије
потпуковник Александар Панић, Војска Србије
потпуковник Благога Вуковић, Министарство одбране
капетан фрегате Саша Николић, Министарство одбране
војни службеник Радојка Мићовић, Министарство одбране

НОСИОЦИ ПОВЕЉЕ SYM-OP-IS-a
за заслуге у развоју операционих истраживања

Божидар Краут (1983)
Алојзиј Ваднал (1983)
Драгослав Марковић (1983)
Бранислав Ивановић (1984)
Љубомир Мартић (1984)
Радивој Петровић (1984)
Јован Петрић (1988)
Сањо Злобец (1990)
Радослав Станојевић (1991)
Светозар Вукадиновић (1993)
Слободан Крчевинац (1993)
Слободан Губеринић (1993)
Јово Вулета (1993)
Вера Ковачевић-Вујчић (1998)
Душан Теодоровић (1998)
Властимир Матејић (2000)
Мирко Вујошевић (2000)
Синиша Боровић (2001)
Томислав Зечевић (2001)
Слободан Вујић (2003)
Драган Радојевић (2006)
Мирјана Чангаловић (2010)
Ненад Младеновић (2010)
Спасоје Мучибабић (2010)
Милан Мартић (2012)
Драгош Цветковић (2013)
Горан Ћировић (2017)
Ђорђе Дугошија (2017)
Милорад Видовић (2019)
Драган Урошевић (2021)
Татјана Давидовић (2023)

ПРЕДГОВОР

Драги операциони истраживачи,

Са огромним задовољством вам представљамо зборник радова са јубиларног 50. симпозијума о операционим истраживањима - SYM-OP-IS 2023. Овај догађај не само да потврђује нашу континуирану посвећеност операционим истраживањима, већ представља и потврду да операциона истраживања и даље привлаче пажњу у научним и професионалним круговима.

Главни организатори овогодишњег симпозијума су Министарство одбране и Војска Србије, а носилац организације је Управа за стратегијско планирање Сектора за политику одбране Министарства одбране.

Од самог почетка, SYM-OP-IS је служио као центар научног дијалога, размене знања и повезивања међу истраживачима, професионалцима и ентузијастима операционих истраживања. Током протеклих пет деценија, симпозијум је окупљао чланове домаће и међународне академске и научне заједнице са циљем да их мотивише да и даље истражују сложене проблеме унутар операционих истраживања.

Од 1974. године, када је први симпозијум одржан, па све до данас, овај скуп је привукао више од 13.000 аутора који су представили резултате својих истраживања кроз више од 10.000 радова. Ово импресивно наслеђе сведочи о постигнућима и утицају које је SYM-OP-IS остварио током своје историје.

Ове године са поносом саопштавамо да зборник обухвата 157 радова, које је написало 375 аутора. Сваки рад представља не само резултат истраживања и рада појединца, већ и допринос заједници и бољем разумевању проблема којима се баве операциона истраживања. Радови су организовани у 27 стандардних секција које истражују различите аспекте ове дисциплине.

Такође, желимо вас обавестити да смо ове године додали још једну секцију „Историја операционих истраживања - у знак јубилеја“. Кроз ту секцију смо желели истражити наслеђе операционих истраживања, истаћи кључне прекретнице и доприносе, као и да размотримо како су се промене током времена одразиле на ову област.

У знак сећања на преминуле операционе истраживаче, проф. др Светозара Вукадиновића, добитника Повеље и проф. др Катарину С. Вукадиновић, члана Програмског одбора, на почетку зборника су представљене њихове биографије.

Резултати које смо постигли не би били могући без преданости свих учесника, рецензената, аутора и организационог тима који су уложили велики труд како би ова манифестација била успешна. Хвала вам што сте својим радовима допринели успеху јубиларног 50. симпозијума о операционим истраживањима.

Нека овај зборник радова буде инспирација и извор знања за све вас. Кроз разноврсне теме, идеје и приступе, верујемо да ће свако пронаћи нешто што га мотивише да даље истражује, учи и доприноси унапређењу операционих истраживања.

С поштовањем,

Уредници:

Дејан Стојковић

Далибор Петровић

Срђан Димић

PREFACE

Dear operational researchers,

It is our greatest pleasure to present the conference proceedings for the 50th anniversary of the symposium on operational research SYM-OP-IS 2023. This event signifies our ongoing commitment to operational research and affirms that operational research continues to hold significance within scientific and professional spheres. The principal organizers of this year's symposium are the Ministry of Defence and the Serbian Armed Forces, with the Strategic Planning Department of Defence Policy Sector in charge of the organization.

From the beginning, SYM-OP-IS has been the center of scientific dialogue, knowledge exchange, and connection of researchers, professionals, and enthusiasts in operational research. In the last five decades, the symposium has gathered domestic and international academic and scientific community members to motivate them to research complex problems inside operational research.

From 1974, when the first symposium was held, until today, this event has attracted more than 13.000 authors who presented the results of their research through more than 10.000 papers. This impressive heritage confirms the achievements and influence that SYM-OP-IS has had throughout its history.

This year, we proudly announce that the proceedings includes 157 papers written by 375 authors. Each paper represents not only the result of research and an individual's work but also a contribution to the community and a better understanding of the problems dealt with by operational research. The papers are organized into 27 standard sections that explore different aspects of this discipline.

Also, we would like to inform you that we have added another section in this year's proceedings, "History of operational research - to mark the anniversary." Through this section, we wanted to explore the legacy of operations research, highlight key milestones and contributions, and consider how changes over time have affected the field.

In the memory of deceased operational researchers, professor Dr. Svetozar Vukadinović, recipient of the Charter, and professor Dr. Katarina S. Vukadinović, a member of the Programme Committee, biographies are presented at the beginning of the proceedings.

The achieved results could only be accomplished with the dedication of the participants, editors, authors, and the organizing team who put the effort into making this event successful. Thank you for contributing to make this 50th anniversary of the symposium on operational research successful.

Let the proceedings be the inspiration and source of knowledge for us all. Diverse topics, ideas, and approaches will motivate everybody to keep on researching, learning and contributing to advancing operational research.

Yours sincerely,

Editors:

Dejan Stojković

Dalibor Petrović

Srdan Dimić

САДРЖАЈ

НОСИЛАЦ ПОВЕЉЕ / CHARTER HOLDER	31
УВОДНА ПРЕДАВАЊА / PLENARY LECTURES	35
<i>Миријана Чангаловић, Миња Мариновић</i> 50 ГОДИНА СИМПОЗИЈУМА О ОПЕРАЦИОНИМ ИСТРАЖИВАЊИМА, SYM-OP-IS.....	37
<i>Татјана Давидовић</i> МЕТАХЕУРИСТИЧКИ ПРИСТУП ОПТИМИЗАЦИОНИМ ПРОБЛЕМИМА	45
<i>Ifti Zaidi</i> FROM POLICY TO PRACTICE: THE UTILITY OF AI IN ADAPTIVE CHALLENGES	57
ИСТОРИЈА ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА – У ЗНАК ЈУБИЛЕЈА / HISTORY OF OPERATIONAL RESEARCH – TO MARK THE ANNIVERSARY	63
<i>Милица Калић, Славица Дожић, Даница Бабић</i> ПЕДЕСЕТ ГОДИНА ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА У ВАЗДУШНОМ САОБРАЋАЈУ: ПОСЛОВАЊЕ АВИО-КОМПАНИЈЕ	65
<i>Мирослав Терзић, Спасоје Мучибабић</i> УТИЦАЈ ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА НА РАЗВОЈ ТЕОРИЈЕ И ПРАКСЕ ВОЈНИХ НАУКА У ПОСЛЕДЊИХ 50 ГОДИНА	71
<i>Спасоје Мучибабић, Бранислав Николић, Митар Ковач, Зоран Обрадовић</i> УЛОГА SYMOPIS-А У РАЗВОЈУ И ПРИМЕНИ ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА У ВОЈСЦИ У ПРОТЕКЛИХ 50 ГОДИНА	77
<i>Феђа Нетјасов, Татјана Крстић Симић</i> ПЕДЕСЕТ ГОДИНА ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА У ВАЗДУШНОМ САОБРАЋАЈУ: АЕРОДРОМИ И КОНТРОЛА ЛЕТЕЊА	85
АНАЛИЗА ПЕРФОРМАНСИ / PERFORMANCE ANALYSIS	93
<i>Ивона Јовановић, Милан Радојичић, Драгана Стојановић, Драгослав Словић</i> ИДЕНТИФИКАЦИЈА КЉУЧНИХ ФАКТОРА ЗА СТИЦАЊЕ КОНКУРЕНТСКЕ ПРЕДНОСТИ КОМПАНИЈА НА ОСНОВУ ЕФИКАСНОСТИ	95
<i>Жарко Поповић, Јелена Станковић, Ивана Марјановић</i> ЕВАЛУАЦИЈА ОДРЖИВОСТИ ГРАДОВА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ КРОЗ ПРОЦЕНУ ЕФИКАСНОСТИ	101

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА И ОПТИМИЗАЦИЈА / MULTICRITERIA ANALYSIS AND OPTIMIZATION.....	107
<i>Марко Радовановић, Дарко Божанић, Александар Петровски, Александар Милић</i> APPLICATION OF THE DIBR-GREY EDAS MODEL OF MULTICRITERIA DECISION-MAKING TO THE SELECTION OF A COMBAT UNMANNED GROUND PLATFORM FOR THE NEEDS OF THE ARMY	109
ГЕОИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ / GEOINFORMATION SYSTEMS.....	111
<i>Александар Стаменковић, Радоје Банковић, Златан Миловић, Борђе Петровић</i> ПОТЕНЦИЈАЛ ПРИМЕНЕ МЕТОДА ДАЉИНСКЕ ДЕТЕКЦИЈЕ И ГИС-А У АРХЕОЛОШКИМ ИСТРАЖИВАЊИМА.....	113
<i>Бојан Радојевић, Минучер Месарош</i> УБЛАЖАВАЊА ДИСКОНТИНУИТЕТА ПОЛИГОНА ПРИ ГЕОПРОСТОРОЈ АНАЛИЗИ ИЗБОРНИХ РЕЗУЛТАТА У НОВОМ САДУ	119
<i>Борис Вакањац, Саша Бакрач, Мирјана Бартула, Иван Потих, Миодраг Костић</i> ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ ИЗРАДЕ ЕКОЛОШКЕ КАРТЕ ДЕВАСТАЦИЈЕ	125
<i>Валентина Радовић, Дејан Борђевић, Саша Бакрач, Вујадин Станојковић, Саша Станковић</i> ПЛАНИРАЊЕ И ОБРАДА ПОДАТАКА СНИМАЊА ПРИКУПЉЕНИХ БЕСПИЛОТНИМ ЛЕТЕЛИЦАМА	131
<i>Дарко Лукић, Мирослав Вујасиновић, Никола Звијерац, Слађана Станишић, Миодраг Регодић</i> СНИМАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНИХ УСЈЕВА МЕТОДОМ ДАЉИНСКЕ ДЕТЕКЦИЈЕ	137
<i>Дејан Борђевић, Драгољуб Секуловић, Михајло Бобар</i> ГЕОГРАФСКО ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ И УПОТРЕБА У ВОЈСЦИ	143
<i>Драган Ђурђевић, Драгана Скоруп, Мирослав Вујасиновић, Татјана Маличевић, Горан Маринковић, Загорка Госпавић</i> CITYGML СТАНДАРД ЗА ВИЗУЕЛИЗАЦИЈУ 3D МОДЕЛА ГРАДОВА.....	149
<i>Драган Златановић, Јелена Ивас, Дејан Петровић, Младен Радовановић</i> НАЦИОНАЛНА ИСПЛАТИВОСТ РУДАРСКОГ ПРОЈЕКТА СА ПОСЕБНИМ ОСВРТОМ НА ДРУШТВЕНУ ПРИХВАТЉИВОСТ	155
<i>Иван Потих, Борис Вакањац, Љиљана Михајловић, Саша Станковић, Стефан Петровић</i> ПРИМЕНА СИСТЕМА ДАЉИНСКЕ ДЕТЕКЦИЈЕ У МОДЕЛОВАЊУ ГЕОПРОСТОРОНИХ ПОДАТАКА – ОД ДИГИТАЛНИХ МОДЕЛА ТЕРЕНА ДО МОДЕЛА ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ И ДИГИТАЛНИХ БЛИЗАНАЦА	161
<i>Ивана Стефановић, Ана Узелац, Слађана Јанковић, Снежана Младеновић</i> ПОВЕЋАЊЕ ПРЕЦИЗНОСТИ GPS ПОЗИЦИОНИРАЊА У УРБАНОЈ СРЕДИНИ ПРИМЕНОМ МАШИНСКОГ УЧЕЊА	167

<i>Јелена Ивас, Павле Стојковић, Драган Златановић, Дејан Петровић</i> ПРИМЕНА ГИС У УНАПРЕЂЕЊУ ПЛАНА ОДБРАНЕ И СПАСАВАЊА У РУДНИЦИМА УГЉА	173
<i>Љубомир Гиговић, Мирослав Вујасиновић, Адријана Тошић, Слађана Станишић, Миодраг Регодић</i> КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА ИНДУСТРИЈСКИХ ПРОИЗВОДА ПРИМЈЕНОМ ДАЉИНСКОГ ИСТРАЖИВАЊА.....	179
<i>Маја Ђокић, Виктор Марковић, Милош Басарић</i> КРЕИРАЊЕ ПОМОЋНИХ ИЗОХИПСИ НА ДИГИТАЛНОЈ ТОПОГРАФСКОЈ КАРТИ РАЗМЕРЕ 1:50.000.....	187
<i>Марија Стојановић, Марко Симић, Владимир Вученов</i> ДИГИТАЛНИ МОДЕЛ РЕЉЕФА И ДИГИТАЛНО МОДЕЛОВАЊЕ.....	193
<i>Марко Симић, Јасмина Јовановић, Марија Стојановић, Михајло Бобар, Владимир Вученов</i> КЛАСИФИКАЦИЈА VFR ВАЗДУХОПЛОВНИХ КАРТА И ЊИХОВА ИЗРАДА У ГЕОИНФОРМАЦИОНОМ ОКРУЖЕЊУ	199
<i>Марко Стојановић, Јасмина Јовановић, Јелена Савић, Александар Павловић, Саша Станковић</i> ГЕОПОРТАЛ ВГИ – СЕРВИС ЗА ПУБЛИКОВАЊЕ, ПРИКУПЉАЊЕ И КОНТРОЛУ КВАЛИТЕТА ГЕОПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА	205
<i>Милан Костић, Миролуб Миљинчић, Миодраг Костић</i> КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ВЕГЕТАЦИЈЕ ОПШТИНЕ КРУПАЊ ЗА ПЕРИОД ПРЕ И ПОСЛЕ ПОПЛАВА 2014. ГОДИНЕ ПРИМЕНОМ ВЕГЕТАЦИОНИХ ИНДЕКСА SAVI И EVI	211
<i>Милош Басарић, Иван Потих, Драгољуб Секуловић</i> ПОБОЉШАВАЊЕ И ПОВЕЋАВАЊЕ ИСТОРИЈСКИХ АНАЛОГНИХ АЕРОФОТОГРАМЕТРИЈСКИХ СНИМАКА УПОТРЕБОМ МОДЕЛА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ.....	217
<i>Михајло Бобар, Иван Гарић, Ивана Јевтић, Драгољуб Секуловић</i> ОСАВРЕМЕЊЕНИ КОНЦЕПТ КАРТОГРАФИЈЕ И КАРТЕ У МОДЕРНОМ ГЕОИНФОРМАЦИОНОМ ОКРУЖЕЊУ	221
<i>Момчило Борђевић, Владимир Петровић, Игор Еплер</i> МОДЕРНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У УРБАНОМ ПЛАНИРАЊУ	227
<i>Ненад Гаљак, Мирослав Вујасиновић, Тодор Пухало, Татјана Маличевић, Миодраг Регодић</i> ФОТОГРАМЕТРИЈСКО ПРАЋЕЊЕ ГРАДЊЕ СПОРТСКИХ ОБЈЕКТА.....	233
<i>Синиша Дробњак, Славко Васиљевић, Дејан Васић, Тања Ђукановић, Слађана Станишић, Сања Туџићевић</i> БЕЗБЕДНОСТ ГНСС ПОЗИЦИОНИРАЊА, НАВИГАЦИЈЕ И ОДРЕЂИВАЊА ВРЕМЕНА.....	239

<i>Станислава Босиочич, Зоран Срдић, Саша Бакрач, Небојша Босиочич</i> ПРИМЕНА ИЗВЕДЕНИХ ГЕОПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА У МОДЕЛИМА ПРОЦЕНЕ ВРЕДНОСТИ НЕПОКРЕТНОСТИ У ОПШТИНИ НОВИ БЕОГРАД НЕКИМ МЕТОДАМА МАШИНСКОГ УЧЕЊА.....	245
<i>Стеван Радојичић, Војкан Станојевић, Радоје Банковић</i> THE TWO KEY STANDARDS FOR ASSESSMENT OF SPATIAL DATA POSITIONAL ACCURACY	251
<i>Стефан Петровић, Новак Рогановић, Валентина Радоњић</i> АНАЛИЗА ТЕНКОПРОХОДНОСТИ ДЕСНЕ СТРАНЕ ТОКА РЕКЕ ДРИНЕ ПРИМЕНОМ ГИС-А	257
ГРАФОВИ И МРЕЖЕ / GRAPHS AND NETWORKS	263
<i>Мирослав Анђелковић, Слободан Малетић</i> STRUCTURAL RELEVANCE BEYOND THE HIGH CORRELATIONS.....	265
ЕКОЛОШКИ МЕНАџМЕНТ И УПРАВЉАЊЕ ПРИРОДНИМ РЕСУРСИМА / ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT.....	271
<i>Eleanya Agbai Igboko, Odiasa Temitope Judith</i> ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES TO MITIGATE POLLUTION AND EFFECTIVE MANAGEMENT IN NIGERIA.....	273
<i>Жељко Спасенић, Драгана Макајић Николић</i> ПРОЦЕНА РИЗИКА У ПРОЈЕКТНОМ ФИНАНСИРАЊУ ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ.....	275
<i>Јелена Андреја Радаковић, Драгана Макајић Николић, Наташа Петровић</i> БИБЛИОМЕТРИЈСКА АНАЛИЗА ЛИТЕРАТУРЕ О ПОПЛАВАМА, ЕКОЛОШКИМ РИЗИЦИМА И МОДЕЛИМА	281
<i>Маја Стевановић, Марија Михаиловић, Марко Стевановић, Гаврило Шекуларац, Катарина Божич, Маријана Пантовић Павловић, Мирослав Павловић, Зоран Радоичић, Јасмина Стевановић, Владимир Панић</i> ОБНОВА РЕСУРСА ХИДРОМЕТАЛУРШКИХ ПРОЦЕСА И ЊИХОВА ОПЕРАЦИОНА ОПТИМИЗАЦИЈА ЗА ПРОЦЕСЕ ПРОИЗВОДЊЕ АЛТЕРНАТИВНЕ ЕНЕРГИЈЕ И ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ – ПРИКАЗ ОХУРЕРАИР ПРОЈЕКТА ФОНДА ЗА НАУКУ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ.....	287
<i>Петра Тановић, Андреа Гајић</i> ENVIRONMENTAL IMPACT OF PACKAGING AND CONSUMER OPINION ON THE USE OF ECOLOGICAL PACKAGING	293

ЕКОНОМСКИ МОДЕЛИ И ЕКОНОМЕТРИЈА / ECONOMIC MODELS AND ECONOMETRICS	299
<i>Александра Анић, Бранислава Христов Станчић</i>	
АНАЛИЗА ЗАПОСЛЕНОСТИ У СЕКТОРУ ТУРИЗМА И УГОСТИТЕЉСТВА У СРБИЈИ	301
<i>Зоран Поповић</i>	
ОПТИМИЗАЦИЈА ПОРТФОЛИЈА УПРАВЉАЊА РИЗИКОМ ПРИМЕНОМ МОДЕЛА ДИНАМИЧКОГ ПРОГРАМИРАЊА	307
ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ И ТЕХНОЛОГИЈЕ / INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES	313
<i>Ана Коруновић, Синиша Влајић</i>	
ИНТЕГРАЦИЈА ЈАВА ДЕСКТОП ТЕХНОЛОГИЈА ГРАФИЧКОГ КОРИСНИЧКОГ ИНТЕРФЕЈСА КОРИШЋЕЊЕМ ABSTRACT FACTORY ПАТЕРНА	315
<i>Дејан Бајић</i>	
ПРИМЕНА ТЕСТОВА СЛУЧАЈНОСТИ У ЕВАЛУАЦИЈИ МЕХАНИЗАМА ЗАШТИТЕ ПОДАТАКА У ОКРУЖЕЊИМА СА ОГРАНИЧЕНИМ РЕСУРСИМА	323
<i>Кристина Атанацковић, Радован Радовановић</i>	
ПРЕДЛОГ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЗАШТИТЕ ОБЈЕКТА УПОТРЕБОМ МУЛТИМОДАЛНИХ БИОМЕТРИЈСКИХ СИСТЕМА	329
<i>Настасја Баковић, Саша Лазаревић, Татјана Стојановић</i>	
ПОДРШКА ЗА JSON ФОРМАТ У РЕЛАЦИОНИМ БАЗАМА ПОДАТАКА	335
<i>Никола Славковић, Катарина Миљковић, Радомир Продановић, Дарко Грубач, Бранко Вујатовић</i>	
ИНФРАСТРУКТУРА ЈАВНИХ КЉУЧЕВА ЕВРОПСКИХ ЗЕМАЉА	341
<i>Okatgba Valentine Chimezie, Igbinoba Favour Osaogie</i>	
INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES: COMPREHENSIVE APPROACH	347
<i>Предраг Имић, Ненад Аничкић, Дејан Стојимировић</i>	
КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА MERCURE-А И WEBSOCKET-А У КОМУНИКАЦИЈИ У РЕАЛНОМ ВРЕМЕНУ	353
<i>Тања Крунић</i>	
ANALYSIS OF REQUIRED PROGRAMMING LANGUAGES AND SKILLS IN THE INFORMATION TECHNOLOGIES LABOUR MARKET	359
<i>Татјана Баиловић, Саша Лазаревић, Татјана Стојановић</i>	
ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АПСТРАКТНИХ ТИПОВА У ПРОГРАМСКИМ ЈЕЗИЦИМА C, C# И PL/SQL	365

<i>Чедомир Вукобрат, Борђе Марчетин, Слободан Бегојев, Биљана Франић Лазаревић, Димитрије Чвокић</i>	
РІМ СОD - ПЛАТФОРМА ЗА ПРАЋЕЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈУ ИНВЕСТИЦИОНОГ ПРОЦЕСА У ГРАЂЕВИНАРСТВУ	371
ИСТРАЖИВАЊЕ И РАЗВОЈ / RESEARCH AND DEVELOPMENT	377
<i>Душан Рајић, Обрад Чабаркана</i>	
THE RELATIONSHIP BETWEEN DISCOVERY AND INNOVATION	379
<i>Обрад Чабаркана, Душан Рајић, Љиљана Березљев, Синиша Чабаркана</i>	
ПОЖЕЉНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕНАѢРА И ЛИДЕРА – УПОРЕДНИ ПРИКАЗ	385
ЛОГИСТИКА И ЛАНЦИ СНАБДЕВАЊА / LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	391
<i>Бранка Димитријевић, Предраг Гроздановић, Бранислава Ратковић, Милош Николић</i>	
ЛОКАЦИЈСКИ МОДЕЛ ИНТЕРДИКЦИЈЕ СА ПРИМЕНОМ У ЗДРАВСТВЕНОМ СИСТЕМУ	393
<i>Вукашин Пајић, Милан Андрејић, Милорад Килибарда</i>	
A NOVEL APPROACH BASED ON BEST-WORST-MABAC FOR SOLVING FACILITY LOCATION PROBLEM	399
<i>Гордана Радивојевић, Милица Митровић, Дражен Поповић, Милорад Видовић</i>	
ЗНАЧАЈ НАЈНОВИЈИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ДРУШТВУ 5.0	405
<i>Дражен Поповић, Милица Митровић, Гордана Радивојевић, Ненад Бјелић</i>	
МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ ЗА РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА ЗАЈЕДНИЧКОГ ПОРУЧИВАЊА У ВИШЕКАНАЛНОЈ ДИСТРИБУЦИЈИ	411
<i>Младен Крстић, Снежана Тадић, Младен Божич, Слободан Зечевић</i>	
PRIORITIZATION OF SOLUTIONS FOR MATERIAL HANDLING IN CITY LOGISTICS SUB-SYSTEMS	417
<i>Предраг Гроздановић, Дражен Поповић</i>	
МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ ЗА РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА ХИТНЕ ДИСТРИБУЦИЈЕ КРВИ	423
<i>Снежана Тадић, Младен Крстић, Милош Вељовић, Милован Ковач</i>	
SELECTION OF THE STARTING POINT OF E-ORDER DELIVERY USING ADAM METHOD.....	429
МАТЕМАТИЧКО ПРОГРАМИРАЊЕ / MATHEMATICAL PROGRAMMING	435
<i>Daniel Ethelbert Alozie, Joffi Ndumbe Bonnie</i>	
ENHANCING DECISION-MAKING IN NIGERIAN SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT THROUGH MATHEMATICAL PROGRAMMING.....	437

<i>Јелена Вицановић, Александар Јовић</i> CONTINUOUS-TIME PROGRAMMING PROBLEMS	443
<i>Милица Бачић, Синиша Влајић</i> РЕАКТИВНО ПРОГРАМИРАЊЕ КОРИШЋЕЊЕ RХJАVА БИБЛИОТЕКЕ И ПРИМЕНА У ОПЕРАЦИОНИМ ИСТРАЖИВАЊИМА	449
<i>Слободан Јелић</i> A (LOG N)-APPROXIMATION ALGORITHM FOR NODE WEIGHTED PRIZE COLLECTING GROUP STEINER TREE PROBLEM WITH BOUNDED GROUP SIZE	455
<i>Хана Стефановић, Ана Савић, Горан Бјелобаба</i> AN APPLICATION OF BOUND-CONSTRAINED QUADRATIC PROGRAMMING IN OPTIMIZATION PROBLEM	461
МЕКО РАЧУНАРСТВО / SOFT COMPUTING	467
<i>Драган Памучар, Горан Ђировић, Милена Поповић, Бисера Андрић Гушавац</i> МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ DEMPSTER-SHAFFER ТЕОРИЈЕ И D БРОЈЕВА ЗА ОБРАДУ НЕИЗВЕСНОСТИ ПРИЛИКОМ ОДРЕЂИВАЊА ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА КРИТЕРИЈУМА	469
<i>Катарина Велинов, Павле Милошевић, Ивана Драговић</i> ПРИМЕНА САМООРГАНИЗУЈУЋИХ МАПА ЗА КЛАСТЕРОВАЊЕ СТУДЕНАТА ФАКУЛТЕТА ОРГАНИЗАЦИОНИХ НАУКА	475
<i>Малиша Жижовић, Даница Фатић, Драган Памучар, Миодраг Жижовић</i> ОДРЕЂИВАЊЕ ТЕЖИНСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА КРИТЕРИЈУМА МЕТОД ПРОЦЕНЕ – ИДЕАЛНЕ ВРЕДНОСТИ МЕЊАЈУ ОЧЕКИВАНЕ	483
<i>Милица Зукановић, Ана Поледица</i> ДУБОКО УЧЕЊЕ ЗА ПРЕДВИЂАЊЕ ФИНАНСИЈСКИХ ВРЕМЕНСКИХ СЕРИЈА	489
<i>Софија Давидовић, Павле Милошевић, Александар Ракићевић</i> СИСТЕМ ЗА АЛГОРИТАМСКО ТРГОВАЊЕ ВАЛУТАМА ЗАСНОВАН НА КЛАСТЕРОВАЊУ ВРЕМЕНСКИХ СЕРИЈА	495
МЕНАѢМЕНТ / MANAGEMENT	501
<i>Александар Петровић, Даница Лечић-Цветковић</i> ИСТРАЖИВАЊЕ ЗАДОВОЉСТВА РАДОМ ПРОФЕСИОНАЛНИХ УПРАВНИКА	503
<i>Бобан Ђуровић</i> ЗНАЧАЈ ИНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЈЕКТА ЗА РАЗВОЈ ТУРИСТИЧКИХ ДЕСТИНАЦИЈА	509
<i>Edeh Chukwuebuka Paul, Osadiaye Patience Ejomafuwe</i> PRODUCTION MENAGEMENT	515

<i>Лена Борђевић Милутиновић, Лазар Раковић, Радул Милутиновић, Слободан Антић, Биљана Стошић</i> SHADOW IT КАО ИЗВОР ИНОВАЦИЈА У ОРГАНИЗАЦИЈАМА	517
<i>Мирослав Митровић</i> MODELING OF ETHNO NATIONAL INTERGROUP CONFLICTS RESOLVING	525
<i>Сања Поповић Пантић, Мирјана Дејановић</i> THE IMPACT OF COVID-19 AND GLOBALIZATION ON THE SUSTAINABILITY AND RECESSION MANAGEMENT OF FEMALE BUSINESSES СТАМБЕНИХ ЗГРАДА У СРБИЈИ	533
<i>Стефан Здравковић, Јелена Живковић</i> INFLUENCERS AND CONSUMER ETHNOCENTRISM AS DETERMINANTS OF ACCEPTANCE OF GLOBAL BRANDS.....	539
<i>Тања Араповић Илић, Немања Вукојичић</i> УЛОГА И ЗНАЧАЈ МЕНАѢРСКИХ ВЕШТИНА КОД РУКОВОДИОЦА У ЈАВНОМ СЕКТОРУ	547
НАУКА О ПОДАЦИМА / DATA SCIENCE	553
<i>Милан Стаменковић, Марина Милановић</i> MULTIVARIATE DATA FACIAL CONSTRUCTION: CHERNOFF'S APPROACH ...	555
<i>Милош Бијанић, Андрија Петровић, Борис Делибашић, Милен Јањић</i> ПРЕДИКТИВНИ МОДЕЛ ЗА ПРОЦЕНУ ОТКАЗИВАЊА КОРИСНИКА НА ОСНОВУ АНКЕТА О ЗАДОВОЉСТВУ	561
<i>Сандро Радовановић, Борис Делибашић, Милица Сукновић</i> СКИЈАЊЕ И ПОВРЕДЕ: ОТКРИВАЊЕ УЗРОЧНО-ПОСЛЕДИЧНИХ РЕЛАЦИЈА ИЗМЕЂУ КАРАКТЕРИСТИКА СКИЈАЊА И СКИЈАШКИХ ПОВРЕДА	567
ПОСЛОВНА АНАЛИТИКА / BUSINESS ANALYTICS	575
<i>Богдан Шошевић, Јасна Солдић Алексић, Биљана Chroneos Красавац</i> ПРИМЕНА МОДЕЛА ПРЕДИКТИВНЕ АНАЛИТИКЕ У ПРАЋЕЊУ ЛОЈАЛНОСТИ ПОТРОШАЧА	577
<i>Мила Крстић, Огњен Николић, Марија Кузмановић</i> ОДРЕЂИВАЊЕ ПРЕФЕРЕНЦИЈА СТАНОВНИШТВА ПРЕМА СУПРОСТАВЉЕНИМ ЕФЕКТИМА ИНВЕСТИЦИОНИХ ПРОЈЕКТА.....	583
<i>Никола Цветковић, Александар Ђоковић, Миња Мариновић</i> УТИЦАЈ ФАКТОРА НА ОТКАЗИВАЊЕ РЕЗЕРВАЦИЈА У ХОТЕЛИЈЕРСТВУ	589
<i>Огњен Анђелић, Зоран Ракићевић, Немања Миленковић, Александар Ракићевић</i> АНАЛИЗА ДУГОРОЧНОГ УТИЦАЈА ПАНДЕМИЈЕ COVID-19 НА ОБРАСЦЕ ПОТРАЖЊЕ ЗА ПИВОМ У СРБИЈИ.....	595

ПОУЗДАНОСТ И УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ / RELIABILITY AND RISK MANAGEMENT.....	603
<i>Бранко Бабић</i> ЛОКАЛНА САМОУПРАВА И УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ У ОБЛАСТИ ВАНРЕДНИХ СИТУАЦИЈА	605
ПРИМЕНА ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА У ГРАЂЕВИНАРСТВУ / OPERATIONAL RESEARCH APPLICATIONS IN CIVIL ENGINEERING.....	611
<i>Бојана Грујић, Сандра Косић Јеремић, Сњежана Максимовић, Тијана Мајкић</i> PREDICTION OF GROUND DISPLACEMENT BASED ON RELEVANT DATA USING SATELLITE TECHNOLOGIES	613
<i>Горан Ђировић, Наташа Поповић Милетић, Драган Памучар</i> КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА МЕТОДА ЗА ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ БАФЕРА У МЕТОДИ КРИТИЧНОГ ЛАНЦА.....	619
<i>Драган Николић, Драган Бојовић, Горан Ђировић, Славољуб Томић</i> ПРИМЕНА НАПРЕДНИХ АЛГОРИТАМА ПРИ ОДРЕЂИВАЊУ ПОЛОЖАЈА И ПРЕЧНИКА АРМАТУРНИХ ШИПКИ	625
<i>Јована Топалић, Владимир Мученски, Игор Пешко</i> ЈЕДНО РЈЕШЕЊЕ ЗА КРЕИРАЊЕ МОДЕЛА ПРОЦЈЕНЕ РИЗИКА	631
<i>Љубиша Прерадовић, Ђорђе Стојисављевић</i> УСПЈЕШНОСТ СТУДИРАЊА СТУДЕНАТА ГРАЂЕВИНАРСТВА	637
<i>Наташа Прашчевић, Иван Милојковић</i> ПРИМЕНА ФАЗИ АХП МЕТОДЕ ЗА ИЗБОР ТЕХНОЛОГИЈЕ ИЗГРАДЊЕ КАНАЛИЗАЦИОНЕ ЦРПНЕ СТАНИЦЕ МАКИШ	643
<i>Никола Васиљевић, Сњежана Максимовић, Славица Гајић</i> ХИБРИДНЕ НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ У ПРЕДВИЂАЊУ ЦИЈЕНА НА ФИНАНСИЈСКИМ МАРКЕТИМА	649
ПРИМЕНЕ ОИ У ОДБРАНИ / OPERATIONAL RESEARCH IN DEFENCE	655
<i>Александар Златановић, Сања Томић, Марија Вићентијевић</i> РАНГИРАЊЕ ИНСТРУКТОРА У ОБУЦИ ВОЗАЧА.....	657
<i>Бориша Јовановић, Марија Шеклер, Иван Тот</i> ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА И ТЕСТИРАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ LIGHTWEIGHT КРИПТОГРАФСКИХ АЛГОРИТАМА НА JAVA СМАРТ КАРТИЦАМА	663
<i>Драган Бојанић, Марина Бојанић, Владимир Ристић</i> ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ДОНОШЕЊЕ ОДЛУКА БАЗИРАНО НА ХИБРИДНОМ FUZZY-DEMATEL-ANP МОДЕЛУ	669

<i>Зоран Бајић, Александар Радосављевић, Саша Алексић, Јовица Богданов, Злате Величковић</i>	
ПРИМЕНА ПОБОЉШАНОГ ПРОРАЧУНА СИГУРНОСНИХ РАСТОЈАЊА ПРИЛИКОМ УНИШТАВАЊА УБОЈНИХ СРЕДСТАВА ДЕТОНАЦИЈОМ НА ОТВОРЕНОМ.....	675
<i>Ивана Николић, Јелена Рајчић</i>	
СПОСОБНОСТ БРЗЕ И ПРАВИЛНЕ ПЕРЦЕПЦИЈЕ САОБРАЋАЈНЕ СИТУАЦИЈЕ УЧЕНИКА СРЕДЊЕ ВОЈНЕ ШКОЛЕ.....	681
<i>Јелена Рајчић, Ивана Николић</i>	
ОДРЕЂИВАЊЕ РЕЛАТИВНЕ ТЕЖИНЕ КЛАСА И ВРСТА ВОЗИЛА ЗА ИЗБОР НАЈБЕЗБЕДНИЈЕГ ВОЗАЧА У МИНИСТАРСТВУ ОДБРАНЕ И ВОЈСЦИ СРБИЈЕ	687
<i>Јована Мијатовић, Немања Матејић</i>	
ПРОГНОЗИРАЊЕ УВОЂЕЊА ВОЗИЛА НА ХИБРИДНИ И ЕЛЕКТРИЧНИ ПОГОН У ВОЈСКУ СРБИЈЕ.....	693
<i>Јовица Богданов, Зоран Бајић</i>	
SARABILITIES ASSESSMENT OF WEAPON SYSTEMS FOR LIGHT INFANTRY COMBAT VEHICLES	699
<i>Лидија Тот, Теодора Јовановић</i>	
ТОЛЕРАНЦИЈА НА СТРЕС И ЦРТЕ ЛИЧНОСТИ ВОЗАЧА – ПОЧЕТНИКА	707
<i>Марија Вићентијевић, Александар Златановић</i>	
КРЕИРАЊЕ РУТА ЗА ПРАКТИЧНУ ОБУКУ ВОЗАЧА У ВОЈСЦИ СРБИЈЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДА ТРАНСПОРТНИХ МРЕЖА	713
<i>Милан Канкараш, Иван Петровић, Невен Цветићанин</i>	
ПРИМЕНА ПРОЦЕНЕ РИЗИКА У ПРОЦЕСУ УПРАВЉАЊА ЉУДСКИМ РЕСУРСИМА У СИСТЕМУ ОДБРАНЕ.....	719
<i>Милан Кресојевић, Весна Ристић Вакањац, Драган Трифковић</i>	
ПРОШИРЕЊЕ МРЕЖЕ ПЛОВНИХ ПУТЕВА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ У ФУНКЦИЈИ ОДБРАНЕ ЗЕМЉЕ.....	727
<i>Милан Миљковић, Катарина Миљковић</i>	
ПРИМЕНА ТЕОРИЈЕ ИГАРА У КРИЗАМА СТРАТЕШКОГ НИВОА.....	733
<i>Немања Матејић, Јована Мијатовић</i>	
ИЗБОР ВОЗАЧА ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ ЗАДАТКА У ВОЈСЦИ ПРИМЕНОМ СОСОСО МЕТОДЕ.....	739
<i>Радиша Саковић, Марко Голубовић, Митар Ковач</i>	
ПРИЛОГ АНАЛИЗИ ОСЕТЉИВОСТИ ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА У СИСТЕМУ ОДБРАНЕ	745
<i>Радомир Јанковић</i>	
РАЧУНАРСКА СИМУЛАЦИЈА СУКОБА САМОХОДНИХ РАКЕТНО -АРТИЉЕРИЈСКИХ СИСТЕМА И ХЕЛИКОПТЕРА КАО ХИБРИДНЕ ПРЕТЊЕ	751

<i>Сања Томић, Александар Златановић</i> РЕЛАТИВНА ВАЖНОСТ КРИТЕРИЈУМА ПРИ ЕВАЛУАЦИЈИ СПОСОБНОСТИ ВОЈНИХ ВОЗАЧА ЗА БЕЗБЕДНУ ВОЖЊУ.....	757
<i>Саша Деветак, Владимир Шепец</i> ОДРЕЂИВАЊЕ ЕФИКАСНОСТИ БОРБЕНИХ СНАГА У ОПЕРАЦИЈИ ПРИМЕНОМ ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА	763
<i>Срђан Љубојевић, Бобан Ђоровић, Срђан Димић, Драган Костадиновић</i> МОДЕЛ ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДРЕЂИВАЊА ЛОКАЦИЈЕ ЦЕНТРА У ТРАНСПОРТНИМ МРЕЖАМА.....	769
<i>Теодора Јовановић, Лидија Том</i> САМОПОУЗДАЊЕ И КВАЛИТЕТ ПЕРЦЕПТИВНЕ ПРОЦЕНЕ ВОЗАЧА – ПОЧЕТНИКА	775
РУДАРСТВО, ГЕОЛОГИЈА И ЕНЕРГЕТИКА / MINING, GEOLOGY AND ENERGETICS	781
<i>Вељко Мариновић, Весна Ристић Вакањац, Саша Милановић, Љиљана Васић, Бранислав Петровић, Душан Поломчић, Радисав Голубовић</i> ПРИМЕНА АУТОРЕГРЕСИОНИХ МОДЕЛА ЗА ПОТРЕБЕ КРАТКОРОЧНИХ ПРОГНОЗА ИСТИЦАЊА КАРСТНИХ ВРЕЛА	783
<i>Весна Ристић Вакањац, Вељко Мариновић, Саша Милановић, Љиљана Васић, Бранислав Петровић, Петар Војновић, Радисав Голубовић</i> ПРИМЕНА АУТОКОРЕЛАЦИОНЕ АНАЛИЗЕ ИЗДАШНОСТИ ВРЕЛА СА ЦИЉЕМ РАЗУМЕВАЊА КАРСТНИХ ХИДРОГЕОЛОШКИХ СИСТЕМА	789
<i>Жељко Праштало, Марија Кузмановић, Павле Стјепановић, Раде Шарац, Јасмина Нешкович</i> ЈЕДНОКРИТЕРИЈУМСКИ ПЛАН СНАБДЕВАЊА КРЕЧЊАКОМ ТЕРМОЕНЕРГЕТСКОГ КОМПЛЕКСА	795
<i>Nataliia Antoniuk, Joanna Kulczycka, Michaela Harničárová</i> CHALLENGES FOR THE UNITED ENERGY SYSTEM OF UKRAINE UNDER THE CONDITIONS OF WAR.....	801
<i>Павле Стјепановић, Жељко Праштало, Раде Шарац, Јасмина Нешкович</i> ОПТИМИЗАЦИЈА ЗАЛИХА ФЛОТАЦИЈСКИХ МАТЕРИЈАЛА.....	807
<i>Слободан Вујић, Жељко Праштало, Биљана Панић, Павле Стјепановић, Раде Шарац</i> ВИШЕАТРИБУТНО РАНГИРАЊЕ СНАБДЕВАЧА КРЕЧЊАКОМ ТЕРМОЕНЕРГЕТСКОГ КОМПЛЕКСА	811
САОБРАЋАЈ, ТРАНСПОРТ И КОМУНИКАЦИЈЕ / TRAFFIC, TRANSPORTATION AND COMMUNICATION.....	815
<i>Александра Ивановић, Милош Николић, Милица Шелмић</i> ОДРЕЂИВАЊЕ БРОЈА И ЛОКАЦИЈА БАЗНИХ СТАНИЦА ЗА ЗИМСКО ОДРЖАВАЊЕ ПУТЕВА.....	817

<i>Ана Вукићевић Бишевац, Ивана Јовановић</i> ПРИМЕНЕ ТЕОРИЈЕ ИГАРА У ЛУКАМА – ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	823
<i>Братислав Лукић, Горан Петровић, Игор Милановић, Срђан Љубојевић</i> ПРИМЕНА МАШИНСКОГ УЧЕЊА У РЕГУЛИСАЊУ СИГНАЛНОГ ПЛАНА НА РАСКРСНИЦАМА СА СВЕТЛОСНИМ САОБРАЋАЈНИМ ЗНАКОВИМА	831
<i>Доротеја Тимотић Петковић, Феђа Нетјасов</i> THE FRAM METHODOLOGY AS A TOOL FOR RISK ASSESMENT: AIR TRAFFIC CONTROL SYSTEM EXAMPLE.....	837
<i>Јелица Комарица, Драженко Главић, Марина Миленковић</i> ПРЕДВИЂАЊЕ ПРИХВАТЉИВОСТИ НАПЛАТЕ ЗАГУШЕЊА ПРИМЕНОМ ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА	843
<i>Катарина Кукић, Даница Бабић, Славица Дожвић, Милица Калић</i> КЛАСИФИКАЦИЈА КАШЊЕЊА ЛЕТОВА НА АЕРОДРОМУ ЦИРИХ ПРИМЕНОМ АЛГОРИТМА СЛУЧАЈНИХ ШУМА.....	849
<i>Милица Ровинац, Предраг Гроздановић, Милица Шелмић, Феђа Нетјасов</i> ФАЗИ ЛОГИЧКИ МОДЕЛ ЗА ПРОЦЕНУ МОГУЋНОСТИ СЛЕТАЊА ВАЗДУХОПЛОВА У ЗАВИСНОСТИ ОД МЕТЕОРОЛОШКИХ УСЛОВА.....	857
<i>Милош Николић, Феђа Нетјасов</i> ДОДЕЉИВАЊЕ ЗАДАТАКА ДРОНОВИМА ПРИМЕНОМ ХЕУРИСТИЧКИХ АЛГОРИТАМА	863
<i>Никола Лукачевић, Славица Дожвић, Бојана Мирковић</i> ПРОЦЕНА ЕМИСИЈА ШТЕТНИХ ГАСОВА ОД ОПЕРАЦИЈА ВАЗДУХОПЛОВА НА АЕРОДРОМУ БАРСЕЛОНА	869
<i>Уна Станковић, Емир Ганић, Татјана Давидовић, Драган Урошевић</i> UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) PATH PLANNING TECHNIQUES AND CONSTRAINTS IN URBAN AIRSPACE INTEGRATION: LITERATURE REVIEW	875
СИМУЛАЦИЈЕ И СТОХАСТИЧКИ МОДЕЛИ / SIMULATION AND STOCHASTIC MODELS.....	881
<i>Кристина Трифуновић, Марко Ђогатовић</i> СИМУЛАЦИОНИ МОДЕЛ ПРОЦЕСА ИСКРЦАВАЊА ПУТНИКА ИЗ АВИОНА.....	883
<i>Маја Пејица, Марко Ђогатовић, Милорад Станојевић</i> СИМУЛАЦИОНА АНАЛИЗА УТИЦАЈА ПРОМЕНЕ ЛОКАЦИЈА УТОВАРНОГ МЕСТА У СЛУЧАЈУ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ СКЛАДИШТА	889
<i>Ненад Ковачевић, Ненад Комазец, Бранко Бабић</i> ПРОЦЕНА РИЗИКА УПОТРЕБЕ ВОЈНИХ ЈЕДИНИЦА У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА ПРИМЕНОМ СИМУЛАЦИЈА	895

СОФТВЕР ЗА ОПЕРАЦИОНА ИСТРАЖИВАЊА / OPERATIONAL RESEARCH SOFTWARE	901
<i>Милан Станојевић, Богдана Станојевић</i> MATHEMATICAL OPTIMIZATION USING CBC SOLVER IN LUA PROGRAMMING LANGUAGE	903
СТАТИСТИЧКИ МОДЕЛИ / STATISTICAL MODELS	909
<i>Maria Brackin, Тамјана Јакишић Krüger</i> STATISTICAL CONSIDERATIONS ABOUT MODELING PERFORMANCE OF EXACT SOLVERS ON PROBLEM INSTANCES OF P CMAH	911
<i>Марина Петровић, Бранислава Христов Станчић, Лазар Чолић</i> ПРИМЕНА МЕТОДЕ СКОРОВА СКЛОНОСТИ У КВАЗИ-ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОМ ИСТРАЖИВАЊУ: ИСПИТИВАЊЕ РЕЛЕВАНТНОСТИ НАЧИНА ПЛАЋАЊА ПРИЛИКОМ ИЗБОРА ТУРИСТИЧКИХ АРАНЖМАНА ОД СТРАНЕ СТУДЕНАТА ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА.....	919
ТЕОРИЈА ИГАРА / GAME THEORY	921
<i>Драган Аздејковић, Славица Манић</i> ПРИМЕНА ТЕОРИЈЕ ИГАРА НА ПРЕДИКЦИЈУ САСТАВА ВЛАДЕ	923
<i>Милош Зарић, Биљана Панић, Бојан Јовановић, Наташа Контреџ</i> ПРИМЕНЕ ТЕОРИЈЕ ИГАРА У БЕЗБЕДНОСТИ НА МРЕЖАМА	929
<i>Мирослав Прокић, Бранислав Бошковић</i> КООПЕРАТИВНЕ ИГРЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ УПРАВЉАЊА ЖЕЛЕЗНИЧКИМ КОРИДОРИМА: СТРУКТУРА ИГРЕ.....	935
<i>Soheil Sibdari, Vahid Mojtahed</i> PERSUASIVE ADVERTISING AND PRICE COMPETITION FOR A MULTI- ATTRIBUTE PRODUCT.....	941
УПРАВЉАЊЕ ПРОИЗВОДЊОМ / PRODUCTION MANAGEMENT	947
<i>Edeh Chukwuebuka Paul, Osadiaye Patience Ejomafuwe</i> PRODUCTION MANAGEMENT: OPTIMIZATION OF PRODUCTION MANAGEMENT PROCESSES FOR ENHANCED EFFICIENCY AND COST REDUCTION.....	949
ФИНАНСИЈЕ И БАНКАРСТВО / BANKING AND FINANCE	951
<i>Александар Савић, Милан Михајловић, Милан Милуновић</i> ЗНАЧАЈ ИЗВЕШТАВАЊА РЕВИЗОРА О ОГРАНИЧЕНОМ ПРЕГЛЕДУ ИЗВЕШТАЈА О ОДРЖИВОМ РАЗВОЈУ ЕВРОПСКИХ ЈАВНИХ ПРЕДУЗЕЋА	953
<i>Бојан Његомир, Слађана Ракоњац, Војислав Стевановић</i> МОДЕРНИЗАЦИЈА СИСТЕМА ОДБРАНЕ И БУЏЕТСКА ПОЛИТИКА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ	959

<i>Ирена Јанковић, Светлана Поповић, Велимир Лукић</i> ЕГЗОТИЧНЕ ОПЦИЈЕ	965
<i>Јелена Кочовић, Марија Копривица, Татјана Ракоњац Антић</i> ОЦЕНА АДЕКВАТНОСТИ РЕЗЕРВАЦИЈА ЗА ШТЕТЕ ОСИГУРАВАЈУЋЕ КОМПАНИЈЕ ЗА НЕЖИВОТНО ОСИГУРАЊЕ	971
<i>Љубомир Обрадовић, Зоран Грубишић, Божидар Гојковић</i> УТИЦАЈ ДИГИТАЛНИХ ВАЛУТА НА МОНЕТАРНУ ПОЛИТИКУ И БАНКАРСКИ СЕКТОР: ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	977
<i>Милена Кнежевић, Александар Нешевски, Жарко Томић</i> ФИНАНСИРАЊЕ НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИХ ПРОЈЕКТА НА УНИВЕРЗИТЕТУ ОДБРАНЕ	983
<i>Мирела Митрашевић, Јелена Кочовић, Јелена Станојевић</i> ПРОЦЕНА ВРЕДНОСТИ ОСИГУРАВАЈУЋЕ КОМПАНИЈЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДА ДИСКОНТОВАНОГ НОВЧАНОГ ТОКА	989
<i>Нина Миленковић, Анастасија Лончаревић, Дејан Кокановић</i> ПРЕМИЈА РИЗИКА ЗА ВЕЛИЧИНУ КОМПАНИЈЕ КАО ЗНАЧАЈНА КОМПОНЕНТА ДИСКОНТНЕ СТОПЕ	995
<i>Огњен Васиљевић, Дејан Кокановић, Нина Миленковић</i> ПРОЦЕНА ВРЕДНОСТИ КАПИТАЛА БАНАКА: ЗНАЧАЈ, МЕТОДОЛОГИЈА И ИЗАЗОВИ.....	1001
<i>Рајко Буквић</i> КВОЛСЕТОВ ИНДЕКС КАО НОВА МЕРА КОНЦЕНТРАЦИЈЕ: НЕКЕ ЕМПИРИЈСКЕ ПРОВЕРЕ	1005
<i>Слађана Ракоњац, Бојан Његомир, Боле Коџка</i> ФИСКАЛНА КРЕТАЊА У СРБИЈИ ПРЕ И ТОКОМ ФИНАНСИЈСКЕ КРИЗЕ ИЗАЗВАНЕ ПАНДЕМИЈОМ КОРОНА ВИРУСОМ	1011
ХЕУРИСТИКЕ / HEURISTICS	1017
<i>Драган Урошевић, Раџа Тодосијевић</i> МЕТОДА ПРОМЕНЉИВИХ ОКОЛИНА ЗА ПРОБЛЕМ МАКСИМИЗАЦИЈЕ РАЗНОЛИКОСТИ СА КАПАЦИТЕТИМА И ЦЕНАМА.....	1019
<i>Драгутин Остојић, Андрија Урошевић, Татјана Давидовић, Татјана Јакшић Krüger, Душан Рамљак</i> DECOMPOSITION-BASED EFFICIENT HEURISTIC FOR SCHEDULING	1027
<i>Ђорђе Стакић, Татјана Давидовић, Ана Анокић, Драган Урошевић</i> VNS-BASED MATHEURISTICS FOR THE TWO DIMENSIONAL VECTOR BIN PACKING PROBLEM.....	1035

<i>Јована Рађеновић, Стефан Мишковић, Оливера Станчић</i> МЕТОДА ПРОМЕНЉИВИХ ОКОЛИНА ЗА РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА Р-ЦЕНТРА СА ПОУЗДАНОМ МРЕЖОМ	1043
<i>Лазар Мркела, Филип Видојевић, Зорица Станимировић</i> ДВОКРИТЕРИЈУМСКИ УОПШТЕНИ ПРОБЛЕМ ПОСТАВЉАЊА РЕГЕНЕРАТОРА У ОПТИЧКИМ МРЕЖАМА	1051
<i>Лука Матијевић</i> UTILIZING METAHEURISTICS TO GUIDE THE TRAINING OF NEURAL NETWORKS	1057
<i>Неттак Аллаоиа</i> OPTIMAL ADJUSTING OF SIMULATED ANNEALING PARAMETERS.....	1063



ПРИМЕНА АУТОКОРЕЛАЦИОНЕ АНАЛИЗЕ ИЗДАШНОСТИ ВРЕЛА СА ЦИЉЕМ РАЗУМЕВАЊА КАРСТНИХ ХИДРОГЕОЛОШКИХ СИСТЕМА

APPLICATION OF AUTOCORRELATION ANALYSIS OF SPRING YIELD WITH THE PURPOSE OF UNDERSTANDING THE KARST HYDROGEOLOGICAL SYSTEM

ВЕСНА РИСТИЋ ВАКАЊАЦ¹, ВЕЉКО МАРИНОВИЋ¹, САША МИЛАНОВИЋ¹, ЉИЉАНА
ВАСИЋ¹, БРАНИСЛАВ ПЕТРОВИЋ¹, ПЕТАР ВОЈНОВИЋ¹, РАДИСАВ ГОЛУБОВИЋ²

¹ Универзитет у Београду, Рударско-Геолошки факултет, Београд, vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs;
veljko.marinovic@rgf.bg.ac.rs; sasa.milanovic@rgf.bg.ac.rs; ljiljana.vasic@rgf.bg.ac.rs;
branislav.petrovic@rgf.bg.ac.rs, petar.vojnovic@rgf.bg.ac.rs

² Истраживачка станица Петница, Ваљево, golub@petnica.rs

Резиме: Карстна издан у највећој мери се прихрањује на рачун падавина. Међутим, чест случај је да режимска осматрања истицања појединих врела, не прате и осматрања метеоролошких параметара (на првом месту падавина, дебљине снежног покривача и температуре ваздуха). У овим случајевима аутокорељационе анализе нам умногоме могу помоћи да разумемо сам механизам истицања карстног врела, да ли се ради о узлазном или силазном режиму истицања, као и да имамо информацију о томе какве су анализирани године биле (сушне или кишне) и да ли су биле са значајније формираним снежним покривачем. У вези са овим, у раду су дати резултати аутокорељационих анализа режима истицања три одабрана карстна врела: врело Бање, Босне и Андрића врело. Анализе су извршене за укупне осматрачке периоде који су код сва три врела трајања око 10 година, и за одабране влажне и сушне године.

Кључне речи: режим, карстно врело, истицање, аутокорељација, врело Босне, врело Бање

Abstract: Karst is largely recharged by precipitation. However, it is often the case that monitoring of karst spring discharge is not followed by monitoring of meteorological parameters (primarily rainfalls, snow cover thickness and air temperature). In these cases, autocorrelation analyzes can greatly help us to understand the mechanism of karst spring discharge, whether it is an ascending or descending discharge regime, as well as to have information about what the analyzed years were like (dry or rainy) and whether were with significant snow cover. Regarding this, the paper presents the results of the autocorrelation analysis of the discharge regime of three selected karst springs: the Banja spring, the Bosna spring and the Andrića vrelo spring. The analyzes were performed for the total observation periods, which are about 10 years for all three springs, and for selected wet and dry years.

Keywords: regime, karst spring, discharge, autocorrelation, Bosna karst spring, karst spring Banja

1. УВОД

Подземне воде представљају невидљиви али изузетно значајан водни ресурс. У свету, скоро 50% светске популације задовољава своје потребе на рачун овог ресурса (водоснабдевање, индустрија, наводњавање) [1]. У Србији, сваке секунде са око 23 m³ захваћених подземних вода, око 75% становништва задовољава своје потребе у води за пиће [2, 3]. Највеће резерве подземних вода а уједно и количине вода које се користе за потребе водоснабдевања у нашој земљи потичу из алувијалних наслага великих речних токова. Следе карстне подземне воде на рачун којих градови и мања места источне и западне Србије су решили проблеме водоснабдевања. Међутим, мониторинг карстних изданских вода у највећој мери није

присутан или је успостављен на нивоу једне године за потребе израде одређених елабората, студија, пројеката, тако да често нису доступне информације о величини слива, резервама подземних вода (динамичке и статичке, ако их има), билансу подземних вода, итд. За добијање ових информација потребна су детаљна хидрогеолошка истраживања и дуготрајно праћење истицања из карстних врела.

Чест случај је да, иако је успостављен мониторинг истицања на неком карстном врелу, сама сливна површина овог врела није покривена кишомерним, плувиографским односно метеоролошким станицама. Разлог овоме је чињеница да карстна врела дренирају углавном карстне планинске масиве који су понекад тешко приступачни и ненасељени, тако да до појаве соларних панела и дигиталних аутоматских метеоролошких станица, није било могуће осматрати плувиографски режим ових области. У овим случајевима, уколико имамо довољно дуге осматрачке низове истицања карстног врела, а немамо података о падавинама (киши и формирању снежног покривача) постоје статистичке методе које нам могу помоћи да дођемо на пример до информација да ли се ради о водним или сушним годинама, затим о каквом је врелу реч, итд. Једна од ових метода је и аутокорељациона анализа.

Под аутокорељацијом подразумевамо утицај случајно променљиве X на саму себе за временски помак у износу од 1, 2, 3, ..., n . Најчешће коришћен временски корак је један дан, међутим, може бити и изражен у седмицама, декадама, месецима, ... У хидрогеологији карста најчешће се користи код анализа режима истицања карстних врела, а заснива се на чињеници да данашња, односно тренутна вредност истицања карстног врела је условљена јучерашњом вредности, затим вредности забележеном пре два, три, четири дана, итд. Јачина везе између, на овај начин формираних серија дефинише се уз помоћ коефицијента корелације r , а израз који користимо за његово одређивање је следећи [4, 5]:

$$r_k = \frac{\frac{1}{n-k} \sum_{i=1}^{n-k} (x_i - x_{av}) \cdot (x_{i+k} - x_{av})}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{av})^2} \quad (1)$$

где су: n - укупан број осматраних података, x_{av} - средња вредност узорка и x_i вредност случајно променљиве у тренутку $t = i + k$. Зависност добијених вредности коефицијената корелације за различите временске помаке у функцији временских помака називамо аутокорељограмом. Коефицијент корелације на временски помак 0 има вредност 1, а након тога за временски помак 1, 2, ... ова вредност опада до 0, односно може бити и негативна (теоријска максимална негативна вредност коефицијента корелације износи -1). За серију коју анализирамо кажемо да је аутокорељациона до тренутка док вредност коефицијента корелације не постане мања од 0.2 ($r < 0.2$) [6].

Нагиб аутокорељограма зависи на првом месту од режима параметра X који се анализира, брзине његовог пораста односно пада, као и од односа апсолутно максималне и минималне регистроване забележене вредности овог параметра. Што је овај однос ближи јединици то је степен међузависности већи а аутокорељациона функција има блажи нагиб, тако да за ову серију кажемо да има дуготрајну меморију и да случајно променљиве величине анализирани серије су међусобно условљене и повезане.

У обрнутом случају када је овај однос 100 и више, имамо аутокорељограме стрмог карактера [5]. За случај када су аутокорељограми изузетно стрмог карактера, кажемо да је анализирана серија без меморије, да је независна и да није аутокорељациона. Такође, на режим квантитативних и квалитативних параметара утиче и тип/врста падавина (снег, киша), затим њихова учесталост и интензитет. Даље, од метеоролошких параметара је и температура ваздуха битна и то током зимских месеци прелазак из негативне у позитивну температуру утиче на отапање снежног покривача, а током целе године утиче на евапотранспирацију [7, 5].

У конкретном случају, за потребе приказа поменутих анализа одабрана су три карстна врела, једно типично гравитационо врело – врело Бање код Петнице, и једно типично узлазно врело – Андрића врело које дренира источне делове Златибора и врело Босне које је такође асцедентно / узлазно али се највећим делом прихрањује на рачун отапања снежног покривача. Начин истицања као и прихрањивања је свакако био приоритетан при одабирању ових карстних врела.

2. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОДАБРАНИХ ВРЕЛА

Карстни систем врела Бање налази се у западној Србији, у непосредној близини истраживачке станице Петница и удаљено је ваздушном линијом око 7 km у правцу исток-југоисток. Надморска висина слива креће се од 181 mnm (кота истицања врела Бање) па до нешто мало преко 600 mnm. Највећи део сливног подручја изграђен је од масивних кречњака средњег тријаса који су једним делом покривени миоценским седиментима које чине лапорци и црвени битуминозни шкриљци. Од подземних, најзначајнија је Петничка пећина која уједно и представља место појављивања врела Бање. На сливу врела Бања присутна су два површинска водотока: Златар који понире у понору Пећурине и Буковик који прати линијски правац појављивања вртача и постепено губи воду до тренутка када корито остаје потпуно суво [8, 5]. На врелу Бање успостављена су режимска осматрања квантитативних и квалитативних параметара 1991. године и трајала су 10 година. Што се тиче истицања карстног врела, дијапазон средње годишњих вредности се креће у интервалу од 109.7 l/s (2000. година) па до 252.3 l/s (1996. година). Средња вишегодишња вредност истицања врела Бање за осматрачки период износи 173 l/s. Максимална забележена дневна количина истеклих вода је 1.690 m³/s (30. јули 1999)[8]. Минимална издашност је забележена у износу од 0 l/s из разлога што је ово врело интермитентно.

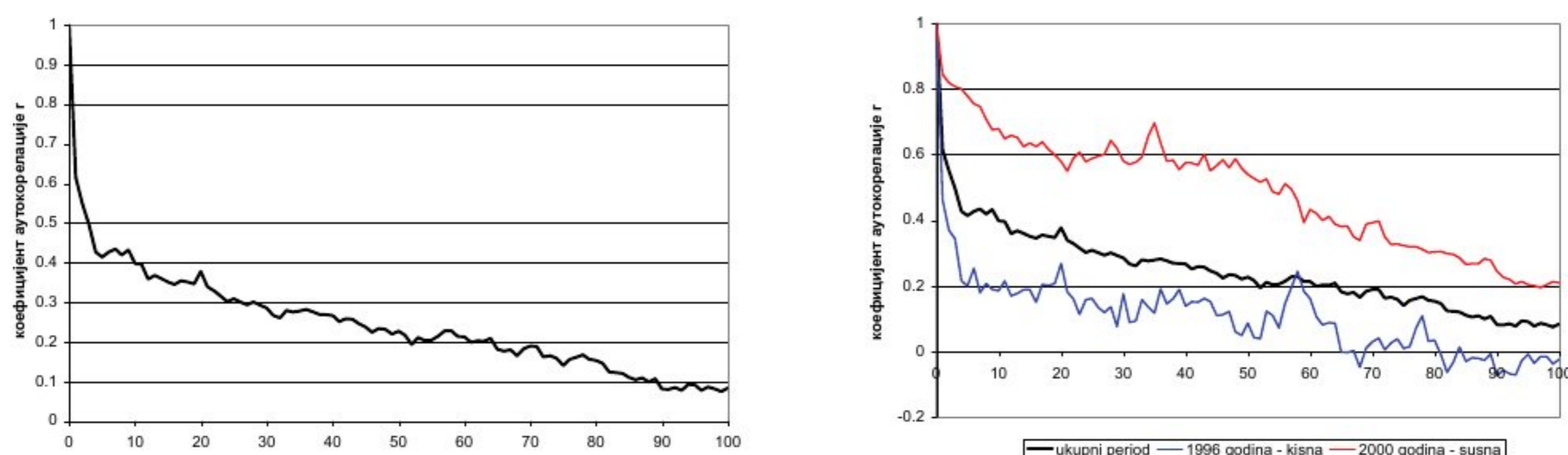
Карстни систем Андрића врела се налази у западном делу Републике Србије и према административној подели припада територији Златибора. Изворе на 490 mnm у кориту реке Приштанице и то на самом излазу Приштанице из клисуре, а у непосредној близини села Равни. У периоду мониторинга (1995-2004) средњи годишњи проток Андрића врела износио је 1.157 m³/s. Апсолутни максимум је 3.417 m³/s, забележен у априлу 1996. године, а апсолутни минимум 0.287 m³/s забележен августа 1998. Познато је да је слив изграђен од карбонских псамитско-пелитних седимената, тријаских карбонатних формација, јурских наслага дијабаза и рожнаца и квартарних седимената [9].

Карстни систем врела Босне налази се у централном делу Босне и Херцеговине, у подножју планина Игман и Бјелашница, а у непосредној близини Сарајева. Игман и Бјелашница представљају две доминантне геоморфолошке целине на истражном простору, са надморском висином која достиже 2067 m, колико износи највиши врх Игмана. Идући на север, надморске висине се смањују, све до 476 m, колико износи хипсометријски најнижа тачка на истражном терену. Клима сливног подручја је и условљена овим планинским масивима, тако да се истражно подручје одликује оштрим и дугим зимама са присутним значајнијим снежним покривачем који је током појединих година присутан и по 10 месеци на највишим котама слива а дебљине формираног снежног покривача током зимских месеци често прелазе 2 па и 3 метра. У периоду мониторинга (2010-2019) средњи годишњи проток врела Босне износио је 5.48 m³/s. Апсолутни максимум је 21.6 m³/s, забележен у јануару 2010. године, а апсолутни минимум 1.27 m³/s забележен у октобру 2000. године [10].

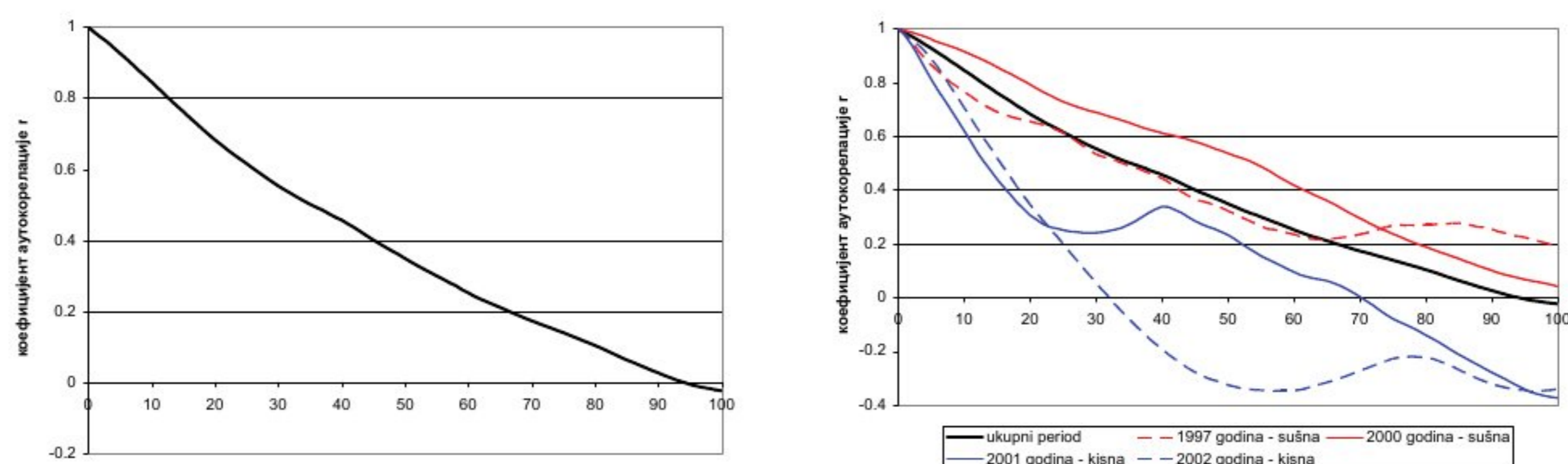
3. ПРИКАЗ ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА СА ДИСКУСИЈОМ

Аутокорелациона анализа режима истицања примењује се прво анализом укупног доступног периода, што у конкретном случају код сва три врела износи око 10 година, а затим за сваку календарску или хидролошку годину понаособ (1. октобар претходне – 30. септембар анализиране године). У конкретном случају аутокорелограм укупног периода и одабраних

кишних и сушних година за врело Бање је дат на слици 1, за Андрића врело на слици 2 и за врело Босне на слици 3. Упоредном анализом добијених резултата приказаних аутокореелограма за укупан период, јасно се види да је функција аутокореелације врела Бање знатно стрмијег карактера у односу на добијене за Андрића врело и врело Босне, која је последица режима истицања. Аутокореелограм Андрића врела има велику аутокореелативност серије истицања, односно има дугу меморију серије која траје 66 дана и резултат је релативно уједначеног режима истицања овог врела (однос $Q_{\max} : Q_{\min} = 12 : 1$). Насупрот овоме, аутокореелограм врела Бање је знатно стрмијег карактера, где за корак од 0 до 5 има коефицијенте корелације преко 0.4, а након тога мења нагиб аутокореелограма па вредност коефицијента корелације полако опадају све до корака од 100 дана када r има вредност нешто мало нижу од 0.1.



Слика 1: Аутокореелограми врела Бање за укупни период (лево) и за сушну и влажну годину (десно)



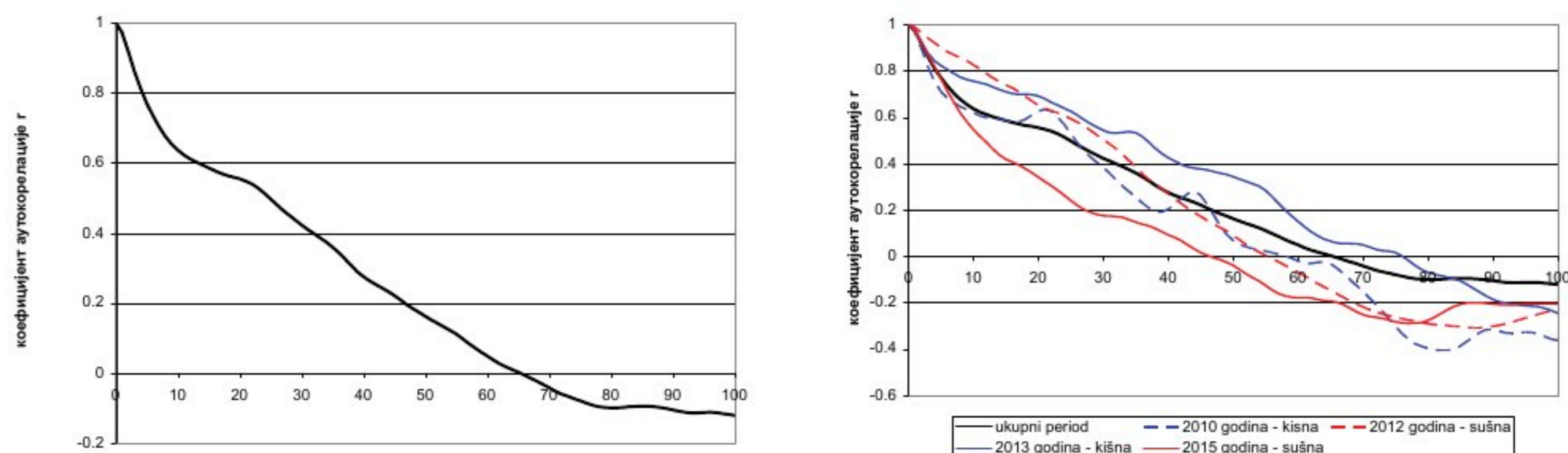
Слика 2: Аутокореелограми Андрића врела за укупни период (лево) и за сушне и влажне године (десно)

Слични облик аутокореелограма се добија и анализом спроведеном за нивоу календарске године. Оно што је карактеристично за сушне године је да аутокореелограми имају веће вредности у односу на добијене анализом укупног периода. Тачније, серија је боље аутокореелисана, а меморија система дужег трајања. Ово је нарочито изражено код врела Бање, где коефицијент аутокореелације за сушну годину за временски померај од 100 дана има вредност и даље вишу од 0.2 док иста вредност за укупни период и за исти временски померај износи 0.05. Слична ситуација је и код Андрића врела, и за одабране две карактеристичне сушне године добијамо да је аутокореелативност система све до 79. дана (2000. година) односно дужа од 100 дана (за 1997. година). У суштини, аутокореелограм за 1997. годину прати аутокореелограм за укупни период у првом делу, али након 63 дана долази до пораста вредности r која је највероватније резултат снежних падавина које су се у виду снежног покривача задржале на сливу око два месеца а након тога дошло је до њиховог отапања односно прихрањивања карстних изданских вода чиме је дошло до пораста хидрограма. Дужа меморија код аутокореелограма који су карактеристични за сушне године су резултат режима истицања током ових дужих периода без падавина, где не долази до

мењања режима истицања, тачније има благи тренд опадања, а истицање се врши на рачун постојећих динамичких резерви формираних у карстном масиву.

Насупрот овоме, одабране серије карактеристичне за влажну годину код оба врела указују да су меморије серија знатно краћег трајања: код врела Бање меморија серије иде до 7 дана а код Андрића врела иде до 25 (2002. година) односно 52 дана (2001. година). Краће меморије се могу објаснити чињеницом да је прихрањивање издани на рачун падавина значајније и релативно континуално током влажних година, што узрокује кретање подземних вода кроз пукотине и карстне системе већих размера. Последица овога је брза пропација падавина што резултира брз и нагли, скоро скоковит пораст хидрограма истицања.

На оба аутокореелограма карактеристичних влажних година код Андрића врела присутан је пик који се јавља 2001. године након 40 дана, односно 2002. године након 78. дана. Оба пика су последица већ поменутог отапања снежног покривача, који је формиран током зимских месеци.



Слика 3: Аутокореелограми врела Босна за укупни период (лево) и за сушне и влажне године (десно)

Што се тиче врела Босне, аутокореелограм укупног периода сличног је нагиба као и код Андрића врела, што указује на чињеницу да је и врело Босна врело узлазног типа истицања. Нешто краћа меморија система која иде до 47 дана, односно нешто стрмији аутокореелограм нам говори да је амплитуда колебања истицања, односно однос $Q_{max}:Q_{min}$ већи, што и јесте случај. Прецизније, однос који за Андрића врело износи 12:1, код врела Босне износи 17:1. Међутим, оно што издваја ово врело је аутокореелациона анализа појединачних година. Тачније, овде добијамо аутокореелограме чији резултати су у супротности са резултатима које смо добили за сушне и влажне године анализом истицања врела Бање и Андрића врела. Дакле, по истом принципу, одабрали смо по две типично сушне и кишне године. По правилу, код сушних година систем би требало да има дужу меморију, што у конкретном случају није случај ни за 2015. годину када је меморија трајања 27 дана, ни за 2012. годину када је меморија нешто дужег трајања (44 дана), али је ипак краћа од трајања меморије система за укупни период (47 дана). Слична ситуација је и са кишним годинама, уместо да добијемо знатно краће меморије када су у питању влажне године, за одабрану кишну 2010. годину меморија система је трајања идентичног као и код укупног периода (47 дана), а за 2013. годину је чак 58 дана што је 11 дана дуже него за укупни период. У прилог овоме говори чињеница да прихрањивање карстног врела Босна је на рачун отапања снежног покривача. Пикови који су присутни на хидрограму великих вода нису углавном последица киша, већ отапања снежног покривача или коинцидиране/истовремене појаве отапања снега и појава киша јачег интензитета. Како отапање снежног покривача углавном иде постепено (у питању су висине снежног покривача које достижу дебљине и преко 3 m током зимских месеци), тако имамо и постепено прихрањивање ове карстне издани. Резултат овога је да током пролећних месеци имамо углавном један или два изражена пораста хидрограма који у оквиру себе имају више формираних пикова који су последица температура у пролећним месецима, односно значајнији скокови температуре утичу на значајнија и бржа отапања снега док

осцилације око 0 утичу углавном на отапање снежног покривача у својим доњим деловима који се у оквиру карстних терена инфилтрирају у подземље и на овај начин врше прихрањивање издани.

4. ЗАКЉУЧАК

За сливове које дренирају карстна врела, често, због ненасељености ових делова немамо добру покривеност кишомерним/метеоролошким станицама, тако да је у овим случајевима немогуће извршити анализу утицаја падавина (киша и снег) на режим истицања карстних врела. Уколико постоји мониторинг режима истицања карстног врела, могу се применити аутокорељационе анализе самог режима истицања. С тим у вези, аутокорељациону анализу је потребно извршити за укупни доступни период, као и за сваку календарску годину понаособ. Аутокорељационе анализе укупних периода нам могу указати о ком типу врела је реч (гравитационо или узлазно) док аутокорељационе анализе сваке године појединачно нам могу указати са ли је година била сушна, влажна са формираним снежним покривачем или без њега. На крају напомињемо да треба бити обазрив у доношењу закључака код врела која се највећим делом прихрањују на рачун отапања снежног покривача.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] United Nations, The United Nations World Development Report 2022, *Groundwater: Making the invisible visible*, UNESCO, Paris.
- [2] Стевановић З., Докмановић П. (2015). *Пројекат проширења мреж станица подземних вода у Србији*, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Департаман за хидрогеологију, фондовска документација
- [3] Поломчић Д., Васић Љ., Милановић С., Ристић Вакањац В., Петровић Б., Мариновић В., Бајић Д., Хајдин Б., Чокорило Илић М., Ратковић Ј. (2022). *Водоснабдевање – подземне воде и одрживо управљање ресурсима*, Монографија: 50 година ДЕПАРТМАНА ЗА ХИДРОГЕОЛОГИЈУ (уредник Поломчић Д., Врањеш А., Живановић В. и Васић Љ.), Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, стр. 67-110
- [4] Kresic N., Stevanovic Z. (2010). *Groundwater hydrology of springs: engineering, theory, management and sustainability*, Amsterdam, Boston, Butterworth-Heinemann, 573p
- [5] Ristić Vakanjac V. (2015). *Forecasting Long-Term Spring Discharge, In Monography: Karst Aquifers – Characterization and Engineering (Stevanović Z. ed)*, Series: Professional Practice in Earth Science, pp 435-454. Springer International Publishing Switzerland
- [6] Mangin A., (1984). Pour une meilleure connaissance des systemes hydrologiques a partir des analyses correlative et spectrale. *Journal of Hydrology*, v. 67, pp. 25-43
- [7] Eisenlohr L., Kiraly I., Bouzelboudjen M., Rossier I. (1997). Numerical versus statistical modeling of natural response of a karst hydrogeological system, *J. Hydrol*, 202, 244-262
- [8] Čokorilo Ilić M., Ristić Vakanjac V., Polomčić D., Bajić D., Ratković J., Hajdin B. (2018). *Mathematical modeling to define catchment size and real evapotranspiration (case study: Andrića karst spring, Western Serbia)*, Review of the Bulgarian geological society, Geoscience 2018, Bulgarian Geological Society, pp 135-136, ISSN 0007-3938
- [9] Golubović R., Ristić Vakanjac V., Papić P., (2014). *Uticaj padavina na hidrohemijski režim vrele Banje kod Petnice*, Zbornik Srpskog geološkog društva (Ed. Zoran Stevanović), str. 145-158, SGD
- [10] Мариновић В. (2023). Регионална карактеризација карстних подземних вода дела централног Балкана у функцији њиховог одрживог коришћења и менаџмента, Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, стр 375

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

519.8(082)

СИМПОЗИЈУМ о операционим истраживањима (50 ; 2023 ; Тара)

Зборник радова / 50. Симпозијум о операционим истраживањима SYM-OP-IS 2023, Тара, 18–21. септембар 2023. ; уредници Дејан Стојковић, Далибор Петровић, Срђан Димић ; [организатори Министарство одбране Републике Србије ... [и др.]]. - Београд : Медија центар „Одбрана”, 2023 (Београд : Војна штампарија). – 1070 стр. : илустр. ; 23 см. – (Библиотека Војна књига ; књ. бр. 2588. Едиција Зборници)

Радови на срп. и енгл. језику. – Текст ћир. и лат. – Тираж 50. – Стр. 9-10: Предговор / уредници = Preface / editors. – Напомене и библиографске референце уз радове. – Библиографија уз све радове. – Abstracts.

ISBN 978-86-335-0836-0

а) Операциона истраживања – Зборници

COBISS.SR-ID 123891721

ISBN 978-86-335-0836-0



9 788633 508360