

# Примена ауторегресионих модела за потребе краткорочних прогноза истицања карстних врела

Вељко Мариновић, Весна Ристић Вакањац, Саша Милановић, Љиљана Васић, Бранислав Петровић, Душан Поломчић, Радисав Голубовић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Примена ауторегресионих модела за потребе краткорочних прогноза истицања карстних врела | Вељко Мариновић, Весна Ристић Вакањац, Саша Милановић, Љиљана Васић, Бранислав Петровић, Душан Поломчић, 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/0008070>

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](http://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](http://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**

ЗБОРНИК РАДОВА  
SYM-OP-IS 2023

---

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 Ћировић 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

<b>НОСИЛАЦ ПОВЕЉЕ / CHARTER HOLDER</b> .....	31
<b>УВОДНА ПРЕДАВАЊА / PLENARY LECTURES</b> .....	35
<i>Миљана 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
<b>ИСТОРИЈА ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА – У ЗНАК ЈУБИЛЕЈА / HISTORY OF OPERATIONAL RESEARCH – TO MARK THE ANNIVERSARY</b> .....	63
<i>Милица Калић, Славица Дождић, 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
<b>АНАЛИЗА ПЕРФОРМАНСИ / PERFORMANCE ANALYSIS</b> .....	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

<b>ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА И ОПТИМИЗАЦИЈА / MULTICRITERIA ANALYSIS AND OPTIMIZATION.....</b>	<b>107</b>
<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
<b>ГЕОИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ / GEOINFORMATION SYSTEMS.....</b>	<b>111</b>
<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 ГЕОПРОСТОРНИХ 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 Иваз, 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
<b>ГРАФОВИ И МРЕЖЕ / GRAPHS AND NETWORKS .....</b>	<b>263</b>
<i>Мирослав Анђелковић, Слободан Малетић</i> STRUCTURAL RELEVANCE BEYOND THE HIGH CORRELATIONS.....	265
<b>ЕКОЛОШКИ МЕНАџМЕНТ И УПРАВЉАЊЕ ПРИРОДНИМ РЕСУРСИМА / ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT.....</b>	<b>271</b>
<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

<b>ЕКОНОМСКИ МОДЕЛИ И ЕКОНОМЕТРИЈА / ECONOMIC MODELS AND ECONOMETRICS</b> .....	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
<b>ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ И ТЕХНОЛОГИЈЕ / INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES</b> .....	313
<i>Ана Корунковић, 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 Илић, Ненад Аничкић, Дејан Стојимировић</i> КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА MERCURE-A И WEBSOCKET-A 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> RIM COD - ПЛАТФОРМА ЗА ПРАЋЕЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈУ ИНВЕСТИЦИОНОГ ПРОЦЕСА У ГРАЂЕВИНАРСТВУ .....	371
<b>ИСТРАЖИВАЊЕ И РАЗВОЈ / RESEARCH AND DEVELOPMENT .....</b>	<b>377</b>
<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
<b>ЛОГИСТИКА И ЛАНЦИ СНАБДЕВАЊА / LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....</b>	<b>391</b>
<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 Божвић, 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
<b>МАТЕМАТИЧКО ПРОГРАМИРАЊЕ / MATHEMATICAL PROGRAMMING .....</b>	<b>435</b>
<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 RХJAVА БИБЛИОТЕКЕ И ПРИМЕНА У ОПЕРАЦИОНИМ ИСТРАЖИВАЊИМА .....	449
<i>Слободан Јелић</i> А (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
<b>МЕКО РАЧУНАРСТВО / SOFT COMPUTING</b> .....	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
<b>МЕНАѢМЕНТ / MANAGEMENT</b> .....	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
<b>НАУКА О ПОДАЦИМА / DATA SCIENCE .....</b>	<b>553</b>
<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
<b>ПОСЛОВНА АНАЛИТИКА / BUSINESS ANALYTICS .....</b>	<b>575</b>
<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

<b>ПОУЗДАНОСТ И УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ / RELIABILITY AND RISK MANAGEMENT.....</b>	<b>603</b>
<i>Бранко Бабић</i> ЛОКАЛНА САМОУПРАВА И УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ У ОБЛАСТИ ВАНРЕДНИХ СИТУАЦИЈА .....	605
<b>ПРИМЕНА ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА У ГРАЂЕВИНАРСТВУ / OPERATIONAL RESEARCH APPLICATIONS IN CIVIL ENGINEERING.....</b>	<b>611</b>
<i>Бојана Грујић, Сандра Косић Јерemiћ, 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
<b>ПРИМЕНЕ ОИ У ОДБРАНИ / OPERATIONAL RESEARCH IN DEFENCE .....</b>	<b>655</b>
<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> CAPABILITIES 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 СОСО 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 -АРТИЈЕРИЈСКИХ 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
<b>РУДАРСТВО, ГЕОЛОГИЈА И ЕНЕРГЕТИКА / MINING, GEOLOGY AND ENERGETICS .....</b>	<b>781</b>
<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 Нешковић</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 Нешковић</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
<b>САОБРАЋАЈ, ТРАНСПОРТ И КОМУНИКАЦИЈЕ / TRAFFIC, TRANSPORTATION AND COMMUNICATION.....</b>	<b>815</b>
<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 ASSESSMENT: 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
<b>СИМУЛАЦИЈЕ И СТОХАСТИЧКИ МОДЕЛИ / SIMULATION AND STOCHASTIC MODELS.....</b>	<b>881</b>
<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

<b>СОФТВЕР ЗА ОПЕРАЦИОНА ИСТРАЖИВАЊА / OPERATIONAL RESEARCH SOFTWARE</b> .....	901
<i>Милан Станојевић, Богдана Станојевић</i> MATHEMATICAL OPTIMIZATION USING CBC SOLVER IN LUA PROGRAMMING LANGUAGE .....	903
<b>СТАТИСТИЧКИ МОДЕЛИ / STATISTICAL MODELS</b> .....	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
<b>ТЕОРИЈА ИГАРА / GAME THEORY</b> .....	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
<b>УПРАВЉАЊЕ ПРОИЗВОДЊОМ / PRODUCTION MANAGEMENT</b> .....	947
<i>Edeh Chukwuebuka Paul, Osadiaye Patience Ejomafuwe</i> PRODUCTION MANAGEMENT: OPTIMIZATION OF PRODUCTION MANAGEMENT PROCESSES FOR ENHANCED EFFICIENCY AND COST REDUCTION.....	949
<b>ФИНАНСИЈЕ И БАНКАРСТВО / BANKING AND FINANCE</b> .....	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
<b>ХЕУРИСТИКЕ / HEURISTICS</b> .....	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 АУТОРЕГРЕСИОНИХ МОДЕЛА ЗА ПОТРЕБЕ КРАТКОРОЧНИХ ПРОГНОЗА ИСТИЦАЊА КАРСТНИХ ВРЕЛА

### APPLICATION OF AUTOREGRESSION MODELS FOR THE SHORT-TERM FORECASTS OF KARST SPRINGS DISCHARGES

ВЕЉКО МАРИНОВИЋ<sup>1</sup>, ВЕСНА РИСТИЋ ВАКАЊАЦ<sup>1</sup>, САША МИЛАНОВИЋ<sup>1</sup>, ЉИЉАНА  
ВАСИЋ<sup>1</sup>, БРАНИСЛАВ ПЕТРОВИЋ<sup>1</sup>, ДУШАН ПОЛОМЧИЋ<sup>1</sup>, РАДИСАВ ГОЛУБОВИЋ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Универзитет у Београду, Рударско-Геолошки факултет, Београд, veljko.marinovic@rgf.bg.ac.rs;  
vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs; sasa.milanovic@rgf.bg.ac.rs; ljiljana.vasic@rgf.bg.ac.rs;

branslav.petrovic@rgf.bg.ac.rs; dusan.polomcic@rgf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Истраживачка станица Петница, Ваљево, golub@petnica.rs

**Апстракт:** Модел вишеструке линеарне регресије је најчешће примењивани модел за симулације, односно прогнозе одговарајућих случајно променљивих величина. Као најједноставнији модели примењују се ауторегресиони (АР) модели који симулирају истицање карстних врела на основу издашности врела регистрованих претходних дана. АР модели примењени су на примерима Великог врела за шестогодишње периоде осматрања, односно врела Бање и Гостиљског врела за десетогодишње периоде осматрања. Укључивањем више независних величина, коефицијенти корелације безначајно расту, те је препорука да се максимално 3 независне променљиве укључе у симулациони модел. Нешто виши коефицијенти корелације јављају се код узлазних него код гравитационих врела, а најнижи код интермитентних. Такође, кишне године су показале више коефицијенте корелације од сушних година. АР модели, стога, могу представљати користан алат при прелиминарној симулацији истицања карстних врела на основу претходних вредности издашности врела.

**Кључне речи:** карст, ауторегресиони модел, врело Бање, Велико Врело, Гостиљско врело

**Abstract:** The multiple linear regression model is the most commonly applied model for simulations, i.e. forecasts of randomly variables. As the simplest models, autoregression (AR) models are applied, which simulate the karst springs discharge based on the spring discharge rates registered the previous day. AR models were applied to the examples of the Veliko vrelo for six-year observation periods, and the Banja and Gostiljsko vrelo springs for ten-year observation periods. By including more independent variables, the correlation coefficients increase insignificantly, so it is recommended to include a maximum of 3 independent variables in the simulation model. Correlation coefficients are somewhat higher for ascending than for gravitational springs, and the lowest for intermittent ones. Also, rainy years showed higher correlation coefficients than dry years. AR models, therefore, can be a useful tool in the preliminary simulation of karst hot spring discharge based on previous spring yield values.

**Keywords:** karst, autoregresional model, karst spring Banja, karst spring Veliko vrelo, karst spring Gostiljsko vrelo

## 1. УВОД

Прве насеобине људске цивилизације су углавном биле подизане на обалама река. Током малих и средњих вода ова станишта људи нису била угрожена. Међутим, током великих вода, нарочито изливањем токова из својих корита, долазило је до делимичних или потпуних уништавања објеката за становање. Након сваке поплаве подизало се ново насеље, највероватније удаљеније од обале, али како увек постоји нека наредна поплава која је већа од претходне, уништавања насеобина су се свакако дешавала у одређеним временским

периодима. Од тада па до данас покушавало се да се предвиде поплаве, у почетку праћењем одређених природних појава које су, по неким тадашњим савременицима, биле предсказатељи изливања токова. Касније, у скоријој историји, почели су се користити различити хидролошки симулациони модели са циљем да излаз, односно срачунате вредности водостаја или протицаја река или истицања нпр. карстних врела прате њихове реалне вредности. Што боље праћење односно преклапање срачунатих и реалних вредности, то је симулациони модел бољи и може дати тачније прогнозне вредности које можемо очекивати у току наредних часова, сутрашњег дана или у току наредна два, три ..., односно месец и више дана. Свакако да је потребно успоставити мониторинг величине од интереса да би имали довољно дуг низ који ће послужити за валидацију примењених модела, а и за одабир оног који даје најбоље резултате.

У ову сврху најчешће примењивани су регресиони модели и то модел вишеструке регресије (линеарне и нелинеарне). Модел вишеструке линеарне регресије је најчешће примењивани модел за симулације, односно прогнозе одговарајућих случајно променљивих величина. Уколико постоји зависност једне појаве у функцији две или више независних појава, онда се говори о вишеструкој линеарној регресији. Успоставља се зависност између зависно променљиве  $Y$  и независних променљивих  $X_1, X_2, \dots, X_k$  на основу којих се добија симулација зависно променљиве или њено предвиђање везано за одговарајући временски период. Поменута зависност је дата регресионим моделом облика:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1,i} + \beta_2 \cdot x_{2,i} + \dots + \beta_n \cdot x_{n,i} + e_i$$

где су:  $Y_i$  - зависно променљива  $i$ -тог реда,  $x_i$  - независно променљива  $i$ -тог реда,  $\beta_i$  - непознати коефицијенти вишеструке регресије,  $e_i$  - случајна грешка.

Применом методе најмањих квадрата срачунавају се непознати коефицијенти вишеструке регресије а претходна једначина добија следећи облик:

$$\tilde{y} = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_n \cdot x_n$$

где су  $\tilde{y}$  - рачунска вредност зависно променљиве;  $a, b_1, b_2, \dots, b_n$  - срачунате нумеричке вредности коефицијената вишеструке регресије.

Као најједноставнији модел, за потребе симулације (прорачуна) истицања карстних врела често се примењују ауторегресиони (АР) модели где зависно променљива је  $Q_t$  - прогнозна вредност истицања у тренутку  $t$ , а независно променљиве  $Q_{t-1}, Q_{t-2}, \dots, Q_{t-k}$  су истицања регистрована током 1, 2, ...,  $k$  претходних дана. Односно, у конкретном случају горња једначина добија следећи облик [1]:

$$Q_t = a + b_1 \cdot Q_{t-1} + b_2 \cdot Q_{t-2} + \dots + b_k \cdot Q_{t-k}$$

где су  $a, b_1, b_2, \dots, b_k$  параметри модела.

У конкретном случају, за потребе приказа АР симулационог модела одабрана су три карстна врела, једно типично гравитационо врело – Велико врело које дренира јужне делове Бељанице, затим једно интермитентно врело - врело Бање код Петнице и Гостиљско врело које дренира део карстне издани источног обода Златибора.

## 2. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОДАБРАНИХ ВРЕЛА

**Карстни систем Великог врела** налази се у оквиру комплекса карбонатних стена мезозојске старости Бељаничког масива. Вода истиче у дну дугачког сипара између великих кречњачких блокова у врху кратке и плитке долинице. Велико врело је типично гравитационо врело које се јавља на надморској висини од 415 mnm. Међутим, током максималних издашности, зона истицања се помера на веће надморске висине, када кота истицања достиже вредност 445 mnm. На овом врелу систематска осматрања отпочела су 1995. године и трајала су без прекида до марта 2001. године када су велике воде однеле

водомерну летву, која након проласка поплавног таласа није враћена. На основу овог шестогодишњег периода може се закључити да је на нивоу године у просеку истицало  $0.584 \text{ m}^3/\text{s}$  воде, с тим да су се вредности кретале у интервалу од  $0.477 \text{ m}^3/\text{s}$  (2000) па до  $0.762 \text{ m}^3/\text{s}$  (1997). Апсолутно минимална дневна вредност истицања Великог врела забележена је у периоду од 5. до 7. септембра 1998. године у износ од свега  $57 \text{ l/s}$ , док је максимална вредност износила  $5.6 \text{ m}^3/\text{s}$  (28. јули 1997. године). Од изворишта ток тече у правцу југа, преко бигровитих наслага, да би се на око  $200 \text{ m}$  низводно од врела срушио низ бигрени водопад висок преко  $20 \text{ m}$ , по чему је ово врело и познато и представља често туристичку дестинацију [2, 3, 4 и 5].

**Карстни систем врела Бање** налази се на мање од  $500 \text{ m}$  од Истраживачке станице Петница и на око  $7 \text{ km}$  од Ваљева. Само врело извире из Петничке пећине, а јавља се на контакту масивних кречњака средњег тријаса и миоценских седимената изграђених од лапораца и битуминозних шкриљца. На сливу овог врела присутна су два површинска тока која након свог формирања веома брзо пониру (Златар губи воду у понору Пећурине док Буковик губи воду сукцесивно пратећи линијску појаву вртача) [6]. На врелу Бање мониторинг истицања успостављен је 1991. године и трајало је до краја 2000. године. У овом периоду апсолутни максимум је забележен 30. јула 1999. године у износу од  $1.690 \text{ m}^3/\text{s}$ , док је минимална издашност у износу од  $0 \text{ l/s}$  забележена више пута из разлога што је ово врело интермитентно. Средња вредност истицања врела за поменути осматрачки период износи  $173 \text{ l/s}$  [7].

**Карстни систем Гостиљског врела** припада сливу Гостиљског потока. До уливања Гостиљског врела (кота истицања врела је на  $830 \text{ mm}$ ), поток је повремен, а након тога формира се стални речни ток. Слив Гостиљског врела углавном је изграђен од кречњака тријаске старости. Режимска осматрања на овом врелу такође су отпочела 1995. године и трајала до 2006. године са једним тромесечним прекидом током 2004. године. На основу анализе података везаних за осматрачки период 1995-2006. године може се закључити да је средњи вишегодишњи протицај Гостиљског врела износио  $0.126 \text{ m}^3/\text{s}$ . Што се тиче апсолутних вредности, максимална дневна издашност забележена је више пута у износу од  $610 \text{ l/s}$ , док је апсолутно минимални протицај у износу од свега  $10 \text{ l/s}$  регистрован такође више пута током августа, септембра и октобра 2003. године [9].

### 3. ПРИКАЗ ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА СА ДИСКУСИЈОМ

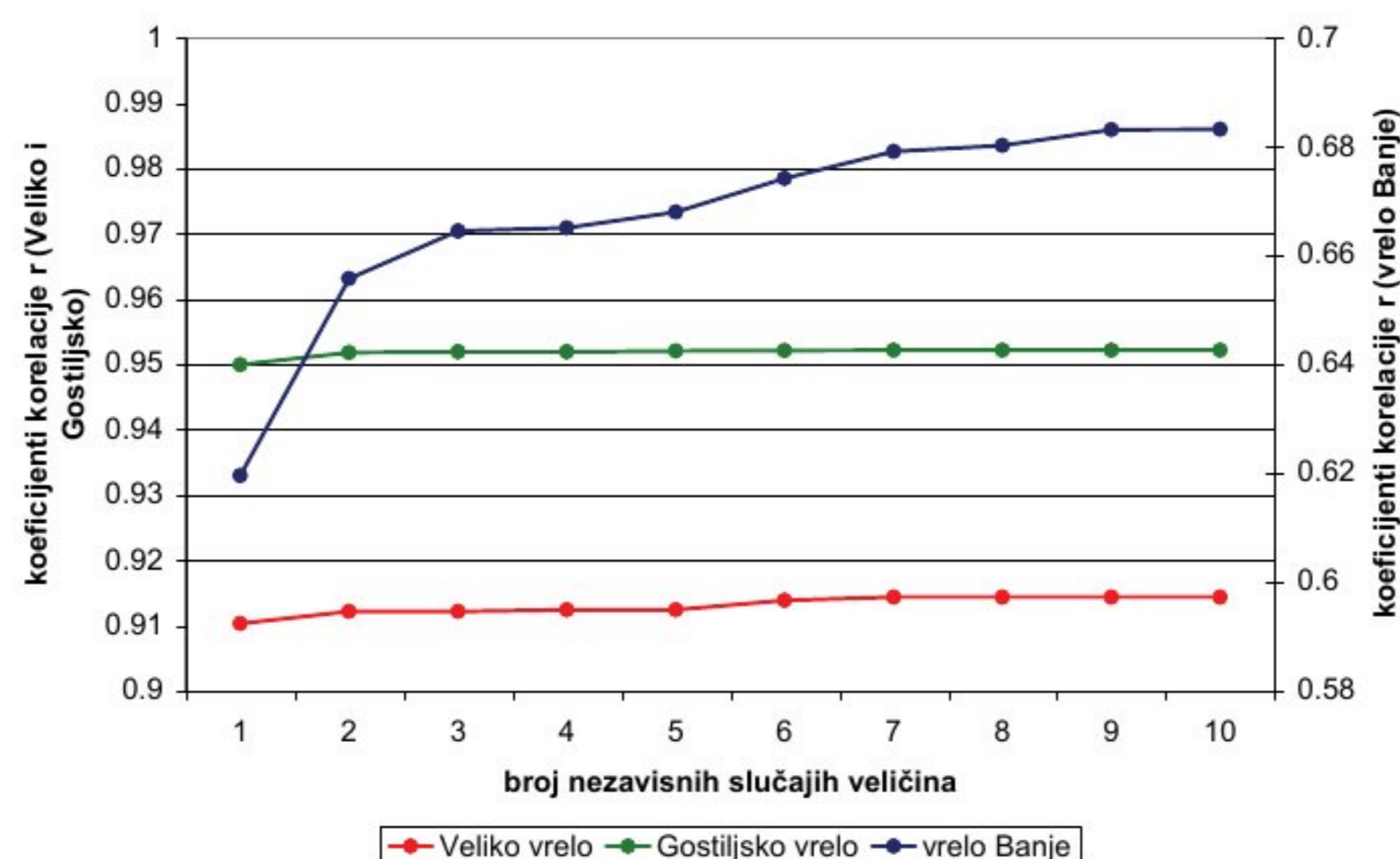
За потребе примене AP симулационог модела, на располагању су били десетогодишњи низови издашности врела Бање и Гостиљског врела, док код Великог врела осматрачки период је био нешто краћи, односно био је трајања 6 година. Примењен AP модел искоришћен је за случајеве када поред зависно променљиве величине (издашност  $Q_i$ ) имамо једну независно променљиву величину (издашности  $Q_{i-1}$ ), затим имамо две независно променљиве величине ( $Q_{i-1}$  и  $Q_{i-2}$ ) и тако редом до десет независно променљивих величина ( $Q_{i-1}, Q_{i-2}, \dots, Q_{i-10}$ ). На основу добијених једначина срачунате су вредности истицања разматраних врела. Вредности коефицијената корелације између срачунатих и осматрених вредности приказане су у табели 1 и на слици 1. Као генерални закључак може се констатовати да што има више независних променљивих величина у оквиру формиране једначине симулационог AP модела, коефицијенти корелације имају већу вредност. Овај пораст је скоро безначајан и углавном су разлике на трећој децимали (види табелу 1). Овде се поставља питање да ли је потребно користити сложене једначине са 10 независних променљивих или се може користити проста линеарна једначина само са једном независном променљивом величином. У прилог овоме говори и слика 2 на којој су приказани хидрограми осматрених и срачунатих одговарајућим AP симулационим моделом са 1 и 10

независних променљивих величина и то на примеру Гостиљског врела. Изузетак су коефицијенти корелације AP модела са једном и са две независно променљиве величине.

Такође, као закључак може се рећи да код узлазних врела где немамо велике амплитуде колебања истицања врела, коефицијенти корелације између осмотрених и срачунатих истицања имају највеће вредности, док код гравитационих дају нешто ниже вредности. Најниже вредности коефицијента корелације добили смо код симулације истицања врела Бање. Разлог је што је ово врело интермитентно, тако да је присутан велики број осмотрених вредности истицања у износу од 0 l/s. Из овог разлога вредности истицања добијене AP моделом у већој мери одступају од осмотрених вредности (слика 3).

**Табела 1:** Коефицијенти корелације између осмотрених и уз помоћ AP модела срачунатих вредности истицања за разматрана карстна врела и за различити број независно променљивих величина

карстно врело/ број независно променљивих величина	врело Бање	Велико врело	Гостиљско врело
1	0.619598	0.910293	0.949927
2	0.655765	0.912155	0.951793
3	0.66451	0.912192	0.951922
4	0.665078	0.912441	0.951922
5	0.668012	0.912447	0.952073
6	0.674194	0.913905	0.952106
7	0.679113	0.914346	0.952157
8	0.680218	0.914346	0.952167
9	0.683117	0.914347	0.952167
10	0.683174	0.914388	0.952171

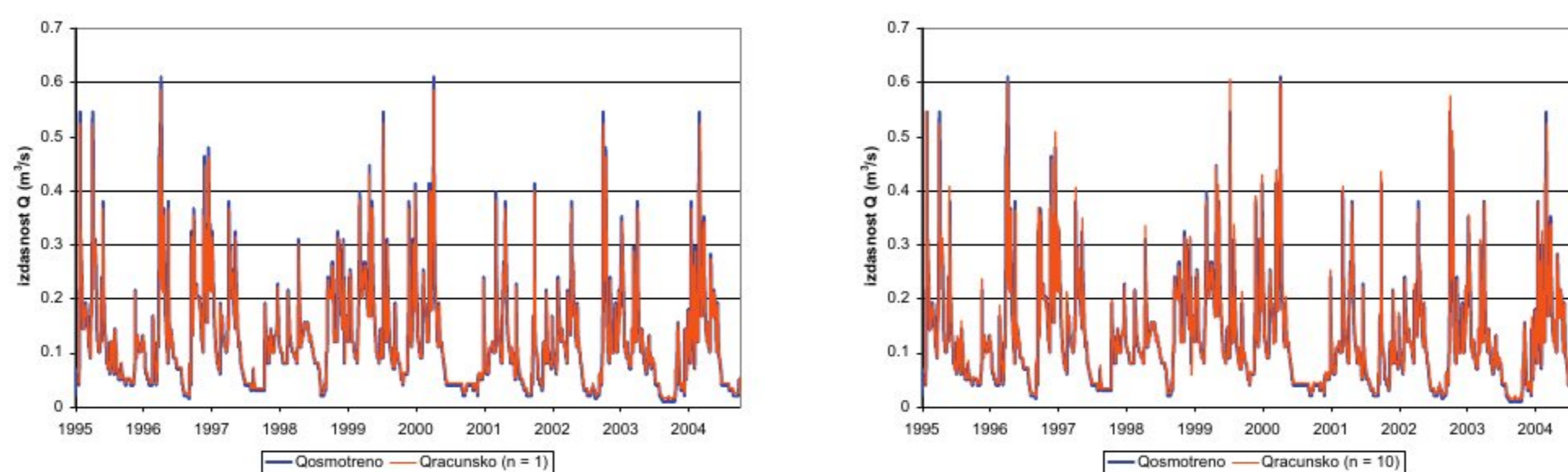


**Слика 1:** Зависност коефицијента корелације између осмотрених и уз помоћ AP модела срачунатих вредности истицања за разматрана карстна врела и за различити број независно променљивих величина

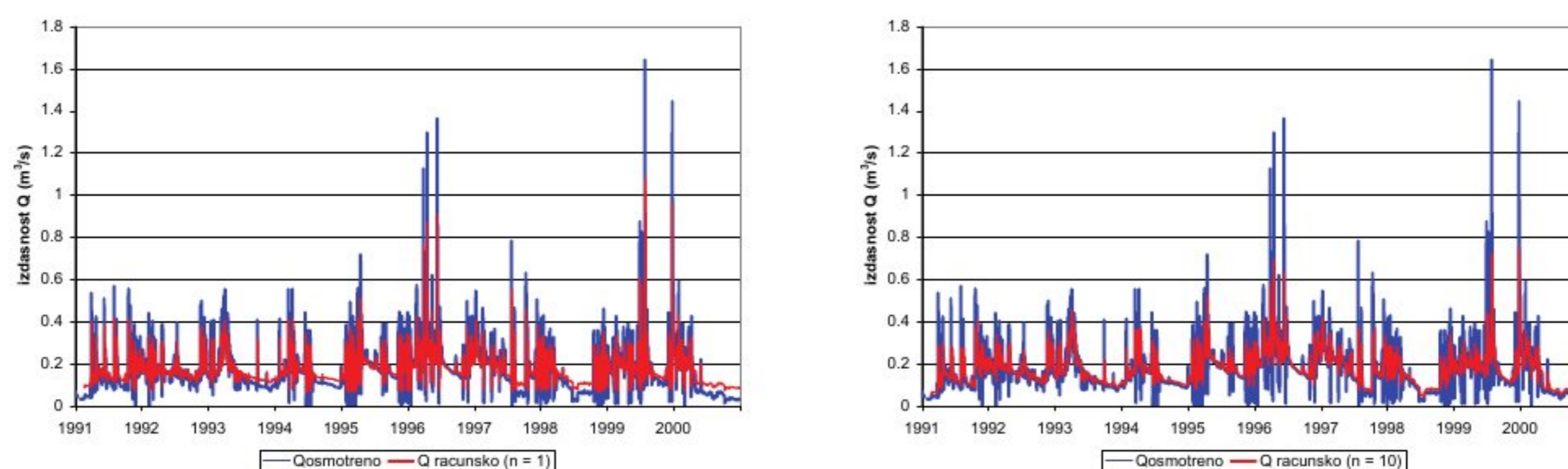
Како је чест случај да поседујемо само годину дана осматрања издашности неког врела чији мониторинг је био успостављен за потребе израде неког елабората, студије или пројекта, у даљем тексту ће се дати кратак осврт на резултате који су добијени применом AP модела за симулацију истицања Великог врела за временски интервал у износу од годину дана. У ову сврху узете су репрезентативне године и то 2000. година као сушна и 1997. година као влажна. У табели 2 дате су вредности коефицијента корелације добијених на



основу срачунатих и осмотрених истицања коришћењем АР модела за случајеве када имамо од 1 до 10 независних променљивих величина. Добијени резултати указују на то да коефицијенти корелација за сушне године имају више вредности док за кишне године имају ниже вредности у односу на добијене коришћењем укупног доступног осматрачког низа.



**Слика 2:** Упоредни дијаграми срачунатих и осмотрених вредности истицања карстног Гостиљског врела за случај примењеног АР модела са једном (слика лево) и са 10 независних случајних величина (десно)



**Слика 3:** Упоредни дијаграми срачунатих и осмотрених вредности истицања карстног врела Бања за случај примењеног АР модела са једном (слика лево) и са 10 независних случајних величина (десно)

**Табела 2:** Коефицијенти корелације између осмотрених и уз помоћ АР модела срачунатих вредности истицања за разматрана карстна врела и за различити број независно променљивих величина

карстно врело/ број независно променљивих величина	Велико врело влажна година 1997.	Велико врело укупни период	Велико врело сушна година 2000.
1	0.826401	0.910293	0.958037
2	0.82643	0.912155	0.961426
3	0.826705	0.912192	0.961613
4	0.827884	0.912441	0.961691
5	0.827885	0.912447	0.962646
6	0.838279	0.913905	0.962851
7	0.839232	0.914346	0.963079
8	0.839232	0.914346	0.963079
9	0.839803	0.914347	0.964595
10	0.840242	0.914388	0.964596

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Чест случај је да иако имамо успостављен мониторинг истицања карстних врела, немамо успостављен плувиографски режим карстних масива које ова врела дренирају. У овим

случајевима није могуће дефинисати било који модел који има у себи успостављање везе падавина – истицање, или модел који се базира на трансформацији падавина у отицај (истицање). У овим случајевима, могуће је користити једино ауторегресионе моделе који представљају и најједноставније регресионе моделе са једном или више независних случајних величина. Сврха АР модела је да покаже на који начин и у којој мери утичу јучерашњи отицаји у формирању данашњег отицаја, или јучерашњи и прекјучерашњи отицаји на данашњи, односно јучерашњи, прекјучерашњи, ... и они који су измерени пре 10 дана на данашњи отицај. Добијени АР модели срачунати за истицања врела Бање, Великог и Гостиљског врела и то за случајеве када имамо 1, 2, 3, ... 10 независних случајних величина указују на то да срачунате вредности добро прате осмотрене. Са порастом броја независних величина коефицијенти корелације расту али безначајно тако да је препорука да се користе регресиони модели са једном, две или максимално 3 независне случајне величине. Такође, приказане анализе су указале да боља корелисаност срачунатих и осмотрених истицања се добија код узлазних врела у односу на гравитациона. Уколико примењујемо АР модел за случај да имамо осматрачки низ од једне године, треба имати у виду да коефицијенти корелација, односно боља преклапања осмотрених и срачунатих вредности се добијају за случајеве када су у питању сушне године у односу на влажне године.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] 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.
- [2] Milanović S., 2010: Formiranje fizičkog modela karstne izdani na primeru Beljanice – Istočna Srbija, Doktorska disertacija, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd
- [3] Ristić Vakanjac V., Stevanović Z., Polomčić D., Blagojević B., Čokorilo M., Bajić D. (2013): Određivanje dinamičke zapremine i bilans karstnih izdanskih voda Velikog vrela (Južna Beljanica), Časopis Vodoprivreda (Ed. Branislav Đorđević), br. 261-263, str. 97-110, Publisher: Srpsko Društvo za navodnjavanje i odvodnjavanje
- [4] Milanović S., Vasić Lj. 2014: Izveštaj monitoringa Velikog vrela u Spomeniku prirode „Lisine“, Departman za hidrogeologiju, RGF, Beograd
- [5] Ristić Vakanjac, V., Čokorilo Ilić, M. Milanović, M., Jovanov, K., Vasić, Lj., 2016: Autocorrelation analyses of karst spring discharges regimes, III Congress of geologist of Republic Macedonia with international participant, (ed Sonja Lepitkova and Blažo Boev), Macedonia, Struga, pp. 85-92
- [6] Golubović R., Ristić Vakanjac V., Papić P., (2014). *Uticao padavina na hidrohemijski režim vrela Banje kod Petnice*, Zbornik Srpskog geološkog društva (Ed. Zoran Stevanović), str. 145-158, SGD
- [7] Ristić Vakanjac, V., Papić, P., Golubović, R., Vakanjac, B., Čokorilo Ilić, M., Jokić, M., 2015: Karst groundwater budget and discharge regime of Banja Spring near Petnica, Journal of Geographical Institute "Jovan Cvijic", SANU, Vol. 65/1, pp 19-32, ISSN 0350-7599, DOI:10.2298/IJGI1501019R,
- [8] Ristić Vakanjac V., Čokorilo Ilić M., Polomčić D., Bajić D., Vojvodić N., (2016), Analiza režima i bilans Gostiljskog vrela, XV Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, pp. 441-446, Kopaonik, Srbija

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