

# The fuzzy VIKOR approach: evaluation of criteria and selection of the best groundwater management alternative

Milica Stepanović, Dragoljub Bajić, Dušan Polomčić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

The fuzzy VIKOR approach: evaluation of criteria and selection of the best groundwater management alternative | Milica Stepanović, Dragoljub Bajić, Dušan Polomčić | Proceedings of the XVIII Serbian Geological Congress, Divčibare, Serbia, 01-04 June 2022 | 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007196>

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)

**Srpsko geološko društvo**

**Zbornik apstrakata  
XVIII Kongres geologa Srbije**



**18 КОНГРЕС  
ГЕОЛОГА СРБИЈЕ**

**Book of abstracts  
of the XVIII Serbian Geological Congress**

**GEOLOGIJA REŠAVA PROBLEME  
GEOLOGY SOLVES THE PROBLEMS**

**Divčibare, 01-04. jun 2022.**

# **XVIII Kongres geologa Srbije: Zbornik apstrakata**

(Nacionalni kongres sa međunarodnim učešćem)

# **XVIII Serbian Geological Congress: Book of abstracts**

(National Congress with International Participation)

**Divčibare, 01-04.06.2022.**

## **Organizator / Organised by**

Srpsko geološko društvo / Serbian Geological Society

## **Suorganizator / Co-organised by**

Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet /  
University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology

## **Za izdavača / For the Publisher**

Vladimir Simić

Predsednik Srpskog geološkog društva / President of the Serbian Geological Society

## **Glavni urednik / Editor-in-chief**

Bojan Kostić

## **Uređivački odbor / Editorial Board**

Danica Srećković-Batočanin, Nevenka Đerić, Dragoljub Bajić

## **Tehnička priprema / Technical Preparation**

Bojan Kostić, Zoran Miladinović, Ana Zeković, Marija Petrović

## **Izdavač / Publisher**

Srpsko geološko društvo / Serbian Geological Society

Kamenička 6, P.Box 227, 11001, Belgrade, Serbia

<http://www.sgd.rs>; e-mail: [office@sgd.rs](mailto:office@sgd.rs)

**ISBN-978-86-86053-23-7**

**Napomena:** *Autori su odgovorni za sadržaj i kvalitet svojih saopštenja*

**Note:** *The authors are responsible for the content and quality of their contributions*

## **Organizacioni odbor / Organizing Committee**

Vladimir Simić (predsednik), Danica Srećković-Batoćanin (potpredsednik), Dragoljub Bajić (sekretar), Zoran Miladinović (sekretar), Nevenka Đerić, Nenad Marić, Predrag Cvijić, Danijela Božić, Sonja Đokanović, Bojan Kostić, Nikoleta Aleksić, Stefan Petrović, Nemanja Krstekanić, Maja Maleš, Marija Vuletić, Natalija Batoćanin

## **Naučni odbor / Scientific Committee**

Vladimir Simić, Danica Srećković Batoćanin, Nevenka Đerić, Dragana Životić, Rade Jelenković, Aleksandar Kostić, Uroš Đurić, Miloš Marjanović, Alena Zdravković, Suzana Erić, Meri Ganić, Uroš Stojadinović, Katarina Bogičević, Dejan Prelević, Jana Štrbački, Vesna Ristić-Vakanjac, Dušan Polomčić, Vesna Cvetkov, Nevena Andrić-Tomašević, Spomenko Mihajlović, Aleksandra Maran-Stevanović, Darko Spahić, Slobodan Radusinović, Lidija Galović, Kristina Šarić, Vesna Matović

## **Volonteri studenti / Students volunteers**

Marija Petrović, Filip Arnaut

## **Sponzori / Sponsors**

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja  
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet  
"Jelen Do" Lime & Aggregates - Carmeuse Group  
Rudarski institut d.o.o. Beograd  
IBIS-INŽENJERING d.o.o. Banja Luka  
Geoing Group  
GeoProspect d.o.o.  
VODAVODA  
Knjaz Miloš  
Kompanija Simex

## PLENARNA PREDAVANJA / PLENARY LECTURES

**Zoran Stevanović**, Podzemne vode – ključni resurs budućnosti i najbolji indikator stanja životne sredine.

**Zoran Stevanović**, Groundwater – Key Resource for the Future and Best Indicator of Environmental Status

**Oleg Mandić**, Stratigrafija i paleogeografija neogena južnog Panonskog bazena.

**Oleg Mandić**, Neogene stratigraphy and paleogeography of the southern Pannonian basin.

**Ivan Dulić**, M. Dunčić, G. Bogićević, V. Gajić, S. Teslić, P. Cvijić, J. Sovilj, S. Marjanović, R. Ahmetzjanov, Regionalni naftno-geološki projekti na prostoru Panonskog basena, Dinarida i Karpatobalkanida.

**Ivan Dulić**, M. Dunčić, G. Bogićević, V. Gajić, S. Teslić, P. Cvijić, J. Sovilj, S. Marjanović, R. Ahmetzjanov, Regional oil and geological projects in the Pannonian Basin, Dinarides and Carpathian Balkan.

## PREDAVANJA PO POZIVU / INVITED LECTURES

**Nevena Andrić-Tomašević**, Dinamika litosfere duž severoistočnog oboda Adrije zabeležena u sedimentnim basenima i magmatskim produktima

**Nevena Andrić-Tomašević**, Quantifying lithospheric dynamics along the north-eastern margin of Adria using magmatic and sedimentary signals

**Dragoljub Bajić**, Rešavanje problema odvodnjavanja primenom „fuzzy MCDM“ metoda pri inženjersko-geološkim istraživanjima

**Dragoljub Bajić**, Solving dewatering problems using fuzzy MCDM Methods for Engineering-geological Surveys

**Katarina Bradić Milinović**, Otoliti *in situ* sa teritorije Srbije (stratigrafski, paleoekološki i paleogeografski značaj)

**Katarina Bradić Milinović**, Otoliths *in situ* from Serbia (stratigraphic, paleoecological and paleogeographical significance)

**Miloš Velojić**, Geologija hidrotermalnog Cu-Au sistema Čukaru Peki

**Miloš Velojić**, Geology of the Čukaru Peki hydrothermal *Cu-Au* system

**Violeta Gajić**, Sedimentologija gornje krede jednog dela Unutrašnjih Dinarida (zapadna Srbija)

**Violeta Gajić**, Sedimentology of the Upper Cretaceous within a part of the Internal Dinarides (West Serbia)

**Dragana Đurić**, Primena SAR interferometrije za određivanje koseizmičkih deformacija: trendovi i dostignuća

**Dragana Đurić**, SAR interferometry for coseismic displacement determination: trends and achievements

**Miloš Marjanović**, Analiza odrona u stenskim kosinama: savremeni pristupi

**Miloš Marjanović**, Rockfalls analysis in rock slopes: state-of-the-art approaches

**Aleksandar Pačevski**, Nov pristup proučavanju tekstura minerala značajnih za istraživanje rudnih ležišta

**Aleksandar Pačevski**, New approaches to the study of mineral textures significant for ore deposits exploration

**Dejan Radivojević**, Evolucija jugoistočnog dela Panonskog basena i njene implikacije

**Dejan Radivojević**, Evolution of Southeastern part of the Pannonian Basin and its implications

**Ranka Stanković**, Harmonizacija geodata korišćenjem povezanih otvorenih podataka

**Ranka Stanković**, Harmonization of Geodata Using Linked Open Data

## **FUZZY VIKOR PRISTUP: OCENJIVANJE KRITERIJUMA I IZBOR OPTIMALNE ALTERNATIVE ZA UPRAVLJANJE PODZEMNIM VODAMA**

**Milica Stepanović, Dragoljub Bajić, Dušan Polomčić**  
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Srbija  
E-mail: milica.stepanovic@rgf.rs

**Ključne reči: modeli višekriterijumske optimizacije, fuzzy matrica, kompromisno rešenje, fuzzy logika, jezička varijabla**

Modeli višekriterijumske optimizacije (VKO) se neretko koriste za rešavanje problema u hidrogeološkoj praksi, i to onda kada se pred ekspertima nađe veliki broj mogućih, ponuđenih rešenja. Svaka od metoda (poput npr. TOPSIS, AHP, ANP, FAHP, VIKOR, FUZZY VIKOR i njihove međusobne kombinacije) može se, u određenom smislu prilagoditi, odnosno modifikovati u skladu sa samim izazovom koji treba da obradi. Konkretno, metoda VIKOR podrazumeva kreiranje kompromisne rang liste, iz koje kasnije proizilazi odgovarajuće kompromisno rešenje, na osnovu intervala stabilnosti težine kriterijuma za svaku ponuđenu alternativu. Zapravo, isto predstavlja sporazum između onoga što se želi postići i onoga što nas pri tome ograničava. Modifikovana i unapređena FUZZY VIKOR metoda, može se koristiti za donošenje odluka u situacijama kada se pred nama nađu kontradiktorni i naizgled neuporedivi kriterijumi za vrednovanje alternativa. Kako bi se mogli rešiti ovakvi zahtevi, često ispunjeni neizvesnostima i nejasnoćama, neophodno je kreirati odgovarajući FUZZY VIKOR model. Da bi se kreirao takav model, neophodno je proći kroz nekoliko koraka. Prvi korak podrazumeva definisanje ulaznih podataka (formiranje fazi matrice) i prilagođavanje interfejsa za fuzzy proces. To dalje znači, da se najpre svakom kriterijumu dodeljuje određena težinska vrednost. Ova vrednost određuje položaj, odnosno značaj određenog kriterijuma u odnosu na drugi. Drugi korak se odnosi na definisanje odgovarajućih osnovnih pravila koja će se koristiti za izradu modela, gde se pre svega misli na korišćenje tzv. jezičkih varijabli. Naime, za razliku od klasičnog VIKOR pristupa, gde je težina kriterijuma za odgovarajuću alternativu određena bročanom vrednošću, uvođenje fuzzy logike omogućilo je i uvođenje jezičkih varijabli za opis određene pojave ili procesa. Tako npr., može se reći da ukoliko kriterijum pod nazivom „kvalitet podzemnih voda“ ima težinsku vrednost u rasponu između 0 i 1, isti se može okarakterisati kao „slab“ ili „nezadovoljavajući“ i slično. Poslednji korak razmatra mehanizam na osnovu kojeg se dolazi do zaključka, odnosno izbora optimalnog rešenja. Da bi se do toga došlo, neophodno je odrediti „najbolju“ i „najgoru“ vrednost za svaku kriterijumsku funkciju iz posmatranog skupa. U kontekstu prethodno pomenutog kriterijuma („kvalitet podzemnih voda“), navedeno bi značilo definisanje onih vrednosti koje označavaju „dobar“, i onih koje označavaju „loš“ kvalitet podzemnih voda. Na taj način se formira redosled rangiranja i predlaže odgovarajuće kompromisno rešenje.

Ovaj rad finansiran je po „Ugovoru o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2022. godini“, br. 451-03-68/2022-14/ 200126.

## **THE FUZZY VIKOR APPROACH: EVALUATION OF CRITERIA AND SELECTION OF THE BEST GROUNDWATER MANAGEMENT ALTERNATIVE**

**Milica Stepanović, Dragoljub Bajić, Dušan Polomčić**  
University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Serbia  
E-mail: milica.stepanovic@rgf.rs

**Key words: multicriteria optimization models, fuzzy matrix, compromise solution, fuzzy logic, language variable**

Multicriteria optimization models are used relatively often to solve problems in hydrogeological practice, particularly in cases where there is a large number of possible/proposed solutions. Each of these methods (like TOPSIS, AHP, ANP, FAHP, VIKOR, FUZZY VIKOR and their combinations) can be adapted or modified in some way to suit the challenge at hand. Specifically, the multi-criteria optimization and compromise solution method (Serbian abbr. VIKOR) involves tradeoff ranking, which leads to a compromise solution based on the stability interval of criteria weights for each offered alternative. In effect, it represents an agreement between the desired result and relevant constraints. The modified and upgraded FUZZY VIKOR method can be used for decision making in situations where there are conflicting and seemingly incomparable criteria for the evaluation of alternatives. In order to address such requirements, often full of uncertainties and ambiguities, a FUZZY VIKOR model needs to be generated. This requires several steps. The first step is to define input data (create a fuzzy matrix) and adapt the interface to the fuzzy process. This means that each criterion is first assigned a certain weight. The weight determines the position or importance of one criterion against another. The second step is to define basic rules that will be followed in modeling, basically language variables. Namely, contrary to the conventional VIKOR approach, where the weight of a criterion for a given alternative is a numerical value, the introduction of fuzzy logic makes it possible to use language variables to describe phenomena or processes. For example, if the weight of a criterion named "groundwater quality" is between 0 and 1, it can be described as "poor" or "unsatisfactory". And so on. The final step considers a mechanism used to arrive at a conclusion, or select the optimal solution. In order to do so, the "best" and "worst" values need to be determined for each criterion function from the considered set. In the groundwater quality context, this would mean defining values that reflect "good" and "poor" groundwater quality. This leads to ranking and the proposed compromise solution.

This paper has been financed by the „Contract on realisation and financing of scientific research of SRI in 2022“, Nr. 451-03-68/2022-14/ 200126