

Solving dewatering problems using fuzzy MCDM methods for engineering-geological surveys

Dragoljub Baić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Solving dewatering problems using fuzzy MCDM methods for engineering-geological surveys | Dragoljub Baić |
Proceedings of the XVIII Serbian Geological Congress, Divčibare, Serbia, 01-04 June 2022 | 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007192>

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

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

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
Georing 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

REŠAVANJE PROBLEMA ODVODNJAVANJA PRIMENOM „FUZZY-MCDM“ METODA PRI INŽENJERSKO-GEOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA

Dragoljub Bajić

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Srbija

E-mail autora: dragoljub.bajic@rgf.bg.ac.rs

Ključne reči: planovi upravljanja podzemnim vodama, prognozne numeričke simulacije, znanje eksperta, holistički sistem, fuzzy optimizacija

Zaštita od podzemnih voda i plan odvodnjavanja je neophodan kod svih terena čiji se radovi vrše ispod kote nivoa podzemnih voda. Problematika odvodnjavanja prilikom upravljanja podzemnim vodama ima poseban značaj kod hidrotehničkih objekata, priobalja, meliorativnih područja, naselja i rudnika. Strategija rešavanja problema odvodnjavanja predstavlja značajan segment u menadžmentu podzemnih voda, bez kojih bi funkcionalnost ovih objekata bila dovedena u pitanje. Da bi se vršilo obaranje nivoa podzemnih voda i kako bi se stekli povoljni uslovi za rad, potreban je plan odvodnjavanja, odnosno optimalan drenažni sistem. Drenažni sistem čine njegovi elementi - hidrogeološki, hidrotehnički ili rudarski objekti. Njima se vrši obaranje nivoa podzemnih voda ispod radne etaže ili se vrši sprečavanje kretanja podzemnih voda. S jedne strane, planovi odvodnjavanja predviđaju izbor šeme rasporeda drenažnih objekata u planu i profilu. S druge strane, podrazumevaju i vremenski redosled izvođenja drenažnih objekata u sadejstvu sa dinamikom inženjerskih radova koji se vrše na nekom području. Parcijalni pristup rešavanja ove problematike najčešće ne dovodi do efikasnog, odnosno, do optimalnog rešenja i izbora jedne od više kreiranih planova odvodnjavanja. Integracijom različitih faktora koji podrazumevaju tehničke karakteristike sistema kojim se vrši odvodnjavanje, uticaje na životnu sredinu i ekonomske kriterijume, moguće je sveobuhvatnije sagledati predmetnu problematiku. Rešavanje problema odvodnjavanja primenom „Fuzzy-MCDM“ metoda predstavlja interdisciplinarni pristup koji dovodi do kreiranja algoritma za izbor efikasnog i optimalnog projektovanog alternativnog rešenja kod plana upravljanja odvodnjavanjem. Pri inženjersko-geološkim istraživanjima, eksperti se suočavaju sa problemima koji nastaju prilikom njegove identifikacije u geološkom i hidrogeološkom smislu. Uspešno kreiranje planova odvodnjavanja zahteva posedovanje znanja iz različitih disciplina koje se odnose na oblast geologije, pre svega hidrogeologije, a potom i dinamike podzemnih voda, hidrologije, mehanike stena, izrade bunara i ostalih drenažnih objekata, zatim hidrotehnike, kao i iz oblasti rudarstva. Projektovanje planova odvodnjavanja se vrši u tri faze. U prvoj fazi, primenuju se numeričke (hidrodinamičke) prognozne simulacije kojima se kreiraju planovi odvodnjavanja. U drugoj fazi, vrši se analiza i diskusija kriterijuma koji utiču na odluku prilikom izbora optimalnog plana odvodnjavanja. Krajnja faza algoritma podrazumeva višekriterijumsko odlučivanje, odnosno vrši se izvođenje matematičkih optimizacionih proračuna i donošenje konačne odluke o izboru održivog plana upravljanja odvodnjavanjem. U tom smislu, znanje eksperta igra ključnu ulogu kod kreiranja Fuzzy-MCDA modela, odnosno ocenjivanja i poređenja parova elemenata matrica alternativa, kriterijuma i podkriterijuma, gde se razmatraju inženjersko-geološki parametri. Celokupan proces izvođenja operacija prema algoritmu za kreiranje planova odvodnjavanja čini holistički sistem.

SOLVING DEWATERING PROBLEMS USING FUZZY MCDM METHODS FOR ENGINEERING-GEOLOGICAL SURVEYS

Dragoljub Bajić

University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Serbia

E-mail: dragoljub.bajic@rgf.bg.ac.rs

Key words: groundwater management plans, predictive numerical simulations, expert judgment, holistic system, fuzzy optimization.

Protection against groundwater and dewatering plans are required wherever mining operations are undertaken below groundwater levels. Dewatering as part of groundwater management is especially important in cases that involve hydraulic structures, coastal and riparian areas, land improvement activities, human settlements, and mines. A dewatering strategy is an important segment of groundwater management, without which the functionality of facilities might be threatened. A dewatering plan/optimal drainage system is needed to lower groundwater levels and thus create a favorable working environment. A drainage system is composed of various elements - hydrogeologic, hydraulic or mining structures. They are used to lower groundwater levels to below the working bench or prevent groundwater inflow. On one hand, dewatering plans require the selection of a configuration of drainage structures in planform and elevation. On the other hand, they need scheduling of installation of drainage structures in synergy with the progress of engineering activities in a given area. In most cases, partial addressing of the problem does not lead to an efficient or optimal solution and selection of one of several generated dewatering plans. However, it is possible to gain comprehensive insight by integrating different factors that reflect the characteristics of the dewatering system, environmental impacts and economic criteria. Solving dewatering problems by the Fuzzy-MCDM method is an interdisciplinary approach aimed at creating an algorithm for the selection of an efficient and optimal designed alternative solution for the dewatering management plan. In engineering-geological surveying, experts are faced with issues associated with identification in geological and hydrogeological terms. Effective planning of dewatering requires knowledge from various disciplines related to geology, particularly hydrogeology, as well as groundwater dynamics, hydrology, rock mechanics, installation of wells and other drainage structures, hydraulic engineering, and mining. The design of dewatering plans comprises three stages. The first stage involves numerical (hydrodynamic) predictive simulations to create alternative dewatering plans. The criteria that affect decision-making associated with the selection of the optimal dewatering plan are analyzed and discussed in the second stage. The final stage of the algorithm includes multicriteria decision making or, in other words, mathematical optimization calculations and the selection of a sustainable dewatering management plan. In this regard, expert judgment plays a key role in the creation of the Fuzzy-MCDA model - evaluation and pairwise comparison of elements of the matrices of alternatives, criteria and subcriteria, where engineering-geology parameters are considered. The entire process of algorithm operations for the creation of dewatering plans represents a holistic system.