

Advantages of python programming language in hydrological model development

Milan Tucaković, Dragoljub Bajić, Vesna Ristić Vakanjac, Dušan Polomčić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Advantages of python programming language in hydrological model development | Milan Tucaković, Dragoljub Bajić, Vesna Ristić Vakanjac, 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/0007200>

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-Batočanin (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 Batočanin

Naučni odbor / Scientific Committee

Vladimir Simić, Danica Srećković Batočanin, 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

PREDNOSTI PRIMENE PROGRAMSKOG JEZIKA „PYTHON” U RAZVOJU HIDROLOŠKIH MODELA

Milan Tucaković, Dragoljub Bajić, Vesna Ristić Vakanjac, Dušan Polomčić

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

E-mail: milatucakovic96@gmail.com

Ključne reči: slivno područje, procena rizika od poplava, Python programski paketi

Hidrološki modeli predstavljaju osnovu za racionalno upravljanje površinskim vodama na određenom slivnom području. Koriste se za procenu bilansa površinskih voda, procenu rizika od poplava, određivanje slivnog područja, itd. Hidrološki modeli su stohastičkog karaktera i kao takvi mogu da simuliraju i prognoziraju određene parametre, pri čemu se ne analiziraju uslovi u hidrološkoj sredini. U suštini ovo znači da su kod hidroloških modela definisani funkcionalni odnosi između ulaznih i izlaznih parametara, što se u „Python” programskom jeziku može rešiti korišćenjem različitih funkcija. Programski jezik „Python” je otvorenog pristupa (open source), i besplatan je, zbog čega je privukao veliki broj korisnika. Za ovaj programski jezik razvijen je veliki broj standardnih modula koji omogućavaju efikasan rad u mnogim oblastima. U hidrologiji najčešće se koriste razni „Python” paketi koji su vezani za matematiku, statistiku itd. Generalno, do sada je razvijen veliki broj modela koji se koriste u hidrologiji. Neki od hidroloških modela su: „PyStream”/ „STREAM-FHA”, koji predstavlja „Python” implementaciju „STREAM” hidrološkog modela „padavine-oticanje”, koji se može koristiti za procenu rizika od poplava; „Xantos”, predstavlja hidrološki model napisan u „Python” programskom jeziku, dizajniran da kvantifikuje i analizira globalnu dostupnost vode; „EXP-HYDRO”, predstavlja hidrološki model sliva, koji simulira proticaj na dnevnom nivou, ulazni podaci su dnevne vrednosti padavina, temperature vazduha i potencijalne evapotranspiracije; i „CATCHMOD” široko korišćen model za simulaciju oticanja padavina. Prednosti primene „Python” programskog jezika u izradi hidroloških modela su mnogobrojne. S obzirom na to da je „open source”, gore pomenuti modeli (paketi) su besplatni i dostupni širokom spektru korisnika. Takođe, u zavisnosti od istražnog područja, ukoliko je korisnik ovih modela upoznat sa ovim programskim jezikom, moguće je na jednostavan način izvršiti korekcije i dopune postojećih modela po potrebi. Još jedna od prednosti je dostupnost ulaznih podataka. Primera radi, „STREAM-FHA” model, koji se koristi za procenu rizika od poplava, kao ulazne podatke koristi: padavine, temperaturu, digitalni elevacioni model (DEM), zemljišni pokrivač i molekularnu vlažnost tla (waterholding capacity), od kojih je većina javno dostupna, u zavisnosti od istražnog područja. „Python” je kompatibilan sa „ArcGis” i „QGIS” programima, te se na jednostavan način mogu vizualizovati i prikazati izlazni rezultati modela. Takođe, u većini hidroloških modela izrađenih u „Python” programskom jeziku, koriste se podloge koje predhodno mogu biti obrađene u „GIS” softveru – različiti vektorski fajlovi. „Python” se takođe može koristiti za optimizaciju raznih procesa, sortiranje podataka u ulaznim fajlovima i obradu ulaznih fajlova, što značajno može olakšati posao i uštedeti dragoceno vreme.

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

ADVANTAGES OF PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE IN HYDROLOGICAL MODEL DEVELOPMENT

Milan Tucaković, Dragoljub Bajić, Vesna Ristić Vakanjac, Dušan Polomčić
University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Serbia
E-mail: milatucakovic96@gmail.com

Key words: river basin, flood risk assessment, Python software

Hydrological modeling is a basis of efficient surface water management in a river basin. It serves to assess the surface water balance and flood risk, delineate catchment areas, and the like. Hydrological models are of a stochastic nature and, as such, they can be used to simulate and predict various parameters, whereby the conditions prevailing in the hydrological environment are not analyzed. In essence, this means that functional relationships between input and output parameters are defined. Different functions can be used in the Python programming language to address this. Python is open-source and free-of-charge, so it has attracted many users. Numerous standard modules have been developed for this programming language, which facilitate work in many areas. In hydrology, the most commonly used Python software packages are related to mathematics, statistics, and the like. In general, many models used in hydrology have been developed to date, including PyStream/STREAM-FHA, which is a Python implementation of the rainfall-runoff hydrological model "STREAM" that can be used to assess flood risks; then Xantos is a hydrological model developed in Python and designed to quantify and analyze global water availability; EXP-HYDRO is a hydrological model of a river basin, which simulates daily discharges (in general, input data include daily precipitation, air temperature and potential evapotranspiration); and CATCHMOD is widely used to simulate rainfall-runoff. The Python language offers numerous advantages to hydrological modeling. Given that it is open source, the above models (software packages) are free of charge and readily available to a broad range of users. In addition, depending on the field of study, if the user is familiar with the language, existing models can easily be adjusted and added to, as needed. Availability of input data is another advantage. For example, STREAM-FHA is applied to assess flood risks and it uses input data like precipitation, temperature, digital elevation model, land cover and water-holding capacity, of which most are available to the public, depending on the study area. Python is compatible with ArcGIS and QGIS software, so output data can be easily visualized and displayed. Moreover, input data previously processed by GIS software (vector files) are compatible with most hydrological models developed in Python. Python can also be used to optimize various procedures and sort and process input file data, which facilitates work and saves valuable time.

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