

Prilog poznavanju režima isticanja vrela Gornji Dušnik, (Suva planina)

Aleksandar Tanasković, Vesna Ristić Vakanjac, Veljko Marinović, Saša Milanović, Dušan Polomčić, Ljiljana Vasić, Branislav Petrović



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Prilog poznavanju režima isticanja vrela Gornji Dušnik, (Suva planina) | Aleksandar Tanasković, Vesna Ristić Vakanjac, Veljko Marinović, Saša Milanović, Dušan Polomčić, Ljiljana Vasić, Branislav Petrović | 17. Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, Pirot, 2-6 oktobar 2024 | 2024 | |

10.5281/zenodo.13739842

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0009237>

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

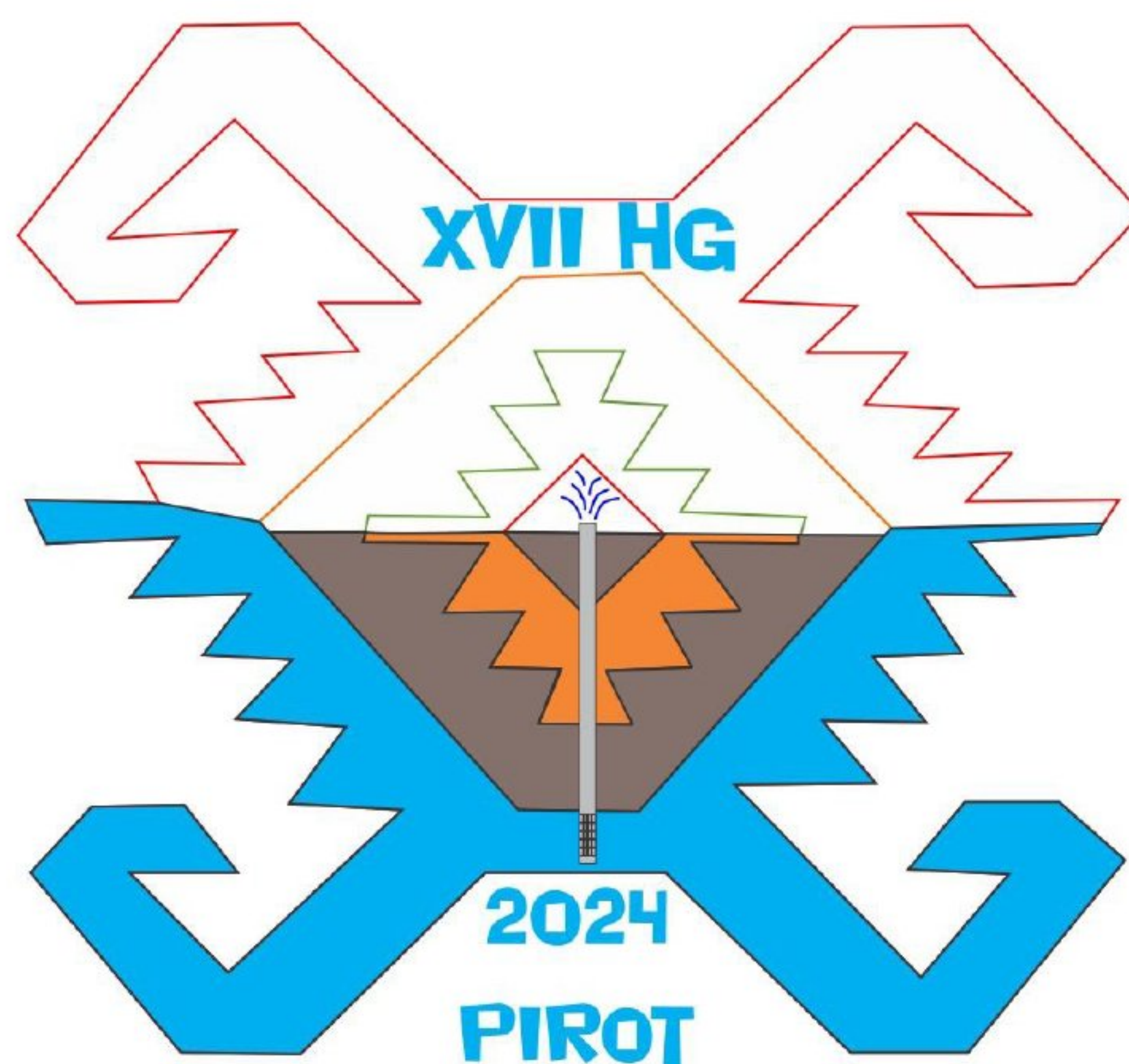
The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: www.dr.rgf.bg.ac.rs

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

HG

XVII SRPSKI SIMPOZIJUM
O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA



02-06. oktobar
2024. godine

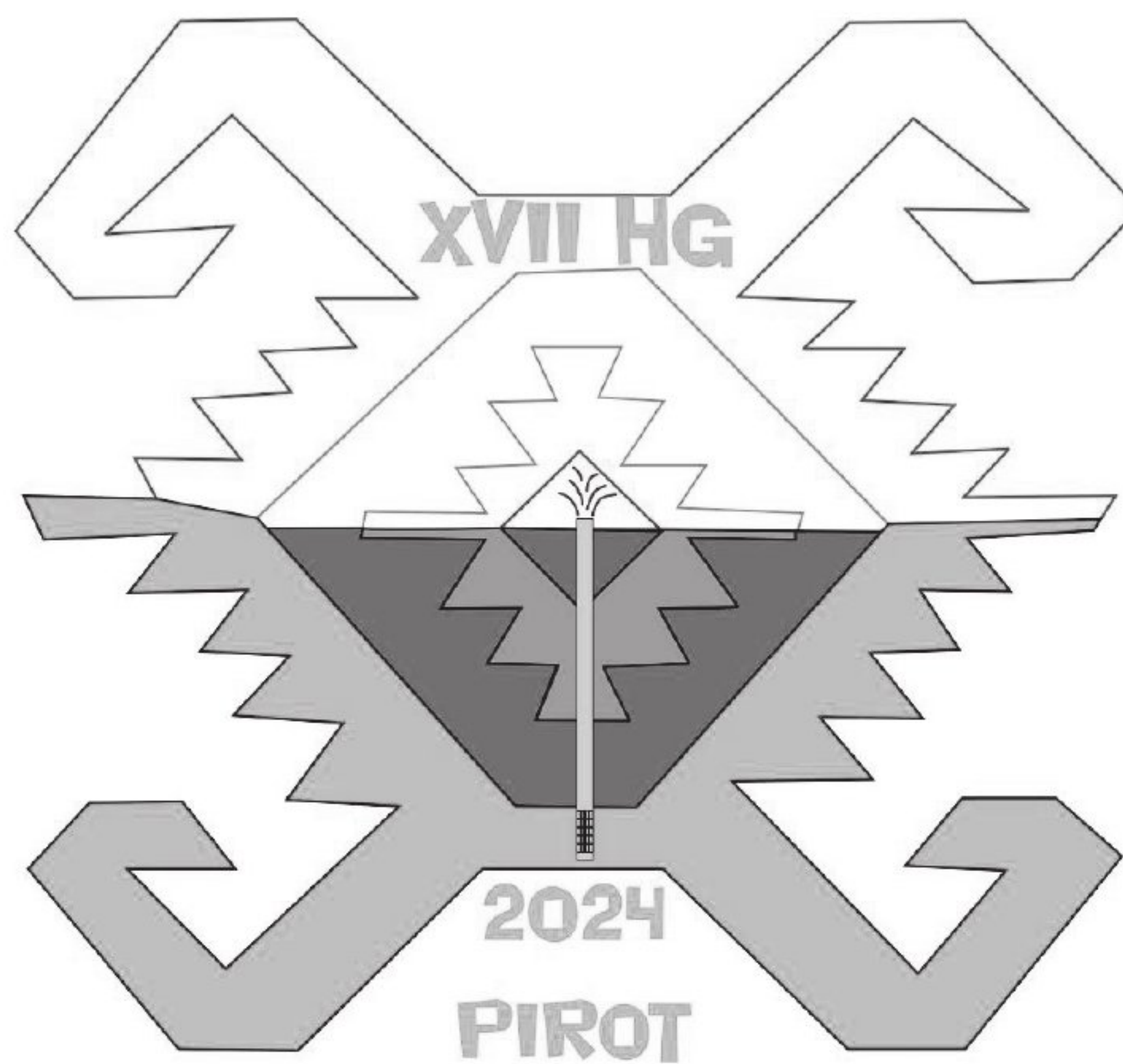


UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

HG

XVII SRPSKI SIMPOZIJUM
O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA



02-06. oktobar
2024. godine



XVII SRPSKI SIMPOZIJUM O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem
ZBORNIK RADOVA

IZDAVAČ:

Univerzitet u Beogradu
Rudarsko-geološki fakultet
Đušina 7

ZA IZDAVAČA:

Prof. dr Biljana Abolmasov, dekan
UB Rudarsko-geološki fakultet

UREDNIK:

Doc. dr Ljiljana Vasić, ☎0000-0001-9140-5748
UB Rudarsko-geološki fakultet

TIRAŽ:

150 primeraka

ŠTAMPA:

Pi Press, Pirot

GODINA IZDANJA: 2024.

Na 10/23. Sednici Veća Departmana i Katedre za hidrogeologiju doneta je odluka o organizaciji XVII srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, koja je potvrđena i Saglasnošću Nastavno-naučnog veća Rudarsko-geološkog fakulteta br. 8/67 od 20.10.2024. godine.

Autori priloga u ovom Zborniku odgovorni su za sadržaj i autorska prava njihovih članaka. Ni izdavač ni bilo koja druga osoba koja deluje u njeno ime nije odgovorna za moguće korišćenje informacija sadržanih u ovoj publikaciji.

Naslovna strana: Logo simpozijuma

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека Србије, Београд

556(082)
628.1(082)

СРПСКИ симпозијум о хидрогеологији са међународним учешћем (17 ; 2024 ; Пирот)

Zbornik radova / XVII Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, 02-06. oktobar 2024. godine, Pirot ; [urednik Ljiljana Vasić]. - Beograd : Univerzitet, Rudarsko-geološki fakultet, 2024 (Pirot : Pi Press). - [19], 598 str. : ilustr. ; 30 cm

Kor. nasl. - Na vrhu nasl. str.: Departman za hidrogeologiju. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 150. - Str. [5-6]: Uvodna reč organizatora / Saša Milanović, Dušan Polomčić. - Abstracts. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-7352-405-4

a) Хидрогеологија -- Зборници b) Снабдевање водом -- Зборници

COBISS.SR-ID 151976457

ORGANIZACIONI ODBOR:

Predsjednik

Prof. Dr Saša Milanović
UB Rudarsko-geološki fakultet

Generalni sekretar

Prof. Dr Vesna Ristić Vakanjac
UB Rudarsko-geološki fakultet

Članovi:

Dr Branislav Petrović, naučni saradnik
UB Rudarsko-geološki fakultet

Dr Veljko Marinović, naučni saradnik
UB Rudarsko-geološki fakultet

Dr Bojan Hajdin, naučni saradnik
UB Rudarsko-geološki fakultet

Dr Marina Ćuk Đurović, naučni saradnik
UB Rudarsko-geološki fakultet

Dr Maja Todorović, naučni saradnik
UB Rudarsko-geološki fakultet

Dr Nebojša Atanacković, naučni saradnik
UB Rudarsko-geološki fakultet

Dr Marjan Temovski, viši naučni saradnik
Institute for Nuclear Research, Debrecen

Dr Đorđije Božović, dipl. inž. geol.
JKP "Beogradski vodovod i kanalizacija"

Jelena Ratković, master. inž. geol.
UB Rudarsko-geološki fakultet

Sava Magazinović, dipl. inž. geol.
UB Rudarsko-geološki fakultet

Dejan Drašković, dipl. inž. geol.
BeoGeoAqua doo

Branko Ivanković, dipl. inž. geol.
Ibis-Inženjering doo

Dragan Mihajlović, dipl. inž. geol.
Geološki zavod Srbije

Boyka Mihaylova, master inž. geol.
Geological Institute, BAS

Daniela Radoš, dipl. inž. geol.
*Pokrajinski sekretarijat za energetiku,
građevinarstvo i saobraćaj*

Ivan Đokić, dipl. inž. geol.
GECO-inženjering doo

Milorad Kličković, dipl. inž. geol.
Zavod za zaštitu prirode Srbije

Uroš Jurošević, dipl. inž. geol.
Republički zavod za geološka istraživanja RS

Andrej Pavlović, dipl. inž. geol.
Ministarstvo rudarstva i energetike Srbije

NAUČNI ODBOR (RECENZENTI):

Predsjednik

Prof. Dr Dušan Polomčić
UB Rudarsko-geološki fakultet

Članovi:

Prof. Dr Vesna Ristić Vakanjac
UB Rudarsko-geološki fakultet

Prof. Dr Petar Dokmanović
UB Rudarsko-geološki fakultet

Prof. Dr Olivera Krunić
UB Rudarsko-geološki fakultet

Prof. Dr Dejan Milenić
UB Rudarsko-geološki fakultet

Prof. Dr Vladimir Živanović
UB Rudarsko-geološki fakultet

Prof. Dr Saša Milanović
UB Rudarsko-geološki fakultet

Prof. Dr Dragoljub Bajić
UB Rudarsko-geološki fakultet

Prof. Dr Jana Štrbački
UB Rudarsko-geološki fakultet

Doc. Dr Ljiljana Vasić
UB Rudarsko-geološki fakultet

Doc. Dr Dragoslav Banjak
Univerzitet Crne Gore, Filozofski fakultet

Doc. Dr Katarzyna Wator
AGH University of Krakow

Dr Josip Terzić, naučni savetnik
Geološki zavod Hrvatske HGI

Dr Tamara Marković, naučni savetnik
Geološki zavod Hrvatske HGI

Dr Laszlo Palcsu, naučni savetnik
Institute for Nuclear Research, Debrecen

Prof. Dr Nenad Marić
UB Šumarski fakultet

Prof. Dr Aleksey Benderev
Geological Institute, BAS

Prof. Dr Ferid Skopljak
Federalni zavod za geologiju, FBIH

Prof. Dr Metka Petrić, znanstvena savetnica
Inštitut za raziskovanje krasa, Postojna

Doc. Dr **Ana Vranješ**
UB Rudarsko-geološki fakultet
Prof. Dr **Zoran Stevanović**, u penziji
UB Rudarsko-geološki fakultet
Prof. Dr **Veselin Dragišić**, u penziji
UB Rudarsko-geološki fakultet
Prof. Dr **Milojko Lazić**, u penziji
UB Rudarsko-geološki fakultet

Prof. Dr **Zoran Nikić**, u penziji
UB Šumarski fakultet
Prof. Dr **Milan Radulović**
Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet
Prof. Dr **Jugoslav Nikolić**
Republički hidrometeorološki zavod Srbije
Prof. Dr **Miloš Stanić**
UB Građevinski fakultet
Prof. Dr **Petar Milanović**, u penziji
Univerzitet u Mostaru, Građevinski fakultet
Mr. **Vesna Tahov**, dipl. inž. geol.
Geološki zavod Srbije

Prof. Dr **Nataša Ravbar**, viša znan. savetnica
Inštitut za raziskovanje krasa, Postojna
Dr **Kostadin Jovanov**, dipl. inž.
Geološki zavod Republike S. Makedonija
Dr **Romeo Eftimi**, dipl. inž., u penziji
Nezavisni istraživač, Albanija
Prof. Dr **Iulian Popa**
Facultatea de Geologie și Geofizică
Universitatea din București
Dr **Milovan Rakijaš**, dipl. inž. geol.
Hidrogeorad d.o.o.
Dr **Vladimir Beličević**, dipl. inž. geol.
Energoprojekt Hidroinženjering AD
Dr **Tanja Petrović Pantić**, naučni saradnik
Geološki zavod Srbije
Dr **Branislav Petrović**, naučni saradnik
UB Rudarsko-geološki fakultet
Dr **Veljko Marinović**, naučni saradnik
UB Rudarsko-geološki fakultet
Dr **Brankica Majkić Dursun**, dipl. inž. geol.
Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi”

UREĐIVAČKI ODBOR:

Predsednik

Doc. Dr **Ljiljana Vasić** ☎0000-0001-9140-5748
UB Rudarsko-geološki fakultet

Članovi:

Prof. Dr **Ivana Vasiljević** ☎0000-0002-0549-2652
UB Rudarsko-geološki fakultet
Prof. Dr **Nevenka Đerić** ☎0000-0002-5141-898X
UB Rudarsko-geološki fakultet
Prof. Dr **Tina Dašić** ☎0000-0002-4679-3101
UB Građevinski fakultet

TEHNIČKI ODBOR:

Srđan Stefanović, master inž. geol.
Agencija Background, Pirot
Petar Vojnović, master inž. geol.
UB Rudarsko-geološki fakultet
Milica Stepanović, master inž. geol.
UB Rudarsko-geološki fakultet
Jovana Mladenović, master inž. geol.
UB Rudarsko-geološki fakultet
Natalija Radosavljević, master inž. geol.
UB Rudarsko-geološki fakultet
Hristina Petrova, master inž. geol.
UB Rudarsko-geološki fakultet

Eugène Katansao Pyabalo, mast. inž.
UB Rudarsko-geološki fakultet
Kodjovi Zondokpo, mast. inž.
UB Rudarsko-geološki fakultet
Maša Vulović, dipl. inž. geol.
UB Rudarsko-geološki fakultet
Aleksandar Tanasković, dipl. inž. geol.
UB Rudarsko-geološki fakultet
Jovana Lončar, student
UB Rudarsko-geološki fakultet

ORGANIZATOR SIMPOZIJUMA:

*UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU*

u saradnji sa

SRPSKIM GEOLOŠKIM DRUŠTVOM

SAVEZOM INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE

DRUŠTVOM GEOLOŠKIH INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE

NACIONALNIM KOMITETOM IAH

MULTILATERALNIM CENTROM, PIROT

POKROVITELJI:

***MINISTARSTVO NAUKE, TEHNOLOŠKOG RAZVOJA I INOVACIJA
REPUBLIKE SRBIJE***

GRAD PIROT

SPONZORI:

***JP „VODOVOD I KANALIZACIJA“ PIROT
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU, RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET***

BEOGEOAQUA D.O.O.

TAŠ GRUPA

AQUA PRO ENERGY D.O.O.

CENTAR ZA HIDROGEOLOGIJU KARSTA

TURISTIČKA ORGANIZACIJA PIROT

IBIS-INŽENJERING D.O.O.

STRATING D.O.O.

GECO-INŽENJERING D.O.O.

FREATIKA

AGENCIJA ZA MARKETING BACKGROUND

Uvodna reč organizatora

Poštovane kolegice i kolege,

nakon samo dve godine od održavanja XVI Srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, ponovo imamo priliku da se družimo na ovom veoma značajnom skupu za hidrogeologe. Razlog „ubrzanja“ održavanja Simpozijuma je zapravo ponovno uspostavljanje dvogodišnjeg razmaka održavanja Srpskog simpozijuma o hidrogeologiji i Geološkog kongresa Srbije. Objašnjenje za ovakav korak leži u tome da je prethodni Simpozijum, prema uspostavljenoj dinamici od 2012. godine (Zlatibor), preko 2016. godine (Kopaonik), trebalo da se održi 2020. godine, ali je usled globalne pandemije korona virusa (COVID-19), došlo do njegovog pomeranja na 2022. godinu, kada je i održan na Zlatiboru. Upravo iz iznetih razloga, a uz veliki trud i zalaganje organizatora zarad ponovnog uspostavljanja dvogodišnjeg niza sa Kongresom geologa Srbije, XVII Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem se održava ove godine od 2.10.-6.10. 2024. godine u Pirotu.

Kroz XVII Simpozijum će se na neki način izvršiti retrospektiva prethodnih Simpozijuma, počevši od 1971. godine do 2024. godine, sa ciljem da se sublimira i prikaže položaj hidrogeologije kao nauke i struke, kako u Srbiji, regionu, pa i šire. Počevši od prvog Simpozijuma koji je održan u Herceg Novom 1971. godine, preko ostalih Simpozijuma održavanih širom bivših Republika Jugoslavije, kao i tad i sada je jedini usko stručni skup koji za cilj ima izlaganje naučnih i tehničkih dostignuća iz oblasti izučavanja podzemnih voda i prikaz izuzetne važnosti ovih istraživanja za sva moderna i razvijena društva.

Kao specijalni poklon Organizatora skupa, svim učesnicima skupa će na raspolaganju biti skenirani zbornici radova Simpozijuma (Sveske Hidrogeologija) od 1971. godine zaključno sa ovim poslednjim Simpozijumom koji se održava u Pirotu ove godine.

Zahvaljujući kolegama koji su do sada dali značajan doprinos, a kroz veliko zalaganje i trud u održavanju prethodnih Simpozijuma, danas je ovaj Simpozijum ponovo jedan od najznačajnijih događaja, kako hidrogeološke, tako i cele geološke struke u Srbiji i regionu.

Za ovaj XVII-ti Simpozijum, iako sa kratkim rokom za pripremu i organizaciju samog događaja i za animiranje kolega da pripreme i pošalju radove, pristigao je veliki broj radova, kako iz Srbije, tako i iz regiona, pa i šire. Na Simpozijumu će biti prezentovano više od 90 radova iz svih grana hidrogeologije, sa preko 200 autora i koautora radova, što je i dokaz uspešnosti i dobre reputacije ovog skupa, sa nadom da se tako nastavi i predstojećim godinama. Uz ove podatke, posebno je važno naglasiti da će na svečanom otvaranju ovogodišnjeg Simpozijuma biti izloženi plenarni referati kolega hidrogeologa iz svih 6 država bivše SFRJ, kao prilog i osvrt na položaj i budućnost značaja hidrogeologije.

Svi prihvaćeni radovi koji su prošli recenzentski postupak su svrstani u 6 tematskih sesija:

1. Vodosnabdevanje i upravljanje vodnim resursima
2. Zaštita podzemnih voda
3. Mineralne vode i njihovo iskorišćavanje
4. Geotermalna energija
5. Hidrogeološka istraživanja u hidrotehnici, rudarstvu i građevini
6. Studentski radovi

Podela na ovakve tematske grupe u najvećoj meri utiče aktuelnost hidrogeologije u određenim oblastima vezanim za održivo upravljanje ovim dragocnim resursom od koga zavise kako stanovništvo, tako i različite grane privrede u Srbiji i regionu, što najbolje ilustruju plenarna predavanja koja su sastavni deo Simpozijuma i zbornika radova.

Ovaj XVII-ti Srpski simpozijum o hidrogeologiji je organizovan pod pokroviteljstvom Grada Pirota i JKP „Vodovod i kanalizacija“ Pirot i uz podršku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije.

Takođe, veliku zahvalnost dugujemo i kompanijama koje su sponzorisale ovaj naučni skup: Departman za hidrogeologiju, BeoGeoAqua d.o.o., Taš grupa, Aqua Pro Energy d.o.o., Ibis-Inženjering d.o.o., Strating d.o.o., GECO-Inženjering d.o.o., FREATIKA, CKH, TO Pirot, Background.

Praksa koja je zaživela na XV Simpozijumu, o učestvovanju kolega iz regiona i šire i time doprinela da ovaj skup dobija i značajne međunarodne okvire, se pojačava i na ovom skupu. Izuzetno nam je zadovoljstvo da ove godine možemo poželeti dobrodošlicu u grad Pirot kolegama iz Republike Srpske i Federacije BiH, Crne Gore, Hrvatske, Slovenije, Severne Makedonije, Bugarske, Mađarske, Rusije, Poljske, SAD i Togo-a.

Veliku zahvalnost za organizovanje ovako velikog skupa u veoma kratkom vremenskom roku izražavamo Generalnom sekretaru simpozijuma prof. dr Vesni Ristić Vakanjac, Predsednici uređivačkog odbora Doc. dr Ljiljani Vasić, Članovima Organizacionog odbora: dr Branislavu Petroviću, naučnom saradniku i dr Veljku Marinoviću, naučnom saradniku. Takođe, zahvalnost izražavamo i Članovima Tehničkog odbora Srđanu Stefanoviću i Petru Vojnoviću, kao i svim dragim kolegama i studentima, članovima Tehničkog, Organizacionog i Naučnog odbora koji su pomogli da se ovaj skup održi.

U ime organizatora skupa želimo vam lep boravak u Pirotu.

U Pirotu, oktobar 2024. godine.

Predsednik Organizacionog odbora
Prof. dr Saša Milanović



Predsednik Naučnog odbora
Prof. dr Dušan Polomčić



SADRŽAJ

PLENARNA PREDAVANJA

Saša Milanović, Ljiljana Vasić STANJE I PERSPEKTIVE HIDROGEOLOGIJE U REPUBLICI SRBIJI	1
Josip Terzić HIDROGEOLOGIJA U REPUBLICI HRVATSKOJ – TRENUTNO STANJE I PERSPEKTIVE.....	15
Zlatko Ilijovski HIDROGEOLOGIJA KAO STRUKA I NAUKA U R. S. MAKEDONIJI.....	23
Mihael Brenčič HIDROGEOLOGIJA SLOVENIJE - Pregled razvoja hidrogeološke struke od 1990. godine.....	33
Uroš Jurošević, Petar Begović, Ferid Skopljak STANJE HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA NA TERITORIJI BOSNE I HERCEGOVINE.....	39
Milan Radulović STANJE HIDROGEOLOGIJE U CRNOJ GORI	49

1. Vodosnabdevanje i upravljanje vodnim resursima

Aglaida Toteva and Emanuela Malinkova HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS IN THE BOTEVGRAD BASIN, BUGARIA.....	57
Aleksey Benderev, Boyka Mihaylova, Konstantin Kostov ENVIROMENTAL STATUS OF SIGNIFICANT KARST SPRINGS IN BULGARIA.....	63
Boyka Mihaylova PECULIARITIES OF CHANGES IN GROUNDWATER LEVELS ON THE TERRITORY OF "AURUBIS BULGARIA" AD.....	69
Dunja Josipović, Nikola Milovanović, Branko Ivanković, Petar Begović UTICAJ PROSTORNE DISTRIBUCIJE MN I FE U PODZEMNIM VODAMA NA ODABIR LOKACIJE NOVOG EKSPLOATACIONOG BUNARA, PRIMJER IZVORIŠTA „ŽERAVICA“ U GRADIŠCI (RS-BIH)	75
Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Dragoljub Bajić, Milica Stepanović DETALJAN 3D HIDRODINAMIČKI MODEL SLOŽENIH USLOVA STRUJANJA PODZEMNIH VODA DELA BEOGRADSKOG IZVORIŠTA PODZEMNIH VODA.....	81
Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Vesna Ristić Vakanjac, Dejan Tadić, Bojan Hajdin KVANTITATIVNE KARAKTERISTRIKE EKSPLOATACIONOG REŽIMA PODZEMNIH VODA NA IZVORIŠTU „JAROŠ“ –SOMBOR	87
Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Vesna Ristić Vakanjac, Dejan Drašković, Slavko Špadijer HIDRODINAMIČKE KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA „PAVLIŠ“ ZA VODOSNABDEVANJE VRŠCA	93

Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Vesna Ristić Vakanjac, Dejan Drašković, Slavko Špadijer HIDRODINAMIČKE KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA „NEPRIČAVA“ ZA VODOSNABDEVANJE LAZAREVCA.....	99
Dušan Stojadinović HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA PLANINE RADOČELO	105
Golub Lj. Čulafić, Jelena Krstajić, Jana Vukotić ULOGA HIDROMETRIJSKIH MJERENJA PRILIKOM VRŠENJA KOMPLEKSNIH HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA – PRIMJER DONJEG TOKA RIJEKE MORAČE U ZETSKOJ RAVNICI, CRNA GORA	109
Goran Marinković, Marina Magazinović, Nataša Obradović, Darko Spahić, Maja Poznanović Spahić, Bogdan Kuzmanović AKVIFERI GRANITNOG MASIVA GORNJANA (ISTOČNA SRBIJA)	113
Matko Patekar, Staša Borović, Josip Terzić, Marco Pola, Maja Briški, Ivan Kosović FIVE YEARS OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH ON A SMALL KARST ISLAND OF VIS (CROATIA)	119
Miljan Kovačević, Tina Dašić, Nenad Ivanišević PRIMENA ADAPTIVNIH NEURO-FAZI SISTEMA (ANFIS) ZA KRATKOROČNU PROGNOZU PROTOKA KARSTNIH IZVORA	129
Nikola Krstić, Tanja Pajčić HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE OPLENCA.....	135
Nikola Milovanović, Mr Petar Begović, Dunja Josipović, Branko Ivanković PRIMJENA IZOTOPSKIH I HIDROHEMIJSKIH METODA ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE DEFINISANJA SLIVNIH PODRUČJA NA PRIMJERU KARSTNOG VRELA „IZRON-SUHA“ (BIH)	141
Nikola Nikolić, Vaso Novaković HIDROHEMIJSKE KARAKTERISTIKE PODZEMNIH VODA IZDANI SA INTERGRANULARNIM TIPOM POROZNOSTI U SEVERNOM DELU REPUBLIKE SRPSKE	147
Petar Dokmanović, Mihajlo Djordjević ARTESKE IZDANI NEOGENOG SEDIMENTNOG KOMPLEKSA NA PODRUČJU GRADA ZAJEČARA	153
Petar Milanović HIDROGEOLOŠKA FUNKCIJA DOLOMITA U KARSTU ISTOČNE HERCEGOVINE.....	159
Petar Vojnović, Saša Milanović ULOGA ESTAVELA U FUNKCIONISANJU KARSTNIH SISTEMA.....	165
Peter Gerginov, Tatyana Orehova, Aglaida Toteva, Aleksey Benderev OVERVIEW OF GROUNDWATER RESOURCES IN BULGARIA.....	171
Tanja Pajčić, Nikola Krstić HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA PIROTSKE KOTLINE PRIMENOM GEOFIZIČKIH METODA	177

- Uroš Jurošević, Tamara Marković, Zoran Kovač, Marija Milanović, Spasoje Glavaš**
HIDROHEMIJSKA I IZOTOPSKA KARAKTERIZACIJA IZVORA U SLIVU RIJEKE SUŠICE..... 185
- Aleksandar Avramović, Aleksandra Pešić**
PRIMENJENA HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA NEOGENE IZDANI ZA POTREBE
VODOSNABDEVANJA STANOVNIŠTVA GRADA POŽAREVCA
..... 193
- Aleksandra Pešić, Aleksandar Avramović, Đurđa Milojković**
REZULTATI PRIMENJENIH HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE OTVARANJA NOVOG
IZVORIŠTA „JAGODICA“ ZA POTREBE VODOSNABDEVANJA KOSTOLCA..... 199
- Zoran Nikić, Nenad Marić, Vukašin Milčanović**
DOPRINOS NEOTEKTONSKE ANALIZE U FORMIRANJU HIDROGEOLOŠKOG MODELA KARSTNE
IZVORSKE ZONE VISOK – STARA PLANINA 205
- Nikola Nenadić, Miroslav Radić, Dragan Grujić, Željko Ćirić**
HIDRODINAMIČKE KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA PODZEMNIH VODA ZA VODOSNABDEVANJE
STARE PAZOVA..... 211
- Mila Trayanova-Koleva, Sava Kolev, Aleksey Benderev**
GEOLOGICAL FACTORS FOR THE FORMATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF
GROUNDWATER IN THE CATCHMENT AREA OF THE PCHELINA RESERVOIR, BULGARIA
..... 217
- Veljko Marinović**
KARAKTERIZACIJA I KLASIFIKACIJA KARSTNIH HIDROGEOLOŠKIH SISTEMA POMOĆU
STATISTIČKE ANALIZE I KRIVE TRAJANJA PROTOKA: PRIMERI IZ DINARIDA 223
- Boris Vakanjac, Dejan Đorđević, Saša Bakrač, Radoje Banković, Siniša Mil. Stanković**
PRIKAZ VODOOBJEKATA U VOJNOJ KARTOGRAFIJI SRBIJE OD 1876 DO DANAS (2024. GODINE)
..... 229
- Milan Kresojević, Vesna Ristić Vakanjac, Dušan Polomčić, Boris Vakanjac, Jugoslav Nikolić**
KROSKORELACIONE ANALIZE NIVOA PODZEMNIH VODA I NIVOA VELIKE MORAVE,
VODOMERNI PROFIL LJUBIČEVSKI MOST 237
- Saša T. Bakrač, Boris Vakanjac, Nikola Stamenković, Jovana Mladenović**
UPOREĐIVANJE POSTOJEĆIH I ISTORIJSKI ZABELEŽENIH HIDROGEOLOŠKIH OBJEKATA
KORIŠĆENJEM GIS TEHNOLOGIJE NA PODRUČJU MANASTIRA PIVA..... 243
- László Palcsu**
TRITIUM: AN EXCELLENT TRACER IN HYDROLOGY 249
- Ljiljana Vasić, Saša Milanović, Laszlo Palcsu**
DEFINISANJE GENEZE KARSTNIH VODA SEVERNOG DELA BELJANIČKOG MASIVA PRIMENOM
IZOTOPSKIH METODA ISTRAŽIVANJA 251
-

2. Zaštita podzemnih voda

- Branislav Petrović, Živojin Smiljković, Veljko Marinović**
UTICAJ ZEMLJIŠTA I EPIKARSTA NA KVALITET PODZEMNIH VODA KARSTNE IZDANI NA PRIMERU KARSTNE IZDANI SUVE PLANINE..... 257
- Irina Galitskaya, Elena Solomatina, Yurii Trofimov, Tatiana Morosova**
STUDY OF GROUNDWATER PROTECTION AND CONTAMINATION IN THE TERRITORIES OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS AFTER RECULTIVATION..... 263
- Krzysztof Dragon, Marcin Siepak, Magdalena Matusiak, Roksana Kruć-Fijałkowska, Dariusz Drożdżyński, Marek Szczepański, Józef Górski**
THE PHARMACEUTICAL COMPOUNDS INVESTIGATION AT THE RIVER BANK FILTRATION SITE LOCATED IN THE WARTA RIVER VALLEY (POLAND) – PRELIMINARY RESULTS..... 269
- Milorad Kličković**
SNEŽNO – LEDNI MARKER PONORSKE ZONE TUBIĆA PEĆINE 271
- Nenad Marić, Jason Polk, Zoran Nikić**
KONTAMINACIJA KARSTNIH IZDANI UGLJOVODONICIMA: PRELIMINARNA ISTRAŽIVANJA NA BUNARU LYDA-1 (BOWLING GREEN, KENTUCKY)..... 275
- Nikolay G. Makisomovch, Vadim T. Khmurchik, Artem D. Demenev, Olga A. Berezina, Olga Yu. Meshcheriakova**
REAL-TIME MONITORING OF GROUNDWATER TREATMENT IN AN AREA WITH HYDROCARBON POLLUTION 281
- Olga Eremina, Irina Kozliakova, Elizaveta Romanova, Aleksandra Khairedinova, Elena Chutkerashvili**
ASSESSMENT OF GEOENVIRONMENT PROTECTION FROM CONTAMINATION UPON MSW DISPOSAL IN PLATFORM AREAS (BY THE EXAMPLE OF THE MOSCOW REGION)..... 285
- Vladimir Živanović, Slavko Špadijer**
ANALIZA USLOVA ZAŠTITE UŽIČKIH VRELA PRIMENOM TDM METODE ZA OCENU RANJIVOSTI PODZEMNIH VODA 291
- Zlatko Ilijovski, Mihail Kočubovski, Silvana Pešovska**
ISKUSTVA PRILIKOM PRIPREME ELABORATA ZA UTVRĐIVANJE ZAŠTITNIH ZONA IZVORIŠTA ZA JAVNO VODOSNABDEVANJE U R. S. MAKEDONIJI 297
- Simeon Valtchev, Aglaida Toteva, Alexander Grigorov and Aleksey Benderev**
CADMIUM IN BULGARIAN GROUNDWATER: AN OVERVIEW 303
- Saša Milanović, Ljiljana Vasić, Milorad Kličković, Srđan Stefanović**
PRILOG POZNAVANJU ULOGE KARSTNIH IZDANSKIH VODA U FORMIRANJU JEZERA “KRUPAČKO BLATO” U FUNKCIJI NJEGOVOG OČUVANJA, UREĐENJA I TURISTIČKE VALORIZACIJE.....309
-

3. Mineralne vode i njihovo iskorišćavanje

- Ana Milićević, Olga Jakovljević, Jelena Krizmanić, Ana Knežević, Sanja Šovran**
DIVERZITET ALGI U TERMO-MINERALNOM IZVORU MONARH (BOGATIĆ, SRBIJA) 315
- Ferid Skopljak**
DESTRUKCIJA ZAŠTITNE KOLONE KOD IZVOĐENJA BUŠOTINE MINERALNE VODE SA CO₂
..... 321
- Goran Milanović i Dragan Stanković**
NOVI REZULTATI HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA TERMOMINERALNIH VODA IZVORIŠTA
LUKOVSKA BANJA 327
- Jana Štrbački, Vladimir Živanović, Nebojša Atanacković, Snežana Kretić**
PRIMENA KLASIFIKACIJE METODOM K-SREDNJIH VREDNOSTI ZA ISPITIVANJE
HIDROHEMIJSKOG DIVERZITETA PODZEMNIH VODA 333
- Marija Milanović, Uroš Jurošević, Spasoje Glavaš**
MINERALNE VODE VITINIČKOG KISELJAKA I KOZLUKA 339
- Milan Tomić, Miloško Lazić, Natalija Tatić**
HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEKOVITIH VODA BANATA 347
- Veselin Dragišić, Vladimir Živanović, Nebojša Atanacković, Sava Magazinović, Saša
Stojadinović, Sunčica Ninković**
HIDROGEOLOGIJA KALKŠISTA I MERMERA BOŽIČKE I LISINSKE SERIJE VLASINSKOG
KRISTALASTOG KOMPLEKSA 353
- Yavor Ivanov, Aglaida Toteva**
MINERAL WATERS SUITABLE FOR BALNEOTHERAPY OF DERMATOLOGICAL PROBLEMS IN
BULGARIA 361
- Tanja Petrović Pantić**
HIDROGEOTERMALNI SISTEM BUJANOVAČKE BANJE 367
- Snežana Kretić, Nebojša Atanacković, Jana Štrbački**
MODELIRANJE KINETIKE RASTVARANJA PIRITA U PHREEQC PROGRAMU NA PRIMERU
SULFIDNOG LEŽIŠTA RUDNIKA GROT 373

4. Geotermalna energija

- Dejan Milenić, Ana Vranješ, Marinko Toljić, Ivana Vasiljević, Natalija Radosavljević, Matija
Ognjanović**
KONCEPTUALNI MODEL HIDROGEOTERMALNOG SISTEMA ŠIRE OKOLINE BRUSA - GEOLOŠKI,
GEOFIZIČKI I HIDROGEOLOŠKI USLOVI 381
- Dejan Milenić, Ana Vranješ, Marinko Toljić, Ivana Vasiljević, Natalija Radosavljević, Matija
Ognjanović**
KONCEPTUALNI MODEL HIDROGEOTERMALNOG SISTEMA ŠIRE OKOLINE BRUSA -
GEOTERMALNA KARAKTERIZACIJA SISTEMA 389
-

Goran Marinković, Marina Magazinović, Nataša Obradović, Darko Spahić, Maja Poznanović Spahić, Bogdan Kuzmanović
SUBTERMALNE VODE LEŽIŠTA UGLJA ZABELA U DESPOTOVAČKOM NEOGENOM BASENU
..... 395

Slobodan Kolbah, Tena Bilić, Mladen Škrlec & Branimir Cvetković
ISTRAŽIVANJE I KORIŠTENJE GEOTERMALNE ENERGIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ 401

Staša Borović, Ivan Kosović, Mirja Pavić, Marco Pola, and Kosta Urumović
ULOGA STRUKTURNO-GEOLOŠKIH ANALIZA U ISTRAŽIVANJU HIDROTERMALNIH SUSTAVA –
PRIMJERI IZ HRVATSKE..... 407

Zsolt Pinjung, Viktória Mikita, Balázs Kovács and János Szanyi
IMPACT OF HYDROCARBON PRODUCTION ON THE PRESSURE REGIME OF GEOTHERMAL
RESERVOIRS IN THE SOUTHERN HUNGARIAN GREAT PLAIN 413

5. Hidrogeološka istraživanja u hidrotehnici, rudarstvu i građevini

Vladimir Beličević
ULOGA I MESTO GEOLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE PROJEKTOVANJA
HIDROTEHNIČKIH OBJEKATA 419

Dragoljub Bajić, Dušan Polomčić, Vesna Ristić Vakanjac, Milica Stepanović, Jelena Ratković
HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE IZRADE TUNELA: SLUČAJ DELA AUTOPUTA NA
PANEVROPSKOM KORIDORU VC KROZ BOSNU I HERCEGOVINU - REPUBLIKU SRPSKU..... 425

Dragoslav Banjak, Saša Milanović
IDENTIFIKACIJA GEOHEMIJSKIH PROCESA U AKUMULACIJI GORICA PRIMJENOM INVERZNOG
MODELOVANJA..... 431

Eugenia Tarassova, Aleksey Benderev, Elena Tacheva, Milen Stavrev, Valentina Lyubomirova and Mihail Tarassov
GENERAL CHARACTERISTICS OF DRAINAGE WATERS IN THE GRANTCHARITSA TUNGSTEN
DEPOSIT, BULGARIA 437

Filip Stanić, Željko Vasilić, Anja Randelović
PRORAČUN TRENUTNOG SLEGANJA TLA USLED SNIŽENJA NIVOVA PODZEMNE VODE U FAZI
GRADNJE PRIMENOM SOFTVERA WELL-DRAIN 441

Gleb Zarnitsyn
ANALYSIS OF CHANGES IN HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS AT DIFFERENT STAGES OF SOLID
MINERAL MINING USING STOCHASTIC MODELING..... 447

Maja Todorović, Marina Ćuk Đurović, Igor Jemcov
MONITORING HIDRAULIČKIH TRANZIJEKATA U TUNELIMA POD PRITISKOM (HE PIROT)
..... 453

Maria V. Vilkina, Anton M. Nikulenkov, Vyacheslav G. Rumynin
FIELD AND MODEL INVESTIGATION OF THE CLAY LAYER'S PERMEABILITY IN THE FAULT ZONE
NEAR THE PAKS II NPP 459

- Marko Belotić, Milan Brkić i Aleksandar Miladinović**
HIDROGEOLOŠKI USLOVI IZGRADNJE BRANE I AKUMULACIJE „KLAK“ U OKVIRU SISTEMA RHE „BISTRICA“ 465
- P. A. Rybnikov, L. S. Rybnikova**
HYDROGEOLOGICAL RESEARCH FOR POST-MINING OF THE KIZEL COAL BASIN (THE URALS, RUSSIA)..... 472
- Sava Kolev**
MODEL BASED ASSESSMENT OF URANIUM MIGRATION IN THE REGION OF VULCHE DERE CREEK, DOWNSTREAM OF “ELESHNITSA” TAILINGS POND, SW BULGARIA..... 479
- Tanja Adamović**
DUBINSKO ODVODNJAVANJE I DALJINSKO UPRAVLJANJE NA POVRŠINSKOM OTKOPU DRMNO 483
- Vesna Tripković, Vladimir Lukić, Goran Jevtić i Milenko Pušić**
SOFTVERSKA KOMPONENTE ZA PRE I POST PROCESING PODATAKA MATEMATIČKOG MODELIRANJA STRUJANJA PODZEMNIH VODA 489
- Violeta Čolaković, Vladan Čanović, Sanja Grujičić**
„IN SITU“ HIDROGEOLOŠKA MERENJA NA PK „GARAJEVAC ISTOK“ 495
- Vladan Čanović, Violeta Čolaković**
PROCENA UTICAJA PROJEKTOVANE PODVODNE EKSPLOATACIJE UGLJA NA RUDNIKU NOVI KOVIN NA NIVO PODZEMNIH VODA I RAD CRPNIH STANICA U ZONI KOVINSKE DEPRESIJE PRIMENOM HIDRODINAMIČKOG MODELOVANJA STRUJANJA PODZEMNIH VODA..... 499
- Vladimir Lukić, Goran Jevtić, Milenko Pušić, Vesna Tripković**
PRIMENA MATEMATIČKOG MODELIRANJA STRUJANJA PODZEMNIH VODA U HIDROTEHNIČKOM UREĐENJU PROSTORA-PRIMER KAMENIČKE ADE I RIBARSKOG OSTRVA U NOVOM SADU 505
- Rastko Petrović, Petar Škrbić**
ULOGA HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA U PRIMENI PODLOGA ZA PROJEKTOVANJE RAZVODNOG GASOVOSA RG 05-06 BEOGRAD-VALJEVO-LOZNICA – PRIMER: ZBIJENI TIP IZDANI VEĆE IZDAŠNOSTI ALUVIJALNIH NASLAGA KOLUBARE.....511
- ## 6. Studentski radovi
- Ognjen Ivić**
PRIMENA MAŠINSKOG UČENJA ZA PREDVIĐANJE NIVOVA VODE U BUNARU: LINEARNA REGRESIJA KROZ ANALIZU ISTORIJSKIH PODATAKA..... 521
- Pyabalo Eugène Katansao, Dao Sama, Ljiljana Vasic, Kodjovi Zondokpo, Mohamede Alassani Bang’na**
ENGINEERING SOLUTIONS AGAINST POLLUTIONS OF BOREHOLE FOR WATER SUPPLY CLOSE FROM ATLANTIC SEA IN SOUTHERN TOGO: CASE OF THE BÈ AND BOKA BOREHOLES..... 527
- Aleksandar Tanasković, Vesna Ristić Vakanjac, Veljko Marinović, Saša Milanović, Dušan Polomčić, Ljiljana Vasić, Branislav Petrović**
PRILOG POZNAVANJU REŽIMA ISTICANJA VRELA GORNJI DUŠNIK (SUVA PLANINA) 533
-

Hristina Petrova, Katarzyna Wątor, Ewa Kmiecik , Piotr Rusiniak, Boris Vakanjac, Vesna Ristić Vakanjac, Dimitar Petrov

HIDROGEOLOŠKE I HIDROHEMIJSKE KARAKTERISTIKE POJAVE TERMOMINERALNIH VODA U REONU VOLKOVO (SKOPLJE – REPUBLIKA SEVERNA MAKEDONIJA) 539

Igor Glavaš

GEOTERMALNE KARAKTERISTIKE PODRUČJA SEMBERIJE, REPUBLIKA SRPSKA..... 545

Ivan Drakulić, Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Dragoljub Bajić

TEHNIKE MEKOG RAČUNARSTVA U HIDROGEOLOGIJI SOFT COMPUTING IN HYDROGEOLOGY 551

Jovana Lončar, Maša Vulović, Veljko Marinović, Branislav Petrović, Radisav Golubović, Vesna Ristić Vakanjac

PRILOG POZNAVANJU PROMENA KVALITATIVNIH PARAMETARA VODA VRELA BANJE KOD VALJEVA..... 557

Kodjovi Zondokpo, Mahaman Sani Tairou, Branislav Petrović, Eugène Pyabalo Katansao, Jana Štrbački

BASIC HYDROGEOCHEMICAL PROCESSES OF GROUNDWATER FROM GNEISSO-MIGMATITIC FORMATION IN SOUTHWEST TOGO 565

Martina Anđić, Dijana Vušović, Ksenija Bojović, Nemanja Zeković, Matija Aleksić

DEFINISANJE PH VRIJEDNOSTI I ELEKTROLITIČKE PROVODLJIVOSTI VODE IZVORA POD TREBESOM, NIKŠIČKO POLJE, CRNA GORA..... 571

Maša Vulović

Analiza pojave mutnoće na karstnom vrelu Krupac (Piroć) u zavisnosti od padavina i izdašnosti 575

Nenad Janačković, Vesna Ristić Vakanjac, Veljko Marinović, Jugoslav Nikolić, Boris Vakanjac, Zoran Nikić

REŽIM KAMENIČKE REKE (SLIV REKE VISOČICE)..... 581

Anđelija Glogovac, Vesna Ristić Vakanjac, Veljko Marinović, Saša Milanović, Ljiljana Vasić

UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA REŽIM VODA SLIVA REKE CRNICE 587

Indeks autora

PROSTOR ZA SPONZORE

PRILOG POZNAVANJU REŽIMA ISTICANJA VRELA GORNJI DUŠNIK (SUVA PLANINA)

A CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE GORNJI DUŠNIK KARST SPRING DISCHARGE REGIME (SUVA PLANINA MOUNTAIN)

Aleksandar Tanasković¹, Vesna Ristić Vakanjac², Veljko Marinović³, Saša Milanović⁴, Dušan Polomčić⁵, Ljiljana Vasić⁶, Branislav Petrović⁷

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd.

E-mail: ¹ - 621-23@student.rgf.bg.ac.rs, ² - vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs, ³ - veljko.marinovic@rgf.bg.ac.rs, ⁴ - sasa.milanovic@rgf.bg.ac.rs, ⁵ - dusan.polomcic@rgf.bg.ac.rs, ⁶ - ljiljana.vasic@rgf.bg.ac.rs, ⁷ - branislav.petrovic@rgf.bg.ac.rs

APSTRAKT: *Karstno vrelo Gornji Dušnik nalazi se u istoimenom selu u jugoistočnoj Srbiji, u opštini Gadžin Han. Ovo vrelo drenira zapadne delove Suve planine i kaptirano je za potrebe vodosnabdevanja Gadžinog Hana, kao i sela Gornji i Donji Dušnik. Iako je ovo vrelo kaptirano, sistematska osmatranja isticanja karstnih voda na njemu do sada nisu vršena. U periodu od 1. novembra 1977. do 31. januara 1979. godine, uspostavljen je monitoring na ovom vrelu od strane Geozavoda (merenja vršena sporadično i to jednom u 5 - 7 dana), dok drugi osmatrački period je novijeg datuma i trajao je od 1. januara 2018. do 30. juna 2019. godine (osmatrač angažovan od strane Departmana za hidrogeologiju RGF-a). Za potrebe sračunavanja parametara bilansa voda izvršena je i analiza pluviografskog režima sliva ovog vrela, dok su za potrebe analize režima isticanja primenjene autokorelacione, kroskorelacione i spektralne analize. U ovom radu je dat prikaz dobijenih rezultata.*

Gljučne reči: *bilans voda, režim isticanja, autokorelacija, kroskorelacija, spektralna analiza, vrelo Gornji Dušnik*

ABSTRACT: *Karst spring Gornji Dušnik is located in the village of the same name in southeastern Serbia, in the municipality of Gadžin Han. This spring drains the western parts of Suva Planina and is captured for the water supply needs of Gadžino Han, as well as the villages of Gornji and Donji Dušnik. Even though this hot spring is capricious, systematic observations of karst water discharge have not been carried out on it until now. In the period from November 1, 1977 to January 31, 1979, monitoring was established at this spring by the Geozavod (measurements were carried out sporadically, once every 5-7 days), while the second observation period is more recent and lasted from January 1, 2018 to June 30, 2019 (observer engaged by the Department of Hydrogeology of the RGF). For the purpose of calculating the parameters of the water balance, an analysis of the pluviographic regime of the basin of this spring was performed, while for the purpose of analyzing the discharge regime, autocorrelation, cross-correlation and spectral analyzes were applied. This paper presents the results obtained.*

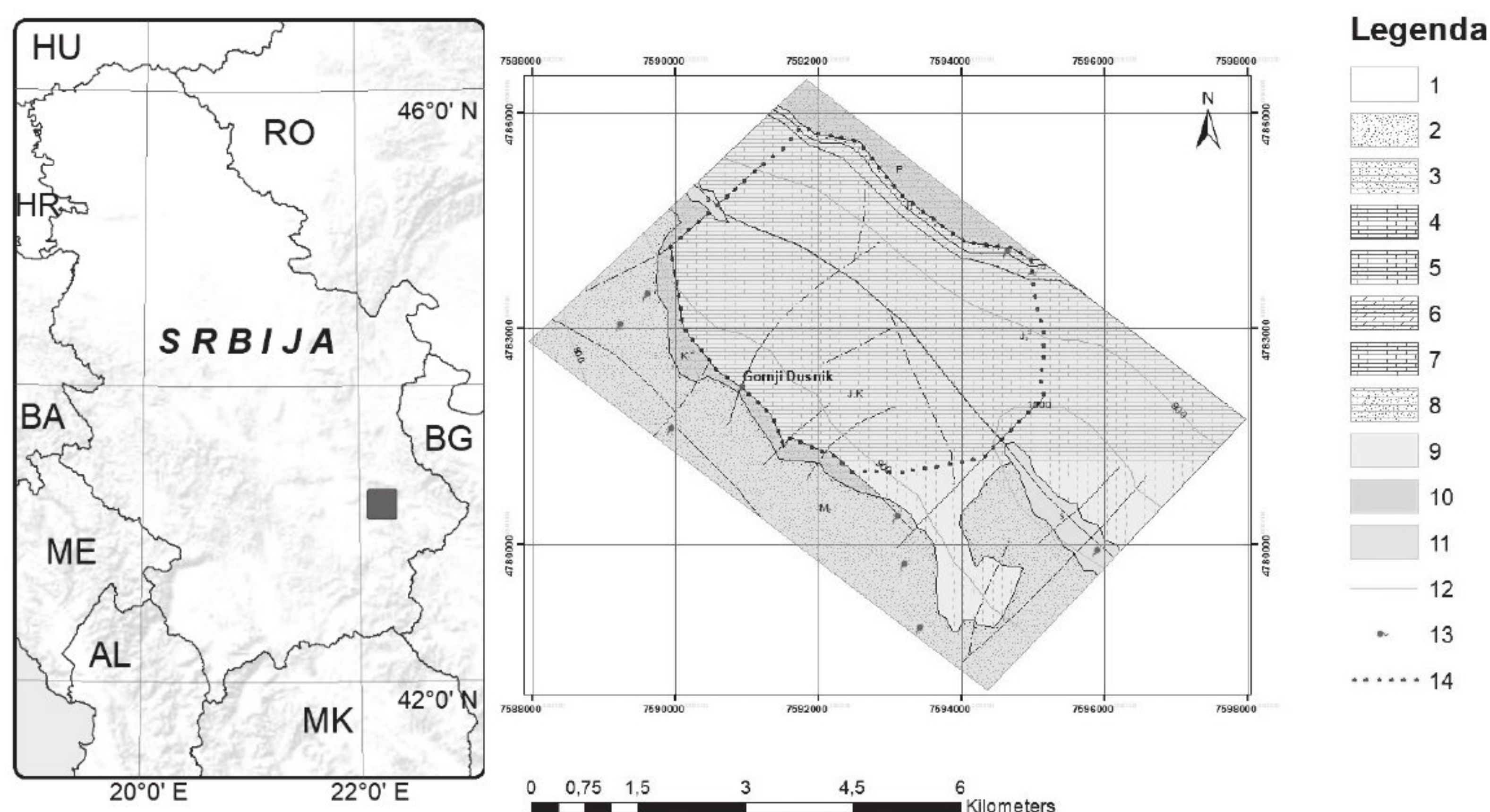
Key words: *water balance, discharge regime, autocorrelation, kross-correlation, spectral analysis, karst spring Gornji Dušnik*

UVOD

Kada razmatramo sliv jednog izvora koji je formiran u okviru karstnih terena, najčešći problem u ovim slučajevima je definisati podzemnu vododelnicu, odnosno sračunati realnu površinu sliva (Bonacci i Andrić 2015, Ristić Vakanjac et al. 2016, Prohaska 2004). Sledeći problem koji je prisutan je kratak osmatrački niz čijom analizom takođe se može doći do pogrešnih zaključaka. Tako na primer, ukoliko imamo osmatrački niz u trajanju od jedne godine, u slučaju da je godina bila izuzetno sušna ili kišna, recesione analize daće različite rezultate, zatim sračunate vrednosti parametara bilansne jednačine neće biti pouzdane. I na kraju, nedovoljna pokrivenost pluviografskim ili meteorološkim stanicama samog dela sliva u kome se vrši najveći deo prihranjivanja izdani, i korišćenje podataka sa stanica koje su na znatno nižim hipsometrijskim visinama može imati takođe uticaja na sprovedene analize i dobijene rezultate (Ristić Vakanjac 2015). Kao primer svemu navedenom, odabrano je karstno vrelo Gornji Dušnik koje se nalazi u istoimenom selu na teritoriji opštine Gadžin Han, jugoistočna Srbija. Drenira zapadne delove Suve planine. Značajno je po tome što je kaptirano za potrebe vodosnabdevanja Gadžinog Hana, Donjeg i Gornjeg Dušnika. Područje istraživanja pripada slivu Kutinske reke koja se dalje uliva u Nišavu. Nišava pripada slivu Južne, odnosno Velike Morave, koja se kod Smedereva uliva u Dunav. Dakle, najšire posmatrano, pripada Crnomorskom slivu. Slivno područje vrela Gornji Dušnik uglavnom karakteriše umereno-kontinentalna

klima koju odlikuju hladne zime i topla leta. Na hipsometrijski višim delovima mogu se uočiti i odlike planinske klime. Za potrebe sračunavanja parametara bilansne jednačine, na prvom mestu je bilo neophodno izvršiti analizu režima padavina. U ovu svrhu korišćeni su podaci sa hipsometrijski najviše stanice za koju su bili dostupni podaci a to je Babušnica (495 mm). Takođe, korišćena je i karta izohijeta Republike Srbije sa ekvidistancom od 50 mm koja je urađena za potrebe izrade Vodoprivredne osnove Srbije (osmatrački period 1949-2006).

Samo vrelo Gornji Dušnik se javlja na kontaktu karbonata titon-valenda sa aptskim peščarima na regionalnoj dislokaciji (dubravski rased) pružanja SZ-JI, duž koje je vršeno tonjenje zapadnog bloka (aptski peščari) (slika 1). Vrelo je uzlaznog tipa, a na mestu pojavljivanja prisutne su debele naslage bigra.



Slika 1. Hidrogeološka karta slivnog područja vrela Gornji Dušnik; **Legenda:** 1. Sipar, 2. Peskovi i gline, 3. Peščari, konglomerati i alevroliti, 4. Bankoviti i slojeviti krečnjaci i dolomiti, 5. Bankoviti i slojeviti krečnjaci i dolomiti (titon), 6. Dolomiti i dolomitični krečnjaci sa rožnacima, 7. Krečnjaci i peščari, 8. Konglomerati, peščari i alevroliti, 9. Karstni tip izdani, 10. Pukotinski tip izdani, 11. Zbijeni tip izdani, 12. Izohijete, 13. Izvori, 14. Pretpostavljena vododelnica

Figure 1. Hydrogeological map of the catchment area of the Gornji Dušnik spring; **Legend:** 1. Talus, 2. Sands and clays, 3. Sandstones, conglomerates and alevrolites, 4. Layered limestones and dolomites, 5. Layered limestones and dolomites (titon), 6. Dolomites and dolomitic limestones with hornstones, 7. Limestones and sandstones., 8. Conglomerates, sandstones, and alevrolites, 9. Karst aquifer, 10. Fractured aquifer, 11. Intergranular aquifer, 12. Isohyet, 13. Springs, 14. Suggested watershed

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Za potrebe proračuna bilansa podzemnih voda i analize vremenskih serija, na prvom mestu je bilo neophodno prikupiti sve literaturne izvore koji tretiraju ovo karstno vrelo, kao i prikupiti, sistematizovati i izvršiti obradu dobijenih srednje dnevni vrednosti isticanja vrela Gornji Dušnik i to za periode kada su postojali podaci. Kontinualni monitoring isticanja vrela Gornji Dušnik do današnjeg dana nije uspostavljen, već se vršio u dva navrata u periodima maksimalnog trajanja 18 meseci. Prva osmatranja ovog vrela vršio je Geozavod iz Beograda jednom u pet dana u vremenskom intervalu od novembra 1977. godine zaključno sa januarom 1979. godine, dok je drugi osmatrački period vezan za period januar 2018 – jun 2019. godine koji je uspostavljen od strane Departmana za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta.

Autokorelacija i kroskorelacija: Kada govorimo o podzemnim vodama, autokorelacione analize se najčešće koriste pri analizi dnevnih isticanja karstnih izdanskih voda i to kada nemamo podataka o pluviografskom režimu istražnog/slivnog područja. Kada postoje pluviografske stanice i podaci o sumarnim dnevnim padavinama onda u ovu svrhu koristimo i kroskorelacione analize. Pod autokorelacijom podrazumevamo uticaj slučajno promenljive X na samu sebe za vremenski pomak u iznosu od 1, 2, 3, ..., n . Najčešće korišćen vremenski korak je jedan dan. Kod analiza režima isticanja karstnih vrela ova metoda se zasniva na činjenici da današnja, odnosno trenutna vrednost ovog isticanja je uslovljena jučerašnjom vrednosti, zatim vrednosti zabeleženom pre dva, tri, četiri dana itd. Kako na režim isticanja karstnih vrela u velikoj meri utiče pluviografski režim date oblasti, u cilju analize vremenskih serija (u konkretnom slučaju isticanje i padavine) koriste se i kroskorelacione analize, samo sada se definiše kako na režim isticanja utiču

dnevne padavine zabeležene istog dana, zatim kako je uslovljena jučerašnjom sumom padavina, odnosno zabeleženom pre dva, tri, četiri dana itd. Jačina veze između, na ovaj način formiranih serija, definiše se uz pomoć koeficijenta korelacije r (Ristić Vakanjac 2015, Ristić Vakanjac et al. 2016, Čokorilo Ilić et al. 2016). Zavisnost dobijenih vrednosti koeficijenta korelacije za različite vremenske pomake u funkciji vremenskih pomaka nazivamo autokorelogramom, odnosno kroskorelogramom. Koeficijent korelacije može imati vrednost 1 (kod autokorelacije za vremenski pomak 0) a nakon toga za vremenski pomak 1, 2, ... ova vrednost opada do 0, odnosno može biti i negativna (teorijska maksimalna negativna vrednost koeficijenta korelacije iznosi -1). Za seriju koju analiziramo kažemo da je korelaciona do trenutka dok vrednost koeficijenta korelacije ne postane manja od 0.2 ($r < 0.2$) (Mangin, 1984).

Spektralna analiza: Pored vremenskog, analiza vremenskih serija može se izvršiti i u frekventnom domenu, kada se koristi spektralna funkcija gustine u okviru univarijantne analize, čiji je cilj analize determinacija doprinosa različitih periodičnih komponenti njenom ukupnom varijabilitetu (Kovačić, 1995), što je i primenjeno za vremensku seriju isticanja vrela Gornji Dušnik. Spektralna funkcija konvertuje autokorelacionu funkciju iz vremenskog u frekventni domen uz pomoć Furijeovih transformacionih redova (Mangin, 1984; Larocque et al. 1998; Jemcov, 2008). Kako Jemcov (2008) navodi, koncept primene spektralne funkcije gustina zasniva se na identifikaciji pikova indikatora periodičnosti konkretne vremenske serije, čime se ujedno i vrši karakterizacija KHS.

REZULTATI

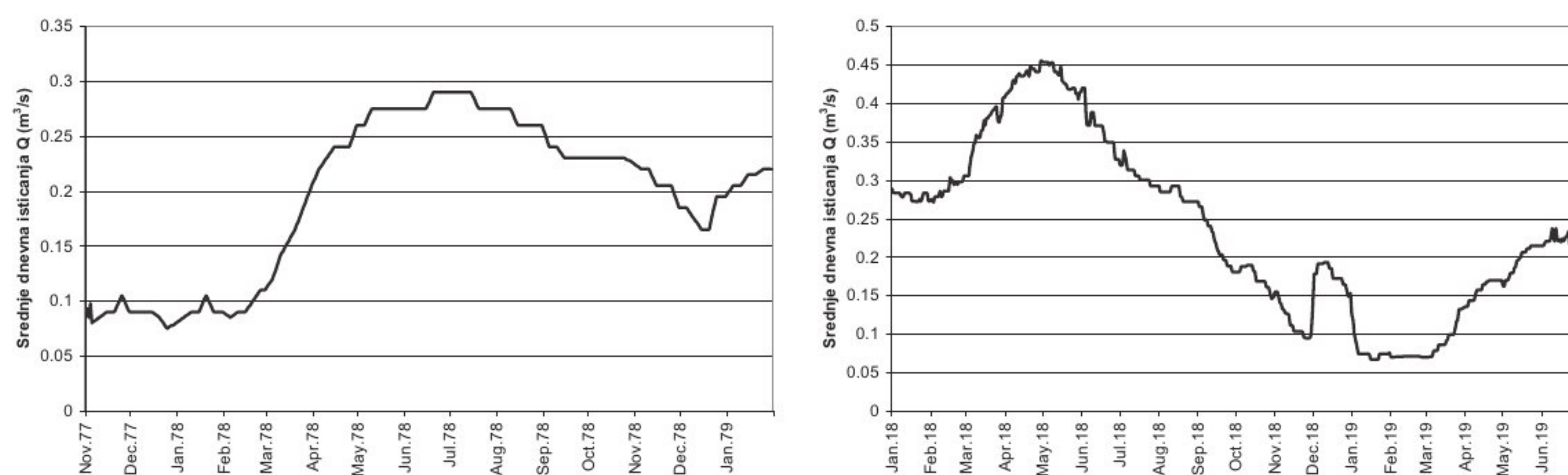
U vremenskom intervalu od novembra 1977. godine zaključno sa januarom 1979. godine (slika 2 levo), minimalni proticaj zabeležen je 21. decembra 1977. godine i iznosio je 75 l/s, dok je maksimalni zabeležen u periodu od 22. juna do 17. jula 1978. godine i iznosio je 0.29 m³/s. Srednje godišnja vrednost za ovaj period iznosila je 0.207 m³/s. U drugom osmatračkom periodu (januar 2018 – jun 2019), maksimalna zabeležena vrednost iznosila je 0.452 m³/s dok je minimalna dostigla vrednost od 0.065 m³/s (slika 2 desno). Tokom II osmatračkog perioda srednja količina isteklih voda iznosila je 0.231 m³/s.

Bilans voda: Imajući u vidu nadmorske visine kišomernih i meteoroloških stanica koje se nalaze u neposrednoj blizini sliva razmatranog vrela, za proračun parametara bilansne jednačine iskorišćena je stanica Babušnica. Za oba razmatrana perioda sračunate su i merodavne vrednosti sumarnih padavina koje su iznosile: za I osmatrački period 804 mm, i za II osmatrački period 532 mm. Kako su ove vrednosti merodavne za stanicu Babušnica, bilo je potrebno izvršiti njihovu korekciju a sa namerom da se dobiju što realnije vrednosti merodavnih padavina za osmatračke periode za sam sliv vrela. S tim u vezi, na osnovu karte izohijeta Republike Srbije koja je urađena za potrebe izrade Vodoprivredne osnove Srbije a za koju je osmatrački period bio 1949-2006. godine, za sliv vrela Gornji Dušnik sračunate su srednje godišnje padavine uz pomoć izohijeta koje iznose 909.1 mm. Kako je srednja godišnja suma padavina za period 1949-2006 za met. stanicu Babušnica iznosila 631 mm, sračunat je odnos ovih vrednosti: $P_{sr,sliv} : P_{sr,Babušnica} = 909.1 : 631 = 1.441$. Uz pomoć sračunatog odnosa, izvršena je korekcija padavina dobijenih za osmatračke periode a izmerenih na met. st. Babušnica. Odnosno, merodavne padavine sa kojima se ušlo kasnije u proračun parametara bilansne jednačine iznosile su: I period $1.441 \cdot 804 \text{ mm} = 1158.6 \text{ mm}$ i II period $1.441 \cdot 532 \text{ mm} = 766.6 \text{ mm}$. Dalje, na osnovu dobijenih srednje godišnjih isticanja Gornje Dušničkog vrela, zatim pretpostavljene površine vrela (16.74 km² - vidi sliku 1), sračunati su parametri bilansne jednačine čiji rezultati su prikazani u tabeli 1. U ovu svrhu iskorišćene su sledeće jednačine: prosečna višegodišnja zapremina raspoložive vode u slivu: $W = Q_{sr} \cdot 31.536$ (10⁶ m³); prosečna višegodišnja vrednost sloja oticaja: $h = 1000 \cdot W / F$ (mm); isparavanje: $E = P - h$ (mm); specifični oticaj: $q = Q_{sr} / F$ (l/s/km²), i prosečni višegodišnji koeficijent oticaja $\varphi = h / P$.

Tabela 1. Parametri bilansa voda vrela Gornji Dušnik, sračunatih za osmatračke periode

Table 1. Parameters of the Gornji Dušnik spring water balance, calculated for the observation periods

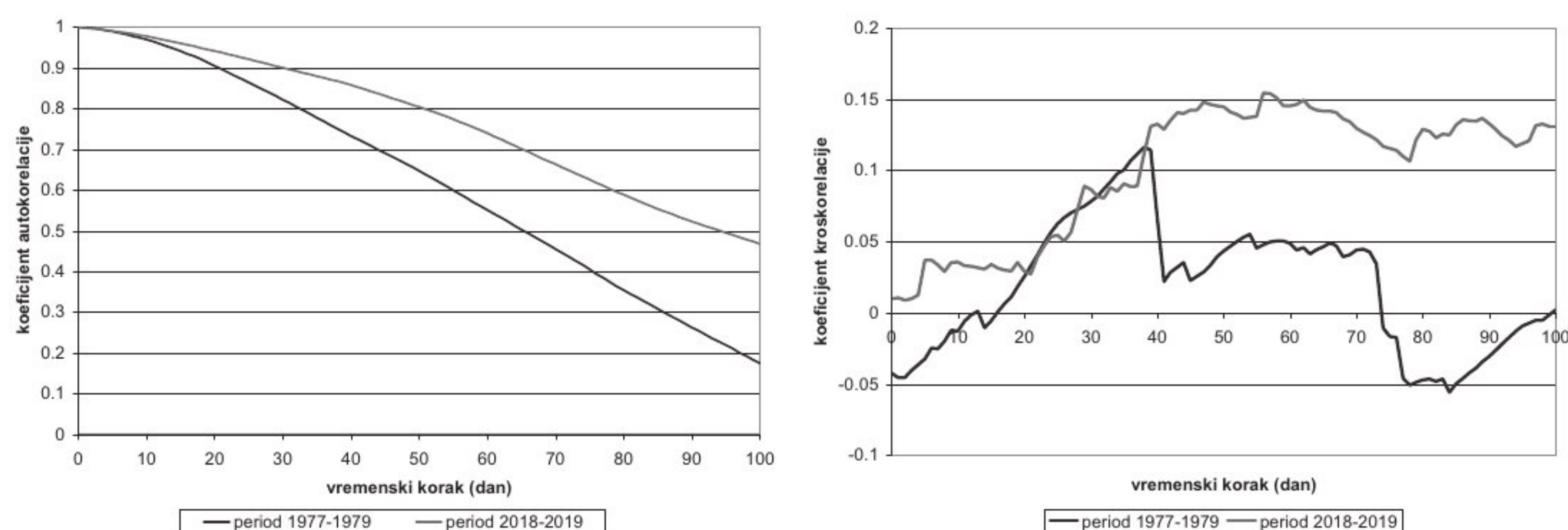
period	F (km ²)	P (mm)	E (mm)	Q_{sr} (m ³ /s)	h (mm)	W (10 ⁶ m ³)	q (l/s/km ²)	φ
I	16.74	1158.6	768.6	0.207	390.0	6.528	12.366	0.337
II	16.74	766.6	331.4	0.231	435.2	7.285	13.799	0.568



Slika 2. Srednje dnevna isticanja vrela Gornji Dušnik, levo: osmatrački period 1. novembar 1977. - 31. januar 1979. godine, desno: 1. januar 2018. - 30. jun 2019. godine

Figure 2. Average daily discharge of Gornji Dušnik spring, left: observation period November 1, 1977 - January 31, 1979, right: January 1, 2018 - June 30, 2019

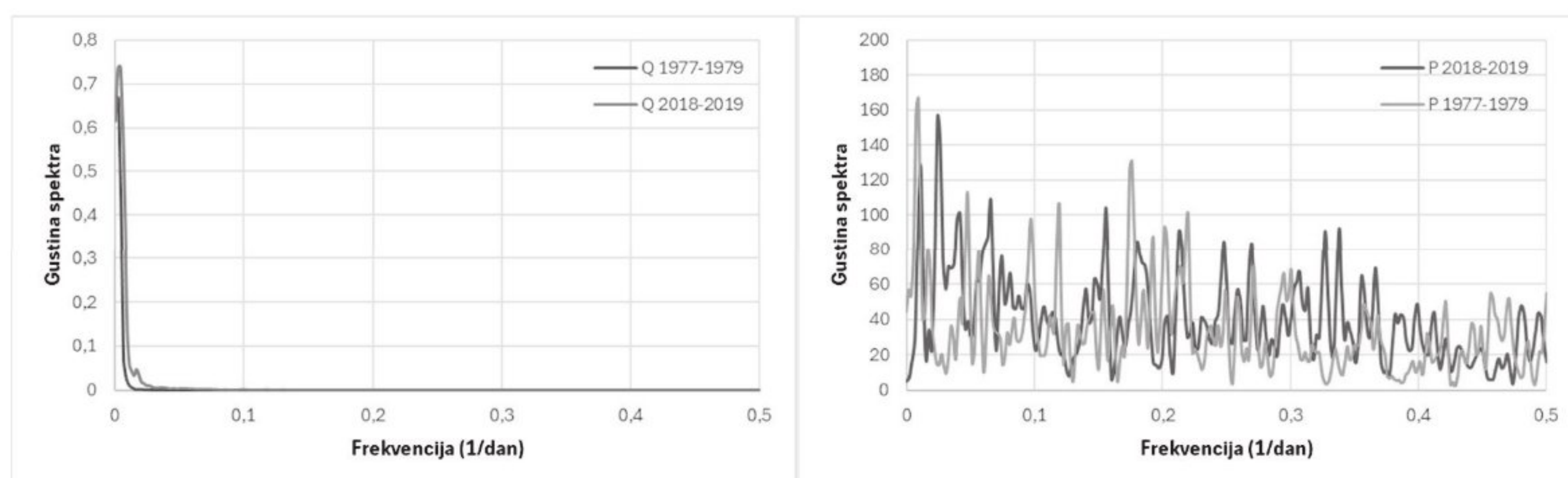
Za potrebe analize vremenskih serija isticanja karstnog vrela Gornji Dušnik, za oba osmatračka perioda urađene su autokorelacione i kroskorelacione analize. Kod kroskorelacione analize iskorišćeni su podaci o dnevnom sumama padavina zabeleženim na met. stanici Niš. Dobijeni rezultati su prikazani na slici 3.



Slika 3. Autokorelogram (levo) i kroskorelogram (desno) kao rezultat sprovedenih autokorelacionih i kroskorelacionih analiza isticanja vrela Gornji Dušnik

Figure 3. Autocorrelogram (left) and crosscorrelogram (right) as a result of autocorrelation and crosscorrelation analyzes of Gornji Dušnik spring

Takođe, kreirana je i spektralna analiza vremenskih serija izdašnosti vrela Gornji Dušnik i padavina sa met. stanice Niš za period 1977-1979. godina, odnosno 2018-2019. godina, koja je prikazana na slici 4.



Slika 4. Spektralna analiza izdašnosti vrela Gornji Dušnik (levo) i padavina sa MS Niš (desno) u periodima 1977-1979 i 2018-2019. godina

Figure 4. Spectral analysis of Gornji Dušnik spring discharge (left) and rainfalls from MS Niš (right) in 1977-1979 and 2018-2019

DISKUSIJA

Rezultati dobijeni sprovedenom pluviografskom analizom ukazuju da je prvi osmatrački period bio znatno kišniji, tačnije oko 249.5 mm (27%) je palo više u odnosu na višegodišnji prosek, dok je drugi osmatrački period bio znatno sušniji (palo je za 142.5 mm ili 16% manje u odnosu na prosečne padavine). Međutim, analiza srednjih godišnjih isticanja vrela Gornji Dušnik ukazuju na sasvim suprotnu situaciju, odnosno tokom II perioda je u proseku isteklo 24 l/s više u odnosu na prvi period, što bi, kada je u pitanju zapremina istekle vode iznosilo $0.757 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Dakle dobijamo potpuno suprotne informacije.

Kada posmatramo autokorelogram, dobijeni rezultati nam ukazuju da je memorija karstnog sistema vrela Gornji Dušnik iznosi 97 dana (dobijena sprovedenom analizom za I osmatrački period), odnosno > 100 dana kada je u pitanju II osmatrački period (ovde napominjemo da je koeficijent autokorelacije za pomeraj od 100 dana imao vrednost 0.459). Kod I perioda nagib autokorelograma je znatno izraženiji u odnosu na autokorelogram karakterističan za II period, što potvrđuje analizu pluviografskog režima, odnosno potvrđuje činjenicu da je I osmatrački period bio kišniji u odnosu na II. Kroskorelaciona analiza oba perioda ukazuje na to da maksimalne vrednosti koeficijenata kroskorelacije su karakteristične za pomeraj od 38 dana, s tim da kada je u pitanju I osmatrački period, nakon 39 dana vrednosti koeficijenata kroskorelacije naglo padaju, dok kod II perioda nastavljaju da blago rastu, odnosno imaju vrednosti između 0.14 i 0.15 do 67 dana, nakon čega imaju tendenciju opadanja do 78 dana, a nakon toga opet blagi porast do 87 dana. Kod ove vrste analiza, kroskorelogrami kišnih perioda u odnosu na iste karakteristične za sušne periode, imaju uvek veće vrednosti koeficijenata kroskorelacije što ovde nije slučaj. Kroskorelogram I perioda ukazuje na to da je u pitanju sušnija godina, što pluviografska analiza nije pokazala.

Spektralna funkcija gustine vremenske serije padavina pokazuje 5 najfrekventnijih pikova koji pokazuju cikličnost vremenske serije. To su vrednosti 0.00733, 0.00916, 0.04762, 0.11905 i 0.17399 dan^{-1} , koji odgovaraju vremenskim periodima od 136, 109, 21, 8 i 6 dana za period osmatranja 1977-1979. Sa druge strane, vremenska serija padavina iz perioda 2018-2019 pokazuje 5 najfrekventnijih pikova – 0.01096, 0.02412, 0.06578, 0.1557 i 0.32675 dan^{-1} , koji odgovaraju vremenskim periodima od 91, 41, 15, 6 i 3 dana. Iz pomenutog se vidi poklapanje cikličnog pojavljivanja padavina, osim što u drugom periodu odsustvuje 4-mesečni ciklus padavina, verovatno kao rezultat atipične kišne godine. Spektralne funkcija gustine izdašnosti vrela Gornji Dušnik pokazuju skoro identične cikluse javljanja pikova isticanja ovih vrela, što ukazuje na stabilni hidraulički režim isticanja ovog vrela. Najfrekventniji pikovi spektralne funkcije izdašnosti vrela u periodu 1977-1979. godine su 0.00219, 0.00438, 0.00657, 0.00877 i 0.01096 dan^{-1} , što odgovara broju dana od 456, 228, 152, 114 i 91 dana, respektivno. Dalje, 5 najfrekventnijih pikova u periodu 2018-2019. godine su 0.00183, 0.00366, 0.00549, 0.00732 i 0.01098, što odgovara broju dana od 546, 273, 182, 136 i 91 dana, respektivno. Takođe, uočava se da pri frekvencijama višim od 0.05 dan^{-1} , spektralna funkcija gustine izdašnosti vrela gubi značaj, što odgovara broju dana od 20.

ZAKLJUČAK

Treba napomenuti da I osmatrački period je organizovan od strane Geozavoda Srbije i to na taj način što je angažovano lice vršilo merenje vodostaja jednom u 5 do 7 dana. Imajući u vidu da je vrelo Gornji Dušnik uzlaznog tipa i da ne dolazi do brzog porasta i pada isticanja, ovako uspostavljen monitoring nije mogao da ima značajnijeg uticaja na sprovedene analize. Međutim, ukoliko je očitavanje isticanja na ovom vrelu vršeno na jednom mestu (jedna vodomerna letva), postavlja se pitanje da li su vode koje su kaptirane za vodosnabdevanje, kao i vode koje se od samog vrela odvođe ka obližnjem ribnjaku ušle u dobijena srednje dnevna isticanja. Ukoliko nisu, onda srednje godišnja vrednost isticanja ovog vrela dobijena za I osmatrački period, ima sigurno znatno veću vrednost od vrednosti prikazane u ovom radu. Takođe, dobijene vrednosti parametara bilansne jednačine ukazuju na to da slivna površina ovog vrela ima veću vrednost od vrednosti prikazane u ovom radu i ona najverovatnije iznosi preko 20 km^2 . Za potrebe definisanja što tačnije hidrogeološke površine sliva potrebno je sprovesti detaljna hidrogeološka istraživanja u široj zoni ovog slivnog područja. Osim toga, analiza vremenskih serija isticanja vrela i padavina u vidu auto- i kroskorelacije, odnosno spektralne analize pokazuje stabilan hidraulički režim ovog vrela.

LITERATURA

- Bonacci O., Andrić I., 2015: *Hidrološka analiza krškog izvora Žrnovnice kod Splita*, časopis Hrvatske vode 23, 94, pp 311-320
- Čokorilo Ilić, M., Ristić Vakanjac, V., Milanović, S., Vasić, Lj., Jovanov, K., 2016: *Cross-correlation analyses of karst spring discharges*, III Congress of geologist of Republic Macedonia with international participant (ed Sonja Lepitkova and Blažo Boev), Struga, Macedonia, book 1, pp 77-84

- Jemcov, I., 2008: *Bilans karstnih izdanskih voda i optimizacija rešenja njihovog zahvata na primerima iz Srbije*, doktorska disertacije, RGF, UoB, p. 377
- Larocque, M., Mangin, A., Razack, M., Banton, O., 1998: *Contribution of correlation and spectral analyses to the regional study of a large karst aquifer (Charente, France)*. J. Hydrol. 205. 217-231
- Mangin A., 1984: *Pour une meilleure connaissance des systèmes hydrologiques à partir des analyses corrélatoire et spectrale*. Journal of Hydrology, v. 67, pp. 25-43
- Prohaska S., 2003: *Hidrologija I deo - hidro-meteorologija, hidrometrija i vodni režim*, UB RGF, IJČ, RHMZ
- 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. ISBN 978-3-319-12849-8, DOI10.1007/978-3-319-12850-4, Springer International Publishing Switzerland,
- Ristić Vakanjac, V., Čokorilo Ilić, M. Milanović, M., Jovanov, K., Vasić, Lj., 2016: *Autocorrelation analyses of karst spring discharges regimes*, III Congres of geologist of Republic Macedonia with international participant, (ed Sonja Lepitkova and Blažo Boev), Macedonia, Struga, pp. 85-92.
- Ristić Vakanjac, V., Marinović V., Nikić, Z., Čokorilo Ilić, M., Polomčić, D., Bajić, D., 2016: *Verification of catchment size using the water balance equation*, III Congres of geologist of Republic Macedonia with international participant, (ed Sonja Lepitkova and Blažo Boev), Macedonia, Struga, pp. 191-198