

Režim Kameničke reke (sliv reke Visočice)

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



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Režim Kameničke reke (sliv reke Visočice) | Nenad Janačković, Vesna Ristić Vakanjac, Veljko Marinović, Jugoslav Nikolić, Boris Vakanjac, Zoran Nikić | 17. Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, Pirot, 2-6 oktobar 2024 | 2024 | |

10.5281/zenodo.13740152

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0009223>

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

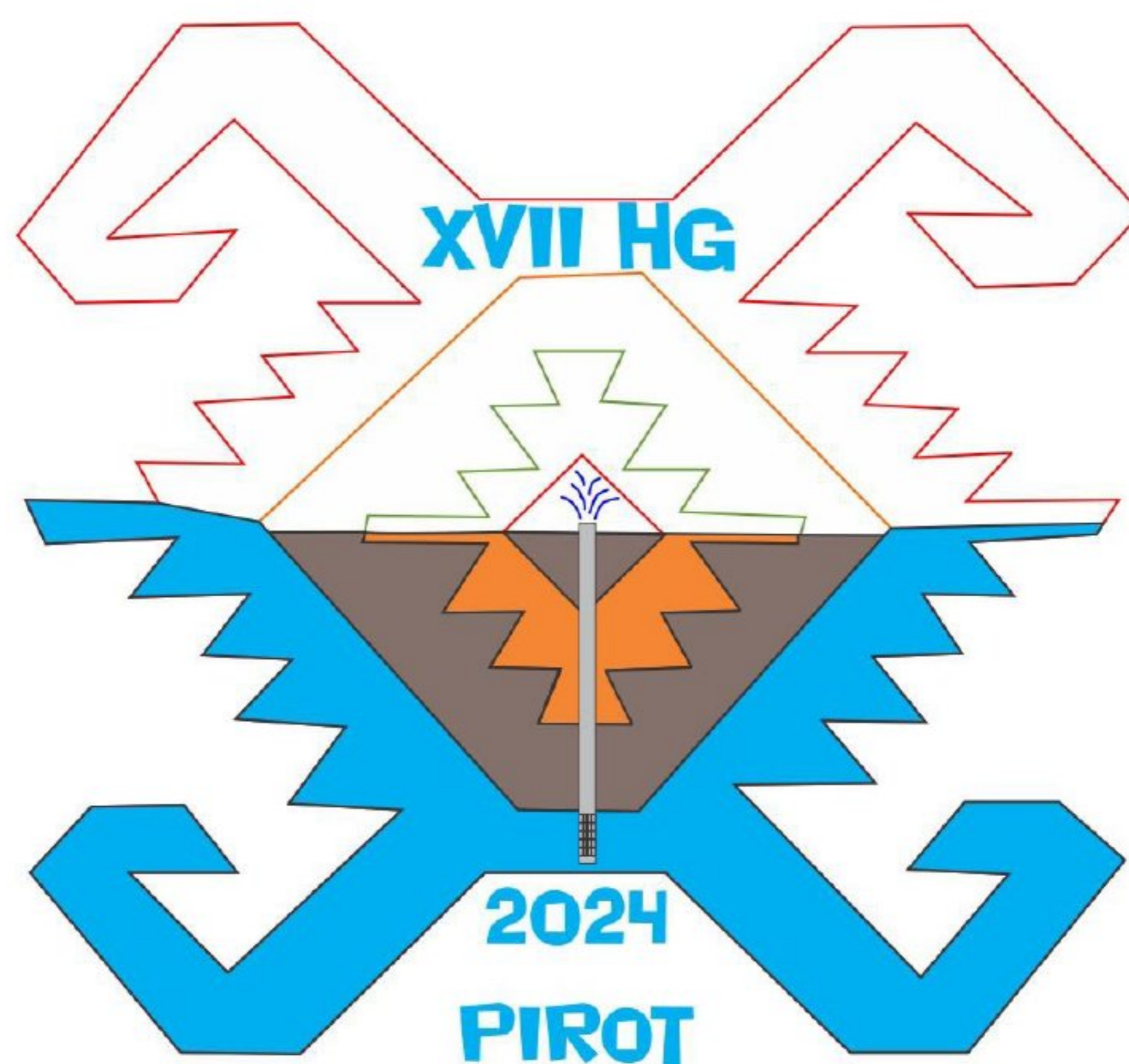
The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: www.dr.rgf.bg.ac.rs

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

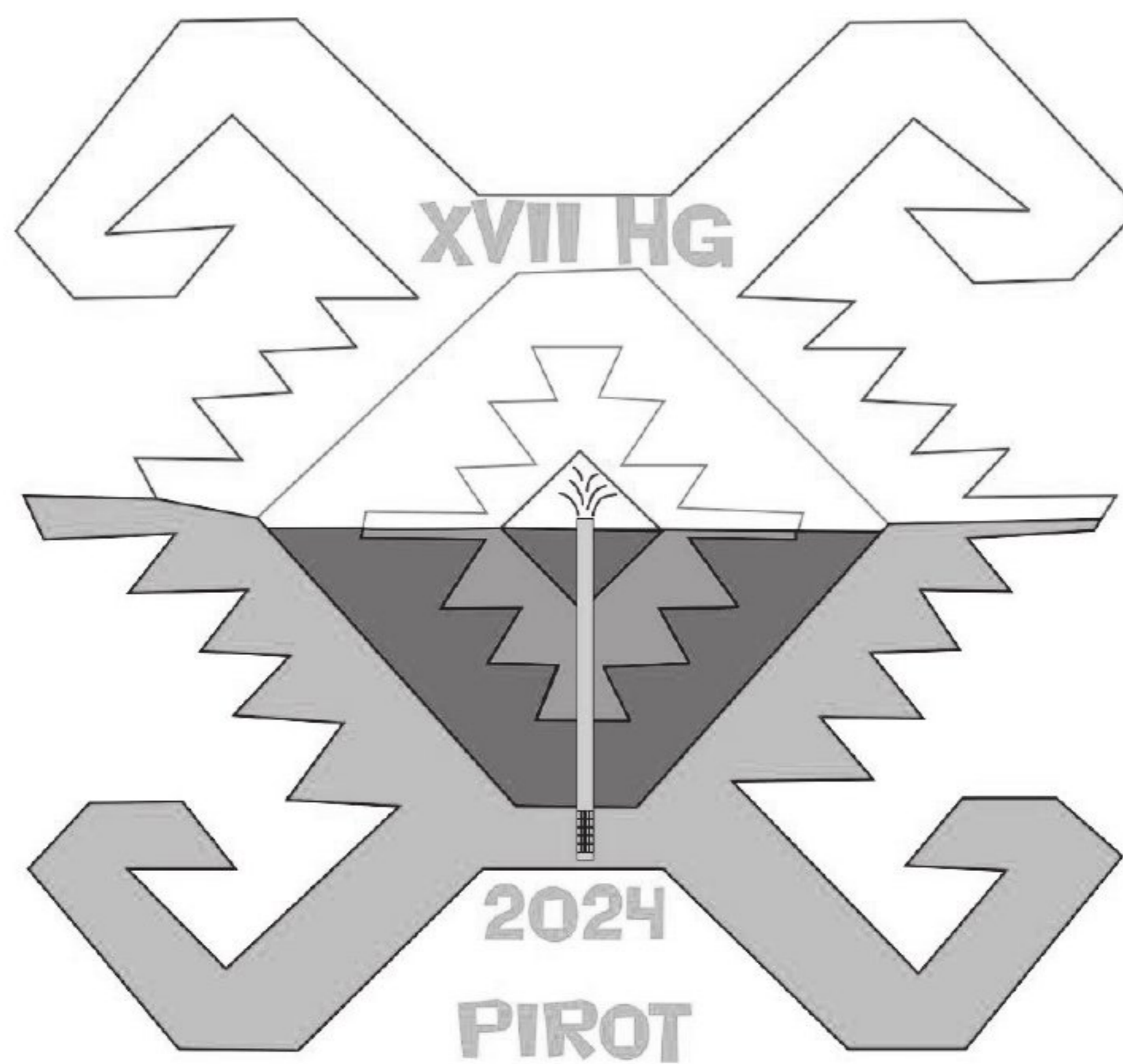


UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

HG

XVII SRPSKI SIMPOZIJUM
O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA



02-06. oktobar
2024. godine



XVII SRPSKI SIMPOZIJUM O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem
ZBORNİK 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 dragocenim 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**
HIDROGEO Termalni 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 HIDROGEO Termalnog sistema šire okoline Brusca - GEOLOŠKI,
GEOFIZIČKI I HIDROGEOLOŠKI USLOVI 381
- Dejan Milenić, Ana Vranješ, Marinko Toljić, Ivana Vasiljević, Natalija Radosavljević, Matija
Ognjanović**
KONCEPTUALNI MODEL HIDROGEO Termalnog sistema šire okoline Brusca -
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 TRANZIJENATA 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 TREBJESOM, 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

REŽIM KAMENIČKE REKE (SLIV REKE VISOČICE) THE FLOW REGIME OF KAMENIČKA RIVER (CATCHMENT AREA OF VISOČICA RIVER)

Nenad Janačković¹, Vesna Ristić Vakanjac², Veljko Marinović³, Jugoslav Nikolić⁴,
Boris Vakanjac⁵, Zoran Nikić⁶

¹Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd. E-mail: nenad.janackovic@rgf.rs

²Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd. E-mail: vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs

³Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd. E-mail: veljko.marinovic@rgf.bg.ac.rs

⁴Republički hidrometeorološki zavod Srbije, Kneza Višeslava 66, 11000 Beograd. E-mail:

jugoslav.nikolic@hidmet.gov.rs

⁵Vojnogeografski institut "General Stevan Bošković", Mije Kovačevića 5, 11000, Beograd, E-mail:

boris.vakanjac@vgi.gov.rs

⁶Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11000, Beograd, zoran.nikic@sfb.bg.ac.rs

APSTRAKT: Kamenička reka je desna pritoka reke Visočice. Svoj tok formira na donjotrijaskim sedimentnim stenama (alevroliti, peščari, konglomerati) i u ovom delu je razvijen dendritičan tip hidrografske mreže. Po prelasku na srednjotrijaske karbonatne stene ovaj tok postaje povremen, tačnije sukcesivno gubi vodu u delovima gde rasedne strukture presecaju korito ove reke, tako da tokom pojedinih godina i dužih sušnih perioda korito ove reke ostaje suvo. U radu je izvršena analiza režima proticaja Kameničke reke za 15-to godišnji osmatrački period (1964-1978), na osnovu kog se može konstatovati da je srednjegodišnji proticaj Kameničke reke 646 l/s, s tim da tokom aprila i maja rekom protekne oko 50% a da tokom avgusta i septembra protekne samo 3% ukupnih godišnjih voda. Indeks baznog oticaja za ukupni period iznosi svega 25%, što je rezultat činjenice da najveći deo baznog oticaja Kameničke reke ponire i prihranjuje Jelovičko vrelo. Pretpostavlja se da je to u minimumu oko 411 l/s.

Ključne reči: režim, bilans, bazni oticaj, poniranje, Kamenička reka

ABSTRACT: The Kamenička River is the right tributary of the Visočica River. Its course forms on the Lower Triassic sedimentary rocks (siltstones, sandstones, conglomerates) and in this part a dendritic type of hydrographic network is developed. After transitioning to Middle Triassic carbonate rocks, flow becomes intermittent, or more precisely, it successively loses water in parts where fault structures cut the river bed, so that during certain years and longer dry periods, the river bed remains dry. The paper analyze the flow regime of the Kamenička River for observation period from 1964-1978 (in total 15 years). Regarding to mentioned period, the average annual run off of the Kamenička River is 646 l/s, so that during April and May runoff is about 50%, and during August and September about 3% of the total annual water volume. The index of the base flow for the entire period is only 25%, which is the result of the fact that the largest part of the Kamenička River base flow sinks and recharge the Jelovičko spring. It is assumed that it is at least about 411 l/s.

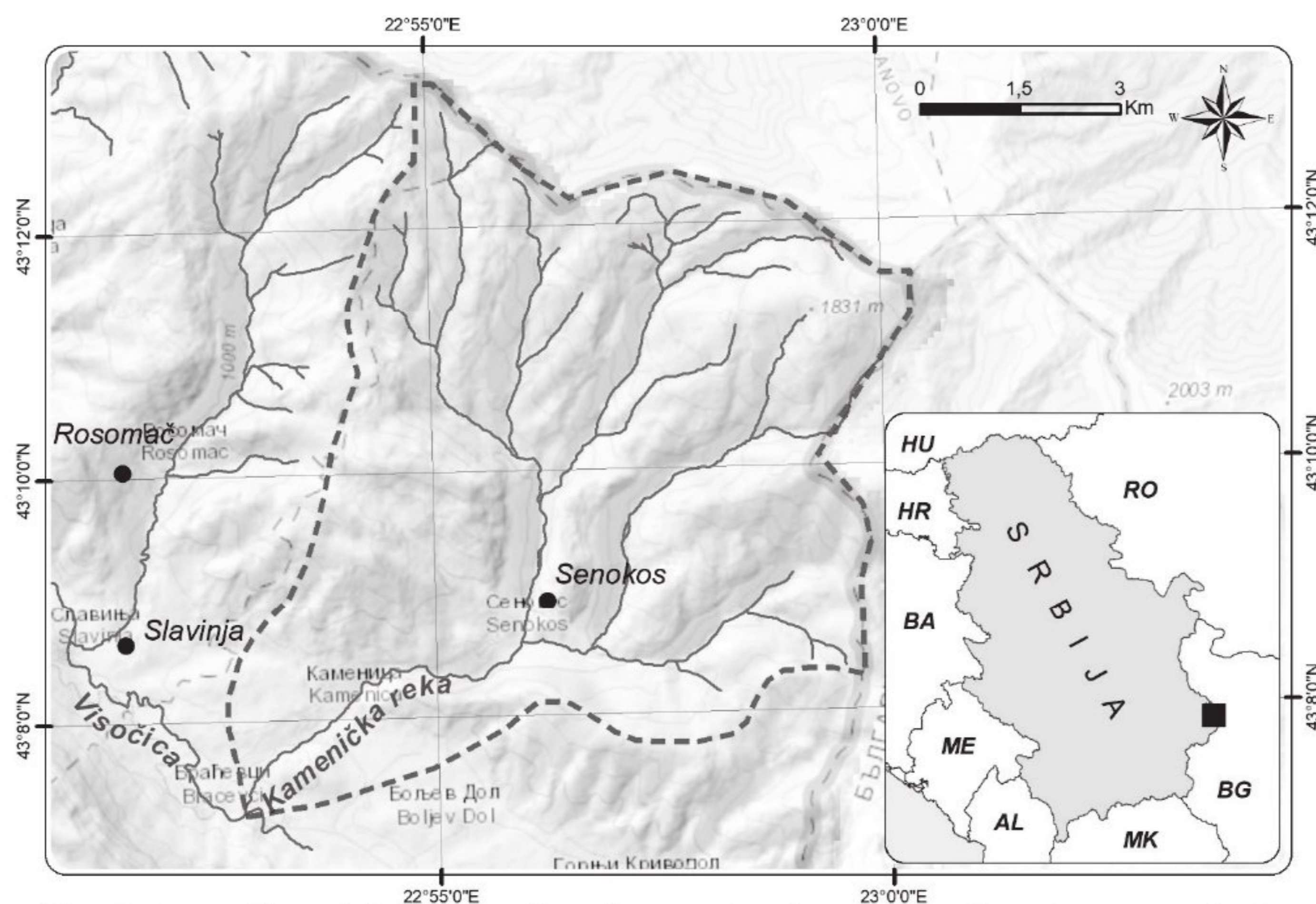
Key words: regime, water balance, base flow, sinking, Kamenička river

UVOD

"Specifični geološki i hidrogeološki uslovi u oblasti sliva reke Visočice, a pre svega široko rasprostranjenje karbonatnog srednje trijaskog kompleksa stena, kao i donjo trijasko šarene serije (alevroliti, peščari, konglomerati) imali su za posledicu formiranje specifičnog tipa drenažne mreže kao i specifičnog režima oticaja reke Visočice i njenih značajnijih pritoka"¹. Opšta karakteristika sliva reke Visočice je njena nesimetričnost. Leva dolinska strana je skoro u potpunosti odsutna, tako da reka Visočica ima samo desne pritoke u delu do Pakleštice, odnosno do trenutka kada se ova reka uliva u Zavojsko jezero (Ristić Vakanjac i dr. 2017). Izvorišni deo reke Visočice nalazi se na teritoriji Republike Bugarske. Smešten je između planinskih vrhova Koma i Krastaveca na nadmorskoj visini od oko 1640 m (oblast Berovih planina). Od desnih pritoka, Visočica po ulasku na teritoriju Republike Srbije prihvata vode Krivodolštice, zatim Kameničke, Rosomačke i Dojkinačke reke. Kod sva četiri pomenuta vodotoka karakteristično je i to da gornji

¹ Ristić Vakanjac i dr. (2018). Prilog poznavanju režima voda reke Visočice, str. 505

delovi njenih pritoka se formiraju u okviru donjotrijaskih sedimenata, a nakon toga prelaze na srednjotrijaske karbonatne stene (Slika 1). Zajednička karakteristika im je još i da po prelasku na srednjotrijaske krečnjake, vode ovih reka poniru sukcesivno (Dojkinačka i Kamenička) ili najvećim delom koncentrično (Rosomačka reka, Krivodolštica). Tačnije, Dojkinačka i Kamenička reka svoje tokove su formirale na rasednim strukturama, tako da u delu gde postoje mlađe rasedne strukture upravne na pomenute rasede koje prate ovi tokovi, u ovim delovima dolazi do poniranja površinskih voda, a pomenuti rečni tokovi ostaju delimično ili u potpunosti bez vode. Sa druge strane, Rosomačka i Krivodolštica u delovima gde njihovi tokovi prelaze preko rasednih struktura postavljenih pod nekim uglom u odnosu na formirana korita ovih reka, ove reke gube delimično ili u potpunosti vodu (Ristić Vakanjac i dr. 2018).



Slika 1. Geografski položaj Kameničke reke; Granica sliva predstavljena je crvenom linijom
Figure 1. Geographical position of the Kamenička reka River; The watershed boundary is represented by a red line

Vode koje poniru u svim pomenutim vodotocima prihranjuju karstnu izdan, a pravci kretanja ovih voda prate pravce pružanja lokalnih rasednih struktura koje ukazuju na to da ove vode prihranjuju najvećim delom Jelovičko vrelo koje je ujedno i najjače i najznačajnije vrelo u ovom delu Srbije (Nikić 2003, Milanović i Vasić 2015, Ristić Vakanjac et al. 2016). Na žalost, monitoring vodostaja i proticaja na pritokama reke Visočice uglavnom ne postoji. Preciznije, režimska osmatranja postoje samo na Dojkinačkoj reci (uspostavljena 1981. godine i traju do danas), a postojala su i na Kameničkoj reci u vremenskom trajanju od 15 godina (otpočelo sa osmatranjima 1964. godine i trajala su do zaključno sa 1978. godinom). Na reci Visočici, postoje tri vodomerna profila uspostavljena od strane Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZ) (https://www.hidmet.gov.rs/ciril/hidrologija/povrsinske/sliv.php?hm_sliv_id=6):

- profil Izatovac, otpočeo sa radom 1963. godine, i kontroliše slivnu površinu u iznosu od 156 km² a srednje godišnji proticaj za razmatrani period iznosi 1.206 m³/s (Ristić Vakanjac i dr. 2016),
- profil Braćevci, otpočeo sa radom 1963. godine, i kontroliše slivnu površinu u iznosu od 227 km²,
- profil Visočka Ržana, otpočeo sa radom 1958. godine i bio aktivan do 2005. godine, dok 2011. godine prelazi u nadležstvo HE Pirot koji nastavlja sa monitoringom vodostaja i proticaja do danas. Ovaj profil kontroliše slivnu površinu u iznosu od 403 km², $Q_{sr, 1964-1978} = 6.267 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ristić Vakanjac i dr. 2016).

METODOLOGIJA

Podaci neophodni za izradu ovog rada su preuzeti iz baze podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije za ukupni period kada su na pojedinim stanicama vršena merenja. U radu su podaci obrađeni izvršene za period 1964 - 1978. godina, odnosno za period kada je vršen monitoring Kameničke reke u profilu Kamenača. U tabeli 1 date su vrednosti srednjemesečnih i godišnjih

proticaja Kameničke reke, profil Kamenica za razmatrani period. Za potrebe prikaza pluviografskog režima slivnog područja odabrana je kišomerna stanica Kamenica dimitrogradska koja se nalazi na samom slivnom području. I ovde je izdvojen i analiziran period 1964-1978. godina, odnosno period kada je bio uspostavljen monitoring na Kameničkoj reci, v.s. Kamenica. Rezultati koji su dobijeni prikazani su grafički (vidi slike 2 i 3). Razdvajanje hidrograma na direktni i bazni oticaj izvršen je primenom metode lokalnog minimuma (engl. *Local Minimum Method* – LMM) u okviru softverskog paketa BFI (Hydro Office, 2020), koja se zasniva na određivanju broja dana nakon pika hidrograma kada teoretski prestaje bazni oticaj, uz korišćenje parametra f od 0,9, odnosno parametra N za koji je iskorišćena komparacija promene indeksa baznog oticaja za vrednosti N od 1 do 10, gde je kao konačna vrednost za N uzeta tačka nakon koje se ublažava nagib krive indeksa baznog oticaja (Wahl & Wahl, 1995).

PRIKAZ DOBIJENIH REZULTATA SA DISKUSIJOM

Na osnovu sumarnih dnevnih padavina koje su osmotrene na k. s. Kamenica dimitrovgradska dobijene su mesečne, sezonske i godišnje sume, odnosno sračunate su srednje mesečne, sezonske i godišnje sume padavina za osmatrački period. Srednje godišnja vrednost padavina iznosila je za razmatrani period 746,7 mm, dok su vrednosti srednje mesečnih i sezonskih padavina (%) date grafički i to u vidu subastih dijagrama (Slike 2 i 3). Na osnovu slike 2 se može zaključiti da se vrednosti srednjegodišnjih padavina kreću od 6% (januar i mart) pa do 11% (maj), odnosno 13,53% (juni). Što se tiče sezonskih padavina, najviše kiše padne tokom proleća (31,56%) dok najmanje padne tokom zime (20,67%) (Slika 3).

Isto tako na osnovu sistematizovanih rezultata prikazanih u tabeli 1 može se konstatovati da je srednjegodišnji proticaj Kameničke reke za osmatrački period 1964-1978. godina bio 0,646 m³/s, da je apsolutni maksimum u iznosu od 21,6 m³/s zabeležen 4. juna 1966. godine, dok je suvo korito tokom perioda 1964-1968. godina zabeleženo svake godine u trajanju od minimalnih 9 dana (1964. godina) pa do 85 dana (1968. godina). U periodu 1964-1978. godine apsolutni minimumi su se kretali u intervalu od 2 l/s (od 29. oktobra do 1. novembra 1970. i 16 - 22. septembra 1974.) pa do 12 l/s (28 - 31. decembra 1975. godine). Što se tiče unutargodišnje raspodele, na slici 4 dat je histogram srednje mesečnih proticaja, a na slici 5 srednje sezonski proticaji. Sa slike 4 može se zaključiti da su najvodniji meseci april (skoro 27% od ukupnih godišnjih količina proteklih voda) i maj (oko 21.5%), odnosno, tokom ova dva meseca u profilu Kamenica, koritom Kameničke reke protekne oko 50% ili polovina ukupne godišnje zapremine voda. Mesec najsiromašniji vodom je avgust (1,3%) i septembar (1,9%). Kada posmatramo raspodelu voda po sezonama, 60% ukupne godišnje zapremine vode protekne tokom proleća dok tokom leta koritom ove reke protekne svega 7%.

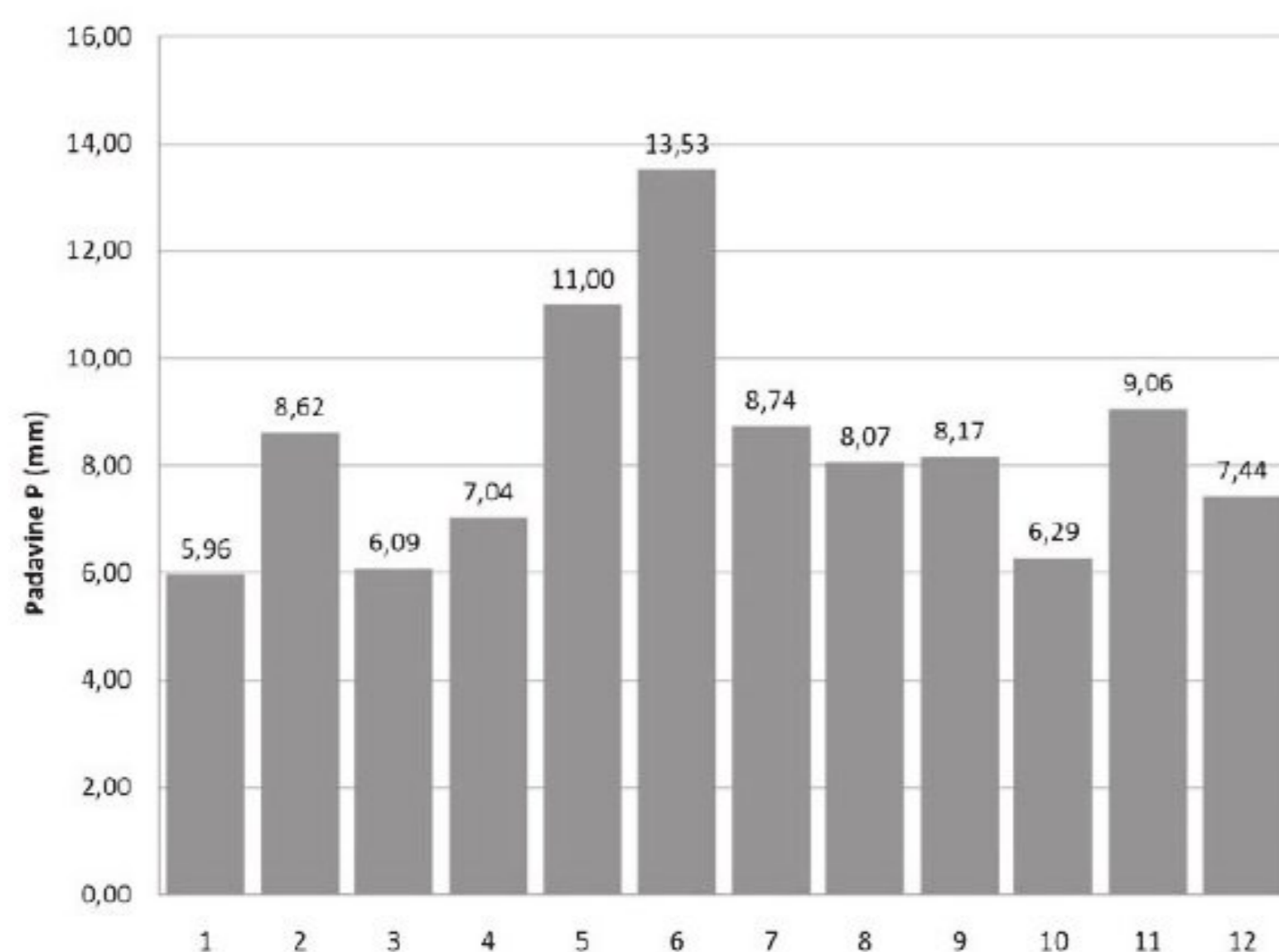
Tabela 1. Srednje mesečne i godišnje vrednosti kao i apsolutne godišnje vrednosti proticaja zabeležene u profilu Kamenica, reka Kamenička

Table 1. Mean monthly and annual values as well as absolute annual run off values recorded on the gauging station Kamenica, Kamenička river

	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Q _{sr}	Q _{max}	Q _{min}
1964	0,010	0,198	0,567	1,737	1,346	0,814	0,041	0,026	0,364	0,446	1,117	0,481	0,593	4,99	0
1965	0,242	0,644	0,986	1,617	1,629	0,455	0,008	0,003	0,000	0,000	0,011	0,302	0,490	3,97	0
1966	0,447	1,925	1,154	2,407	1,296	3,035	0,015	0,059	0,012	0,015	0,034	0,143	0,864	21,6	0
1967	0,238	0,554	1,449	3,502	2,209	0,593	1,061	0,005	0,021	0,046	0,037	0,036	0,812	11,3	0
1968	0,007	0,335	0,850	2,319	0,013	0,050	0,000	0,011	0,049	0,022	0,121	0,100	0,320	7,67	0
1969	0,087	0,776	1,097	2,683	2,092	0,858	0,211	0,013	0,029	0,024	0,028	0,084	0,662	6,43	0,004
1970	0,717	0,849	1,688	2,970	2,857	0,869	0,666	0,027	0,012	0,023	0,009	0,036	0,893	7,67	0,002
1971	1,041	0,439	0,838	2,009	1,061	0,855	0,169	0,008	0,065	0,015	0,030	0,024	0,545	7,05	0,007
1972	0,109	0,252	0,332	0,640	0,458	0,083	0,196	0,068	0,826	2,723	0,736	0,533	0,582	7,6	0,007
1973	0,318	0,021	0,456	3,085	2,013	0,183	0,565	0,027	0,031	0,129	0,039	0,315	0,601	7,6	0,005
1974	0,249	0,222	0,856	1,261	2,891	0,362	0,069	0,024	0,017	0,079	0,094	0,022	0,515	7,05	0,002
1975	0,025	0,026	0,848	1,965	3,718	1,487	0,278	0,429	0,430	0,419	0,573	0,159	0,867	9,12	0,012
1976	0,093	0,041	0,022	0,732	1,395	1,220	0,663	0,778	0,129	0,065	1,622	0,859	0,635	5,29	0,004
1977	0,222	1,197	1,039	1,572	0,435	0,869	0,204	0,026	0,005	0,007	0,408	0,400	0,524	3,2	0,004
1978	0,176	1,081	1,885	2,825	1,582	0,894	0,236	0,038	0,196	0,089	0,103	0,367	0,785	7,9	0,005
Q _{sr}	0,265	0,571	0,938	2,088	1,666	0,842	0,292	0,103	0,146	0,274	0,331	0,257	0,646	21,6	0

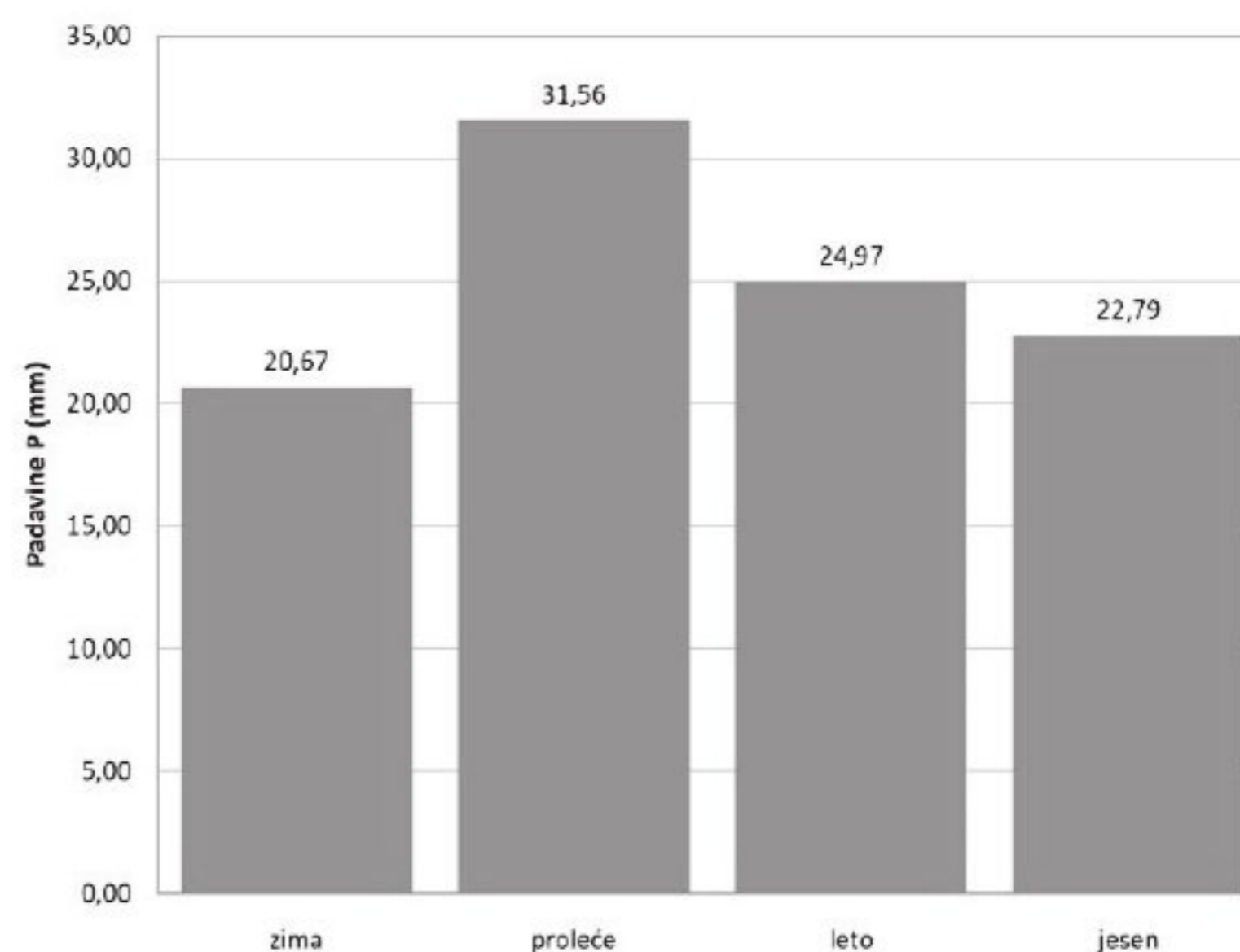
Ovde se može primetiti potpuna nesaglasnost količina voda koje proteknu po mesecima i količina vode koje su u vidu padavina zabeležene na slivu Kameničke reke. Prva nesaglasnost je vezana za prolećne mesece. Razlog ove nesaglasnosti je hipsometrijska visina sliva koja se kreće od kote ušća Kameničke reke u Visočicu (755 mm) pa do 1719 mm (vrh Mučibaba), odnosno 1716 mm (vrh Adžijina kapija) (Ristić Vakanjac i dr. 2017). Dakle, padavine tokom zimskih meseci su u vidu snega koji formira snežni pokrivač koji tokom aprila i maja počinje da se otapa i da učestvuje u formiranju oticaja sa sliva Kameničke reke (Nikić 2003). Druga velika nesaglasnost je leto, a najviše avgust i septembar, kada u proseku padne oko 8%

ukupnih padavina po mesecu a kada je u pitanju oticaj, manje od 2 % po mesecu su količine vode koje proteknu kroz osmatrački profil u Kamenici. Jedan od razloga ove razlike je taj da su ovo topli meseci i da sigurno je evapotranspiracija izraženija nego tokom zimskih meseci, a drugi razlog je što najveći deo ovih voda ponire prihranjujući karstnu izdan, dok korito reke ostaje suvo ili sa količinama voda manjim od 20 l/s. U daljem tekstu biće dato objašnjenje o kojim se količinama vode radi.



Slika 2. Srednje mesečne padavine, kišomerna stanica Kamenica dimitrovgradska, sračunate za osmatrački period 1964-1978. godina

Figure 2. Average monthly precipitation, rain gauge station Kamenica Dimitrovgradska, calculated for the observation period 1964-1978



Slika 3. Srednje sezonske padavine, kišomerna stanica Kamenica dimitrovgradska, sračunate za osmatrački period 1964-1978. Godina

Figure 3. Mean seasonal precipitation, rain gauge station Kamenica Dimitrovgradska, calculated for the observation period 1964-1978

Ako se posmatraju srednje godišnji proticaji Kameničke reke, i Visočice u profilima Izatovac i Visočka Ržana, kao i slivne površine koje kontrolišu razmatrani hidrološki profili, mogu se dobiti sledeći specifični oticaji ($q = Q/F$)

- Kamenička reka, vodomerni profil Kamenica $q = 0,646/68 = 9,5 \text{ l/s/km}^2$,
- reka Visočica, vodomerni profil Izatovac $q = 1,206/156 = 7,7 \text{ l/s/km}^2$,
- reka Visočica, vodomerni profil Visočka Ržana $q = 6,267/403 = 15,5 \text{ l/s/km}^2$.

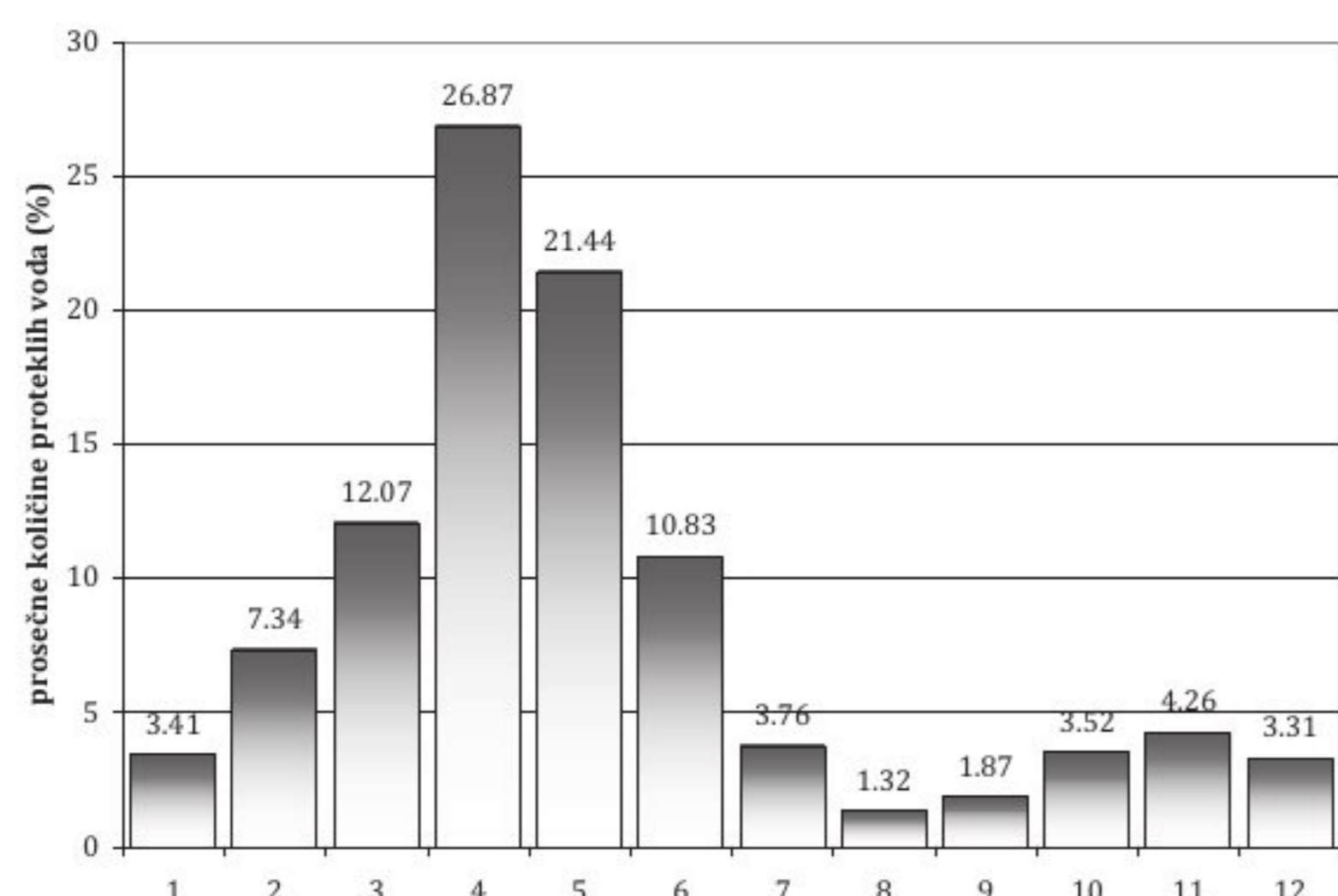
Na osnovu dobijenih specifičnih oticaja može se konstatovati da uzvodni profili na Visočici kao i na Kameničkoj reci imaju manje specifične oticaje od nizvodnih. Dakle, dobijaju se suprotne vrednosti od očekivanih. Razlog je taj što jedan deo voda Visočice kao i njenih pritoka, gde spada i Kamenička reka, ponire tokom tečenja preko srednjetrojaskih krečnjaka. Već je rečeno da ove vode prihranjuju karstne vode čiji pravci kretanja ukazuju da se one opet pojavljuju ali sada na Jelovičkom vrelu (sliv Dojkinačke reke) (Nikić 2003, Milanović i Vasić 2015, Ristić Vakanjac et al. 2016). Kako Dojkinačka reka pripada slivu Visočice (poslednja značajnija desna pritoka Visočice pre njenog ulivanja u Zavojsko jezero), a profil Visočka Ržana se nalazi nizvodno od ulivanja Dojkinačke reke, može se reći da je specifični oticaj Visočice, v.s. Visočka Ržana vrednost koja se može uzeti kao reporna za ceo uzvodni sliv, pa samim tim i merodavna za Kameničku reku.

Dakle, ukoliko je pretpostavljeni specifični oticaj sliva Kameničke reke $15,5 \text{ l/s/km}^2$, može se, na osnovu definisane površine sliva u iznosu od 68 km^2 , sračunati koliki bi najverovatnije bio proticaj Kameničke reke da ne dolazi do poniranja voda, odnosno:

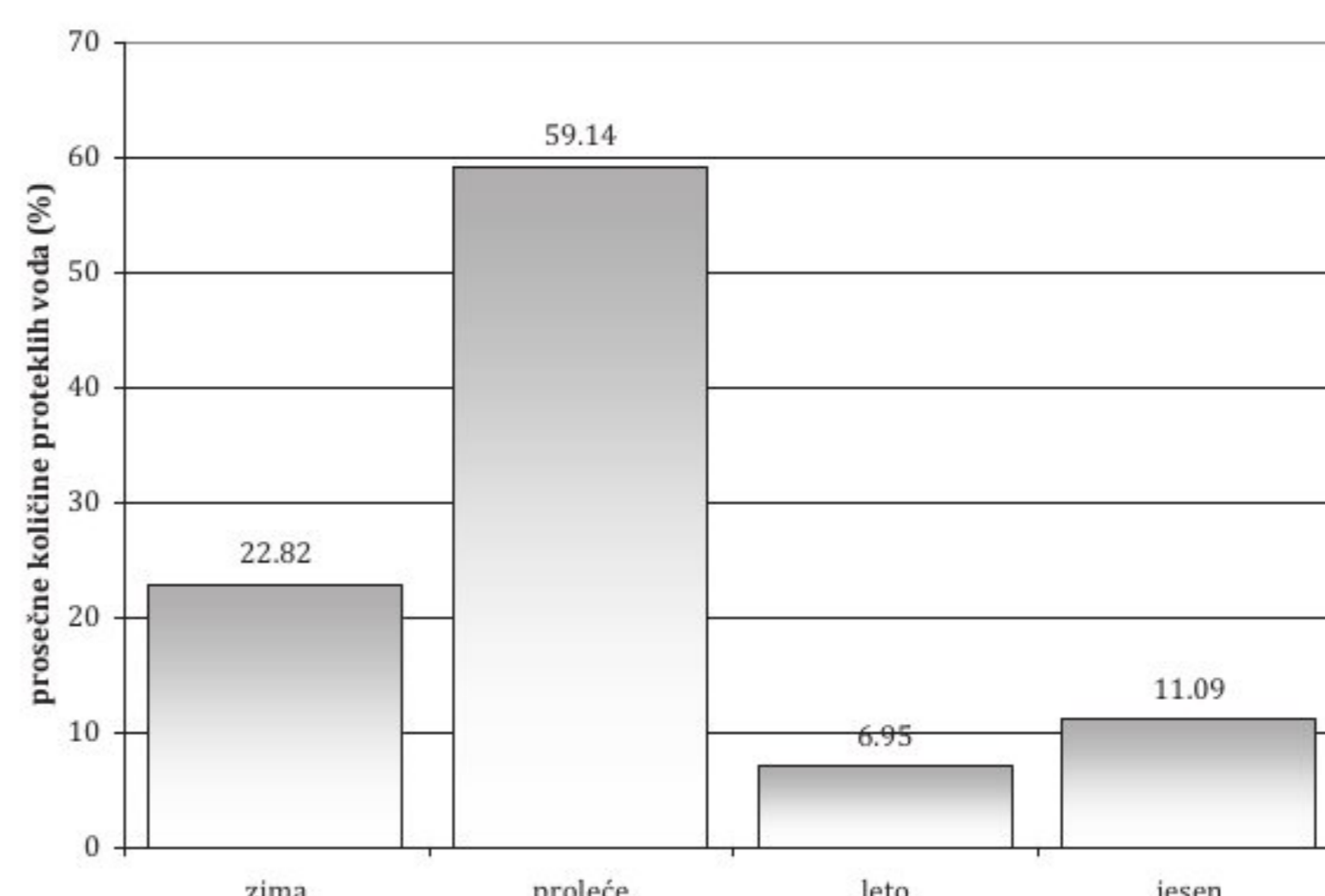
$$Q = q \times F = 0,0155 \times 68 = 1,057 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Kako je za razmatrani period srednje godišnji proticaj Kameničke reke iznosio $0,646 \text{ m}^3/\text{s}$, razlika između pretpostavljenog/sračunatog ($1,057 \text{ m}^3/\text{s}$) i dobijenog bi predstavljala količinu vode ($1,057 - 0,646 = 0,411 \text{ m}^3/\text{s}$) koja ponire tokom tečenja Kameničke reke preko srednjetrojaskih krečnjaka. Izraženo u zapremini vode, ovo bi iznosilo $12,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ vode u proseku na godišnjem nivou.

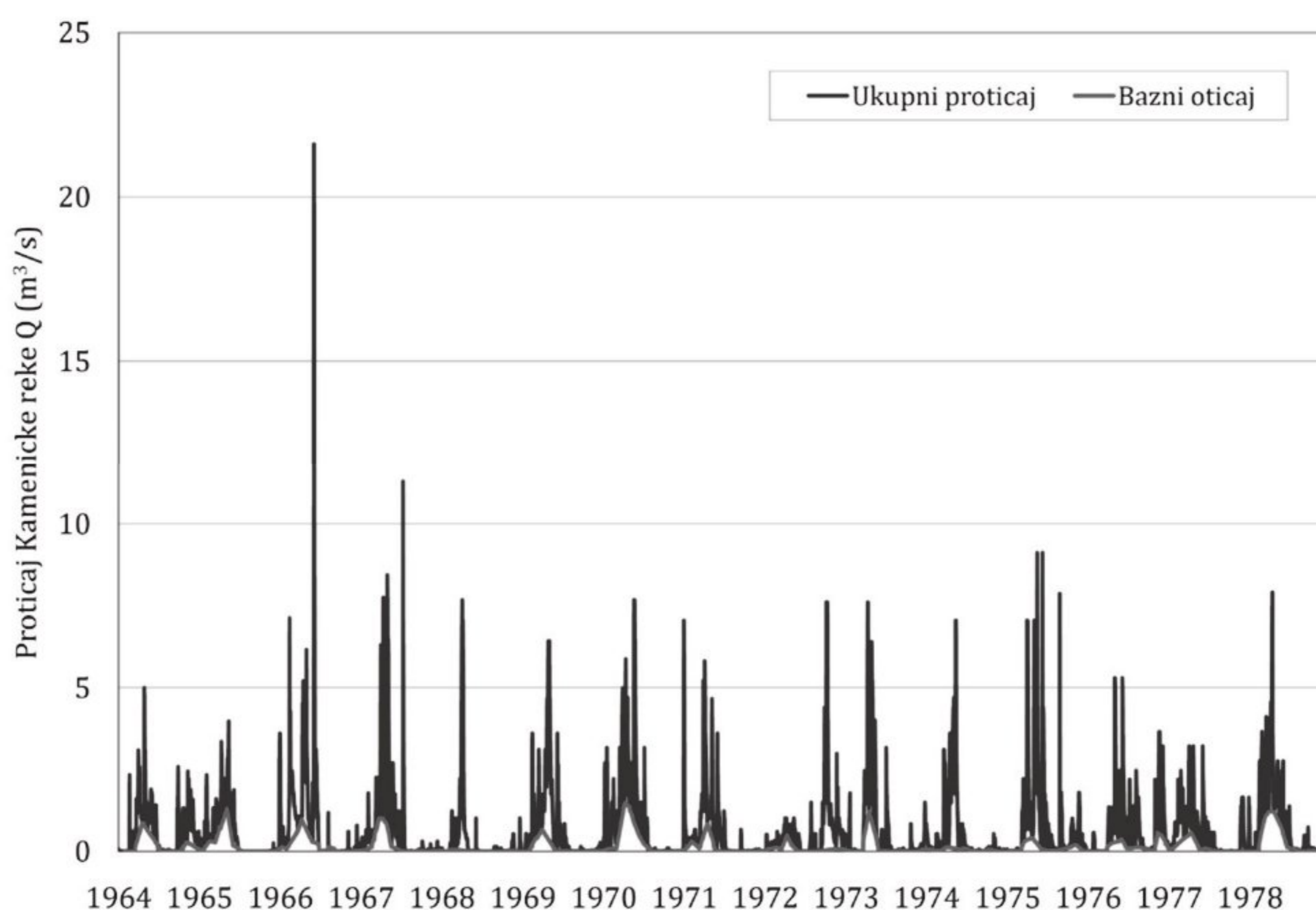
U svrhu analize režima oticaja Kameničke reke izvršeno je i odvajanje direktnog i baznog oticaja sa ciljem sračunavanja IBP (indeks baznog proticaja) koji se dobija korišćenjem jednačine $IBP = V_b/V_{uk}$, gde je V_b zapremina baznog oticaja, dok je V_{uk} zapremina ukupno otekle vode. Prilikom proračuna usvojena je vrednost parametra N od 9 dana. Hidrogram ukupnog proticaja kao i sračunati hidrogram baznog oticaja dat je na slici 6.



Slika 4. Unutargodišnja raspodela proticaja izražena u % ukupnih srednje godišnjih proticaja Kameničke reke
Figure 4. Intra-annual runoff distribution expressed in % of the Kamenica River total mean annual runoff



Slika 5. Raspodela proticaja po sezonama izražena u % ukupnih srednje godišnjih proticaja Kameničke reke
Figure 5. Seasonal runoff distribution expressed in % of the Kamenica River total mean annual runoff



Slika 6. Hidrogram ukupnog i baznog oticaja Kameničke reke zabeležen u profilu Kamenica
Figure 6. Hydrograph of the Kamenica River total and base run off, gauging stations Kamenica

Za ukupni period kada je vršen monitoring vodostaja i proticaja Kameničke reke u profilu Kamenica dobijen je IBP u iznosu od 0,25, s tim da se za pojedine godine kreće od svega 0,05 (1968. godina), zatim 0,09 (1974. godina) pa do 0,41 (1978. godina) odnosno 0,46 (1965. godina). Niske vrednosti IBP su karakteristične za sušne godine. Najniža vrednost IBP je dobijena za 1968. godinu kada je zabeležen najduži period suvog korita Kameničke reke (85 dana). Dakle, sva količina vode je tokom sušnih perioda zbog malih protoka, ponirala prelaskom na srednjetrojaski krečnjake, čime bi korito reke ostajalo suvo. Kada su u pitanju vlažne godine, odnosno godine kada je srednje godišnji proticaj veći od srednje višegodišnjeg protoka, za ove godine je karakteristična znatno viša vrednost IBP (vrednosti veće od 0,30 i idu i do 0,46).

ZAKLJUČAK

Ukoliko se prihvati specifični oticaj reke Visočice, v.s. Visočka Ržana kao merodavan za ceo sliv, onda se u ovom slučaju dobija da bi proticaj Kameničke reke bio 1,057 m³/s. Kako je srednje godišnji proticaj Kameničke reke iznosio 0.646 m³/s, njihova razlika bi predstavljala količinu vode koja ponire tokom tečenja Kameničke reke preko srednjetrojaskih krečnjaka. Ovde bi trebalo napomenuti da je generalno karakteristika svakog sliva za slučajevne da poniranje vode u slivu odsustvuje, ta da vrednosti

specifičnog oticaja rastu ako se posmatra od izlaznog profila ka izvorišnom delu. Ukoliko se prihvati ova konstatacija, to bi značilo da Kamenička reka bi trebalo da ima veći specifični oticaj od onog koji je dobijen za Visočicu, v.s. Visočka Ržana, tako da se može reći da vode Kameničke reke koje poniru u njenom slivu imaju veću vrednost od sračunatih prosečnih 411 l/s.

LITERATURA

- Hydro Office, 2020: *Software for hydrology, meteorology, geoscience & data science*. [Online] Available from: <https://hydrooffice.org>
- Milanović S., Vasić Lj. 2015: *Hidrogeološka istraživanja karstnih vrela - Jelovičko vrelo*, Pirotski zbornik, br. 40, 227-241 УДК: 556.3(497.11) DOI: 10.5937/pirotzbor1540227M
- Nikić Z., 2003: Hidrogeološka analiza formiranja i regionalizacija malih voda, str. 155, Zadužbina Andrejević. ISBN 978-86-7244-341-1, Beograd.
- Prohaska S., 2003: Hidrologija I, Hidrometeorologija, hidrometrija i vodni režim, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 428 str.
- Ristić Vakanjac V., Nikolić J., Čokorilo Ilić M., Polomčić D., Bajić D., Hajdin B., Ratković J., 2018: *Prilog poznavanju režima voda reke Visočice*, 17. Kongres geologa Srbije, Srpsko geološko društvo, urednik Ganić M., ISBN 978-86-86053-20-6, Vrnjačka banja, Vol. 2. pp 505-510
- Ristić Vakanjac V., Čokorilo Ilić M., Polomčić D., Bajić D., Ratković J., 2017: *Hydrographic and hydrological characterization of the Vodenička and Rosomačka rivers*, Pirotski zbornik 42, pp.1-24. Narodna biblioteka Pirot, Pirot 2017 DOI:10.5937/pirotzbor1742001R
- 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 Congress of geologist of Republic Macedonia with international participant, (ed Sonja Lepitkova and Blažo Boev), Macedonia, Struga, pp. 191-198
- https://www.hidmet.gov.rs/ciril/hidrologija/povrsinske/sliv.php?hm_sliv_id=6
- Wahl K. L. & Wahl T. L. 1995: *Determining the flow of Comal Springs at New Braunfels, Texas*. Proceedings of Texas Water, '95, a component conference of the first Int. Con. on water res. Eng. American Society of Civil Eng. San Antonio, Texas pp. 77-86