

Prilog poznavanju promena kvalitativnih parametara voda vrela Banje kod Valjeva

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



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Prilog poznavanju promena kvalitativnih parametara voda vrela Banje kod Valjeva | Jovana Lončar, Maša Vulović, Veljko Marinović, Branislav Petrović, Radisav Golubović, Vesna Ristić Vakanjac | 17. Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, Pirot, 2-6 oktobar 2024 | 2024 | |

10.5281/zenodo.13740037

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0009225>

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

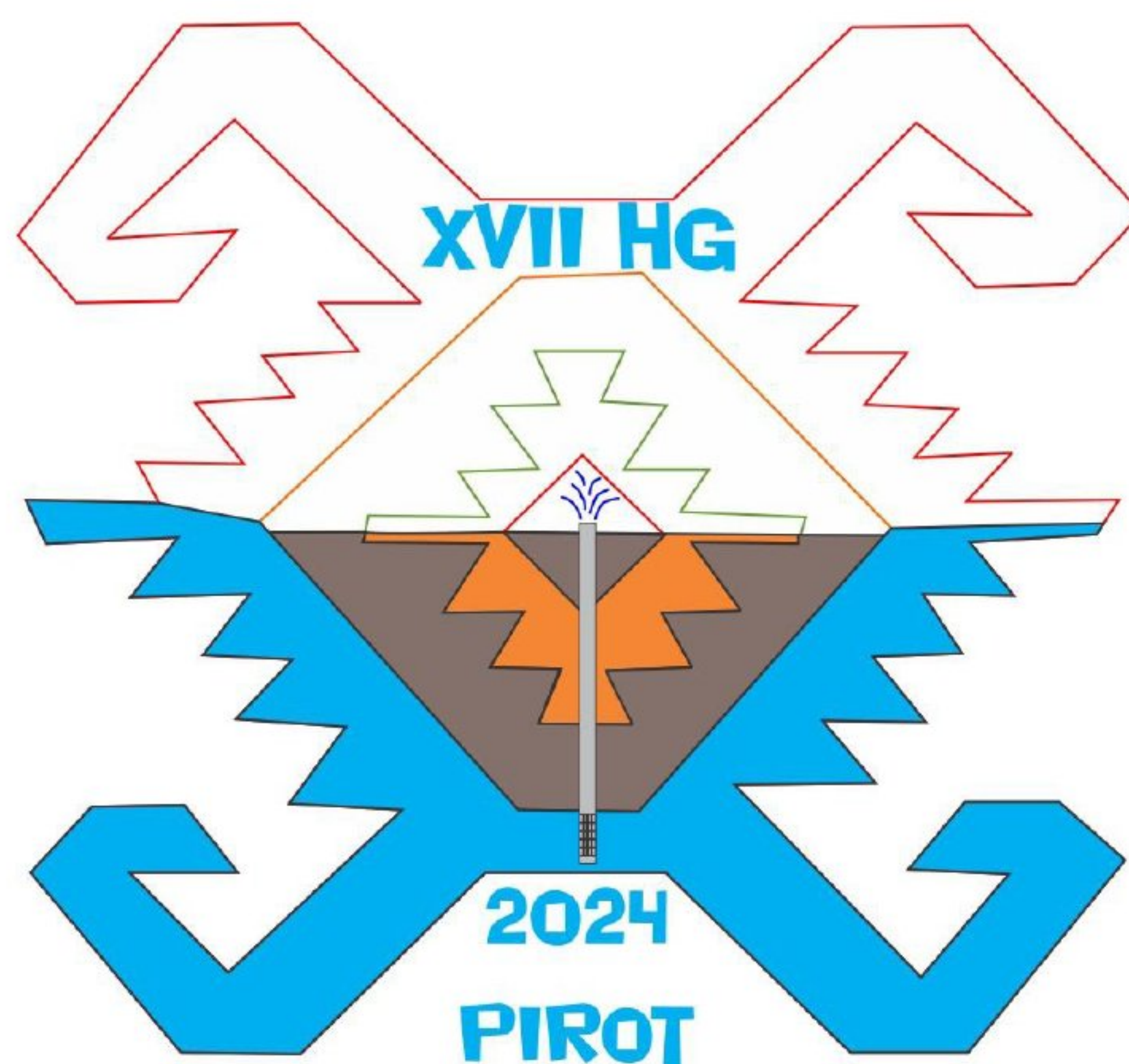
The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: www.dr.rgf.bg.ac.rs

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

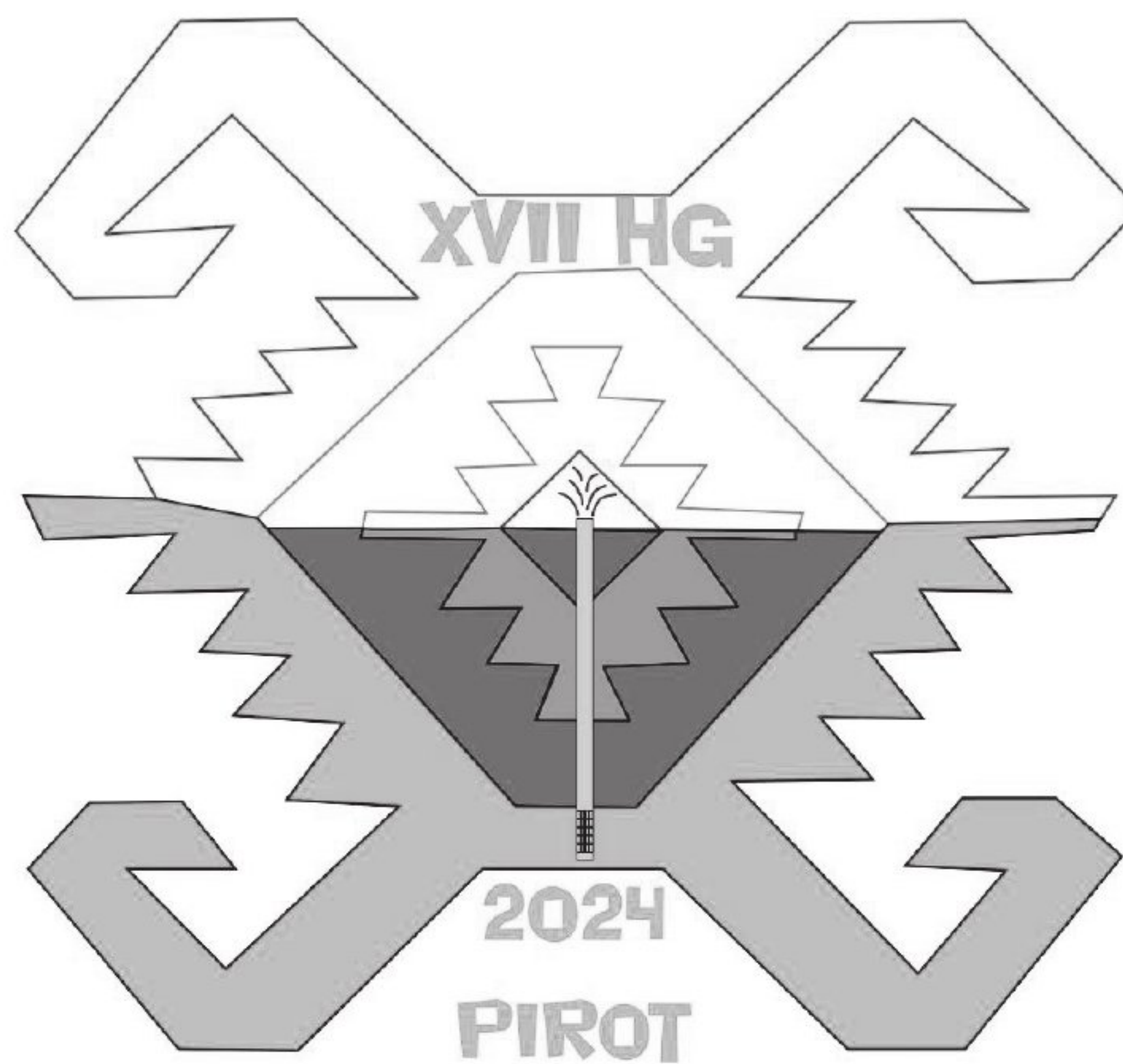


UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

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 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 Brenčić 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 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 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 PROMENA KVALITATIVNIH PARAMETARA VODA VRELA BANJE KOD VALJEVA

A CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE QUALITATIVE PARAMETERS CHANGES OF KARST SPRING BANJA NEAR VALJEVO

Jovana Lončar¹, Maša Vulović², Veljko Marinović¹, Branislav Petrović¹, Radisav Golubović², Vesna Ristić Vakanjac¹

¹ Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd, E-mail: g36-22@rgf.bg.ac.rs, masavulovic99@gmail.com, veljko.marinovic@rgf.bg.ac.rs, branislav.petrovic@rgf.bg.ac.rs, vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs

² Istraživačka stanica Petnica, 14104 Valjevo, E-mail: radisav.golubovic@petnica.rs

APSTRAKT: Zbog nepristupačnosti karstnih masiva i nenaseljenosti slivova karstnih vrela, često se sprovode osmatranja parametara kvaliteta i kvantiteta voda sporadično, po potrebi i to godišnje, sezonski/kvartalno, mesečno, nedeljno. Analize ovako formiranih nizova mogu dovesti do pogrešnih zaključaka, naročito kada se vrše analize ekstrema. Međutim, kada su u pitanju karstne izdanske vode, režim pojedinih parametara može biti jako uslovljen pluviografskim režimom. Najčešći su slučajevi da nakon otapanja snežnog pokrivača, zatim pri kišama jačih intenziteta ili dužih trajanja dolazi do skoro istovremenog porasta vodostaja odnosno isticanja voda karstnog vrela, a sinhrono sa ovim i naglog skoka mutnoće, količine suspendovanog nanosa, zatim ukupnog broja bakterija, itd. Da bi se sagledao uticaj pluviografskog režima na režim kvantitativnih i kvalitativnih parametara, potrebno je posedovati dovoljno dug niz svakodnevnih osmatranja parametra od interesa. U konkretnom slučaju, od strane zaposlenih u Istraživačkoj stanici Petnica, od 1991. godine uspostavljen je monitoring kvalitativnih i kvantitativnih parametara vrela Banje kao i padavina koje su zabeležene na slivu ovog vrela. Vršena je analiza na oko 15 parametara kvaliteta ovih voda, a u ovom radu će biti data korelaciona analiza i pluviografski uticaj na pojavu porasta mutnoće, suspendovanog nanosa, broja bakterija i hidrograma isticanja.

Ključne reči: karstno vrelo, režim isticanja, padavine, suspendovani nanos, ukupni broj bakterija

ABSTRACT: Due to the inaccessibility of the karst massifs and the uninhabited areas of the karst springs catchment area, water quality and quantity parameters are often monitored sporadically. Analysis of series formed this way can lead to wrong conclusions. Regarding karst spring waters, the regime of specific parameters can be strongly conditioned by the pluviographic regime. In most cases, after the melting of the snow cover or during intense or long-lasting rains, there is an almost simultaneous rise in the water level, outflow of spring water and simultaneously with this, a sudden increase in turbidity, the amount of suspended sediment, the total number of bacteria, etc. To analyze the influence of the pluviographic regime on the regime of quantitative and qualitative parameters, it is necessary to have a sufficiently long series of daily observations of the selected parameters. In the period from 1991 monitoring of the qualitative and quantitative parameters of the Banja spring and the monitoring of precipitation in the drainage basin of this spring, was established by the employees of the Petnica Science Center. This paper will give a correlation analysis and pluviographic influence on the increase of turbidity, suspended sediment, number of bacteria and discharge hydrograph.

Key words: Karst spring, discharge regime, precipitation, suspended sediment, total number of bacteria

UVOD

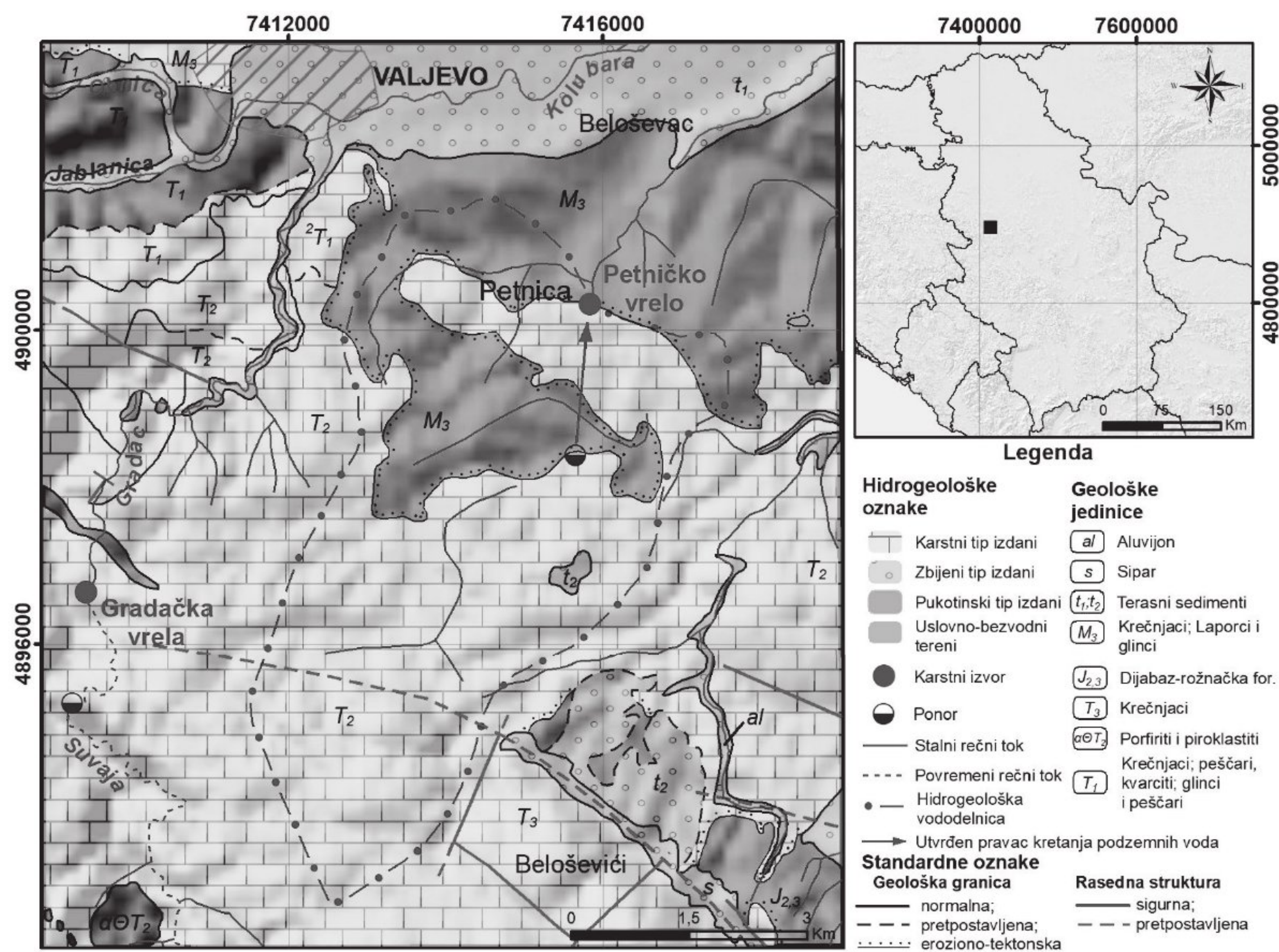
Kada govorimo o karstnim vrelima, zbog nepristupačnosti mesta na kojima se javljaju, često je teško uspostaviti monitoring kvalitativnih i kvantitativnih parametara ovih značajnih izdanskih voda visokog kvaliteta. Sa pojavom automatskih stanica koje u digitalnom obliku mogu beležiti nivoe voda i koje rade uz pomoć solarne energije, problem praćenja kvantitativnog režima isticanja je delimično rešen. Međutim, praćenje promene parametara kvaliteta iziskuje svakodnevni odlazak do karstnog vrela, vršenje uzorkovanja i vršenje hemijske analize uzetog uzorka, što je, kada su u pitanju vrela koja dreniraju nepristupačne karstne masive često nemoguće izvesti.

Vrelo reke Banje, poznato i pod imenom Petničko vrelo, nalazi se u zapadnoj Srbiji, 7km jugoistočno od Valjeva. Vrelo ističe iz Petničke pećine (181 mnm), a drenaža je uslovljena barijerom miocenskih

sedimenata. Izvor se odlikuje povremenim karakterom, sa vidljivim dnevnim oscilacijama proticaja (Simić, 1990; Lazarević, 1996). Pećina se sastoji iz gornjeg i donjeg dela sa dva zasebna ulaza. Iz donjeg, hidrološki aktivnog dela pećine, ističe reka Banja. Gornji, hidrološki neaktivni deo pećine, čiji se ulaz, takođe, nalazi na severnoj strani padine brda Rogljević, sastoji se od dugačke i razgranate mreže pećinskih kanala (Dimitrijević 1997). Samo vrelo drenira karstno slivno područje ukupne površine od 19,2 km². Područje je formirano na krečnjacima trijasko starosti, koji su jednim delom prekriveni miocensko-pliocenskim sedimentima. Na slivnom području vrela reke Banje nalaze se dva ponora, ponor Pećurine i ponorska zona u centralnom delu slivne površine. Veza između vrela i ponora više puta je konstatovana i potvrđena (Ristić *et al.* 2000) (slika 1).

Za potrebe praćenja režima kvantitativnih i kvalitativnih parametara vrela Banje, na samom vrelu je postavljena vodomerna letva sa ciljem praćenja promena količina vode koje ističu na ovom vrelu, a za potrebe praćenja promene kvalitativnih parametara karstnih voda, vršeno je, takođe, svakodnevno uzorkovanje istih. Radi formiranja veza padavine - isticanje, u okviru istraživačke stanice Petnica (IS Petnica) postavljen je kišomer za dobijanje dnevnih suma padavina, ali i uzimanje kišnice za potrebe praćenja promene pojedinih parametara kvaliteta padavina. Sa osmatranjima se otpočelo 1991. godine i ova merenja i uzorkovanja voda vršena su u ukupnom periodu od 10 godina. Na osnovu dobijenih rezultata do sada su objavljeni radovi koji su se uglavnom bazirali na analizi uticaja padavina na formiranje isticanja (Papić *et al.* 1998, Golubović *et al.* 2014), zatim promene koncentracija nitrata jona u Petničkom vrelu i u padavinama (Ristić *et al.* 2000, Ristić Vakanjac *et al.* 2013), analiza režima isticanja voda iz vrela Banje (Ristić Vakanjac *et al.* 2015) kao i analiza režima ukupnih bakterija zabeleženih u ovom vrelu (Ristić Vakanjac *et al.* 2017).

Kako do sada nisu objavljeni rezultati vezani za pH, elektroprovodljivost, suspendovani nanos, mutnoću i to u korelaciji sa isticanjem vrela Banje kao i zabeleženih padavina, ovde će se dati njihova preliminarna analiza. Pored pomenutih parametara, data je i analiza ukupnog broja bakterija na dnevnom nivou ali sa aspekta korelisanosti pojava maksimalnih vrednosti bakterija i ostalih analiziranih parametara. Analiziran je period od 1991-1995. godine.



Slika 1. Hidrogeološka karta vrela Banje sa pretpostavljenom hidrogeološkom vododelnicom
Figure 1. Hydrogeological map of the hot springs of Banja with the assumed hydrogeological watershed

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

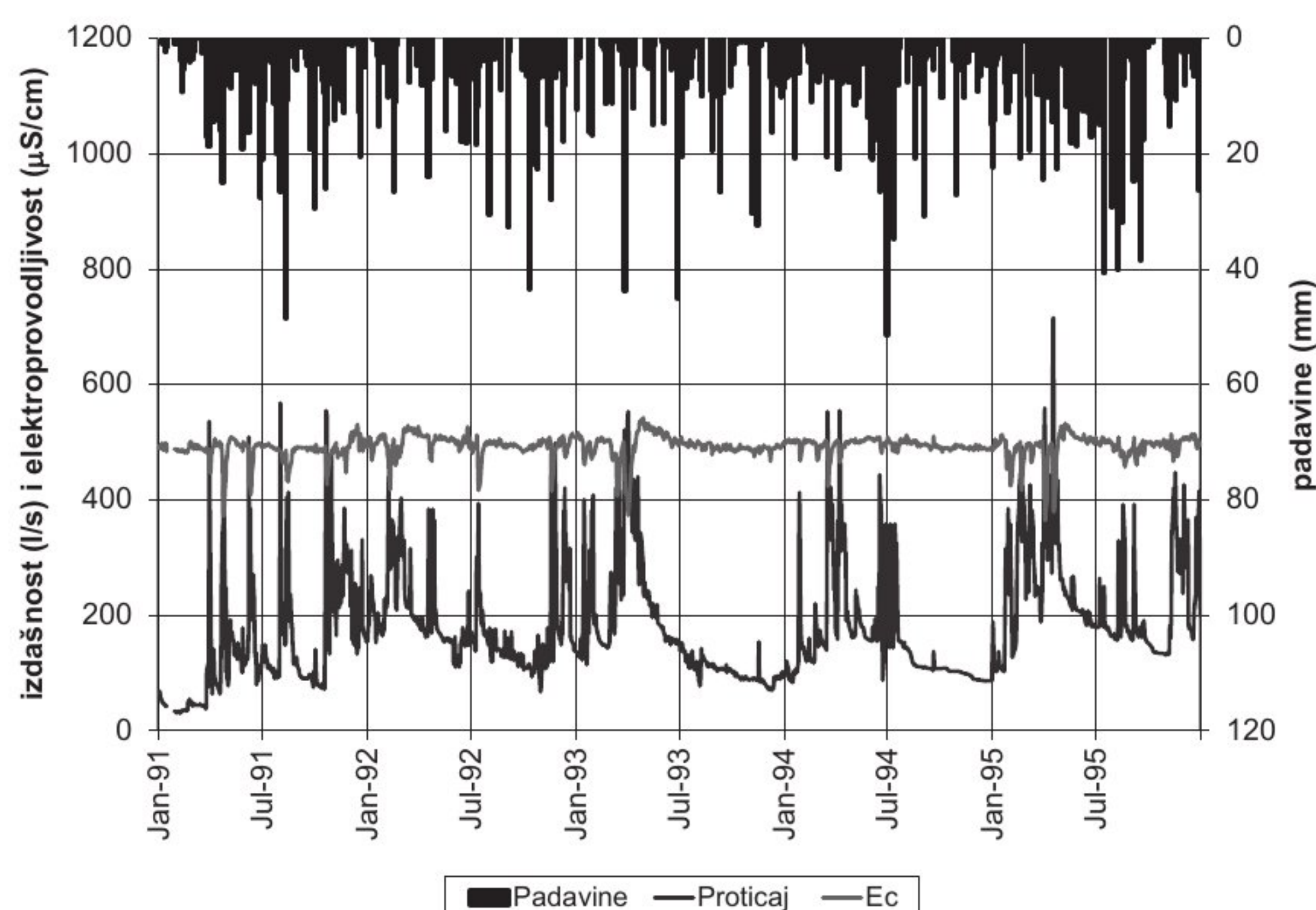
U periodu 1991-1995. godine uzorkovanje voda vrela Banje vršeno je svakog dana u 7 časova. Uporedno je osmatran i zabeležen vodostaj voda u trenutku kada je vršeno uzorkovanje. Za potrebe merenja sumarnih dnevnih padavina postavljen je kišomer u okviru IS Petnica. Analiza razmatranih parametara (elektroprovodljivost, pH, suspendovani nanos, mutnoća, ukupan broj bakterija) u uzorcima vode vršena je svakodnevno na uzorcima vode iz vrela, kao i na uzorcima kišnice, za dane kada je bilo padavina. Parametri su određivani korišćenjem pH-metra, konduktometra i spektrofotometra. Suspendovani nanos određen je filtriranjem i sušenjem, nakon čega je masa uzorka izmerena na analitičkoj vagi. Ukupan broj bakterija određen je mikrobiološkom analizom, metodom agarne ploče.

REZULTATI SA DISKUSIJOM

Na osnovu sprovedenih merenja i izvršenih hemijskih analiza u tabeli 1 date se srednje godišnje vrednosti parametara koji su razmatrani, dok su na slikama 2-6 dati uporedni dijagrami promena dnevnih vrednosti u razmatranom periodu.

Rezultati ukazuju da vrelo reke Banje predstavlja tipičan primer karstnog vrela, sa izraženim godišnjim oscilacijama izdašnosti. Na osnovu uporednog dijagrama promene izdašnosti i sumarnih dnevnih padavina može se zaključiti da režim vrela najvećim delom zavisi od režima padavina (slika 2). Veće vrednosti izdašnosti javljaju se u prolećnom periodu, dok su minimalne vrednosti prisutne tokom jesenjeg perioda. Brzo povećanje izdašnosti izvora nakon padavina ukazuje na brzu vodozamenu u karstnoj izdani. Na osnovu uporednog dijagrama promene izdašnosti i elektroprovodljivosti može se zaključiti da se sa povećanjem izdašnosti smanjuje elektroprovodljivost. Maksimumi na dijagramu promene izdašnosti poklapaju se sa minimumima na dijagramu promene elektroprovodljivosti. U periodu velikih voda, usled velikog priliva vode u karstnu izdan, dolazi do razblaživanja i smanjivanja koncentracije rastvorenih materija u vodi, kao i do kraćeg zadržavanja vode u podzemlju, zbog čega se elektroprovodljivost smanjuje. U periodu malih voda, kada je količina i izdašnost vode u vrelu manja, elektroprovodljivost je viša, usled dužeg zadržavanja vode u podzemlju, čime se ona obogaćuje rastvorenim mineralnim materijama (slika 2).

Na osnovu uporednog dijagrama promene izdašnosti i ukupnog broja bakterija u vodama karstnog vrela Banje, može se zaključiti da neposredno posle povećanja izdašnosti dolazi i do povećanja ukupnog broja bakterija (slika 3). Pik na dijagramu izdašnosti poklapa se sa pikom na dijagramu ukupnog broja bakterija (april 1995. godine). Uočava se da posle povećanja izdašnosti, sa par dana zakašnjenja, sledi povećanje bakterija u vodi. Pikovi bakterija se pretežno javljaju u prolećnom periodu (april), nakon padavina i topljenja snega. Vreme koje podzemna voda u periodu velikih voda provede u podzemlju, ograničava i vreme za koje se obavlja prirodno prečišćavanje infiltrirane vode. Samim tim veće količine bakterija se javljaju pri kraćem zadržavanju vode u izdani. Veća količina bakterija u periodu većeg priliva vode u karstnoj izdani je posledica brze vodozamene.



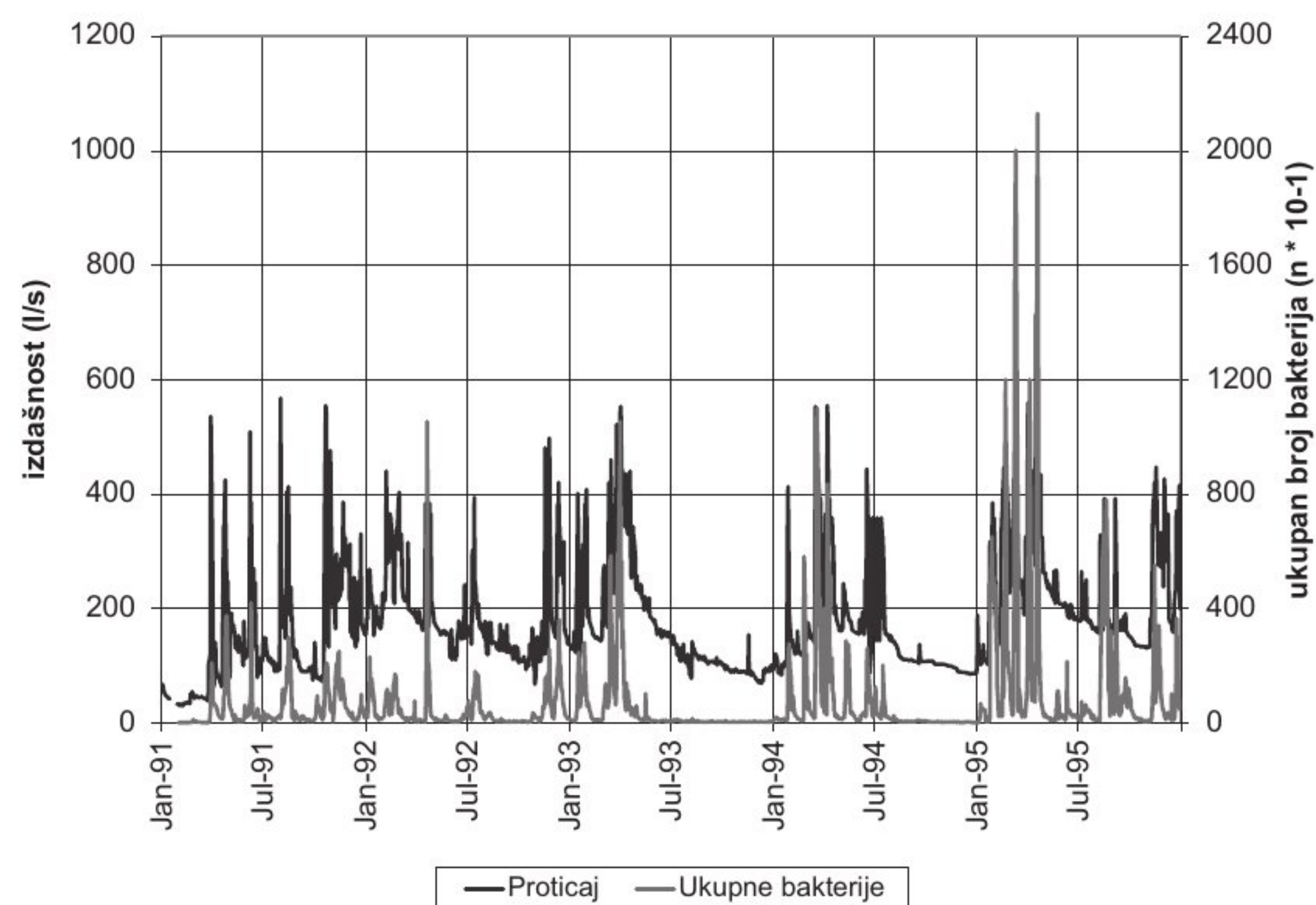
Slika 2. Uporedni dijagram promene izdašnosti i elektroprovodljivosti karstnog vrela Banje i sumarnih dnevnih padavina
Figure 2. Comparative diagram of discharges regime and electrical conductivity of the Banja karst spring and daily sum of precipitation

Sa povećanjem izdašnosti smanjuje se pH vrednost, odnosno u recesionim periodima pH vrednost raste do 7,69 (1. oktobar 1992). U sušnom periodu uočava se porast pH vrednosti. Sa povećanjem padavina dolazi i do opadanja pH (slika 4).

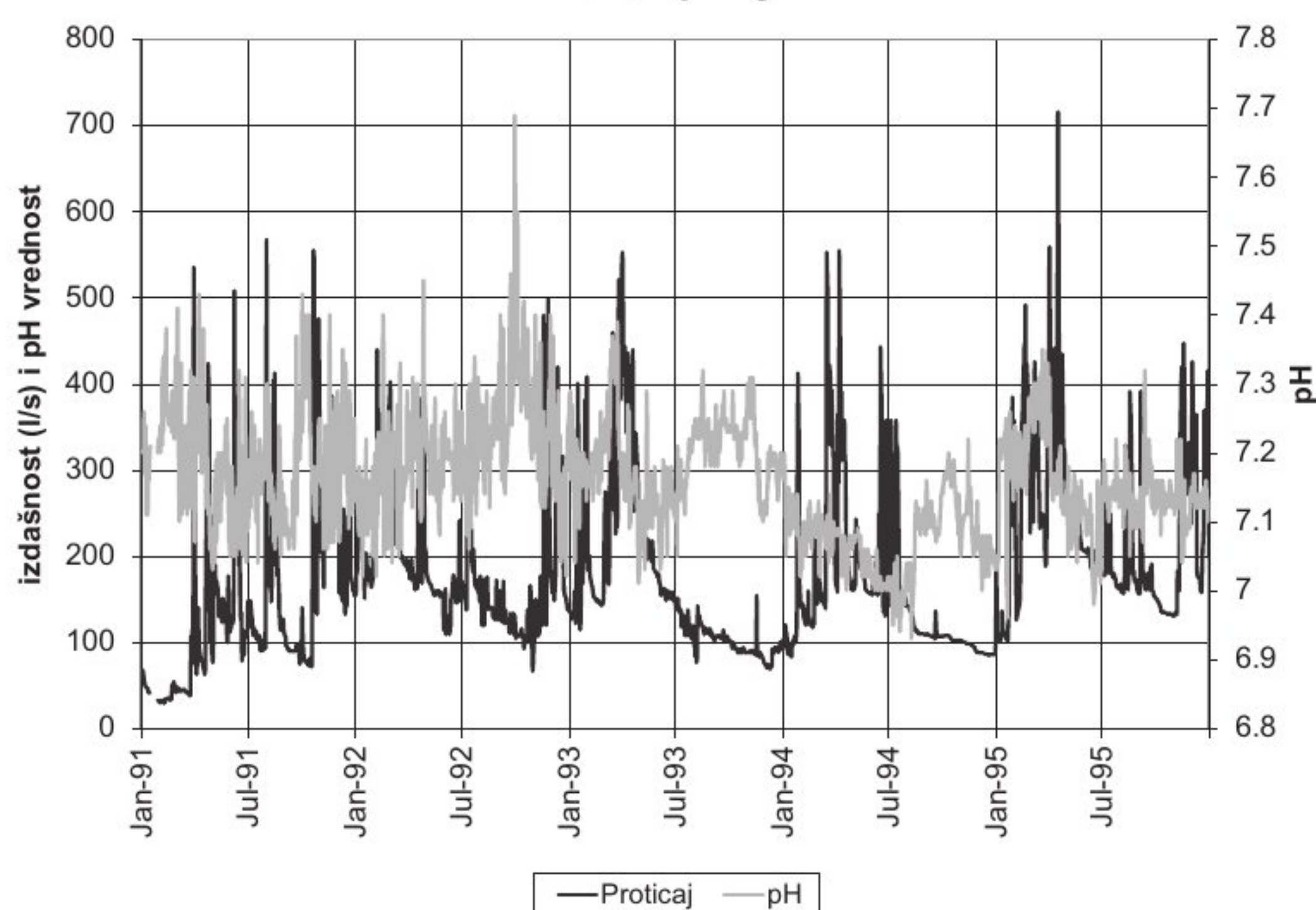
Tabela 1. Srednje godišnje vrednosti i apsolutno maksimalne vrednosti parametara koji su analizirani u ovom radu
Table 1. Mean annual values and absolute maximum values of the parameters analyzed in this paper

parametar		1991	1992	1993	1994	1995	1991-1995
Q (l/s)	min	29.37	66.67	68.79	83.07	101.26	29.37
	sr	144.23	186.29	168.59	158.71	233.42	178.5164
	max	567.42	497.99	552.44	554.57	715.78	715.78
P (mm)	suma	821.0	736.7	675.8	734.1	1025.2	3992.8
	br dana	120	107	102	110	144	583
pH	min	7.03	7.02	7.01	6.93	6.96	6.93
	sr	7.18	7.21	7.19	7.07	7.15	7.16
	max	7.43	7.69	7.39	7.22	7.35	7.69
Ec (µS/cm)	min	371	414	373	423	364	364
	sr	485.88	495.77	492.56	494.40	491.37	492.04
	max	530	529	542	512	532	542
bakterije (ukupan broj)	sr	47.3	44.6	45.8	61.0	165.3	73.2
	max	420	1053.6	1051.6	1100	2130	2130
suspendovani nanos (mg/l)	sr	31.96	32.57	16.77	7.76	15.92	20.91
	max	468.1	1923	320.4	264	361.2	1923
mutnoća (FTU)	sr	17	17	11	5	10	12.10
	max	255	450	155	114	115	450

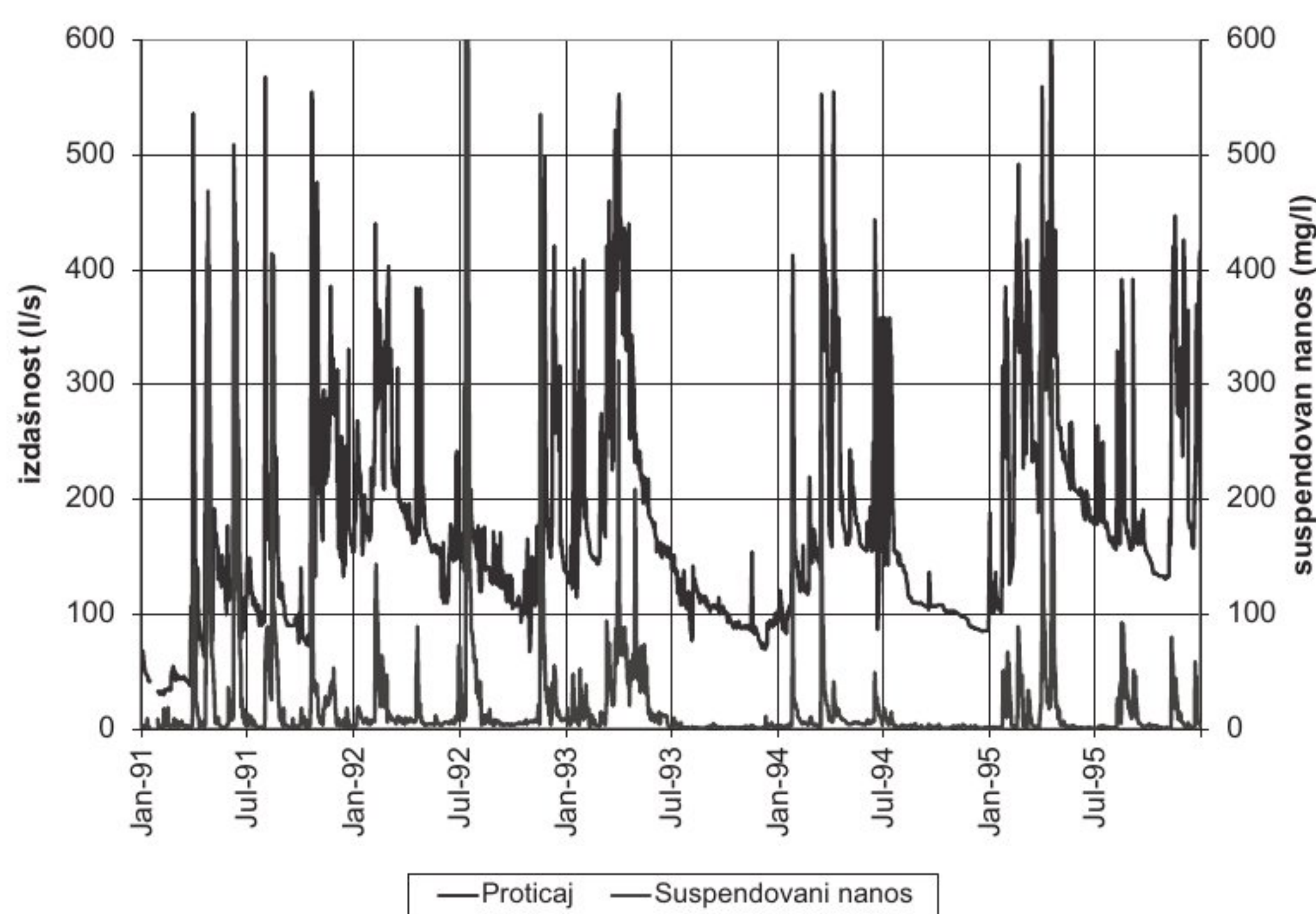
Porast mutnoće, kao i količina suspendovanog nanosa prati porast izdašnosti (slika 5 i slika 6). Mutnoća i pojava suspendovanog nanosa u vodi vezuje se za kiše jakog intenziteta, koje izazivaju povećanje izdašnosti vrela. Pikovi vrednosti mutnoće i suspendovanog nanosa se poklapaju, sa maksimumom 14. jula 1992. Može se zaključiti da mutnoća vodi poreklo od suspendovanog nanosa, koji se aktivira nailaskom velike količine vode. Usled povećanja izdašnosti vrela, pokreće se suspendovani materijal nataložen u karstnim kanalima tokom sušnog perioda. Kako se pikovi mutnoće ne poklapaju sa pikovima ukupnog broja bakterija, može se pretpostaviti da mutnoća nije indikator bakteriološkog zagađenja. Povećanje mutnoće je u direktnoj vezi sa povećanjem suspendovanog nanosa u vrelu Banje, što je posledica povećanja izdašnosti vrela usled padavina.



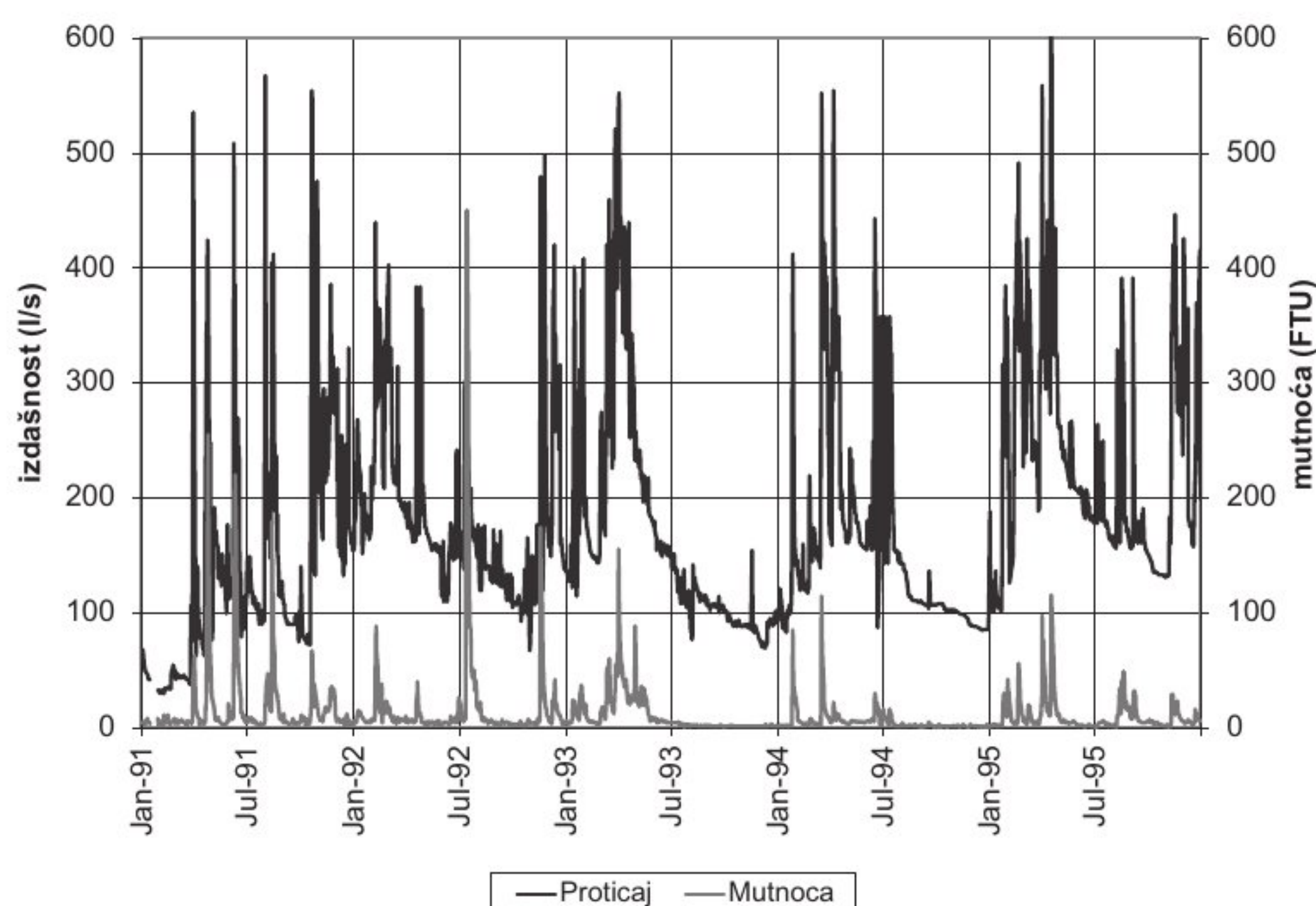
Slika 3. Uporedni dijagram promene izdašnosti i ukupnog broja bakterija u vodama karstnog vrela Banje
Figure 3. Comparative diagram of discharges regime and total number of bacteria in the water of the Banja karst spring



Slika 4. Uporedni dijagram promene izdašnosti i pH vrednosti voda karstnog vrela Banje
Figure 4. Comparative diagram of discharges regime and pH values of the Banja karst spring



Slika 5. Uporedni dijagram promene izdašnosti i suspendovanog nanosa karstnog vrela Banje
Figure 5. Comparative diagram of discharges regime and suspended sediment in the water of the Banja karst spring



Slika 6. Uporedni dijagram promene izdašnosti i mutnoće karstnog vrela Banje
Figure 6. Comparative diagram of discharges regime and water turbidity of the Banja karst spring

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da vrelo reke Banje predstavlja tipičan primer gravitacionog karstnog izvora. Režim vrela najvećim delom zavisi od režima padavina. Brzo povećanje izdašnosti izvora nakon padavina ukazuje na brzu vodozamenu u karstnoj izdani. Elektroprovodljivost se smanjuje sa povećanjem izdašnosti. U periodu velikih voda, usled velikog priliva vode u vrelo, dolazi do razblaživanja koncentracije rastvorenih materija u vodi, zbog čega se elektroprovodljivost smanjuje. U periodu malih voda, elektroprovodljivost je viša usled dužeg zadržavanja vode u podzemlju, čime se ona obogaćuje rastvorenim mineralnim materijama. Uočava se da posle povećanja izdašnosti, sa par dana zakašnjenja, sledi povećanje broja bakterija u vodi. Pikovi bakterija se pretežno javljaju u prolećnom periodu (april), nakon padavina i topljenja snega. Veća količina bakterija u periodu većeg priliva vode u karstnoj izdani je posledica brze vodozamene. U sušnom periodu uočava se porast pH vrednosti. Sa povećanjem padavina dolazi do povećanja izdašnosti i opadanja pH vrednosti. Usled povećanja izdašnosti vrela, pokreće se suspendovani materijal nataložen u karstnim kanalima. Povećanje mutnoće je u direktnoj vezi sa povećanjem suspendovanog nanosa u vrelo Banje, što je posledica povećanja izdašnosti vrela usled padavina. Može se zaključiti da izdašnost uslovljava i ima uticaj na sve analizirane parametre kvaliteta vrela reke Banje.

LITERATURA

- Dimitrijević V., 1997: *Gornjopleistocenski sisari iz pećinskih naslaga Srbije – doktorska disertacija*, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Đušina 7, Beograd.
- Golubović R., Ristić Vakanjac V., Papić P., 2014: *Uticaj padavina na hidrohemijski režim vrela Banje kod Petnice*, Zbornik Srpskog geološkog društva (Ed. Zoran Stevanović), str. 145-158, ISSN 0372-9966, COBISS.SR-ID 70169095, Publisher: Srpsko geološko društvo
- Lazarević R., 1996: *Karst of Valjevo – Caves, Holes, karst Hydrography (in Serbian)*, Serbian Geographic Society, Belgrade.
- Papić P., Ristić V., Golubović R., Damnjanović V., 1998: *Influence of the physico-chemical properties of rainfall on karst groundwater quality*, Theoretical and Applied karstology, volume 11-12/1998-1999, pp. 145-148, Banja Herkulana, Rumenia.
- Ristić V., Papić P., Golubović R., Prohaska S., 2000: *A Correlation Analysis and simulation of Nitrates in Karst Ground water*, Monograph "Hydrogeological Research of Lithosphere in Serbia", Institute of Hydrogeology, Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, pp. 149-158, Belgrade.
- Ristić Vakanjac V., Papić P., Golubović R., Damnjanović V., 2013: *Statistical Evaluation of Nitrates in Precipitation and Karst Springflow: The Petnica Spring in Western Serbia*, Journal TTEM - Technic Technologies Education Management (Ed. Džafer Kudumović), Vol. 8, No. 2, 5/6, pp 896-903, ISSN 1840-1503, Publisher DRUNPP, Sarajevo

- Ristić Vakanjac V., Papić P., Golubović R., Vakanjac B., Čokorilo Ilić M., Jokić M., 2015: Karst groundwater budget and discharge regime of Banja Spring near Petnica, Journal of Geographical Institute "Jovan Cvijic", SANU, Vol. 65/1, pp 19-32, ISSN 0350-7599, DOI:10.2298/IJGI1501019R,
- Ristić Vakanjac V., Golubović R., Polomčić D., Čokorilo Ilić M., Štrbački J., Bajić D., Ratković J., 2017: Autocorrelation and cross-correlation analyses of total bacteria: Case study of Banja karst spring in Valjevo, Serbia", *Proceedings of the national conference with international participation „Geosciences 2017“*, pp.145-146. Bulgarian Geological Society Sofia 2017
- Simić M., 1990: *Multipurpose use of groundwater of Valjevo Mionica karst area (In Serbian)*, PhD Thesis, FMG, Belgrade