



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

|||||

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0009497>

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

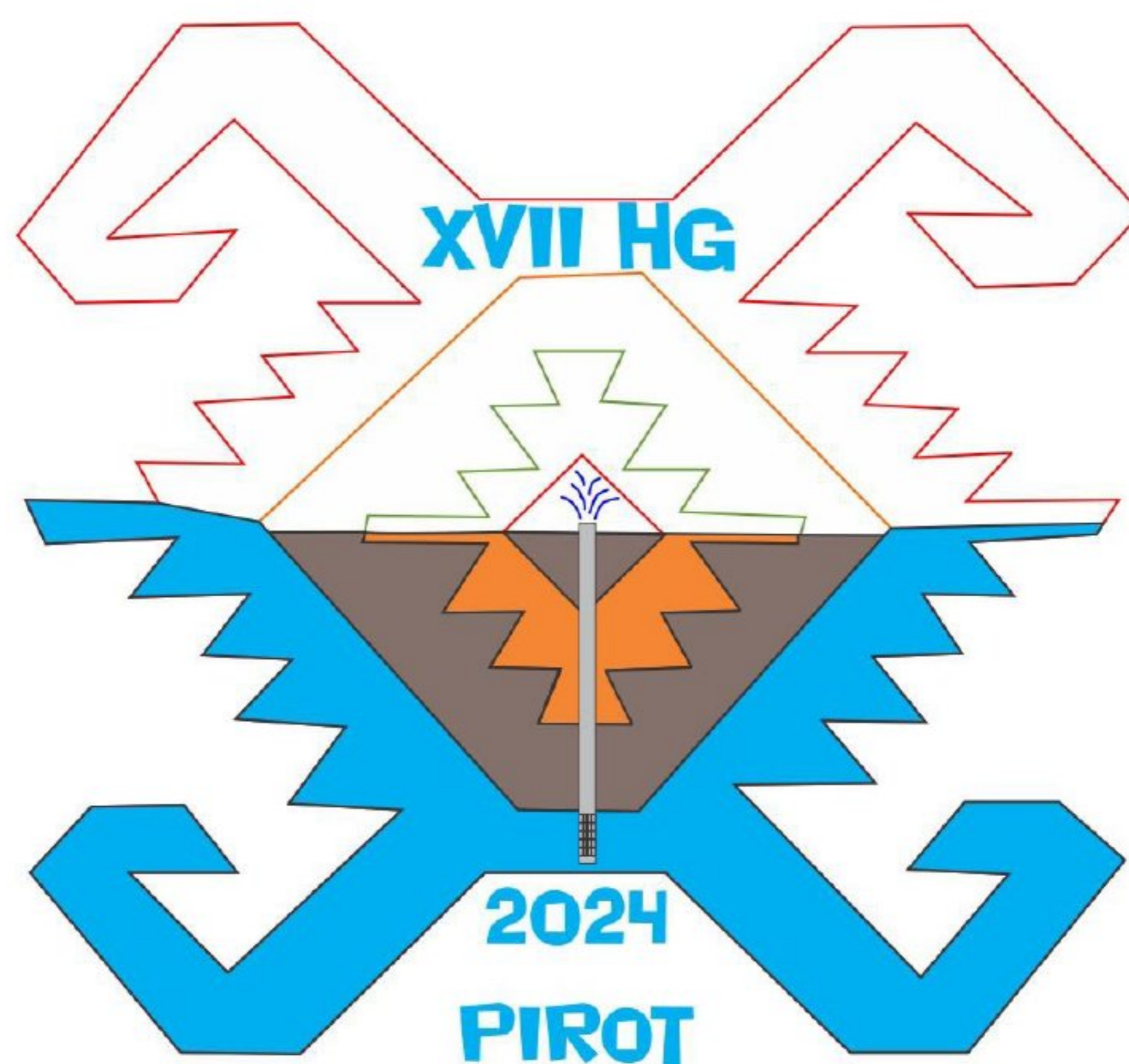
The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: www.dr.rgf.bg.ac.rs

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

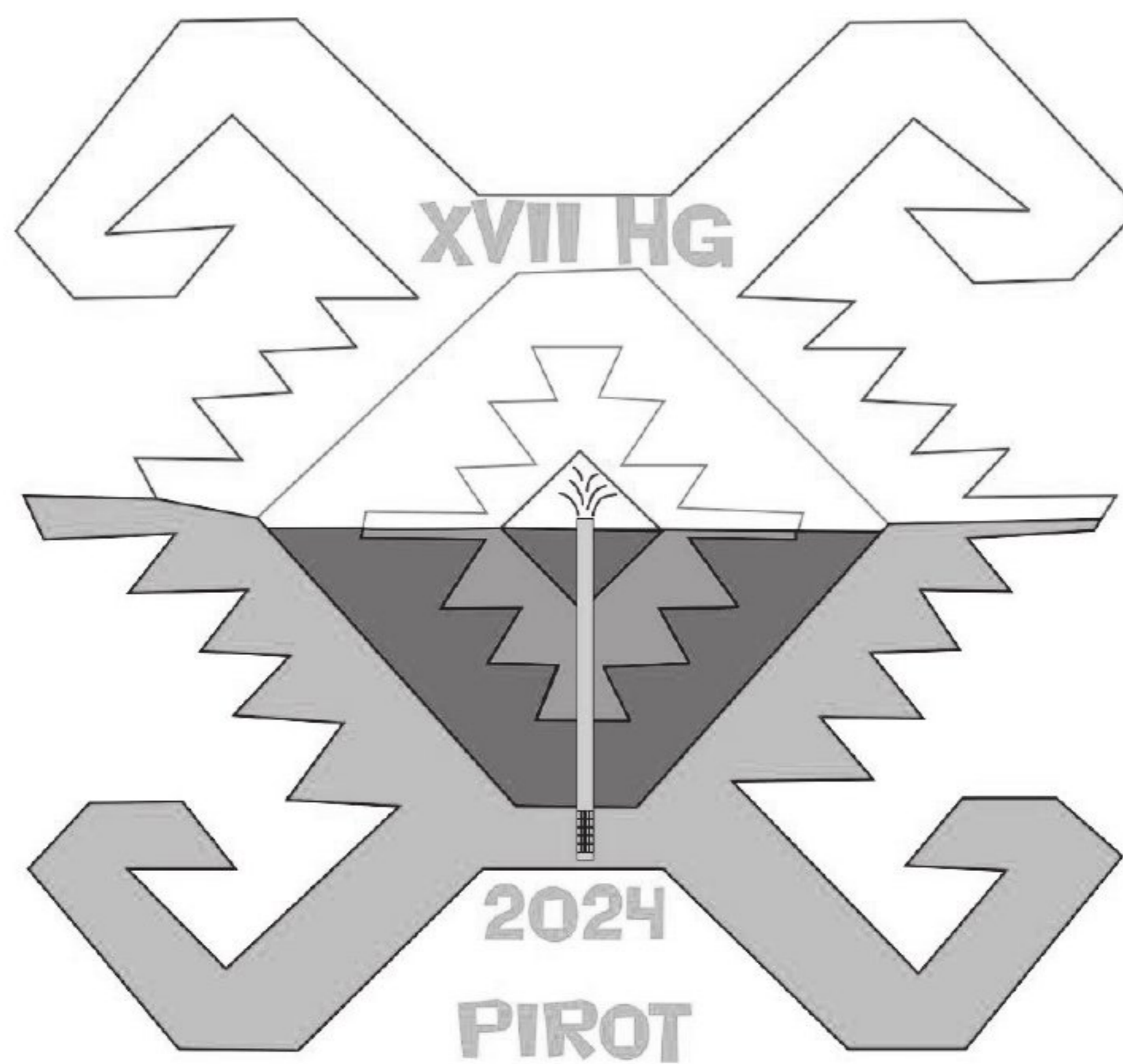


UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

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 Petrič**, 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**
HIDROGEOTERMALNI SISTEM BUJANOVAČKE BANJE 367
- Snežana Kretić, Nebojša Atanacković, Jana Štrbački**
MODELIRANJE KINETIKE RASTVARANJA PIRITA U PHREEQC PROGRAMU NA PRIMERU
SULFIDNOG LEŽIŠTA RUDNIKA GROTA 373

4. Geotermalna energija

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

Goran Marinković, Marina Magazinović, Nataša Obradović, Darko Spahić, Maja Poznanović Spahić, Bogdan Kuzmanović

SUBTERMALNE VODE LEŽIŠTA UGLJA ZABELA U DESPOTOVAČKOM NEOGENOM BASENU
..... 395

Slobodan Kolbah, Tena Bilić, Mladen Škrlec & Branimir Cvetković

ISTRAŽIVANJE I KORIŠTENJE GEOTERMALNE ENERGIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ 401

Staša Borović, Ivan Kosović, Mirja Pavić, Marco Pola, and Kosta Urumović

ULOGA STRUKTURNO-GEOLOŠKIH ANALIZA U ISTRAŽIVANJU HIDROTERMALNIH SUSTAVA –
PRIMJERI IZ HRVATSKE..... 407

Zsolt Pinjung, Viktória Mikita, Balázs Kovács and János Szanyi

IMPACT OF HYDROCARBON PRODUCTION ON THE PRESSURE REGIME OF GEOTHERMAL
RESERVOIRS IN THE SOUTHERN HUNGARIAN GREAT PLAIN 413

5. Hidrogeološka istraživanja u hidrotehnici, rudarstvu i građevini

Vladimir Beličević

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

Dragoljub Bajić, Dušan Polomčić, Vesna Ristić Vakanjac, Milica Stepanović, Jelena Ratković

HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE IZRADE TUNELA: SLUČAJ DELA AUTOPUTA NA
PANEVROPSKOM KORIDORU VC KROZ BOSNU I HERCEGOVINU - REPUBLIKU SRPSKU..... 425

Dragoslav Banjak, Saša Milanović

IDENTIFIKACIJA GEOHEMIJSKIH PROCESA U AKUMULACIJI GORICA PRIMJENOM INVERZNOG
MODELOVANJA..... 431

**Eugenia Tarassova, Aleksey Benderev, Elena Tacheva, Milen Stavrev, Valentina
Lyubomirova and Mihail Tarassov**

GENERAL CHARACTERISTICS OF DRAINAGE WATERS IN THE GRANTCHARITSA TUNGSTEN
DEPOSIT, BULGARIA 437

Filip Stanić, Željko Vasilić, Anja Randelović

PRORAČUN TRENUTNOG SLEGANJA TLA USLED SNIŽENJA NIVOVA PODZEMNE VODE U FAZI
GRADNJE PRIMENOM SOFTVERA WELL-DRAIN 441

Gleb Zarnitsyn

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

Maja Todorović, Marina Ćuk Đurović, Igor Jemcov

MONITORING HIDRAULIČKIH TRANZIJEKATA U TUNELIMA POD PRITISKOM (HE PIROT)
..... 453

Maria V. Vilkina, Anton M. Nikulenkov, Vyacheslav G. Rumynin

FIELD AND MODEL INVESTIGATION OF THE CLAY LAYER'S PERMEABILITY IN THE FAULT ZONE
NEAR THE PAKS II NPP 459

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

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

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

Igor Glavaš

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

Ivan Drakulić, Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Dragoljub Bajić

TEHNIKE MEKOG RAČUNARSTVA U HIDROGEOLOGIJI SOFT COMPUTING IN HYDROGEOLOGY 551

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

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

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

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

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

DEFINISANJE PH VRIJEDNOSTI I ELEKTROLITIČKE PROVODLJIVOSTI VODE IZVORA POD 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

HIDROGEOLOGIJA KALKŠISTA I MERMERA BOŽIČKE I LISINSKE SERIJE VLASINSKOG KRISTALASTOG KOMPLEKSA

HYDROGEOLOGY OF CALCSCHISTS AND MARBLES OF BOŽICA AND LISINA SERIES OF VLASINA COMPLEX

Veselin Dragišić¹, Vladimir Živanović¹, Nebojša Atanacković¹, Sava Magazinović¹,
Saša Stojadinović¹, Sunčica Ninković¹

¹Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd.

E-mail: veselin.dragisic@rgf.bg.ac.rs

APSTRAKT: Vlasinski kristalasti kompleks je dugi niz godina u pogledu vodonosnosti smatran bezvodnim, kao i ostali kristalasti kompleksi Srbije. Rezultati brojnih geoloških i hidrogeoloških istraživanja, kao i iskustva iz rudarskih radova na eksploataciji polimetaličnih ruda, demantuju takva shvatanja, posebno kad su u pitanju Lisinska i Božička serija u okviru kojih značajno mesto zauzimaju kalkšisti i mermeri. Za poznavanje hidrogeoloških karakteristika pomenutih serija, posebno su značajni rezultati dobijeni realizacijom hidrogeoloških istraživanja za potrebe punionice flaširanih voda „Rosa“, izradom istražnih i eksploatacionih rudarskih radova u polimetaličnom (Pb-Zn) ležištu rudnog polja Blagodat, ležištu fosforita Lisina, izradom brane na Lisinskoj reci, kao i hidrotehničkog tunela Ljubatska reka – jezero Lisina.

Za rasprostranjenje mermera i kalkšista vezuju se niz izvora značajne izdašnosti, kao i izuzetno visoki prilivi podzemnih voda u podzemne rudarske radove (oko 130 l/s). Od izvora treba spomenuti sledeće: Šopur, Brzaci, Ržanska reka (izvor 10), Golemi izvor (izvor 13), Rspadina (izvor 24) i izvor Vrle (izvor 10) u Toplom Dolu. Izdašnost izvora na osnovu režimskih osmatranja kreće se od 5 l/s do preko 20 l/s u minimumu, a u maksimumu i preko 30 l/s.

Ključne reči: hidrogeologija kristalastih škriljaca, kalkšisti i mermeri, režim izvora, ultra malo mineralizovane vode, Božička i Lisinska serija

ABSTRACT: The Vlasina crystalline complex, similar to other crystalline complexes of Serbia, has been considered low permeable with low potential for water extraction. The results of numerous geological and hydrogeological research and experiences from mining works on exploiting polymetallic deposits disagree with such understandings, especially regarding Lisinska and the Božica series, within which calcschists and marbles are significantly present. For the understanding of the hydrogeological characteristics of the mentioned series, particularly important are the results obtained by the realisation of hydrogeological research for bottling the water "Rosa", the exploration and exploitation mining works in the polymetallic (Pb-Zn) deposit Blagodat, phosphorite deposit Lisina, the construction of the dam on the Lisinska River, as well as the hydrotechnical tunnel Ljubatskareka – Lake Lisina.

Several springs with significant yield and extremely high groundwater inflows in underground mining works (about 130 l/s) are associated with the distribution of marbles and calcschists. The following springs are particularly important: Šopur spring, Brzaci spring, Ržanskareka (spring 10), Golemi izvor (spring 13), Rspadina (spring 24) and Vrla River spring (spring 10) in Topli do. The spring's capacities based on regime measurements range from 5 l/s to over 20 l/s at a minimum and a maximum of over 30 l/s.

Key words: Hydrogeology of crystalline schists, calcschists and marbles, spring regime, ultra-low mineralised water, Božica and Lisina series

UVOD

Područje istraživanja pripada gornjem kompleksu srpsko-makedonske mase koji izgrađuju različite vrste kristalastih škriljaca, feldspatiziranih škriljaca, metapeščara, kvarcita, kalkšista i mermera stvarani su počev od rifeo-kambrijuma pa do silura. Zauzimaju veliku površinu rasprostranjenja na krajnjem jugoistočnom delu Srbije koji se graniče sa Bugarskom i Makedonijom, a obuhvaćeni su OGK 1:100 000, List Trgovište (slika 1). U okviru pomenutog kompleksa izdvojeno je pet predevonskih serija (Jarešnička, Lisinska, Božička, serija Vranjske Banje i Stajevačka serija), od kojih su sa hidrogeološkog aspekta posebno interesantne Lisinska i Božička serija.

Pomenuti kompleks u hidrogeološkom pogledu karakterišu određene različitosti uslovljene pre svega litološkim sastavom. Tako su delovi terena izgrađeni od mermera i kalkšista znato ovodnjeniji u odnosu na hloritske i druge srodne škriljce. Prisustvo značajnijih masa kalkšista i mermera u okviru Božičke i Lisinske serije uslovlilo je formiranje pukotinske izdani dobrih filtracionih karakteristika. Hidrogeološki veoma interesantne pojave u okviru vlasinskog kompleksa vezane su uglavnom za mermere i kalkšiste.

Izvođenjem istražnih radova za potrebe zahvatanja ultra malo mineralizovanih voda za potrebe flaširanja, na pregradnom mestu brane „Lisina“, hidrotehničkom tunelu Ljubatska reka-jezero Lisina, zatim u okviru ležišta fosforita „Lisina“ i rudnog polja „Blagodat“, dobijeni su značajni podaci o hidrogeološkim karakteristikama kristalastog kompleksa u kome značajno mesto zauzimaju kalkšisti i mermeri.

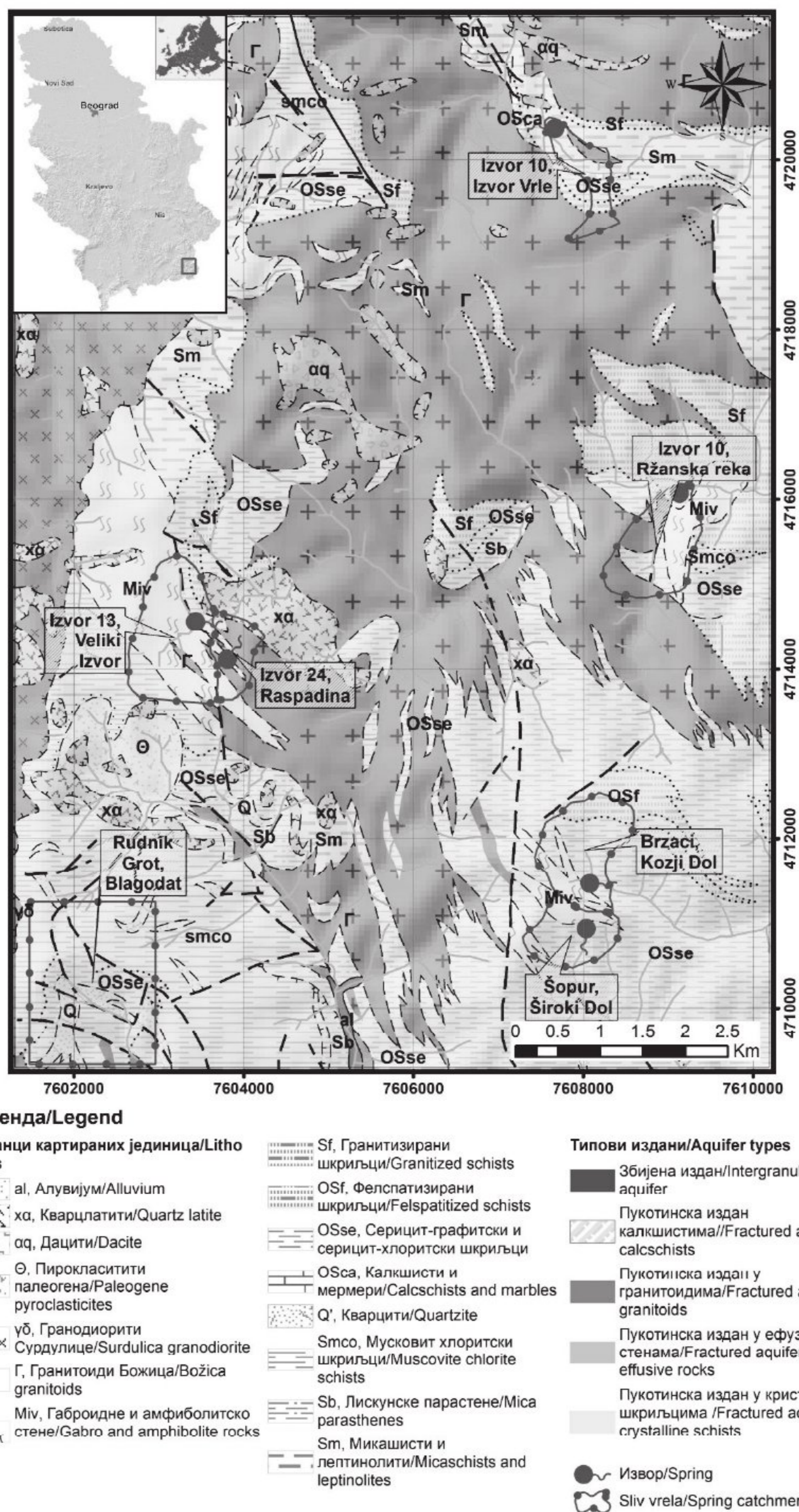
OPŠTE KARAKTERISTIKE

Tereni izgrađeni od kristalastih stena gornjeg kompleksa srpsko-makedonske mase su izrazito planinski, raspoređeni u nizu počev od Čemernika (1638 m) na severu, preko Vardenika (1875 m) u centralnim delovima, sve od Besne Kobile (1923 m) na jugu, koja se prema jugoistoku nastavlja na planinu Dukat (1881 m). Pomenuti niz planinskih grebena predstavlja vododelnicu slivova Južne Morave, Pčinje i Dragovištice (pritoke Strume), odnosno crnomorskog i egejskog sliva. Nešto blaži tereni nalaze se u području Božice i Bosilegradske kotline, a naročito u dolini Južne Morave u Vranjskoj kotlini. Slivu Južne Morave (crnomorski sliv) u području analiziranom u ovom radu pripadaju gornji delovi slivova Banjske, Korbevačke, Jelašničke, Masurice i reke Vrle, dok slivu Strume (egejski sliv) pripada sliv Dragovištice. Gornji deo sliva Dragovištice drenira Ljubatska reka na kojoj je izgrađen vodozahvat iz koga se deo voda hidrotehničkim tunelom prebacuje u akumulaciono jezero „Lisina“, i na taj način prevode iz Egejskog u Crnomorski sliv.

Klima u području rasprostranjenja Lisinske i Božičke serije je umereno-kontinentalna sa prelazom u planinsku, sa kratkim i svežim letima i dosta dugim i hladnim zimama sa obilnim padavinama. Kako se analizirane hidrogeološke pojave nalaze na nadmorskim visinama iznad 1000 m n.v., to se i podaci o temperaturnom režimu sa meteorološke stanice „Vlasina“ (1190 m n.v.) smatraju reprezentativnim. Srednja godišnja temperatura vazduha iznosi je 8.3 °C, dok ona u višim terenima, zaključno sa Besnom Kobilom (1923 m n.v.), linearno opada sa povećanjem nadmorske visine i kreće se između 5 i 6 °C. Srednje mesečne temperature pokazuju tendenciju blagog porasta od januara do avgusta, kada su i najveće, a zatim opadanja do decembra, da bi tokom zimskih meseci bile minimalne. Količina atmosferskih taloga, takođe je uslovljena nadmorskom visinom, pa tako u terenima iznad 1000 m n.v. (do preko 1900 m n.v.), srednje godišnje padavina iznose preko 1000 mm (1000-1200 mm), od čega veliki deo pripada snežnim padavinama (prvi sneg pada u oktobru). Primera radi na padavinskoj stanici Kriva Feja (1100 m n.v.) srednje godišnje količine padavina iznose 1004,9 mm. Maksimalne količine padavina izluče se tokom prolećnih (april i maj), a minimalne tokom zimskih meseci (januar i februar).

GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Analizirano područje pripada gornjem kompleksu srpsko-makedonske mase, a obuhvaćeno je OGK 1: 100 000 List Trgovište (slika 1). U njemu je izdvojeno pet serija heterogeno i različito metamorfisanih tvorevina; Jarešnička, Lisinska, Božička, serija Vranjske Banje i Stajevačka serija (Babović et al, 1977; Dimitrijević, 1995). Starosti su staropaleozojske počev od rifeo-kambrijuma preko ordovicijuma do silura, što je utvrđeno nalaskom brahiopodske makrofaune u Lisini (Pavlović, 1962). Prema superpozicionim odnosima tri od pet serija su u superpozicionom nizu; Jarešnička (rifeo-kambrijum), Lisinska (ordovicijum), i Božička (ordovicijum-silur). Pomenute serije metamorfita su deformisane izdizanjem i u njih utiskivanjem granitoida predevonske (granitoidi Božice, Doganice i Jarešnika) i tercijarne starosti (granitoidi Surdulice i Crnooka) i naknadno probijene mlađim tercijarnim vulkanitima, uglavnom kvarc-latitima (Babović i saradnici, 1977).



Slika 1. Hidrogeološka karta gornjeg dela vlasinskog kompleksa serije sa položajem analiziranih izvora
Figure 1. Hydrogeological map of the upper part of Vlasina complex with the location of the analysed sources

Lisinska i Božička serija, dve od pet serija gornjeg kompleksa kristalastih škriljaca Vlasine predevonske starosti (Jarešnička, Lisinska, Božička, serija Vranjske Banje i Stajevačka serija), nalaze se u krajnjem jugoistočnom delu Srbije. Izgrađene su od apatitskih metapeščara, kvarcita, hlorit-muskovitskih i biotit-sericitskih škriljaca, kvarcita, kalkšista i mermera.

Lisinska serija ima značajno rasprostranjenje, a ime je dobila po mestu Lisina. Superpoziciono leži preko jarešničke, a ispod Božičke serije kristalastih stena. Čine je apatitski peščari, feldspatizirani škriljci, sercit-grafitski, sercit-hloritski i hlorit-muskovitski škriljci, kvarciti i kalkšisti i mermeri (Babović i

saradnici, 1977; Dimitrijević, 1995). Bušenjem za potrebe istraživanja fosforita u Lisini konstatovano je više sočiva mermera i kalkšista u geološkom profilu ležišta. Kalkšisti su naročito karakteristični za lisinsku seriju. Boje su bele, sive ili žućkaste te ih je teško razlikovati od pravih mermera, pa ih tako pojedini autori identifikuju kao mermere. U apatitskim pešćarima pronađeni su brahiopodi na osnovu kojih je određena tremadočka starost (Pavlović, 1959).

Božička serija ima najveće rasprostranjenje u području sela Božice, po kome je i dobila naziv. Superpoziciono se nalazi iznad Lisinske serije od koje je odvojena pojasom granitoida. U nju su utisnuti granitoidi Božice koji su jedan deo serije progresivno metamorfisali do epidot-amfibolske facije pri čemu su stvoreni feldspatizirani i granitizirani škriljci i gnajsevi i mikašisti. Gornji deo serije izgrađuju hlorit-muskovitski, albit-hlorit-sericitski škriljci i amfibolski škriljci, mikašisti i kvarciti. Utiskivanje granitoida u kristalaste stene božičke serije uslovlilo je stvaranje hibridnih stena granitoidnog i gabroidno-amfibolitskog sastava (Babović et al, 1977).

U mikašistima u dolini Vrle (Topli Do) pojavljuju se kalkšisti, mermeri i grafični škriljci kao mogući ekvivalent Lisinske serije. Bušotinom TD-1' u Toplom Dolu (Božička serija), konstatovano je da se do dubine oko 500 m nalazi ukupno 5 intervala sa kalkšistima (Z. Popović, 2009): 114,9 – 127,1 m (kataklizirani kalkšist tamnosive boje), 207,8 – 222,8 m i 240,2 – 246,6 m (kalkšist trakaste teksture), 423,7 – 425,3 m (kalkšist milonitisan, tamnosive boje), 500,4 – 503,0 m (kalkšist ispresecan kvarcnim žicama).

Kalkšisti i mermeri su čest i karakterističan član lisinske, a javljaju se i u božičkoj seriji. Njihovo pojavljivanje počinje u fosfatnom horizontu, a protežu se do visokih feldspatiziranih delova serije. Pojavljivanje mermera u području ležišta fosforita „Lisina“ je u različitim intervalima, u zavisnosti od položaja istražnih bušotina. Izradom istražne bušotine B-21 konstatovano je njihovo prisustvo u devet dubinskih intervala iznad fosforitskog sloja: 208,2 – 237,0 m, 253,6 – 257,3 m, 263,6 – 276,6 m, 278,3 – 281,0 m, 285,5 – 287,3 m, 310,2 – 318,3 m, 329,0 – 336,0 m, 347,0 – 351,0 m, 375,5 – 379,0 m (Dragišić i saradnici, 2012). Sočiva i slojevi mermera i kalkšista su obično razdvojeni sa gnajns-granitima, dacitima, sericit-grafitskim škriljcima, hlorit-muskovitskim, aktinolitiskim i drugim škriljcima.

HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE KALKŠISTA I MERMERA BOŽIČKE I LISINSKE SERIJE

Opšte karakteristike. Pukotinska izdan je dominantna u kalkšistima i mermerima lisinske i božičke serije, baš kao i okolnim magmatskim i kristalastim stenama. Interpretacijom podataka opita VDP-a na pregradnom mestu brane „Lisina“, došlo se do podataka da vodopropusnost mermera i kalkšista iznosi 25 do 29 Lu, što je u odnosu na okolne kristalaste škriljce znatno više ($VDP < 1,0$, izuzetno do 8 Lu) (Dragišić i saradnici, 2012). Istražnim radovima u jami rudnika „Grot“ zapaženo je da su pukotine u mermerima i kalkšistima proširene rastvaračkim delovanjem vode.

Prihranjivanje izdani. Prihranjivanje izdani je intenzivno, obzirom da srednje godišnja količina padavina u slivovima analiziranih izvora i rudarskih radova premašuje 1000 mm. Značajan faktor u pogledu količine vode koja odlazi na infiltraciju predstavlja snežni pokrivač čije postepeno topljenje omogućava i dobro prihranjivanje izdani.

Dreniranje pukotinske izdani. Prirodno isticanje podzemnih voda vrši se preko izvora izdašnosti koja je u odnosu na klasične kristalaste stene Srbije, višestruko veća (tabela 1). Predmetni izvori ističu na velikim nadmorskim visinama, obično između 1000 i 1500 m n.v (tabela 1). Isticanje izvora uslovljeno je kontaktom kalkšista i mermera sa slabije propusnim škriljcima ili granitoidima, što je dokazano u rudarskim radovima rudnika „Grot“.

Tabela 1: Prikaz značajnijih izvora u području Lisinske i Božičke serije

Table 1: Presentation of the most important springs in the area of Lisinska and Božička series

Naziv izvora	Nadmorska visina (m)	Površina sliva (km ²)	Q _{min} (l/s)	Q _{max} (l/s)	Q _{min} /Q _{min}
Izvor Vrle (10)*	1300	0,5	5,5	22,3	1:4
Veliki izvor (13)**	1475	1,4	5,8	23,0	1:4
Raspadina (24)**	1470	0,4	8,8	15,0	1:1,7
Ržanska reka (10)***	1103	1,0	18,0	37,4	2,1
Šopur****	1530	0,6	22,0	34,0	1,5
Brzaci****	1560	1,3	8,4	14,4	1,7

*S. Gardijan i saradnici, 2022, **V. Živanović i N. Atanacković, 2014, ***I. Jemcov i R. Petrović, 2010, ****S. Parlić, 2004

Po mehanizmu isticanja izvori mogu biti gravitacioni, ali i uzlaznog tipa o čemu govori postojanost njihovog isticanja, ali povećana temperatura u uslovima generalno niskih temperatura vode. Tako I. Jemcov

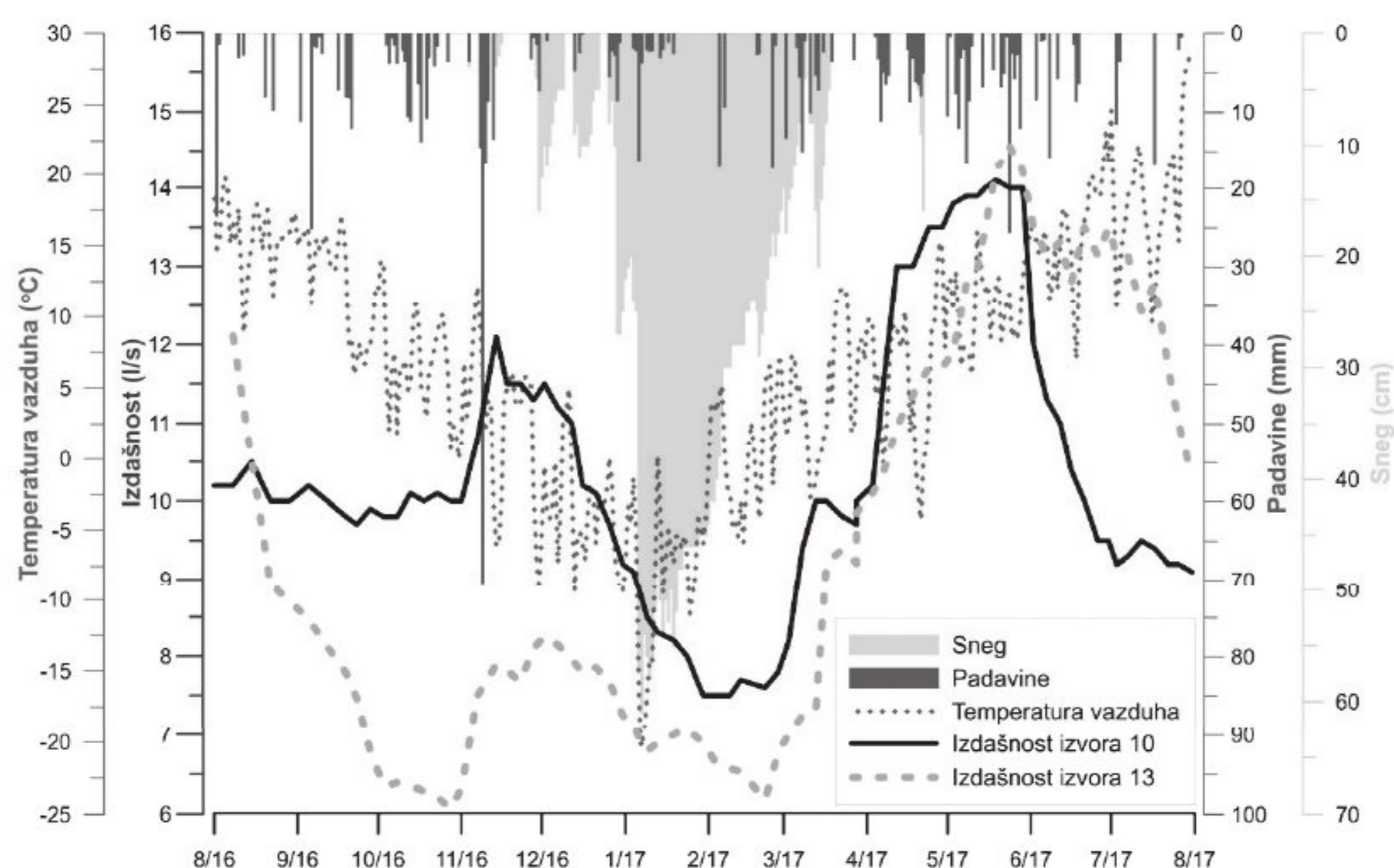
i R. Petrović (2010) konstatuju da se izvor Ržanska reka karakteriše uzlaznim kretanjem i da temperatura njegove vode u proseku za 1,0-1,5 °C, prevazilazi okolne izvore. O uzlaznom karakteru podzemnih voda svedoče i podaci dobijeni istražnim bušenjem bušotine BVi-2 tokom 2001. godine neposredno ispod Velikog izvora na Vardeniku (Milićević B, 2001). U intervalu do 30 m, koliko je bušotina i duboka, nabušeno je nekoliko sočiva mermera između muskovit-hloritskih škriljaca, pri čemu je u intervalu 19,0-22,0 m, iz mermera došlo do isticanja vode pod pritiskom u količini 2,0 l/s.

Da pukotinska izdan u mermerima i kalkšistima u prirodnim nenarušenim uslovima može biti pod pritiskom govore rezultati bušenja više istražnih bušotina u okviru polimetaličnog ležišta „Blagodat“ i „Kula“, gde je dolazilo do samoizliva (Zlatanović i Radović, 2006).

Veštačko dreniranje pukotinske izdani. Značajne količine podzemnih voda iz predmetne izdani ističu u hidrotehničke i rudarske radove. Izradom hidrotehničkog tunela Ljubatska reka-akumulacija Lisina ukupne dužine 6650 m, u okviru sličnih litostratigrafskih jedinica (metapeščari, škriljci, kalkšisti), registrovani su ne tako visoki prilivi podzemnih voda (28 l/s), ali su oni vezani za metamorfisane karbonate (Dragišić i saradnici 2012). Pretpostavka je da je dovodnim tunelom za hidrocentralu Vrla III, pored kristalastih škriljaca došlo i do presecanja kalkšista i mermera, obzirom na količine priliva koji su registrovani. Tako M. Luković (1955) „...Presecanjem velikog masuričkog raseda iz jako „vodonosne drobine od kristalastih škriljaca“ došlo je do prodora vode u količini 130 l/s.

Za poznavanje vodonosnosti kalkšista i mermera Lisinske i Božičke serije veoma su značajna iskustva na istraživanju i eksploataciji polimetalične (Pb-Zn) rude rudnika „Grot“ na Besnoj Kobili u Krivoj Feji. Ukupni prilivi podzemnih, tj. rudničkih voda u rudarske radova rudnika „Grot“ (Blagodat i Kula), iznose oko 130 l/s (septembar 2020). Vezani su za tektonski izlomljene škriljce, mermere i kalkšiste Lisinske serije, koji leže na granitoidima i slabije vodopropusnim kristalastim stenama Jarešničke serije (gnajs-graniti) (Atanacković i saradnici, 2020). Značajni prilivi podzemnih voda vezani su za rasedne i pukotinske sisteme u mermerima i kalkšistima (Živanović i Atanacković, 2020). Podzemne voda ističu na kontaktu sa slabije propusnim granitima i gnajsgranitima što demantuje neka ranija istraživanja (Mijović, 1997) da su granitoidi glavni nosioci priliva podzemnih voda u pomenutom rudniku. Prilivi podzemnih voda u glavnom izvoznom potkopu na nivou na koti 1290 m, koji je probio kompletan masiv Besne Kobile i presekao veliki broj raseda i otvorenih pukotina iznosili su 70 do 110 l/s (Zlatanović i Radović, 2006). Visoki prilivi podzemnih voda (50 do 80 l/s) konstatovani su i u obližnjem ležištu „Kula“ (Lazić i saradnici, 2014).

Režim izdani. Na primeru Velikog izvora koji ističe na najvećoj nadmorskoj visini 1475 m, prikazan je režim isticanja predmetnih izvora. Sa porastom temperature u periodu od sredine marta do sredine aprila dolazi i do topljenja snega, što povlači i povećanje izdašnosti izvora. Maksimumi se obično javljaju od mesec dana do tri meseca nakon naglog topljenja snega. Period od sredine maja do sredine avgusta predstavlja period intenzivnog pražnjenja izdani i naglog smanjivanja izdašnosti izvora. Od avgusta pa sve do zimskih meseci (januar, februar) postoji blagi trend pada izdašnosti. Period od početka jula pa do kraja godine, praktično predstavlja period recesije ili pražnjenja izdani (slika 2).



Slika 2. Primer režima izvora broj 10 (vrela Vrle) i izvora 13 (Veliki Izvor)
Figure 2. An example of spring regime - spring number 10 (Vrle spring) and 13 (Golem izvor)

Hemijski sastav podzemnih voda. Podzemne vode koje ističu na analiziranim izvorima pripadaju ultra malo mineralizovanim vodama kod kojih je količina ukupno rastvorenih mineralnih materija manja od 0,1 g/l (tabela 2). Ovakva mineralizacija podzemnih voda karakteristična je za planinska područja sa visokim vrednostima padavina i relativno brzim procesom vodozamene što je potvrđeno i izotopskim ispitivanjima. Tako, starost podzemnih voda izvora Šopur i Brzaci, određivana preko sadržaja tricijuma u vodi iznosi manje od 50 godina (Parlić, 2004). Po hemijskom sastavu pripadaju hidrokarbonatno-kalcijumskom tipu voda ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$) (tabela 2).

Kada je u pitanju hemizam podzemnih voda koje ističu u rudarske radove rudnika „Grot“ treba naglasiti da su u pitanju vode male mineralizacije ($\text{TDS} < 0,2 \text{ g/l}$) koje u svom hemijskom sastavu imaju povećane sadržaje sulfatnog jona što je posledica degradacije sulfidnih minerala u rudarskim radovima. Rudničke vode iz potkopa „Hajdučko Osoje“ su našle primenu u vodosnabdevanju naselja Kriva Feja i rudarskog kompleksa „Grot“.

Tabela 2. Prikaz značajnijih fizičko-hemijskih karakteristika analiziranih podzemnih voda
Table 2: Physical and chemical characteristics of analysed groundwater

Izvor	T _{sr} (°C)	pH	TDS (g/l)	Hemijski tip
Izvor Vrle (izvor 10 – Topli Do)	6,6	7,8	0,067	$M_{0.067} \frac{\text{HCO}_{82}^3 \text{SO}_{15}^4}{\text{Ca}_{68} \text{Na}_{16} \text{Mg}_{16}}$
Veliki izvor (izvor 13 - Vardenik)	8,5	7,4	0,074	$M_{0.074} \frac{\text{HCO}_{85}^3 \text{SO}_{13}^4}{\text{Ca}_{63} \text{Na}_{22} \text{Mg}_{15}}$
Raspadina (izvor 24 - Vardenik)	8,1	7,6	0,070	$M_{0.070} \frac{\text{HCO}_{84}^3 \text{SO}_{13}^4}{\text{Ca}_{62} \text{Na}_{20} \text{Mg}_{18}}$
Ržanska reka (izvor 10 – Donja Ržana)	9,1	7,6	0,100	$M_{0.100} \frac{\text{HCO}_{81}^3 \text{SO}_{11}^4 \text{Cl}_8}{\text{Ca}_{57} \text{Na}_{24} \text{Mg}_{19}}$
Šopur (Široki dol) i Brzaci (Kozji dol)	7,1	-	0,100	$M_{0.100} \frac{\text{HCO}_{90}^3 \text{SO}_6^4}{\text{Ca}_{80} \text{Mg}_{11} \text{Na}_7}$
Rudničke vode „Grot“ Hajdučko Osoje	9,0	7,5	0,163	$M_{0.163} \frac{\text{HCO}_{49}^3 \text{SO}_{42}^4 \text{Cl}_5}{\text{Ca}_{81} \text{Na}_{13} \text{Mg}_6}$

ZAKLJUČAK

Rezultati brojnih geoloških i hidrogeoloških istraživanja, kao i iskustva iz rudarskih radova na eksploataciji polimetaličnih ruda, pokazali su da tereni gornjeg kompleksa kristalastih škriljaca vlasinskog kompleksa izgrađeni od kalkšista i mermera mogu biti dobro vodonosni u odnosu na okolne kristalaste škriljce i magmate. To se posebno odnosi na lisinsku i božičku seriju gde metamorfisani karbonati imaju značajnije rasprostranjenje.

U kalkšistima i mermerima formirana je pukotinska izdan koja se u prirodnim uslovima drenira izvorima značajne minimalne izdašnosti. Generalno, izvori se odlikuju značajno većom izdašnošću u odnosu na okolne kristalaste škriljce i magmatske stene. Ističu na velikim nadmorskim visinama (>1000 m) gde ukupna visina padavina prelazi 1000 mm vodenog stuba, a u odnosu na prave karstne izvore odlikuju se stabilnim režimom isticanja.

Maksimalni proticaji izvora se obično javljaju tokom meseca aprila i maja, ponekada i avgusta, što odgovara periodu od par meseci nakon topljenja snega. Od sredine jula pa do kraja zime dolazi do pražnjenja izdani i smanjivanja izdašnosti izvora.

Podzemne vode su ultra malo mineralizovane gde je količina ukupno rastvorenih mineralnih materija manja od 0,1 g/l. U pitanju su vode hidrokarbonatno-kalcijumskog tipa ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$). U području ležišta olova i cinka dolazi do neznatnog povećanja ukupno rastvorenih mineralnih materija do 0,166 g/l, a vode menjaju i hemijski tip, odnosno prelaze u hidrokarbonatno-sulfatno-kalcijumski tip voda ($\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$).

ZAHVALNICA

Ova istraživanja su podržana od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija po osnovu ugovora br. 451-03-65/2024-03/200126.

LITERATURA

- Atanacković N., Živanović V., Cvejić I., Stojadinović S. 2019: *Hidrogeološka studija eksploatacionog polja Blagodat, rudnika Grot*. Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd (Nepublikovano).
- Babović M., Cvetković D., Roglić Č., Avramović V., Marić S. (1977): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000 i Tumač za list „Trgovište sa Radomirom“ K 34-57*, Zavod za geološka i geofizička istraživanja, pp. 1-59, Beograd.
- Babović M., Roglić Č., Avramović V., Marić S. 1977: *Tumač za Osnovnu geološku kartu 1:100 000, List Trgovište sa Radomirom*. Savezni geološki zavod.
- Čubrilović P. 1980: *Uslovi nastanka izvora u litološki različitim terenima, njihova učestalost i važnije odlike – na primeru JI Srbije*. Zbornik radova 6 jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, knj. I, Hidrogeologija, pp. 115-123, Portorož (Slovenija)
- Čubrilović P., Palavestrić Lj. 1976: *Oblast kristalastog jezgra*. Geologija Srbije, knj, VIII, Hidrogeologija, pp. 75-103, Rudarsko – geološki fakultet, Beograd.
- Dimitrijević M.D. 1995: *Srpsko-makedonska masa*. Geologija Jugoslavije. Posebna izdanja Geoinstituta, pp. 115-128, Beograd.
- Dragišić V. 1997: *Geološko-hidrogeološke karakteristike sliva Vlasinskog jezera*. Vlasinsko jezero-hidrobiološka studija (Urednik Jelena Blaženčić), Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, pp. 25-35, Beograd.
- Dragišić V., Živanović V., Atanacković N. 2012: *Prethodna hidrogeološka studija ležišta fosforita „Lisina“*. Rudarsko-Geološki fakultet, Beograd (Nepublikovano).
- Gardijan S., Živanović V., Magazinović S., Mandić Đ., Stojadinović S. 2020: *Režim izvorskih voda iz kristalastih stena u planinskim područjima na primeru Toplog Dola na Vlasini (jugositočna Srbija)*. XVI srpski hidrogeološki simpozijum sa međunarodnim učešćem, pp. 77-83, Zlatibor.
- Jemcov I., Petrović R. 2010: *Elaborat o rezervama malomineralnih podzemnih voda u Gornjoj Lisini*. Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd (Nepublikovano).
- Lazić M., Petrović M., Kljajić Ž., Miković N. 2014: *Ovodnjenost ležišta olova i cinka „Kula“ rudnik „Grot“ A.D. Kriva Feja*. XVI Kongres geologa Srbije, 453-461, Donji Milanovac.
- Luković M. 1955: *Geološke podloge naših vodojaža Grošnica, Sokolovica, Ovčar banja, Međuvršje, Zvornik, Vlasina i Vrla reka, Jablanica, Moste*. Zbornik radova Geološkog i Rudarskog fakulteta, sv. 3, pp. 63-69, Beograd.
- Mijović D. 1997: *Hidrogeologija granodiorita Srbije*. Monografija, Zadužbina Andrejević, 136, Beograd.
- Milićević B. 2001: *Izveštaj o izvedenim radovima na bušenju istražnih bušotina BVi-1 i BVi-2 (Veliki Izvor)*. Geoekspert, Beograd (Nepublikovano).
- Parlić S. 2004: *Elaborat o rezervama malomineralizovanih voda sa izvora Šopur i Brzaci (opština Bosilegrad)*. Rudarsko-geološki fakultet, Beograd (Nepublikovano).
- Pavlović P. 1962: *Nalazak fosila u metamorfnom terenu u oblasti Bosiljgrada*. Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1959 godinu, pp. 249 - 250, Beograd.
- Pavlović P. 1969: *O paralelizaciji bosiljgradskog i srednjočeškog tremadoka*. Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1964 godinu, pp. 225 - 20, Beograd.
- Popović Z. 2009: *Elaborat o rezultatima geoloških istraživanja za utvrđivanje geopotencijala Toplog Dola – Vlasina*. Geološki institut Srbije, Beograd.
- Zlatanović G., Radović V. 2006: *Elaborat o rezervama Pb-Zn rude u rudnom polju Blagodat (Ležišta; Blagodat, Đavolja Vodenica, Vučkovo, Đavolja Vodenica 2 i Kula)*. Geološki institut Srbije, Beograd (Nepublikovano).
- Živanović V., Atanacković N. 2014: *Elaborat o rezervama izvorskih voda „B“ i „C1“ kategorije na prostoru Toplog Dola na Vlasini (opština Surdulica)*, Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju, Beograd (Nepublikovano).
- Živanović V., Atanacković N. 2020: *Hidrogeološka studija eksploatacionog polja Blagodat, rudnika „Grot“*. Rudarsko-geološki fakultet, Beograd (Nepublikovano).