

# Hidrodinamičke karakteristike izvorišta "Pavliš" za vodosnabdevanje Vršca

Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Vesna Ristić Vakanjac, Dejan Drašković, Slavko Špadijer



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

**[ДР РГФ]**

Hidrodinamičke karakteristike izvorišta "Pavliš" za vodosnabdevanje Vršca | Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Vesna Ristić Vakanjac, Dejan Drašković, Slavko Špadijer | 17. Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, Pirot, 2-6 oktobar 2024 | 2024 | |

10.5281/zenodo.13739589

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0009239>

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](http://www.dr.rgf.bg.ac.rs)

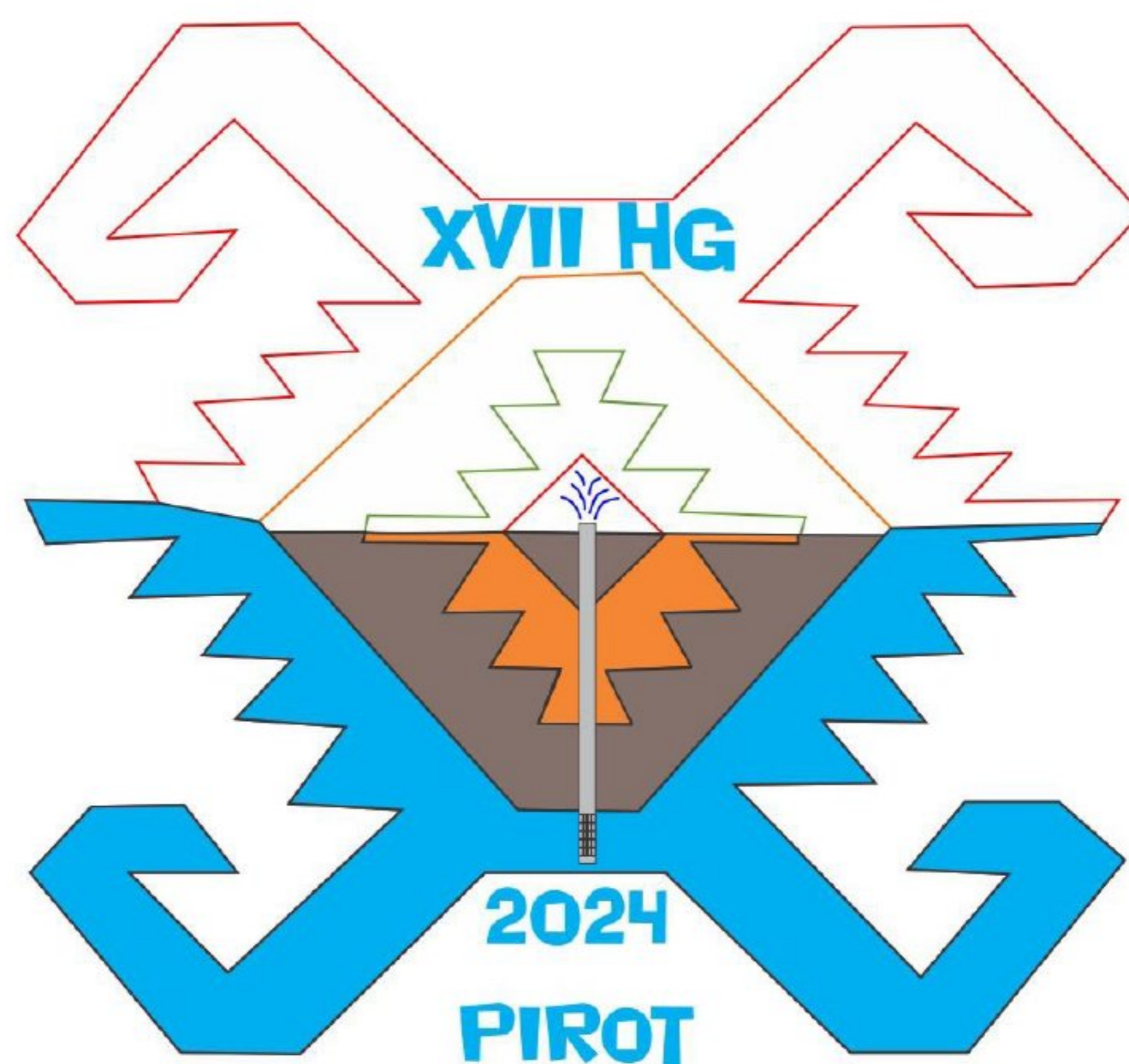
The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: [www.dr.rgf.bg.ac.rs](http://www.dr.rgf.bg.ac.rs)

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



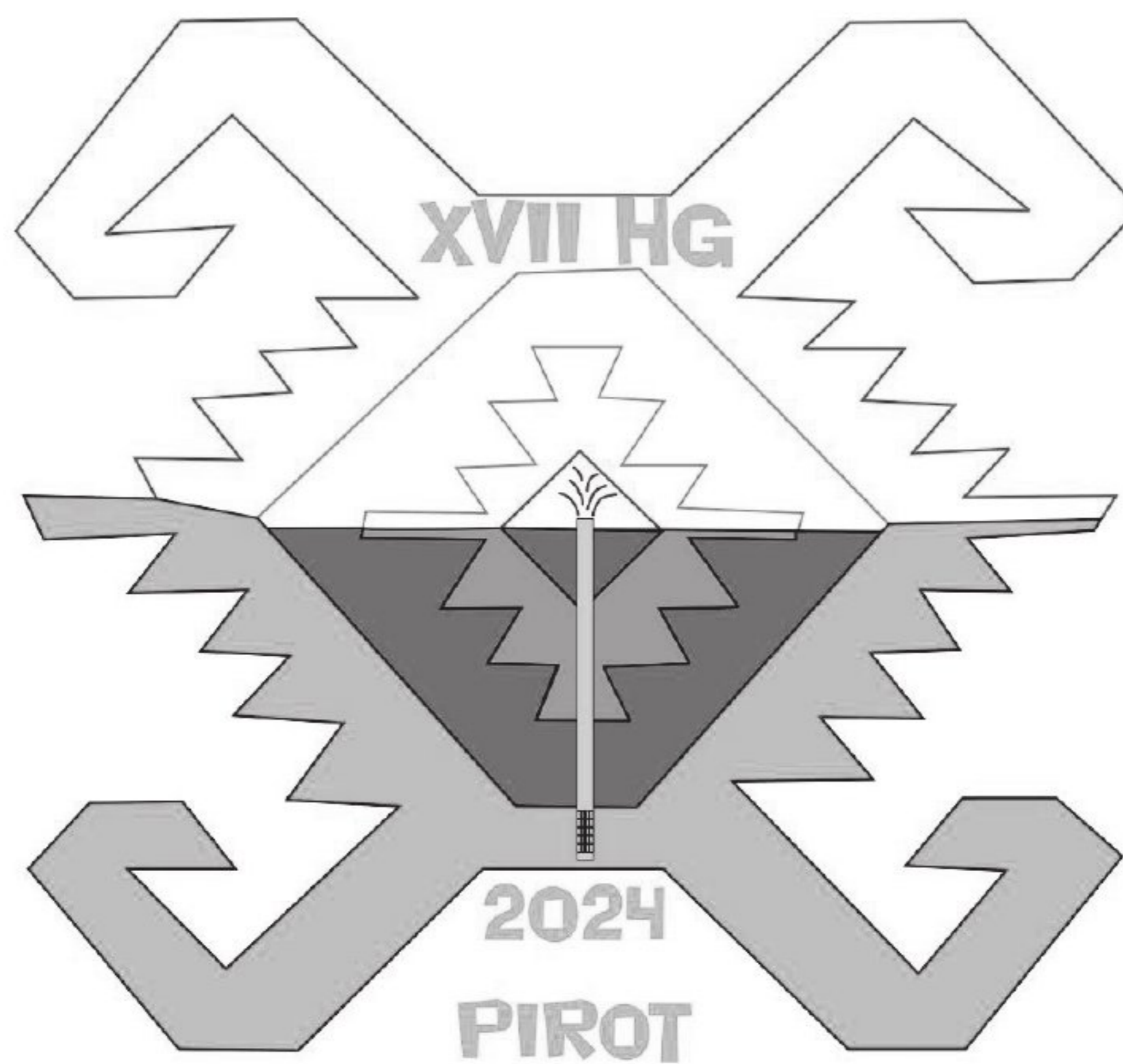


UNIVERZITET U BEOGRADU  
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

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 krasi, 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

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

### 1. Vodosnabdevanje i upravljanje vodnim resursima

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

---



<b>Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Vesna Ristić Vakanjac, Dejan Drašković, Slavko Špadijer</b> HIDRODINAMIČKE KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA „NEPRIČAVA“ ZA VODOSNABDEVANJE LAZAREVCA.....	99
<b>Dušan Stojadinović</b> HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA PLANINE RADOČELO .....	105
<b>Golub Lj. Čulafić, Jelena Krstajić, Jana Vukotić</b> ULOGA HIDROMETRIJSKIH MJERENJA PRILIKOM VRŠENJA KOMPLEKSNIH HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA – PRIMJER DONJEG TOKA RIJEKE MORAČE U ZETSKOJ RAVNICI, CRNA GORA .....	109
<b>Goran Marinković, Marina Magazinović, Nataša Obradović, Darko Spahić, Maja Poznanović Spahić, Bogdan Kuzmanović</b> AKVIFERI GRANITNOG MASIVA GORNJANA (ISTOČNA SRBIJA) .....	113
<b>Matko Patekar, Staša Borović, Josip Terzić, Marco Pola, Maja Briški, Ivan Kosović</b> FIVE YEARS OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH ON A SMALL KARST ISLAND OF VIS (CROATIA) .....	119
<b>Miljan Kovačević, Tina Dašić, Nenad Ivanišević</b> PRIMENA ADAPTIVNIH NEURO-FAZI SISTEMA (ANFIS) ZA KRATKOROČNU PROGNOZU PROTOKA KARSTNIH IZVORA .....	129
<b>Nikola Krstić, Tanja Pajčić</b> HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE OPLENCA.....	135
<b>Nikola Milovanović, Mr Petar Begović, Dunja Josipović, Branko Ivanković</b> PRIMJENA IZOTOPSKIH I HIDROHEMIJSKIH METODA ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE DEFINISANJA SLIVNIH PODRUČJA NA PRIMJERU KARSTNOG VRELA „IZRON-SUHA“ (BIH) .....	141
<b>Nikola Nikolić, Vaso Novaković</b> HIDROHEMIJSKE KARAKTERISTIKE PODZEMNIH VODA IZDANI SA INTERGRANULARNIM TIPOM POROZNOSTI U SEVERNOM DELU REPUBLIKE SRPSKE .....	147
<b>Petar Dokmanović, Mihajlo Djordjević</b> ARTESKE IZDANI NEOGENOG SEDIMENTNOG KOMPLEKSA NA PODRUČJU GRADA ZAJEČARA .....	153
<b>Petar Milanović</b> HIDROGEOLOŠKA FUNKCIJA DOLOMITA U KARSTU ISTOČNE HERCEGOVINE.....	159
<b>Petar Vojnović, Saša Milanović</b> ULOGA ESTAVELA U FUNKCIONISANJU KARSTNIH SISTEMA.....	165
<b>Peter Gerginov, Tatyana Orehova, Aglaida Toteva, Aleksey Benderev</b> OVERVIEW OF GROUNDWATER RESOURCES IN BULGARIA.....	171
<b>Tanja Pajčić, Nikola Krstić</b> 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 CO<sub>2</sub>  
..... 321
- Goran Milanović i Dragan Stanković**  
NOVI REZULTATI HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA TERMOMINERALNIH VODA IZVORIŠTA  
LUKOVSKA BANJA ..... 327
- Jana Štrbački, Vladimir Živanović, Nebojša Atanacković, Snežana Kretić**  
PRIMENA KLASIFIKACIJE METODOM K-SREDNJIH VREDNOSTI ZA ISPITIVANJE  
HIDROHEMIJSKOG DIVERZITETA PODZEMNIH VODA ..... 333
- Marija Milanović, Uroš Jurošević, Spasoje Glavaš**  
MINERALNE VODE VITINIČKOG KISELJAKA I KOZLUKA ..... 339
- Milan Tomić, Miloško Lazić, Natalija Tatić**  
HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEKOVITIH VODA BANATA ..... 347
- Veselin Dragišić, Vladimir Živanović, Nebojša Atanacković, Sava Magazinović, Saša  
Stojadinović, Sunčica Ninković**  
HIDROGEOLOGIJA KALKŠISTA I MERMERA BOŽIČKE I LISINSKE SERIJE VLASINSKOG  
KRISTALASTOG KOMPLEKSA ..... 353
- Yavor Ivanov, Aglaida Toteva**  
MINERAL WATERS SUITABLE FOR BALNEOTHERAPY OF DERMATOLOGICAL PROBLEMS IN  
BULGARIA ..... 361
- Tanja Petrović Pantić**  
HIDROGEO Termalni sistem bujanovačke banje ..... 367
- Snežana Kretić, Nebojša Atanacković, Jana Štrbački**  
MODELIRANJE KINETIKE RASTVARANJA PIRITA U PHREEQC PROGRAMU NA PRIMERU  
SULFIDNOG LEŽIŠTA RUDNIKA GROT ..... 373

### 4. Geotermalna energija

- Dejan Milenić, Ana Vranješ, Marinko Toljić, Ivana Vasiljević, Natalija Radosavljević, Matija  
Ognjanović**  
KONCEPTUALNI MODEL HIDROGEO Termalnog sistema šire okoline Brusca - GEOLOŠKI,  
GEOFIZIČKI I HIDROGEOLOŠKI USLOVI ..... 381
- Dejan Milenić, Ana Vranješ, Marinko Toljić, Ivana Vasiljević, Natalija Radosavljević, Matija  
Ognjanović**  
KONCEPTUALNI MODEL HIDROGEO Termalnog sistema šire okoline Brusca -  
GEOTERMALNA KARAKTERIZACIJA SISTEMA ..... 389
-



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

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

**Slobodan Kolbah, Tena Bilić, Mladen Škrlec & Branimir Cvetković**

ISTRAŽIVANJE I KORIŠTENJE GEOTERMALNE ENERGIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ ..... 401

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

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

**Zsolt Pinjung, Viktória Mikita, Balázs Kovács and János Szanyi**

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

## **5. Hidrogeološka istraživanja u hidrotehnici, rudarstvu i građevini**

**Vladimir Beličević**

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

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

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

**Dragoslav Banjak, Saša Milanović**

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

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

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

**Filip Stanić, Željko Vasilić, Anja Randelović**

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

**Gleb Zarnitsyn**

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

**Maja Todorović, Marina Ćuk Đurović, Igor Jemcov**

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

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

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

---



- Marko Belotić, Milan Brkić i Aleksandar Miladinović**  
HIDROGEOLOŠKI USLOVI IZGRADNJE BRANE I AKUMULACIJE „KLAK“ U OKVIRU SISTEMA RHE „BISTRICA“ ..... 465
- P. A. Rybnikov, L. S. Rybnikova**  
HYDROGEOLOGICAL RESEARCH FOR POST-MINING OF THE KIZEL COAL BASIN (THE URALS, RUSSIA)..... 472
- Sava Kolev**  
MODEL BASED ASSESSMENT OF URANIUM MIGRATION IN THE REGION OF VULCHE DERE CREEK, DOWNSTREAM OF “ELESHNITSA” TAILINGS POND, SW BULGARIA..... 479
- Tanja Adamović**  
DUBINSKO ODVODNJAVANJE I DALJINSKO UPRAVLJANJE NA POVRŠINSKOM OTKOPU DRMNO ..... 483
- Vesna Tripković, Vladimir Lukić, Goran Jevtić i Milenko Pušić**  
SOFTVERSKA KOMPONENTE ZA PRE I POST PROCESING PODATAKA MATEMATIČKOG MODELIRANJA STRUJANJA PODZEMNIH VODA ..... 489
- Violeta Čolaković, Vladan Čanović, Sanja Grujičić**  
„IN SITU“ HIDROGEOLOŠKA MERENJA NA PK „GARAJEVAC ISTOK“ ..... 495
- Vladan Čanović, Violeta Čolaković**  
PROCENA UTICAJA PROJEKTOVANE PODVODNE EKSPLOATACIJE UGLJA NA RUDNIKU NOVI KOVIN NA NIVO PODZEMNIH VODA I RAD CRPNIH STANICA U ZONI KOVINSKE DEPRESIJE PRIMENOM HIDRODINAMIČKOG MODELOVANJA STRUJANJA PODZEMNIH VODA..... 499
- Vladimir Lukić, Goran Jevtić, Milenko Pušić, Vesna Tripković**  
PRIMENA MATEMATIČKOG MODELIRANJA STRUJANJA PODZEMNIH VODA U HIDROTEHNIČKOM UREĐENJU PROSTORA-PRIMER KAMENIČKE ADE I RIBARSKOG OSTRVA U NOVOM SADU ..... 505
- Rastko Petrović, Petar Škrbić**  
ULOGA HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA U PRIMENI PODLOGA ZA PROJEKTOVANJE RAZVODNOG GASOVOSA RG 05-06 BEOGRAD-VALJEVO-LOZNICA – PRIMER: ZBIJENI TIP IZDANI VEĆE IZDAŠNOSTI ALUVIJALNIH NASLAGA KOLUBARE.....511

## 6. Studentski radovi

- Ognjen Ivić**  
PRIMENA MAŠINSKOG UČENJA ZA PREDVIĐANJE NIVOVA VODE U BUNARU: LINEARNA REGRESIJA KROZ ANALIZU ISTORIJSKIH PODATAKA..... 521
- Pyabalo Eugène Katansao, Dao Sama, Ljiljana Vasic, Kodjovi Zondokpo, Mohamede Alassani Bang'na**  
ENGINEERING SOLUTIONS AGAINST POLLUTIONS OF BOREHOLE FOR WATER SUPPLY CLOSE FROM ATLANTIC SEA IN SOUTHERN TOGO: CASE OF THE BÈ AND BOKA BOREHOLES..... 527
- Aleksandar Tanasković, Vesna Ristić Vakanjac, Veljko Marinović, Saša Milanović, Dušan Polomčić, Ljiljana Vasić, Branislav Petrović**  
PRILOG POZNAVANJU REŽIMA ISTICANJA VRELA GORNJI DUŠNIK (SUVA PLANINA) ..... 533
-



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

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

**Igor Glavaš**

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

**Ivan Drakulić, Dušan Polomčić, Jelena Ratković, Dragoljub Bajić**

TEHNIKE MEKOG RAČUNARSTVA U HIDROGEOLOGIJI SOFT COMPUTING IN HYDROGEOLOGY ..... 551

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

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

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

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

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

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

**Maša Vulović**

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

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

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

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

UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA REŽIM VODA SLIVA REKE CRNICE ..... 587

## Indeks autora

## PROSTOR ZA SPONZORE

---



## HIDRODINAMIČKE KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA „PAVLIŠ“ ZA VODOSNABDEVANJE VRŠCA

### HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE "PAVLIŠ" SOURCE FOR THE WATER SUPPLY OF VRŠAC

Dušan Polomčić<sup>1</sup>, Jelena Ratković<sup>1</sup>, Vesna Ristić Vakanjac<sup>1</sup>, Dejan Drašković<sup>2</sup>, Slavko Špadijer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rudarsko-geološki fakultet, Dušina 7, 11000 Beograd. E-mail: [jelena.ratkovic@rgf.bg.ac.rs](mailto:jelena.ratkovic@rgf.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>BeoGeoAqua, Bulevar Zorana Đinđić 117/IV, 11000 Beograd.

**APSTRAKT:** Hidrodinamički model režima podzemnih voda izrađen je u cilju analize eksploatacionog režima i bilansa podzemnih voda na izvorištu „Pavliš“ koje se koristi za vodosnabdevanje Vršca. Hidrodinamički model je formiran postupno: određivanjem veličine istražnog područja koje će biti obuhvaćeno modelom, zadavanjem broja slojeva posmatrano u vertikalnom profilu koji odgovaraju određenim realnim slojevima definisanim izvedenim istražnim radovima na terenu, diskretizacijom strujnog polja u planu i profilu, zadavanjem filtracionih karakteristika porozne sredine, zadavanjem graničnih uslova. Primenom hidrodinamičkog modela zasnovanog na numeričkoj metodi konačnih razlika određen je bilans podzemnih voda za područje istraživanja predmetnog izvorišta. Proračuni su sprovedeni na licenciranom programu Groundwater Vistas.

**Ključne reči:** izvorište podzemnih voda, hidrodinamički model, bilans podzemnih voda.

**ABSTRACT:** The hydrodynamic model of the groundwater regime was created to analyze the exploitation regime and the groundwater balance at the source „Pavliš“, which is used for the water supply of the Vršac. The hydrodynamic model was formed step by step: by determining the size of the research area that will be covered by the model, by setting the number of layers observed in the vertical profile that correspond to certain real layers defined by the performed research works in the field, by discretizing the model domain in the plan and profile, by setting the seepage characteristics of the porous medium, and by setting boundary conditions. Using a hydrodynamic model based on the numerical method of finite differences, the groundwater balance for the research area of the "Pavliš" source was determined. Calculations were performed on the licensed program Groundwater Vistas.

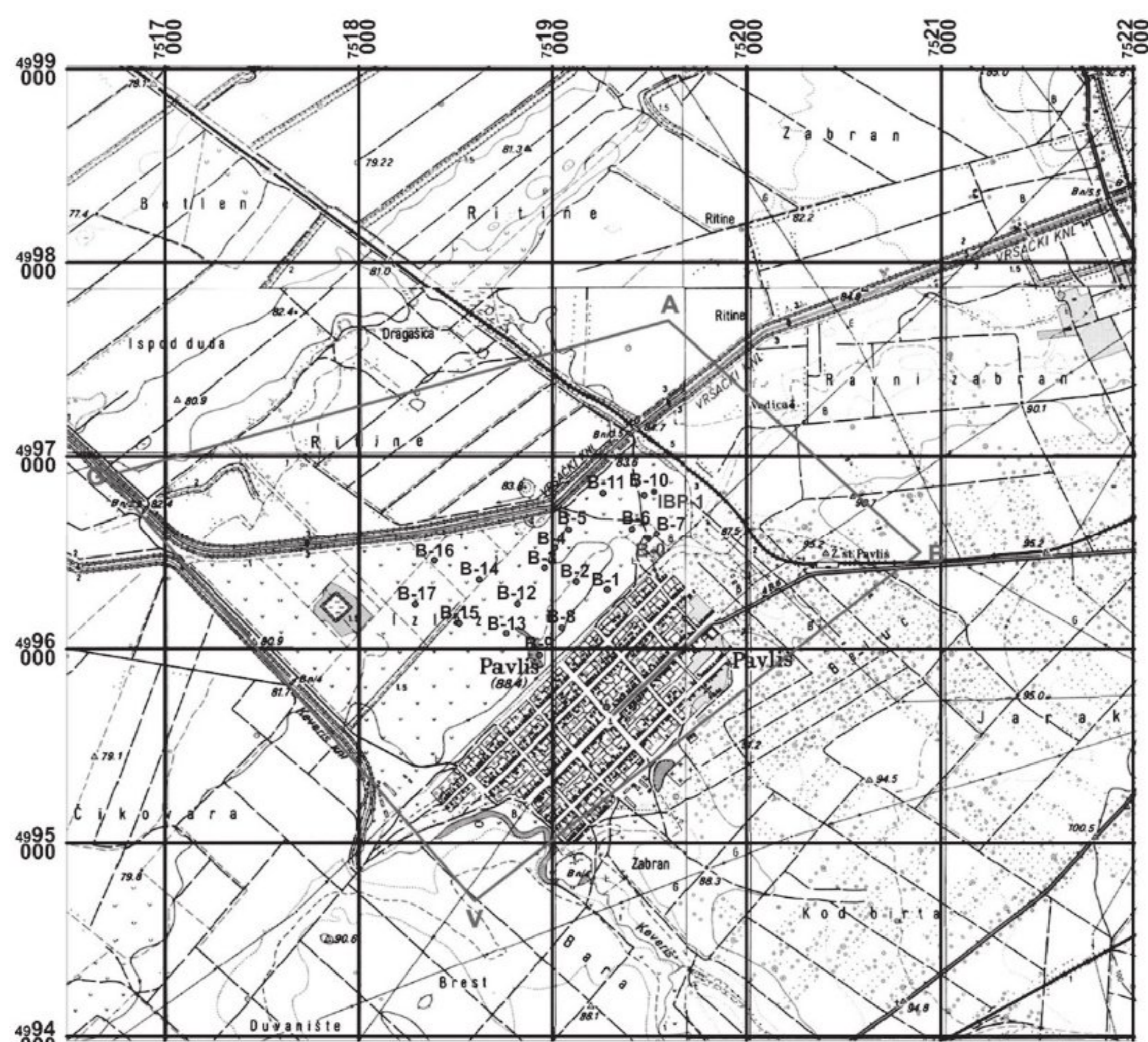
**Keywords:** groundwater source, hydrodynamic model, groundwater balance.

#### UVOD

Izvorište „Pavliš“ formirano je 1961. godine za potrebe vodosnabdevanja Vršca i eksploatacija podzemnih voda se vrši preko 17 bunara. Količine vode koje se zahvataju sa izvorišta „Pavliš“ kreću se oko 160 l/s sa dnevnim maksimumima i do 250 l/s u uslovima visokih potreba za vodom (Špadijer & Vinčić, 2021).

Simulacija eksploatacionog režima na izvorištu „Pavliš“ kod Vršca obavljena je za potrebe analize eksploatacionog režima i određivanja bilansa podzemnih voda na ovom izvorištu. Period obuhvaćen simulacijom režima je od 14.10.2019. do 15.11.2020. godine. Za ove namene izrađen je hidrodinamički model. Prirodni, odnosno geološki uslovi stvaranja litoloških članova na izučavanom području, uslovili su geološki sklop i strukturu sedimenata, kao i hidrogeološke odnose litoloških članova. Osnovne karakteristike litoloških članova na širem istražnom području su različito horizontalno rasprostranjenje i promenljive debljine. Navedene činjenice su uticale na izbor osnovnih karakteristika modela i on je izrađen kao višeslojeviti model sa mogućnošću automatske promene hidrodinamičkog stanja strujnog polja, zavisno od uslova strujanja podzemnih voda. Danas je u svetu za potrebe modeliranja strujanja podzemnih voda zastupljena uglavnom metoda konačnih razlika. Dominira kompjuterski kod MODFLOW. Proračuni su sprovedeni na licenciranom programu GroundwaterVistasPremiumver. 8.06 b4. Na slici 1 prikazano je šire područje izvorišta „Pavliš“ koje je obuhvaćeno modelom (Polomčić 2021).





**Slika 1.** Položaj izvorišta istražnog područja na području obuhvaćenom modelom  
**Figure 1.** Location map of the researched area and the area covered by the model

### METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Hidrodinamički model šireg područja izvorišta „Pavliš“ za vodosnabdevanje Vršca koncipiran je i izrađen kao višeslojeviti model, sa ukupno pet slojeva, posmatrano u vertikalnom profilu (tabela 1). Svaki od ovih slojeva odgovara određenom realnom sloju, šematizovanom i izdvojenom na osnovu rezultata izvedenih terenskih istražnih radova. Na samom izvorištu „Pavliš“ mogu se izdvojiti dve vodonosne sredine koje razdvajaju glinoviti sedimenti nejednakog horizontalnog rasprostranjenja. Na širem području predmetnog izvorišta, ove vodonosne sredine su deo jedinstvene hidrodinamičke celine. Takođe, na delu izvorišta izostaje prisustvo međusloja.

**Tabela 1.** Šematizacija strujne oblasti po dubini - prikaz litoloških članova u modelskim slojevima i prikaz inicijalnih vrednosti hidrauličkih parametara po slojevima

**Table 1.** Field and model layers and initial values of hydraulic parameters by model layers

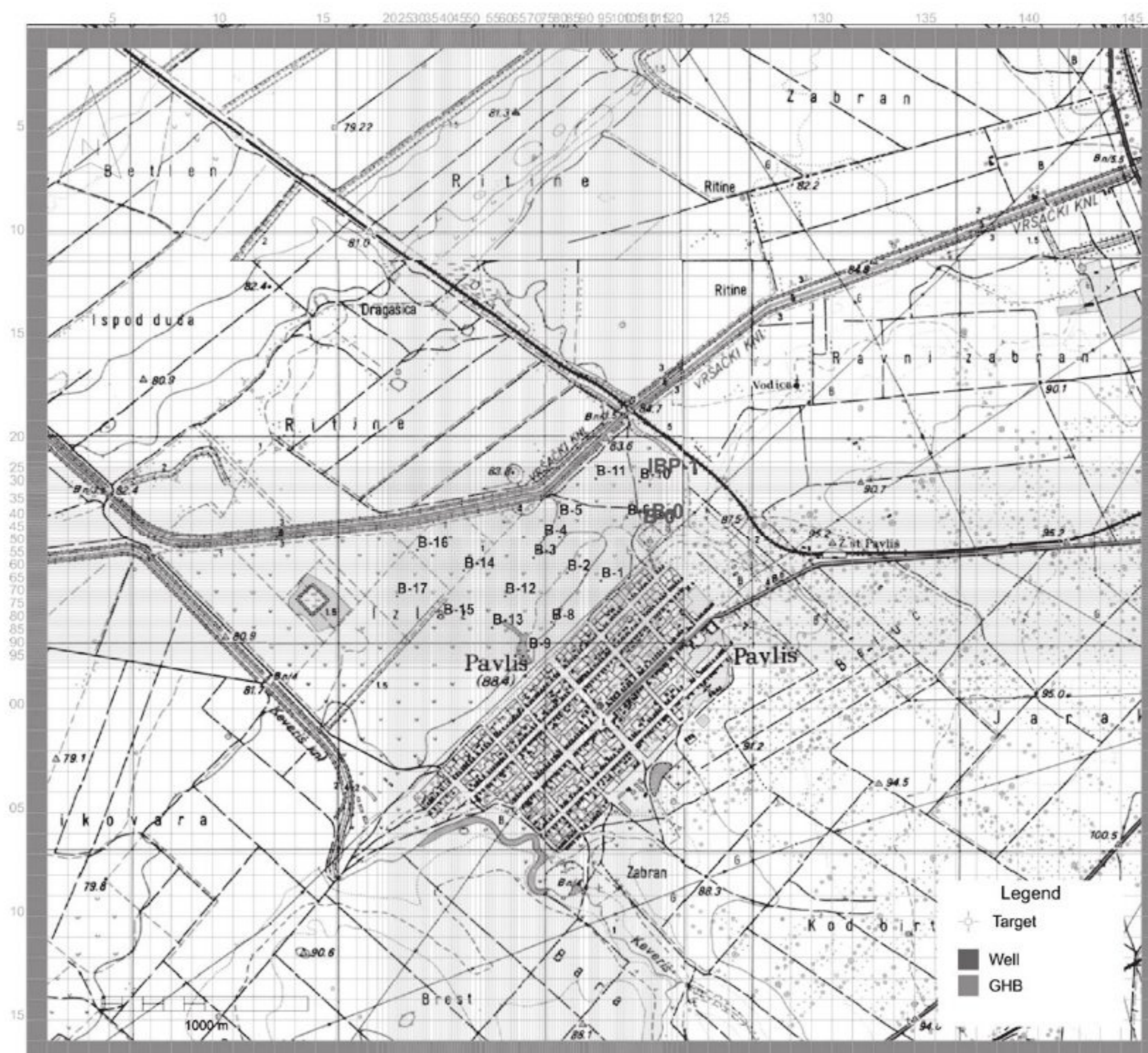
Broj sloja	Litostratigrafski članovi	Hidrogeološka funkcija	Inicijalna vrednost	
			Koeficijent filtracije (m/s)	Spec. izdašnost izdani (-)
1	Peskovite gline i lesoidne gline	Slabopropusni sloj	$5 \times 10^{-7}$	$5 \times 10^{-4}$
2	Sitnozrni do srednjozrni peskovi	Vodonosna sredina I	$3 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-2}$
3	Gline, peskovite gline, zaglinjeni peskovi	Slabopropusni međusloj	$5 \times 10^{-7}$	$5 \times 10^{-4}$
4	Šljunkoviti peskovi do sitnozrni šljunkovi	Vodonosna sredina II	$3,5 \times 10^{-5}$	$2,3 \times 10^{-5}$
5	Gline	Slabopropusni sloj	$1 \times 10^{-7}$	$5 \times 10^{-4}$

Modelom je obuhvaćeno šire područje izvorišta „Pavliš“ kako se ne bi veštačkim putem, zadavanjem hidrauličkih granica blizu izvorišta, simulirao veći doticaj podzemnih voda ka izvorištu od



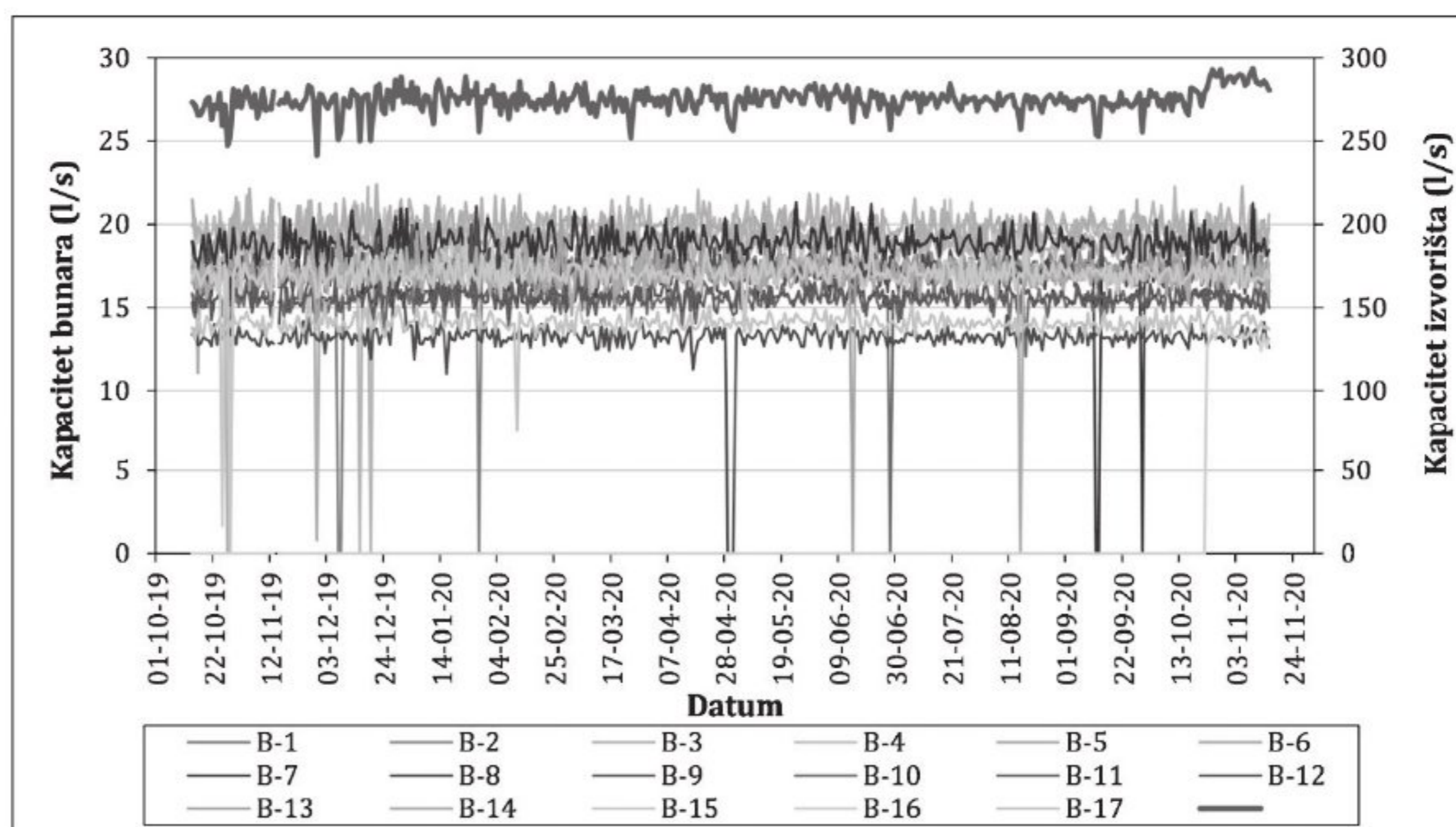






**Slika 3.** Prikaz graničnih uslova u četvrtom modelskom sloju  
**Figure 3.** Display of boundary conditions in the fourth model layer

**Graničnim uslovom zadatog proticaja** simuliran je rad eksploatacionih bunara na izvorištu „Pavliš“. Na najvećem broju bunara, filterske konstrukcije se nalaze u obe vodonosne sredine (tabela 1), pa je ovaj tip graničnog uslova zadavan u drugom i četvrtom modelskom sloju, prema realnim dubinama ugradnje filtarskih konstrukcija. U vremenskom periodu od 14.10.2019. do 15.11.2020. godine registrovanje proticaja na eksploatacionim bunarima izvorišta „Pavliš“ obavljalo se na dnevnom nivou (slika 4).



**Slika 4.** Prikaz registrovanih vrednosti proticaja bunara na izvorištu „Pavliš“  
**Figure 4.** Hydrographs of production wells at the "Pavliš" source

Respektujući rezultate učestalosti merenja kapaciteta bunara na izvorištu, na modelu su zadavane identične vrednosti proticaja, sa jednodnevnim trajanjem, odnosno sa trajanjem do narednog merenja. Filtarske konstrukcije bunara na izvorištu „Pavliš“ i ostalih izvorišta zadavani su prema njihovoj realnoj poziciji ugradnje, kao višesegmentni ili jednosegmentni, u jednoj ili dve vodonosne sredine.

Uticaj potencijalne **infiltracije padavina** nije simuliran obzirom da se u povlati prve vodonosne sredine nalaze slabijepropusni sedimenti debljine preko 30 metara.

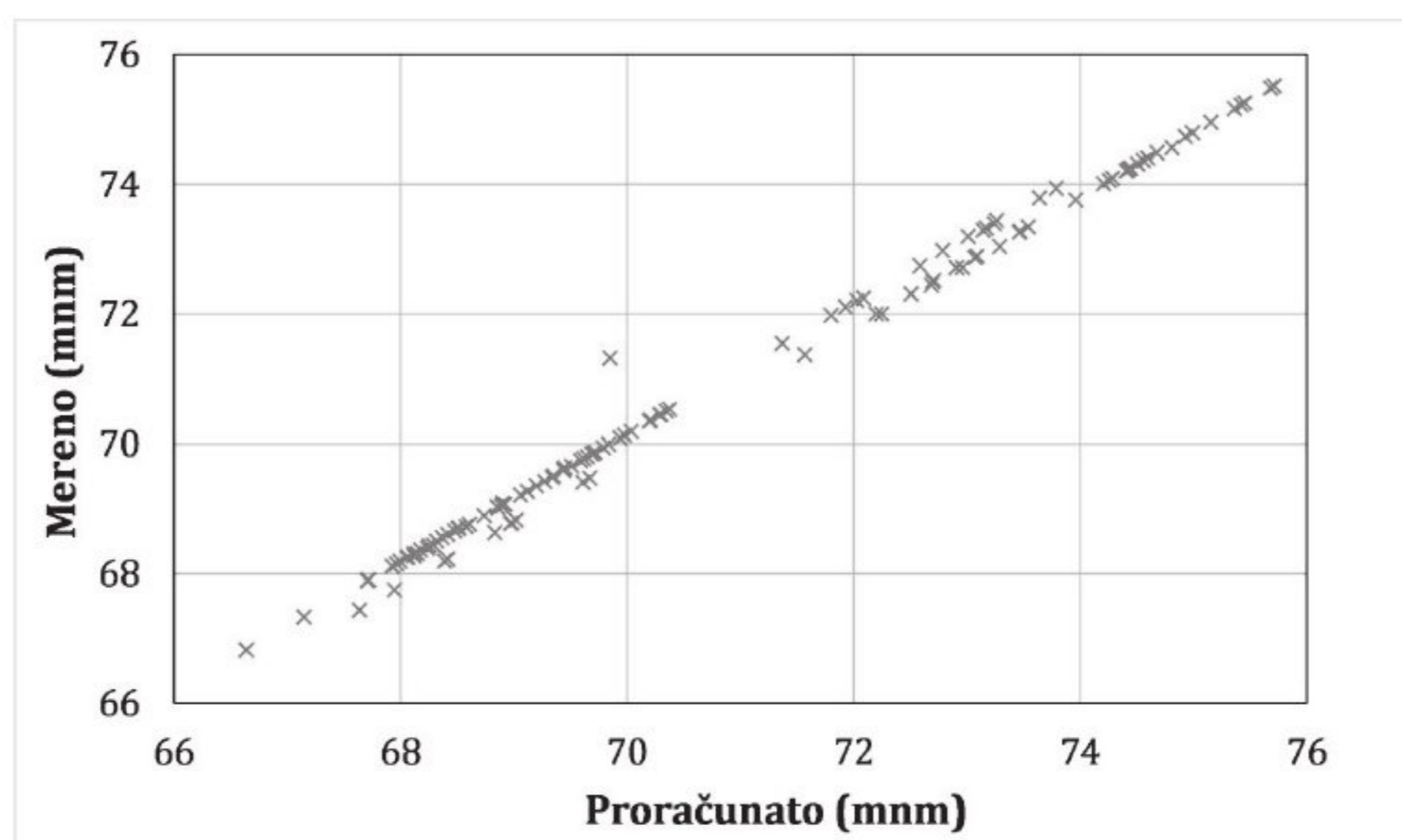


**Etaloniranje modela** je sprovedeno u nestacionarnim uslovima za period od 14.10.2019. do 15.11.2020. godine kada su vršena osmatranja proticaja bunara i nivoa podzemnih voda. Pored registrovanja proticaja bunara na predmetnom izvorištu, osmatranje nivoa podzemnih voda je obavljeno na svega dva pijezometra na izvorištu (IBP i B0), što je u disproporciji sa brojem bunara na izvorištu i veličinom područja obuhvaćenog modelom.

Osnovni vremenski korak od jednog dana prilagođen je dinamici registrovanja elemenata bilansa podzemnih voda. Na nižem nivou iteracije, vremenski korak od jednog dana je na 10 delova, nejednakog trajanja (faktor 1,2). Strujanje podzemnih voda je na modelu računato i simulirano kao realno strujanje, pod pritiskom, ili sa slobodnim nivoom, u svakoj ćeliji diskretizacije pojedinačno. Proces kalibracije modela rađen je manuelnim („trial and error“) pristupom i primenom automatske kalibracije modela primenom PEST programa.

Etaloniranje modela je bilo završeno kada je dobijena zadovoljavajuća saglasnost između registrovanih nivoa podzemnih voda i nivoa dobijenih proračunom, uz kontrolu bilansa podzemnih voda.

U cilju prikaza kvaliteta izvedenog etaloniranja modela na slici 5 uporedo je prikazana korelaciona zavisnost registrovanih i proračunatih nivoa podzemnih voda u osmatračkim objektima IBP i B0.



**Slika 5.** Rezultat kalibracije hidrodinamičkog modela – korelaciona zavisnost merenih i proračunatih vrednosti pijezometarskog nivoa u pijezometrima IBP i B0

**Figure 5.** The result of the model calibration - the correlation between measured and calculated values of the head at the piezometers: IBP and B0

Analiza bilansa podzemnih voda rađena je za svaki pojedinačni vremenski korak unutar simulacionog intervala i na osnovu dobijenih rezultata potvrđeno je da je model dobro kalibrisan.

## REZULTATI

U tabeli 2 prikazan je bilans podzemnih voda u kaptiranoj izdani na nivou četvrtog modelskog sloja, za vremenski presek kada je registrovan maksimalni kapacitet izvorišta od 293,6 l/s.

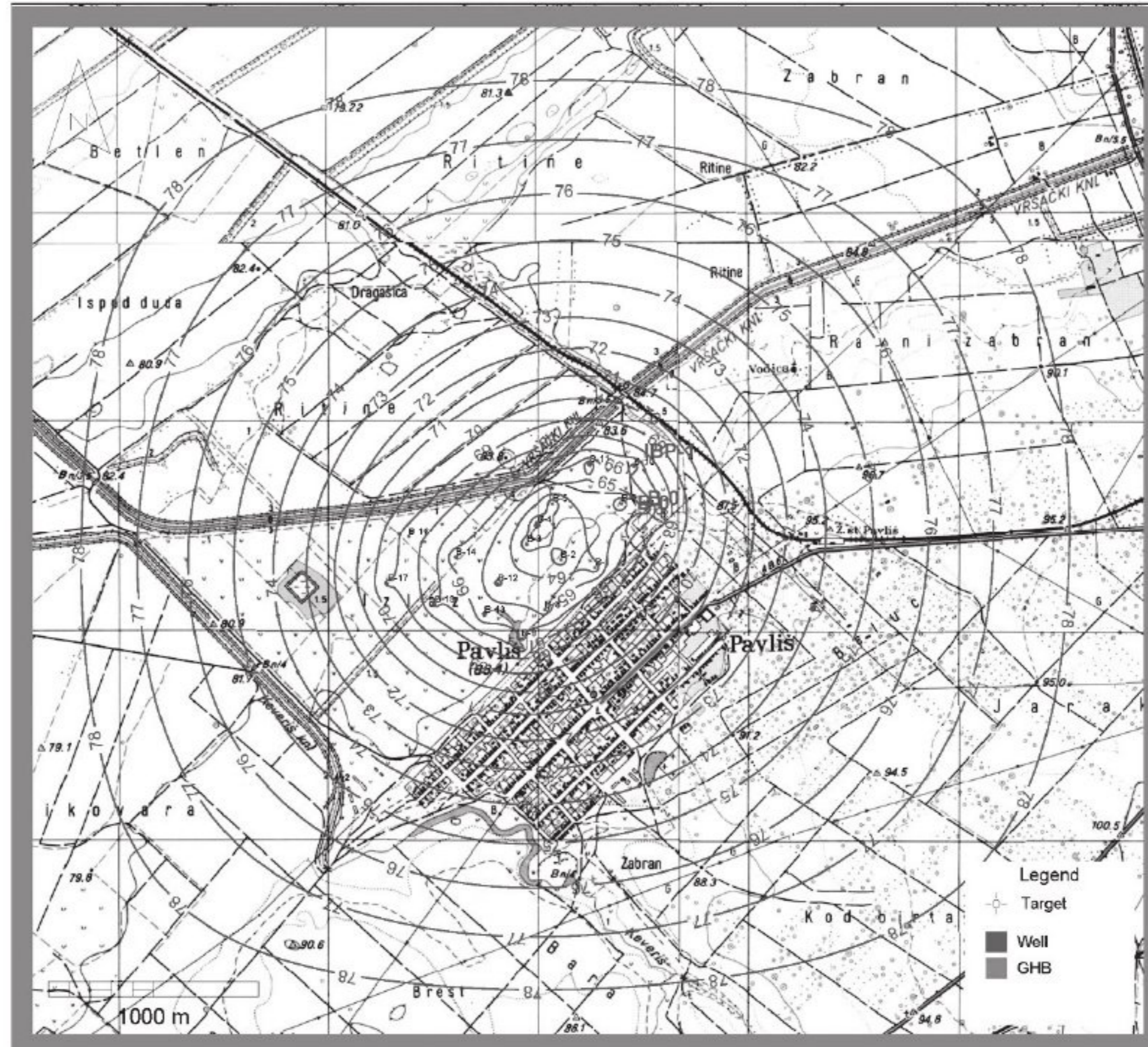
**Tabela 2.** Bilans podzemnih voda u kaptiranoj izdani (četvrti modelski sloj)

**Table 2.** Elements of the groundwater balance in the fourth model layer

<b>Elementi bilansa</b>	<b><math>\Sigma Q=293,6</math> l/s</b>	
	<b>Doticaj (l/s)</b>	<b>Oticaj (l/s)</b>
<b>Doticaj sa severa</b>	154,6	-
<b>Doticaj sa zapada</b>	77,4	-
<b>Doticaj sa juga</b>	28,2	-
<b>Doticaj sa istoka</b>	32,8	-
<b>Eksplatacioni bunari</b>	-	293,6
<b>Ukupno</b>	<b>293,0</b>	<b>293,6</b>



Na slici 6 prikazan je raspored pijezometarskih nivoa u kaptiranoj izdani (četvrti modelski sloj) u vremenskom preseku kada je registrovano maksimalno zahvatanje podzemnih voda na predmetnom izvorištu od 293,6 l/s.



**Slika 6.** Karta rasporeda pijezometarskog nivoa u kaptiranoj izdani na širem području izvorišta „Pavliš“ za maksimalni kapacitet izvorišta od 293,6 l/s (drugi vodonosni horizont - četvrti modelski sloj)  
**Figure 6.** Piezometric map in the aquifer in the wider area of the "Pavliš" source for the maximum capacity of the source of 293.6 l/s (fourth model layer)

## ZAKLJUČAK

Kao rezultat sprovedene hidrodinamičke analize, može se zaključiti da se na izvorištu „Pavliš“ obavlja održiva eksploatacija podzemnih voda, odnosno da se za maksimalno zahvatanje podzemnih voda od 293,6 l/s ne dovodi u pitanje funkcionalnost izvorišta, kako u hidrodinamičkom, tako i u hidrauličkom smislu.

## LITERATURA:

- Polomčić D., 2021: *Izvorišta i zahvati podzemnih voda*. Univerzitetski udžbenik. Univerzitet u Beogradu Rudarsko-geološki fakultet, str. 1-452. Beograd
- Špadijer S., Vinčić T., 2021: *Elaborat o rezervama podzemnih voda izvorišta "Pavliš" za potrebe vodosnabdevanja grada Vršca*. BeoGeoAqua, Beograd.