

## Novi koncept izrade Osnovne hidrogeološke karte Srbije

Igor Jemcov, Zoran Stevanović, Vladimir Živanović, Saša Milanović, Dušan Polomčić, Veselin Dragišić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Novi koncept izrade Osnovne hidrogeološke karte Srbije | Igor Jemcov, Zoran Stevanović, Vladimir Živanović, Saša Milanović, Dušan Polomčić, Veselin Dragišić | Zbornik radova XVI srpskog Simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem | 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007026>

UNIVERZITET U BEOGRADU  
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

HG

XVI SRPSKI SIMPOZIJUM  
O HIDROGEOLOGIJI  
sa međunarodnim učešćem  
**ZBORNIK RADOVA**



ZLATIBOR  
28. septembar - 02. oktobar  
2022. godine



**XVI 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  
Rudarsko-geološki fakultet

**UREDNIK:**

Doc. dr Ana Vranješ

**TIRAŽ:**

100 primeraka

**ŠTAMPA:**

Štamparija Grafolik, Beograd

**GODINA IZDANJA: 2022.**

Na 12/19-oj. sednici Departmana za hidrogeologiju doneta je odluka o organizaciji XVI srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, koja je utvrđena saglasnošću Nastavno-naučnog veća Rudarsko-geološkog fakulteta od 30.12.2019.

Naslovna strana: Sušičko vrelo, Zlatibor

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

556(082)  
628.1(082)

СРПСКИ симпозијум о хидрогеологији са међународним учешћем (16 ; 2022 ; Златибор)  
Зборник радова / XVI Српски симпозијум о хидрогеологији са међународним  
учешћем, Златибор 28. септембар - 02. октобар 2022. године ; [уредник Ана  
Вранјеш]. - Београд : Универзитет, Рударско-геолошки факултет, 2022  
(Београд : Графолік). - [18], 514 стр. : илустр. ; 30 cm

Na врху насл. стр.: Departman за хидрогеологију. - Радови ћир.и лат. -  
Тираж 100. - Стр. [5-6]: Уводна рећ / Дејан Миленић. - Abstracts. -  
Библиографија уз сваки рад.

ISBN 978-86-7352-380-4

а) Хидрогеологија - Зборници б) Снабдевање водом - Зборници

COBISS.SR-ID 74364937

## **ORGANIZACIONI ODBOR:**

### **Predsednik:**

*Doc. dr Ana Vranješ, dipl. inž.*

### **Članovi:**

*Prof. dr Petar Dokmanović, dipl. inž.*

*Doc. dr Ljiljana Vasić, dipl. inž.*

*Dr Tanja Petrović Pantić, dipl. inž.*

*Natalija Radosavljević, mast. inž.*

*Velizar Nikolić, dipl. inž.*

*Vukašin Vučević dipl.inž.*

*Andrej Pavlović, dipl. inž.*

*Dejan Drašković, dipl. inž.*

*Branko Ivanković, dipl. inž.*

*Nenad Toholj, dipl. inž.*

*Boban Jolović, dipl. inž.*

*Uroš Jurošević, dipl. inž.*

## **NAUČNI ODBOR:**

### **Predsednik:**

*Prof. dr Dejan Milenić, dipl. inž.*

### **Članovi:**

*Prof. dr Zoran Stevanović, dipl. inž.*

*Prof. dr Dušan Polomčić, dipl. inž.*

*Prof. dr Vesna Ristić Vakanjac, dipl. inž.*

*Prof. dr Igor Jemcov, dipl. inž.*

*Prof. dr Vladimir Živanović, dipl.inž.*

*Prof. dr Dragoljub Bajić, dipl. inž.*

*Doc. dr Jana Štrbački, dipl.inž*

*Doc. dr Saša Milanović, dipl. inž.*

*Prof. dr Veselin Dragišić, dipl. inž.*

*Prof. dr Milan Radulović, dipl. inž.*

*Prof. dr Zoran Nikić, dipl. inž*

*Doc. dr Nenad Marić, dipl. inž.*

*Prof. dr Petar Milanović, dipl. inž.*

## **PROGRAMSKO-UREĐIVAČKI ODBOR:**

### **Predsednik:**

*Prof. dr Dušan Polomčić, dipl. inž.*

### **Članovi:**

*Prof. dr Dejan Milenić, dipl. inž.*

*Prof. dr Nevenka Đerić, dipl. inž.*

*Doc. dr Ana Vranješ, dipl. inž.*

**ORGANIZATOR SIMPOZIJUMA:**

*UNIVERZITET U BEOGRADU*

*RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET*

*DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU*

*u saradnji sa*

*DRUŠTVOM GEOLOŠKIH INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE*

*SRPSKIM GEOLOŠKIM DRUŠTVOM*

*NACIONALNIM KOMITETOM IAH*

***POKROVITELJ:***

**REHAU d.o.o.**

***SPONZORI:***

Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

BeoGeoAqua d.o.o.

Opština Čajetina

Turistička organizacija Opštine Brus

Hotel Zlatibor Mountain Resort&Spa

Knjaz Miloš

***DONATOR:***

Gold Gondola

Ibis-Inženjering

# SADRŽAJ

## PLENARNA PREDAVANJA

*Ljiljana Vasić, Dušan Polomčić, Saša Milanović, Vesna Ristić Vakanjac, Branislav Petrović, Veljko Marinović, Dragoljub Bajić, Bojan Hajdin, Marina Čokorilo-Ilić, Jelena Ratković*

Vodosnabdevanje podzemnim vodama - pregled aktuelnog stanja i mogućnosti održivog korišćenja..... 1

*Dejan Milenić, Ana Vranješ*

Stanje i perspektive geotermalne energije u Republici Srbiji..... 11

*Vladimir Živanović*

Postojeće stanje i budući trendovi u preventivnoj zaštiti podzemnih voda Srbije..... 29

*Tanja Petrović Pantić, Zoran Popović, Ljiljana Popović, Mihajlo Mandić, Katarina Atanasković Samolov*

Dinamika izrade Osnovne hidrogeološke karte (OHGK) 1:100.000 na teritoriji Srbije..... 47

## VODOSNABDEVANJE I UPRAVLJANJE PODZEMNIM VODNIM RESURSIMA

*Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić, Jelena Ratković, Đoržije Božović*

Šematizacija hidrograma i nivograma radnog nivoa kod bunara sa horizontalnim drenovima..... 57

*Petar Begović, Branko Ivanković*

Hidrogeološki potencijal aluvijalnih naslaga rijeke Bosne sa aspekta vodosnabdevanja u Doboju, Republika Srpska..... 63

**Ivica Nikolić, Milan Tripković i Jovana Nikolić**

- Stanje monitoringa i određivanje kvantitativnog statusa vodnih tela  
podzemnih voda u Srbiji..... 69

**Gardijan Sunčica, Živanović Vladimir, Magazinović Sava, Mandić Đorđe,  
Stojadinović Saša**

- Režim izvorskih voda iz kristalastih stena u planinskim područjima  
na primeru Toplog Dola na Vlasini (Jugoistočna Srbija)..... 77

**Dragoljub Bajić, Bojan Hajdin, Dušan Polomčić, Vesna Ristić Vakanjac**

- Analiza hidrauličke veze između reke Save i podzemnih voda  
na izvoristu za vodosnabdevanje Obrenovca..... 85

**Dejan Drašković, Tijana Vinčić, Sonja Drobac, Ljupka Mrkonja,  
Ivana Đinđić, Ivana Obradović**

- Primena nove metode u sanaciji bunara sa horizontalnim drenovima  
kroz uporednu analizu dobijenih rezultata..... 91

**Ranko Vukićević, Ivana Đinđić, Tijana Vinčić, Sonja Drobac, Ivana Obradović,  
Dejan Drašković, Ljupka Mrkonja**

- Novi prilozi poznavanju režima podzemnih voda na izvoristu  
„Petrovaradinska ada“ u Novom Sadu na primerima rada bunara BHD-5,  
BHD-6, BHD-7 i BHD-8..... 99

**Maksim Matović, Milan Radulović, Ana Vojinović, Marina Međedović  
i Marija Matović**

- Rezultati hidrogeoloških istraživanja aluvijalne izdani rijeke Tare  
(Mateševo, Kolašin)..... 105

**Milan Radulović**

- Hidrogeološke karakteristike i stanje monitoringa  
podzemnih voda u Crnoj Gori..... 113

**Ermedin Halilbegović**

- Dugoročno rješenje problema vodosnadbjevanja grada Sarajevo  
iz akumulacije Crna Rijeka..... 115

**Ermedin Halilbegović**

Hidrogeološka istraživanja terena za izgradnju brane Crna Rijeka..... 121

**Dragan Despotović**

Režim voda karstnog hidrogeološkog sistema Ribnik  
sa prijedlogom mjera zaštite..... 127

**Romeo Eftimi, Kastriot Shehu, Aferdita Mamaj**

Hydrogeological aspects of water supply of the settlements of Albania;  
Experience and problems..... 133

**Milica Stepanović, Dragoljub Bajić, Dušan Polomčić, Aleksandar Avramović,  
Branko Mijatović**

Kvalitativne karakteristike podzemnih voda izvorišta „Ključ“ u Požarevcu..... 139

**Ivana Obradović, Ivana Đinđić, Dejan Drašković, Slavko Špadijer,  
Tijana Vinčić, Ljupka Mrkonja, Sonja Drobac**

Rezultati analize monitoringa režima podzemnih voda priobalja Save u  
"Severozapadnoj radnoj zoni" Šapca..... 147

**Nataša Biočanin, Aleksandar Šmit**

Eksploatacija i prerada vode - sistem javnog vodosnabdevanja grada Vršca..... 155

**GEOTERMALNA ENERGIJA I TERMOMINERALNE VODE****Ana Vranješ, Dejan Milenić**

Održiva proizvodnja električne energije iz geotermalnih resursa na osnovu  
proračuna bilansnih troškova..... 159

**Ana Vranješ, Dejan Milenić**

Doprinos poznavanju distribucije geotermalnih rezervoara na delu  
Panonskog basena, Srbija – DARLINGE projekat..... 165



**Ivana Đinđić, Dejan Drašković, Slavko Špadljer, Sonja Drobac,  
Tijana Vinčić, Ljupka Mrkonja**

- Analiza režima termomineralnih voda "Nove obrenovačke banje"  
i mogućnost njihove upotrebe..... 171

**Boban Jolović, Andrijana Stevanović i Nenad Toholj**

- Povećan sadržaj fluorida u podzemnim vodama opštine Srebrenica  
– uzroci i moguće posledice dugotrajnog konzumiranja..... 179

**Tena Bilić, Sanja Živković, Slobodan Kolbah, Mladen Škrlec i Dražen Tumara**

- Trenutno stanje korišćenja geotermalne energije u Republici Hrvatskoj..... 187

**Ćazim Šarić, Ferid Skopljak, Izet Žigić i Dinka Pašić - Škripić**

- Fizičko-hemijske i izotopske karakteristike termalnih voda  
u slivu rijeke Krivaje..... 195

**Dejan Milenić, Petar Dokmanović, Ana Vranješ, Milan Vukićević**

- Podzemna voda kao subgeotermalni resurs na primeru klimatizacije  
prodajnog kompleksa "Ikea" u Beogradu ..... 205

**Nebojša Stanić**

- Primena petrogeotermalne energije za grejanje i hladjenje industrijskih  
objekata velikih kapaciteta..... 211

**Ana Vranješ, Dejan Milenić**

- Perspektive eksploatacije litijuma iz geotermalnih voda na  
području Republike Srbije..... 213

**Ana Vranješ, Nebojša Atanacković, Vladimir Živanović, Marinko Toljić,  
Veselin Dragišić, Sava Magazinović**

- Metodološki pristup oceni mogućnosti eksploatacije geotermalnih voda  
na delu Valjevsko – mioničkog basena..... 221

**Nenad Toholj, Boban Jolović i Uroš Jurošević**

- Termalne vode područja Višegrada – trenutno stanje i perspektive..... 227

**Vladimir Živanović, Veselin Dragišić, Sava Magazinović,  
Jakov Andrijašević, Nebojša Atanacković**

Održiva eksploatacija izvorišta mineralnih voda na primeru Vrnjačke banje.....	233
--	-----

**Tanja Petrović Pantić, Milan Tomić, Jovan Kovačević**

Radioaktivnost podzemnih voda na južnoj padini Cera.....	239
--	-----

**Jana Štrbački**

Litijum u mineralnim vodama Srbije – potencijalna lekovita svojstva.....	245
--	-----

**Spasoje Glavaš i Uroš Jurošević**

Pojave termomineralnih voda u području Kakmuž - Petrovo.....	251
--	-----

**Mihail Tarassov, Eugenia Tarassova, Milen Stavrev, Aleksei Benderev,  
Mila Trayanova**

Seasonal variations in chemical compositions of mine drainage waters and precipitates in the grantcharitsa tungsten deposit, Western Rhodopes, Bulgaria.....	257
--	-----

**Dejan Milenić, Ana Vranješ**

Integracija geotermalne energije u daljinske sisteme grejanja i hlađenja (COST CA18219) .....	259
---	-----

**HIDROGEOLOGIJA I ŽIVOTNA SREDINA****Milan Tomić, Tanja Petrović Pantić, Katarina Atanasković Samolov i  
Žarko Veljković**

Uticaj klimatskih promena na podzemne vode u Posavini.....	263
--	-----

**Milovan Rakijaš**

Hidrogeološka istraživanja sa izradom mreže pijezometara u zoni „Regionalne sanitarne komunalne deponije Piroć“, u cilju vršenja monitoringa podzemnih voda.....	267
--	-----

<b><i>Violeta Čolaković, Vladan Čanović i Aleksandar Avramović</i></b>	
Hidrodinamički model površinskog kopa gline "Garajevac istok".....	273
<b><i>Đorđije Božović, Dušan Polomčić i Dragoljub Bajić</i></b>	
Metodologija izrade 3D konceptualnog hidrogeološkog modela za potrebe hidrodinamičkog modeliranja bunara sa horizontalnim drenovima.....	279
<b><i>Zlatko Ilijovski i Vojo Mirchovski</i></b>	
Metodologija ocene kvantitativnog stanja podzemnih voda.....	285
<b><i>Mihajlo Mandić i Tanja Petrović Pantić</i></b>	
Sažetak rezultata dobijenih izradom Osnovne hidrogeološke karte 1:100.000, list Pirot.....	291
<b><i>Vojislav Tomić</i></b>	
Rezerve podzemnih voda u većim intruzivnim masivima Srbije sa pukotinskom strukturom poroznosti.....	297
<b><i>Katarina Atanasković Samolov, Milan Tomić, Tanja Petrović Pantić, Saša Todorović</i></b>	
Primena AQUIMOD-a pri oceni uticaja klimatskih promena na podzemne vode.....	299
<b><i>Vaso Mrvaljević i Milan Radulović</i></b>	
Podzemni karstni oblici duž trase autoputa Smokovac– Mateševo (Crna Gora).....	305
<b><i>Milan Vlahović, Gojko Nikolić i Vaso Mrvaljević</i></b>	
Negativni aspekt antifiltracionih radova na akumulaciji Slano.....	311
<b><i>Petar Milanović</i></b>	
Vodni režim karsta jugoistočnih Dinarida.....	319

**Nebojša Atanacković, Veselin Dragišić, Vladimir Živanović, Ivana Cvejić, Saša Stojadinović, Ivana Jocić**

- Rudničke vode olovo-cinkovih ležišta u rudnom polju „Blagodat“ u jugoistočnoj Srbiji..... 325

**Zoran Popović i Ljiljana Popović**

- Hidrogeološke karakteristike Poljaničkog tercijarnog basena..... 331

**Igor Jemcov, Zoran Stevanović, Vladimir Živanović, Saša Milanović, Dušan Polomčić, Veselin Dragišić**

- Novi koncept izrade Osnovne hidrogeološke karte Srbije..... 337

**Stojan Mihailovski, Zlatko Ilijovski, Marija Makešoska, Ivica Andov**

- Hidrogeološke karakteristike prostora industrijske deponije „Jugohrom“ i rizici od zagađenja izvora Rašče..... 345

**Petar Dokmanović, Milan Vukićević, Dejan Milenić**

- Prilog poznavanju hidrogeoloških svojstava ultramafitskog kompleksa Maljena u zoni Divčibara..... 347

**Petar Dokmanović, Milan Vukićević, Dejan Milenić**

- Stanje resursa podzemnih voda u sklopu komunalnog vodosnabdevanja Valjeva (Zapadna Srbija) ..... 349

**Saša Milanović i Ljiljana Vasić**

- Prikaz ponašanja karstne izdani uslovljene funkcionisanjem površinske akumulacije u karstu na primeru akumulacije Bileća (Istočna Hercegovina)..... 355

**Milan Vukićević, Marija Milanović, Marina Popovac, Miloš Pavlović, Ivana Levajić**

- Prilog novog poznavanja kvantitativnih i kvalitativnih karakteristika podzemnih voda formiranih u okviru krečnjaka tortonsko-sarmatske starosti u oblasti Umke..... 359

**Branislav Petrović, Zoran Stevanović, Veljko Marinović i Snežana Ignjatović**

- Prostorna analiza epikarsta u okviru karstnog sistema istočnog dela Suve planine..... 365

**Milenko Pušić, Goran Jevtić, Vladimir Lukić i Vesna Tripković**

- Predlog standardizacije hidrogeološkog kartiranja bušotina u nevezanim sedimentima..... 371

**Zoran Stevanović**

- Kompleksno alogeno prihranjivanje karstne izdani aluvijalnim i rečnim vodama – tri primera sa Balkana..... 377

**Marijana Petrović, Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić**

- Osnove nove litostratigrafske sistematizacije zapadnog dela Kolubarskog basena..... 383

**Branislav Petrović**

- Model migracije nitrata u epikarstu: laboratorijski eksperiment..... 389

**Đorđe Momirov, Vesna Ristić Vakanjac, Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić, Bojan Hajdin, Marina Čokorilo**

- Prilog poznavanju režima podzemnih voda leve obale reke Save na potezu Obrenovac - Beograd..... 395

**MULTIDISCIPLINARNOST U  
HIDROGEOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA****Nebojša Atanacković, Vladimir Živanović, Veselin Dragišić, Sava Magazinović, Jakov Andrijašević**

- Pregled hidrogeoloških istraživanja novootkrivenih ležišta metalčnih mineralnih sirovina na prostoru Srbije..... 403

**Predrag Pajić, Uroš Urošević, Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić**

- Primena hidrodinamičkog modeliranja u rešavanju problema zaštite građevinskih objekata od podzemnih voda na primeru višenamenske sportske hale u Indiji..... 409

**Zoran Nikić i Nenad Marić**

- Potencijal multidisciplinarnog pristupa u hidrogeološkim istraživanjima - primer izvorište "Kraljeva voda", Zlatibor..... 411

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

*Primena hidrodinamičkih i hidrohemijskih metoda istraživanja na primeru brane Lazići (RHE Bajina Bašta) .....* 417

**Nikola Nikolić, Vaso Novaković, Ferid Skopljak, Dejan Petrović, Miroslav Radić**

Izbor metode i trajanje razrade bunara..... 423

**Amela Greksa i Jasna Grabić**

*Povećanje dopune podzemnih voda u urbanim sredinama primenom bioinfiltracionih–bioretencionih sistema.....* 429

**Nataša Ćuković Ignjatović i Dušan Ignjatović**

Principi projektovanja održivih objekata za korišćenje balneološkog potencijala na području Vojvodine..... 435

**Milica Simonović, Gordana Šekularac, Dragica Stojiljković**

Trend uticaja parametara vodnog bilansa zemljišta različitih područja Srbije..... 441

**Vladimir Beličević i Zlatko Ilijovski**

Kompleksna hidrogeološka istraživanja uzroka procurivanja u zoni brane Uvac..... 443

**Milorad Kličković**

Grafički prilozi istorijatu Resavske pećine..... 449

**Vladimir Lukić, Milenko Pušić, Vesna Tripković, Goran Jevtić, Boban Stojanović, Tomislav Mrđa, Vladimir Bačanin, Anđela Marinković**

Softverska inovacija u prikuljanju, obradi i skladištenju hidrogeoloških podataka..... 455

**Uroš Jurošević, Spasoje Glavaš**

Projekat RER/7/013 procjena resursa podzemnih voda i interakcije podzemnih i površinskih voda u kontekstu adaptacije na klimatske promjene..... 461

**STUDENTSKI RADOVI****Aleksandra Pešić**

Uslovi zaštite podzemnih voda izvorišta „Lovac“ u Kostolcu..... 465

**Andrijana Drčelić**

Analiza uslova zaštite karstnog vrela Perućac..... 471

**Aleksandra Maksimović**

Analiza režima izdašnosti karstnog vrela Perućac..... 473

**Nikola Milanović, Miloje Vacić, Jovana Nikolić, Vesna Ristić Vakanjac,  
Boris Vakanjac**

Analiza režima i bilans voda reke Lužnice, Vlasine i Jerme..... 475

**Aleksandra Purković**

Hidrogeološke karakteristike aluvijalnog izvorišta „Bataković“ kod Medveđe..... 477

**Ninoslava Mirkov**

Mogućnost poboljšanja vodosnabdevanja grada Zrenjanina na bazi  
podzemnih voda aluvijona Tise..... 479

**Snežana Kretić, Jana Štrbački**

Hidrohemijske karakteristike termomineralnih voda Mataruške banje..... 481

**Stanisava Arsović**

Ranjivost izvorišta mineralnih voda u Orašju kod Varvarina..... 485

**Aleksandar Bižić**

Mogućnosti višenamenskog korišćenja termomineralnih voda Niške Banje..... 489

**Jovana Mladenović, Vesna Ristić Vakanjac, Jugoslav Nikolić,  
Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić, Boris Vakanjac, Marina Čokorilo Ilić**

Analiza režima Velike Morave i podzemnih voda formiranih  
u njenom aluvijonu..... 495

**Marina Mitrašinović, Vesna Ristić Vakanjac, Saša Milanović, Ljiljana Vasić  
i Dušan Polomčić**

Prilog poznavanju režima i bilansa voda reke Resave..... 501

**Matija Ognjanović**

Geotermalne karakteristike teritorije opštine Gornji Milanovac..... 507

**Ljuba Popović**

Zastupljenost amonijum jona u podzemnim vodama Srbije  
i metode njegovog uklanjanja..... 509

**Marko Bogdanović**

Određivanje režima i rezervi podzemnih voda na primeru izvorišta  
za flaširanje i rekreaciju..... 511

**Hristina Petrova**

Hidrogeološke karakteristike šire okoline ležišta bakra  
„Borov dol“, Severna Makedonija..... 513

**Natalija Radosavljević**

Geotermalni potencijal jugozapadnog oboda Kopaonika..... 515

**PROSTOR ZA SPONZORE**



## NOVI KONCEPT IZRADE OSNOVNE HIDROGEOLOŠKE KARTE SRBIJE NEW CONCEPT OF PRODUCING THE BASIC HYDROGEOLOGICAL MAP OF SERBIA

Igor Jemcov<sup>1</sup>, Zoran Stevanović<sup>2</sup>, Vladimir Živanović<sup>3</sup>, Saša Milanović<sup>4</sup>, Dušan Polomčić<sup>5</sup>, Veselin Dragišić<sup>6</sup>

1 Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd. E-mail: vladimir.zivanovic@rgf.bg.ac.rs

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

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

4 Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd. E-mail: sasa.milanovic@rgf.bg.ac.rs

5 Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd. E-mail: dusan.polomcic@rgf.bg.ac.rs

6 Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd. E-mail: veselin.dragisic@rgf.bg.ac.rs

**APSTRAKT:** Osnovna hidrogeološka karta (OHGK) predstavlja bazični dokument u hidrogeologiji i ima za cilj sagledavanje osnovnih tipova izdani što da omogućava sagledavanje podzemnih vodnih resursa na području obuhvaćenom kartom. Primena postojećeg Uputstva za izradu Osnovne hidrogeološke karte SFRJ 1:100.000 (iz 1984, odnosno 1988. godine), vezana je za brojne poteškoće, što je uslovalo da je u proteklom periodu od 30 godina bilo je više inicijativa za formiranjem novog Uputstva. Sagledavajući postojeću situaciju uz prisutnost savremenih trendova razvoja hidrogeoloških karata u svetu i primene geoinformacionih tehnologija, formiran je novi koncept izrade OHGK Srbije. Ovakav pristup je zasnovan na Internacionalnoj legendi za hidrogeološku kartu (UNESCO 1978), principima u Vodiču za Hidrogeološku kartu sa standardnom legendom (IAH 1995) i Harmonizovanoj legendi za hidrogeološku kartu Evrope (eWater 2007) sa određenim specifičnostima karakterističnim za područje Srbije, kao i dosadašnjoj praksi u načinu izrade karata. Pored navedenog, u značajnoj meri su inkorporirani su principi izrade hidrogeoloških karata razmere 1:50.000, koji se primenjuju u evropskim zemljama.

U skladu sa novim konceptom metodologije formiranja Osnovne hidrogeološke karte izvodi se u dve faze: izradom OHGK-nivo1, kao polaznog dokumenta i izradom OHGK-nivo2 kao karte potencijalnosti sa obaveznim dopunskim kartama.

**Ključne reči:** Osnovna Hidrogeološka Karta, koncept izrade OHGK, harmonizovana legenda OHGK

**ABSTRACT:** ABSTRACT: Basic hydrogeological map (OHGK) is a basic document in hydrogeology and aims to overview the basic types of aquifers, which allows you to view the groundwater resources in the area covered by the map. The application of the existing Guideline for preparing the Basic Hydrogeological Map of SFRJ 1: 100,000 (from 1984 and 1988, respectively) is related to numerous issues, which led to the fact that there were several initiatives in the past 30 years to form a new Guideline. Considering the current situation with the facts about modern trends in the development of hydrogeological maps in the world and geoinformation technologies, a new concept for the development of OHGK Serbia was created. This approach is based on the International Legend of the Hydrogeological Map (UNESCO 1978), the principles in the Guide to the Hydrogeological Map with Standard Legend (IAH 1995), and the Harmonized Legend of the Hydrogeological Map of Europe (eWater 2007) with certain specifics characteristic of Serbia practice in maps production. In addition to the above, the principles of making hydrogeological maps on the scale of 1: 50,000 already applied in European countries have been significantly incorporated.

In accordance with the new methodology concept, the formation of the Basic Hydrogeological Map is performed in two phases: preparation of OHGK-level1 as a starting document and creation of OHGK-level2 as a potential map with mandatory supplementary maps.

**Keywords:** Basic Hydrogeological Map, Concept of making BHM, Harmonized legends of BHM

## UVOD

Primena postojećeg Uputstva za izradu Osnovne hidrogeološke karte SFRJ 1:100.000 (Grupa autora 1988), vezana je za brojne poteškoće, što je uslovalo da je u proteklom periodu od 30 godina bilo je više inicijativa za formiranjem novog Uputstva. Sagledavajući postojeću situaciju uz činjenice o savremenim trendovima razvoja hidrogeoloških karata u svetu i primene geoinformacionih tehnologija, formiran je novi koncept izrade OHGK Srbije. Pri izradi Osnovne hidrogeološke karte, kao osnovnog dokumenta izvedenih istraživanja u hidrogeologiji, uvažavani su opšti principi izrade hidrogeoloških karata, koji su definisani konceptom izrade OHGK (Grupa autora UNESCO 1970, 1977 i 1983).

Osnovna hidrogeološka karta predstavlja bazični dokument u hidrogeologiji, ima za cilj sagledavanje osnovnih tipova izdani prilikom hidrogeoloških istraživanja, i da omogući sagledavanje podzemnih vodnih resursa na području obuhvaćenom kartom. Koncept izrade OHGK Srbije baziran je na grafičkom prikazu kroz različite oleate (slojeve) koji predstavljaju kombinaciju Osnovne hidrogeološke karte i Karte potencijalnosti resursa podzemnih voda (Grupa autora SADC, 2010).

Polaznu osnovu predstavlja sprovođenje prve faze izrade OHGK Srbije kojom je neophodno obezbediti kvalitativno novu podlogu, kao osnovu za sagledavanje rasprostranjenja tipova izdani, kao i podlogu za planska dokumenta u oblasti iskorišćavanja i zaštite podzemnih vodnih resursa na nivou republike, regiona, opština i sl., u skladu sa nacionalnim propisima o vodama, propisima u oblasti geoloških istraživanja, Okvirnom direktivom o vodama Evropske Unije i drugim relevantnim dokumentima (Krampe 1985, Gilbrich 2000.).

Primena savremenog koncepta izrade hidrogeološke karte u evropskim zemljama uspostavljena je u okviru Legende i standardnog vodiča za izradu hidrogeološke karte (Struckmeier 1985, Struckmeier, Margat 1995), što ujedno predstavlja polaznu osnovu za izradu Koncepta OHGK Srbije. Posebna pažnja je posvećena trendovima razvoja hidrogeoloških karata u evropskim zemljama, odnosno primenjeni su principi izrade karte koji su u skladu sa Harmonizovanom legendom hidrogeološke karte Evrope u okviru WP6, odnosno WFD – Water Framework Directive u EU (Grupa autora, WP6 2007). Pored navedenog, formiranjem novog koncepta bilo je neophodno voditi računa o što jednostavnijoj „konverziji“ postojećih (do sada sprovedenih hidrogeoloških istraživanja za određene listove OHGK), u smislu načina i obima prikaza hidrogeoloških podataka. Takođe, u značajnoj meri inkorporirani su principi izrade hidrogeoloških karata razmere 1:50.000, koji se primenjuju u pojedinim evropskim zemljama (Martini 1967, Petit et al. 2003), kao i generalni principi izrade internacionalnih i namenskih karata (Grupa autora 2015, Grupa autora 2017, Karrenberg Struckmeier 1978, Right 2011).

Prikazani koncept izrade Osnovne hidrogeološke karte Srbije prethodio je formiranju novog uputstva za izradu OHGK, u čijoj su izradi i usaglašavanju učestvovali, pored samih autora i grupe za OHGK sa Departmana za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta i hidrogeolozi iz Geološkog zavoda Srbije, kao neposredni učesnici na izradi Osnovne hidrogeološke karte Srbije.

## FAZE IZRADE HIDROGEOLOŠKE KARTE

Izrada hidrogeološke karte prema ovom Uputstvu se generalno može podeliti u tri faze i saglasna je sa do sada primenjivanim principima u izradi OHGK Srbije (slika 1):

- Izrada Interpretacione hidrogeološke karte – OHGK–nivo1.
- Hidrogeološko kartiranje terena, monitoring i dopunska istraživanja u cilju formiranja podloga za OHGK-nivo2
- Izrada karte hidrogeološke karte potencijalnosti- OHGK–nivo2.

Sve navedene faze izrade hidrogeološke karte su podjednako značajne i međusobno su uslovljene po redosledu i dinamici izvođenja i stepenu interpretacije podataka.



**Slika 1.** Faze izrade hidrogeološke karte  
**Figure 1.** Stages of creating a hydrogeological map

Metodologija formiranja Osnovne hidrogeološke karte konceptualno se izvodi u dve faze izradom OHGK-nivo1, u prvoj fazi i izradom OHGK-nivo2, kao karte potencijalnosti sa obaveznim dopunskim kartama (slika 2).

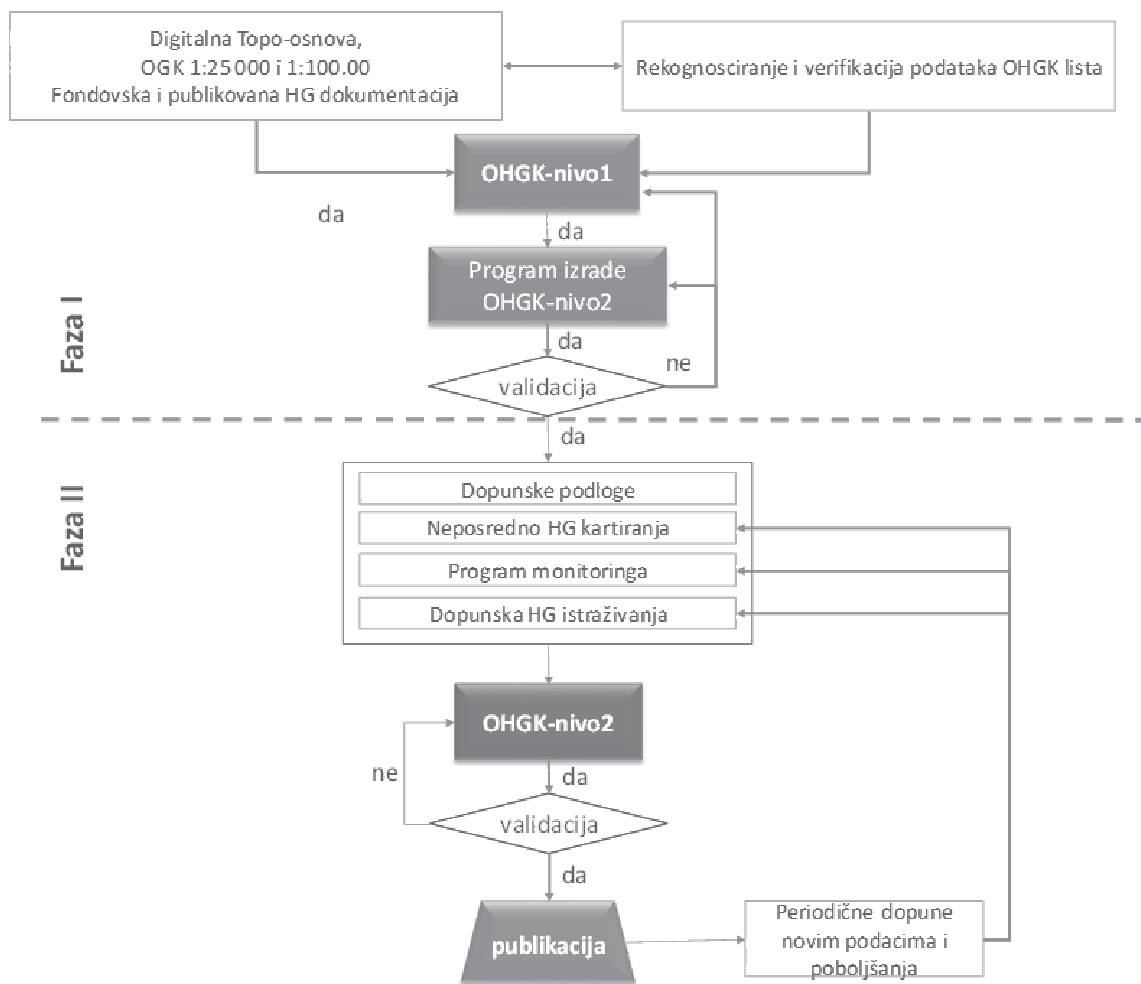
I FAZA: izrađuje se Osnovna - Interpretaciona hidrogeološka karta – OHGK-nivo1, koja predstavlja polazni dokument baziran na prethodnim istraživanjima, kao i njihovom verifikacijom u procesu rekognosciranja terena. Nakon ovoga formira se Program istraživanja koji se zajedno sa OHGK-nivo1 verifikuje od strane Revidentskog tima.

Izrada Osnovne hidrogeološke karte u prvoj fazi se zasniva na podacima prethodnih, odnosno dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja, kao i na osnovu rekognosciranja terena, kojim se vrši verifikacija podataka prethodnih

istraživanja. Na formiranoj OHGK-nivo1 prikazani su izdvojeni tipovi izdani i značajne hidrogeološke pojave i objekti. Polaznu osnovu, predstavlja činjenica da se na sadašnjem nivou poznavanja hidrogeološke problematike na prostoru Republike Srbije, u najvećoj meri sa većom ili manjom pouzdanosti, jasno mogu izdvojiti velika izvorišta podzemnih voda, kao i izdani koje imaju veći praktični značaj.

Hidrolitološka (Litogeohemijska) klasifikacija se vrši na osnovu generalnih hidrogeoloških karakteristika postojećih, odnosno izdvojenih litostratigrafskih jedinica na OGK, u smislu njihove sposobnosti da propuštaju/sprovode/zadržavaju podzemne vode (Drever 1982, Pauwels et al. 2006). Klasifikacija ima za cilj izdvajanje hidrogeoloških formacija na osnovu njihovih geohemijskih karakteristika koje mogu imati na podzemne vode. Generalno, ova klasifikacija predstavlja polaznu osnovu konverzije geološke karte u hidrogeološku kartu, dodeljivanjem hidrogeološke funkcije na osnovu opisa geoloških kartiranih jedinica. Ovo ujedno predstavlja prvu iteraciju i polaznu hipotezu koja se potvrđuje, koriguje ili odbacuje u procesu rekognosciranja i neposrednog hidrogeološkog kartiranja.

II FAZA: nakon verifikacije karte i Programa istraživanja, pristupa se drugoj fazi izrade OHGK-nivo2, koja je izvodi kroz proces neposrednog hidrogeološkog kartiranja, programa monitoringa, kao i dopunskih hidrogeoloških radova u cilju razjašnjavanja i/ili dopune novim hidrogeološkim podacima. Formirana Osnovna hidrogeološka karta potencijalnosti – OHGK-nivo2, prolazi kroz proces verifikacije i predstavlja finalni dokument u procesu izrade hidrogeološke karte. Ovaj proces podrazumeva i da se nakon verifikacije karte OHGK-nivo2 pristupa i reambulaciji prethodno formirane karte u prvoj fazi (OHGK-nivo1) sa određenim dopunama/izmenama u cilju usaglašavanja OHGK-nivo1 i OHGK-nivo2.



Slika 2. Šematski prikaz primene metodologije formiranja Osnovne hidrogeološke karte na dva nivoa: OHGK-nivo1 i OHGK-nivo2

Figure 2. Schematic representation of the application of the methodology of the formation of Basic hydrogeological maps on two levels: OHGK-level 1 and OHGK-level 2

OHGK-nivo2 kao hidrogeološka karta, izrađena u GIS okruženju, sa izdvojenim tipovima izdani, hidrogeološkim pojavama i objektima, hidrogeološkim vododelnicama, pravcima kretanja podzemnih voda i svim drugim relevantnim hidrogeološkim informacijama. Glavna tema karte prikazana je na tri atributivna nivoa:

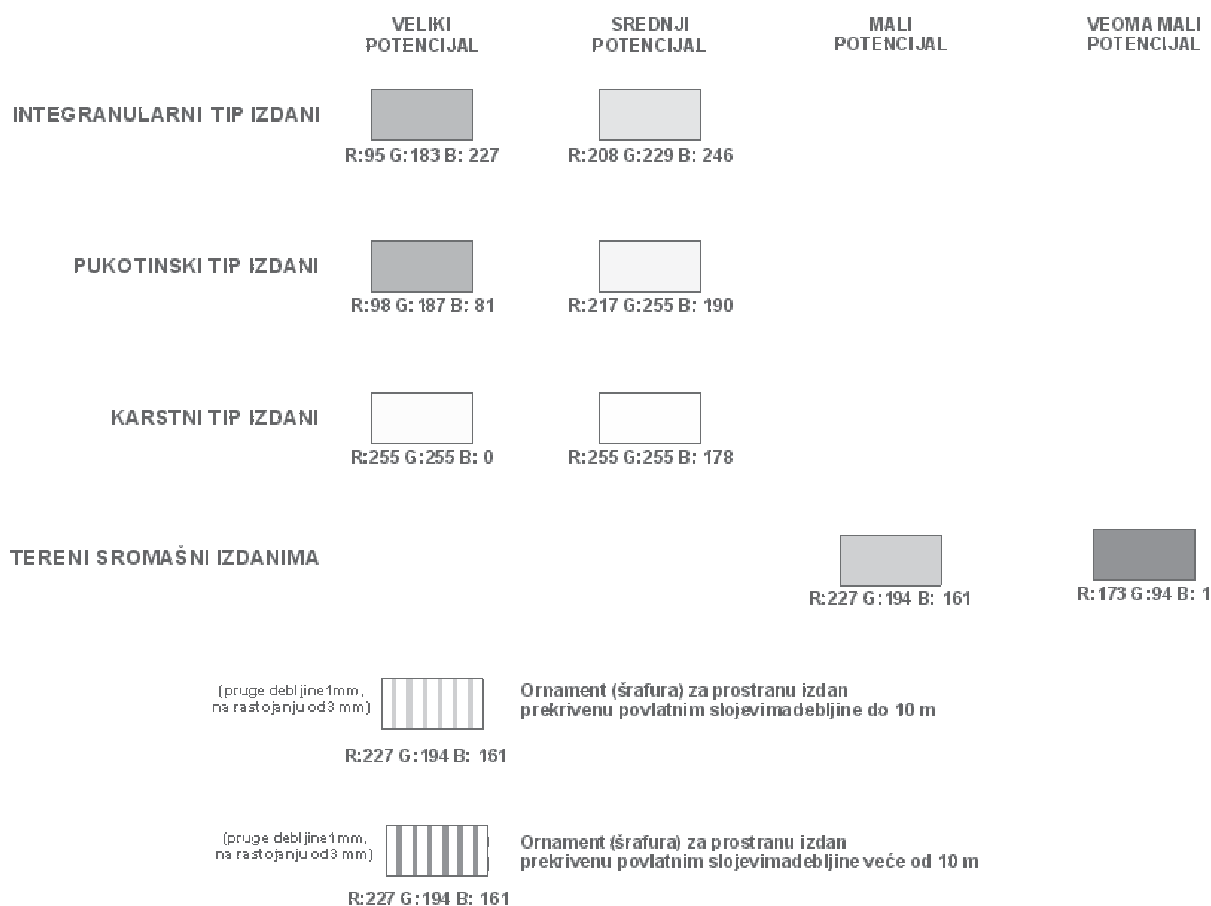
**Primarni** atributivni nivo (slika 3): tipovi poroznosti na ovoj karti na primarnom atributivnom nivou su kao i na OHGK-nivo1 (I1, I2 - intergranularni tip poroznosti, velikog i srednjeg potencijala; P1 i P2 – pukotinski tip

poroznosti, velikog i srednjeg potencijala; K1 i K2 – karstni tip poroznosti, velikog i srednjeg potencijala, kao i terene siromašne izdanima B1 i B2). Posebnim oznakama se prikazuju izdani koje su prekrivene slabovodopropusnim i vodonepropusnim formacijama.

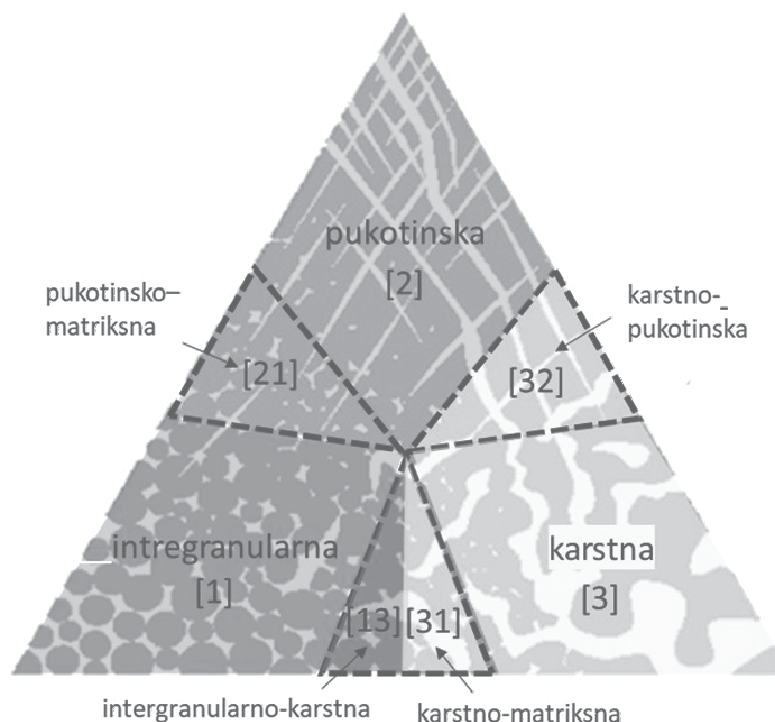
**Sekundarni** atributivni nivo (slika 4) uzima u obzir mogućnost prisustva dvojne-poroznosti: 1- Intergranularni; 13-intergranularno-karstni; 2-Pukotinski; 21-pukotinsko-matriksna; 3-Karstni; 32-karstno-pukotinski; 31-karstno-matriksni.

**Tercijarni** atributivni razmatra hidrodinamičke osobine izdani: 0 - nije primenljivo; 1 - Slobodna izdan – entitet bez vodonepropusne ili slabopropusne povlate; 2 - Arteska izdan – entitet ograničen vodonepropusnom povlatom sa pozitivnim pijezometarskim pritiskom; 3 - Slobodna i arteska izdan – entitet koji karakteriše slobodna i izdan pod pritiskom u jednom ili više delova rasprostranjenja; 4 - Varijabilna izdan – entitet u kome dolazi do promene hidrodinamičkog stanja izdani sa slobodnim nivoom i izdani pod pritiskom, tokom hidrološkog ciklusa; 5 - Subarteska izdan – koja po hidrodinamičkim uslovima ima slabo propusnu povlatu, i sa pijezometarskim pritiskom koji se nalazi ispod referentne tačke – površine terena

Kombinacijom primarnog, sekundarnog i tercijarnog nivoa na OHGK-nivo2 svaku hidrogeološku kartiranu jedinicu moguće je prikazati odgovarajućom sintaksom, kao npr.: Slobodna intergranularna izdan većeg potencijala imaće oznaku I1-1-1; Karstno-pukotinski tip izdani srednje potencijalnosti ograničen sa vodonepropusnom povlatom i sa arteskim pritiskom imaće oznaku K2-32-2;



**Slika 3.** Izgled boja i tonova boje na Osnovnoj hidrogeološkoj karti Srbije (sa RGB kodom)  
**Figure 3.** Appearance of colors and color tones on the basic hydrogeological map of Serbia (with RGB code)



**Slika 4.** Šema izdvajanja izdani prema tipu poroznosti (ton boje na osnovu potencijalnosti)  
**Figure 4.** Extraction scheme issued by porosity type (color tone based on potentiality)

Granice polja kartiranih jedinica na OHGK-nivo2 pored strukturno-geoloških karakteristika dobijaju i hidrogeološku karakterizaciju zavisno od tipa kontakta između susednih hidrogeoloških jedinica - entiteta (tabela 1). Na karti se prikazuju odnosi se izdvojenih kartiranih jedinica koje nalaze na površini terena. Na ovaj način moguće je jasno sagledati lateralne odnose između entiteta, a promenom entiteta dolazi i do promene same granice. Pojednostavljen karakter granica omogućava jednostavnu organizaciju podataka. Time svaka hidrogeološka jedinica ima jasne granične uslove u odnosu na susedne. Na ovaj način jasno će biti prikazan fluks podzemnih voda između kartiranih jedinica.

**Tabela 1.** Hidrogeološka karakterizacija granica polja kartiranih jedinica  
**Table 1.** Hydrogeological characterization of field boundaries of mapped units

Odnosi entiteta	Vodopropusna I1, P1, K1	Delimično vodopropusna I2, P2, K2	Vodonepropusna B1, B2
Vodopropusna I1, P1, K1	1-1 (R204 G0 B255)	1-2 (R204 G102 B255)	1-3 (R277 G108 B10)
Delimično vodopropusna I2, P2, K2	2-1 (R204 G102 B255)	2-2 (R204 G153 B255)	2-3 (R277 G108 B10)
Vodonepropusna B1, B2	3-1 (R277 G108 B10)	3-2 (R277 G108 B10)	3-3 (R277 G108 B10)

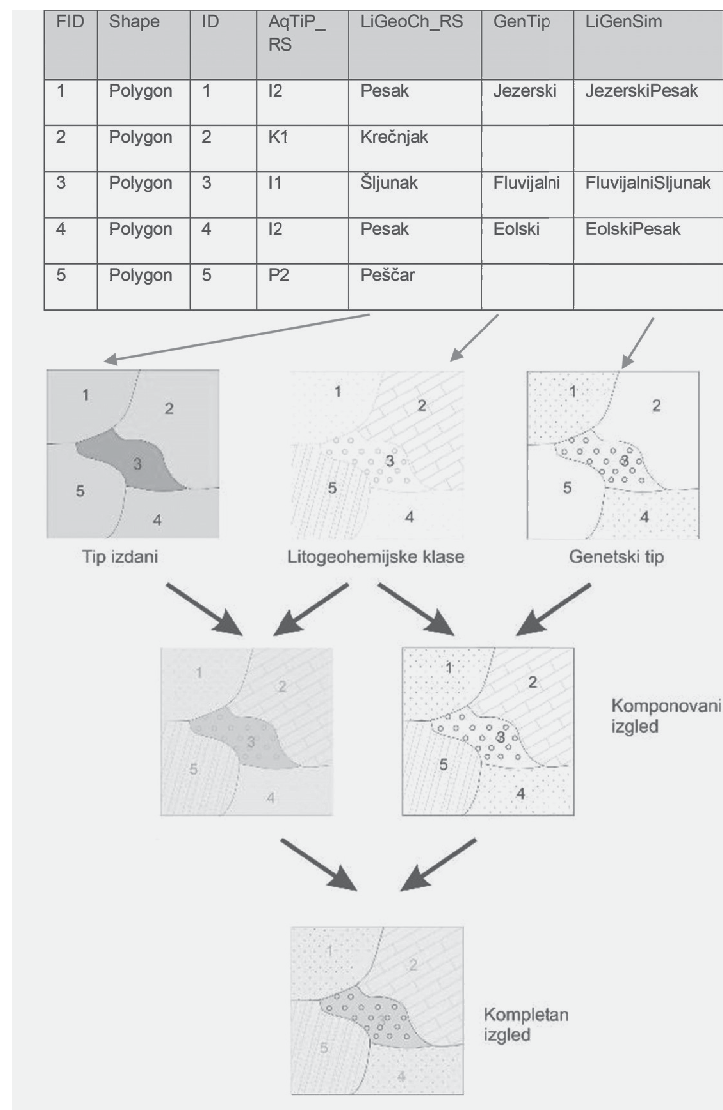
## KONCEPT GRAFIČKE INTERPRETACIJE OHGK

Koncept grafičke interpretacije hidrogeološke karte primenjuje se fazno, tako da se u prvoj fazi izrade osnove vrši hidrolitološka (litogehemijska) klasifikacija i izdvajanje osnovnih tipova izdani prema strukturnom tipu poroznosti (A-faza interpretacije: Primarni atributivni nivo za OHGK-nivo1 i OHGK-nivo 2). Izdvajanje genetskih tipova sedimenata, vrši se u B-fazi interpretacije.

Integracijom faza A i B, kao i dodeljivanjem detaljnijih hidrogeoloških karakteristika – karakterizacijom izdvojenih tipova izdani vrši se bliže određivanje potencijalnosti izdvojenih tipova izdani, prema prikazanoj šemi slika 5.

Za prostornu distribuciju izdvojenih jedinica generisana su tri tipa prostornih podataka koji će biti ugrađeni u standardni Rečnik predefinisanih pojmova u okviru GeolISS-a:

1. tip izdani: AqTIP\_RS
2. litogehemijski ornament: LiGeoCh:RS
3. genetski tipovi: LiGenSim



Slika 5. Šematski prikaz generisanja različitih podloga prilikom formiranja OHGK (WP6 2007 izmenjeno)  
 Figure 5. Schematic representation of the generation of different substrates during the formation of OHGK (WP6 2007 modified)

## ZAKLJUČAK

Primenom novog koncepta omogućava se: brza produkcija karata, harmonizacija za celokupan prostor Srbije i susednih država, unapređenje Nacionalne mreže za monitoring podzemnih voda, optimizacija Programa terenskog hidrogeološkog istraživanja, skladištenje relevantnih podataka u jedinstvenom informacionom sistemu i obezbeđenje neophodne osnove za oblasti u kojima se razmatra problematika korišćenja i zaštite podzemnih voda.

## Literatura:

- DREVER, J.I. (1982): The geochemistry of natural waters" Prentice-Hall, Inc., 385 p.  
 GILBRICH, W. H. (2000): International Hydrogeological Map of Europe. – Feature Article, Waterway No. 19, 11 pp., 1 fig. 1 tab.; Paris.  
 GRUPA AUTORA (1988): Uputstvo za izradu osnovne hidrogeološke karte SFRJ 1:100.000. Savezni geološki zavod Jugoslavije.  
 GRUPA AUTORA (1970): International Legend for Hydrogeological Maps. – UNESCO/IAHS/IAH/Institute of Geological Sciences, 101 pp., London.  
 GRUPA AUTORA (1977): Hydrological Maps. A Contribution to the International Hydrological Decade. – Studies and Reports in Hydrology, 20:204 pp., UNESCO /WMO, Lausanne.

- GRUPA AUTORA(1983): International Legend for Hydrogeological Maps. – Revised edition (UNESCO Technical Document, SC-84/WS/7), 51 pp., Paris.
- GRUPA AUTORA, WP6 (2007): Annex report: eWater high-level harmonised legend for hydrogeological maps in Europe (eWater WP6 2nd Phase (IGME, December 21st 2007)
- GRUPA AUTORA, SADC Hydrogeological Mapping Project (2010) Hydrogeological Mapping Procedures and Guidelines. European Union and GTZ.
- GRUPA AUTORA (2015): Map of Transboundary Aquifers of the World, UN-IGRAC
- GRUPA AUTORA (2017) World Karst Aquifer Map (WOKAM) BGR, UNESCO
- KARREMBERG, H. & STRUCKMEIER, W. (1978): The Hydrogeological Map of Europe. – EPISODES, IUGS Geol. Newsl., 1978 / 4: 16–18; Ottawa.
- KRAPPE K.D.W (1985) Data requirements for hydrogeological maps. ESCAP-RMRDC Workshop, Bandung/Indonesia, IAH, Int. Contrib. to Hydrogeology, Vol. 7, Hannover. 263-292.
- MARTINI, H.J. (1967): Hydrogeological mapping in the Federal Republic of Germany and corresponding activities by its Geological Survey in foreign countries. – Int. Conf. on Water for Peace, Washington D.C.; 849–855.
- PAUWELS, H., HOOKEY, J., KLOPPMANN, W., KUNKEL, R. (2006) Hydrogeological and geochemical characterisation for determination of thresholds values in groundwater - Typology of aquifers. BRIDGE final meeting
- PETIT V., HANOT F., POINTET T. (2003): Référentiel hydrogéologique BD RHF. Guide méthodologique de découpage des entités. Rapport final. BRGM/RP-52261-FR
- RICHTS, A., STRUCKMEIER, W. & ZAEPKE, M. (2011): WHYMAP and the Groundwater Resources of the World 1:25,000,000. In: Jones J. (Eds.): Sustaining Groundwater Resources. International Year of Planet Earth; Springer. doi: 10.1007/978-90-481-3426-7\_10
- STRUCKMEIER W.F (1985): International Legend for Hydrogeological Maps – principles and application – ESCAP-RMRDC Workshop, Bandung/Indonesia, IAH, Int. Contrib. to Hydrogeology, Vol. 7, Hannover. 251-261.
- STRUCKMEIER, W. F. & MARGAT, J. (1995): Hydrogeological Maps - A Guide and a Standard Legend. – IAH Int. Contrib. to Hydrogeol. 17, Heise (Hannover).