

## RAZVOJ I ZNAČAJ HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA U REPUBLICI SRBIJI

Saša MILANOVIĆ, Ljiljana VASIĆ  
Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

### REZIME

U radu je prikazan istorijski osvrt razvoja hidrogeoloških istraživanja u Srbiji, kao i njihov značaj u savremenom društvu. Iako ovakva tema zahteva mnogo veći prostor nego što je prikazan u narednom tekstu, urađena je generalna sublimacija raspoloživih podataka, kako bi se na što koncizniji način prikazao značaj hidrogeološke struke od nauke do primenjenih istraživanja. Rad obrađuje nekoliko značajnih celina, od osvrta na kratak istorijat razvoja hidrogeologije u Srbiji, preko prikaza hidrogeoloških karakteristika Srbije i zakonske regulative vezane za podzemne vode, do aktuelnog stanja u istraživanju i zahvatanju podzemnih voda u Srbiji. Poseban značaj u radu daje se različitim vidovima korišćenja podzemnih voda u različite svrhe, kako korišćenja za potrebe vodosnabdevanja, korišćenja mineralnih i termomineralnih voda za potrebe banjskog turizma u medicinske i rekreativne svrhe, tako i korišćenja subtermalnih i termalnih resursa za potrebe proizvodnje toplotne energije, tako i u sektoru proizvodnje električne energije. U skladu sa održivim korišćenjem i upravljanjem podzemnim vodnim resursom, u radu se daje poseban značaj zaštiti i monitoringu podzemnih voda.

**Ključne reči:** hidrogeologija, vodosnabdevanje, zaštita, mineralne i termalne vode, geotermalna energija, monitoring

### UVOD

Podzemne vode predstavljaju jedan od najznačajnijih resursa sa veoma širokim spektrom za moguće

---

Podaci o prihvatanju članka

Primljen: 30.10.2024.

Ispravljen: -

Prihvaćen: 12.11.2024.

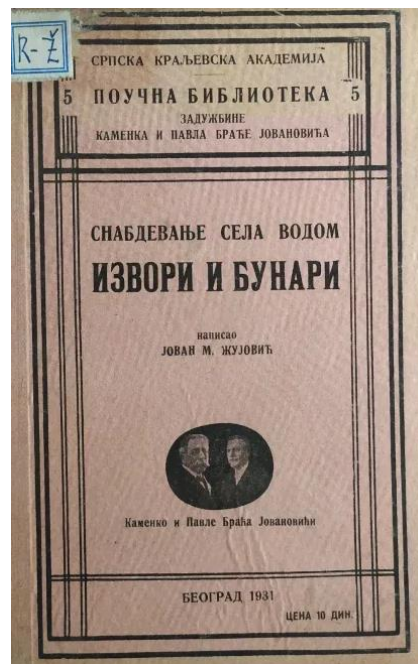
Kontakt: [sasa.milanovic@rgf.bg.ac.rs](mailto:sasa.milanovic@rgf.bg.ac.rs)

korišćenje posebno imajući u vidu da se radi o obnovljivom resursu potpuno ili delimično zaštićene od uticaja spoljašnjih faktora. Upravo zbog svog „boljeg“ kvaliteta u odnosu na površinske vode, daje im se prednost u iskorišćavanju za bilo koje namene, posebno za potrebe vodosnabdevanja kao osnovnog vida iskorišćavanja i zaštite podzemnih voda. Iako često nedovoljno prepoznat značaj podzemnih voda „nevidljivi resurs“ njihov udeo u svakodnevnom životu stanovnika Srbije je izuzetno značajan i velik. Pisanje preglednog rada o razvoju i značaju hidrogeologije svakako zahteva mnogo veći prostor nego što je zauzeo prikaz narednog teksta ali i kao takav svakako može činiti dobru osnovu za generalno sagledavanje opšteg stanja hidrogeologije i njenog razvoja za potrebe iskorišćavanja i zaštite podzemnih vodnih resursa. Ovaj rad je skraćeni prikaz velikog broja dosadašnjih razmatranja, analiza i zaključaka, koji bi mogao služiti kao osnova za detaljnu analizu trenutnog stanja i budućnosti hidrogeologije u Srbiji kao struke i nauke. Takođe je potrebno naglasiti da je iznošenje određenih činjenica i zaključaka ipak podložno subjektivnosti autora, ali sa nastojanjem da razvoja i značaja hidrogeoloških istraživanja budu što realnije prikazano.

### KRATAK ISTORIJAT RAZVOJA HIDROGEOLOGIJE U SRBIJI

Počeci hidrogeoloških istraživanja, odnosno hidrogeologije kao struke i nauke u Srbiji, se vezuju za kraj 19. veka, za monografski rad Svetolika Radovanovića „Podzemne vode“ iz 1897 godine. Pored S. Radovanovića, takođe treba istaći i Jovana Cvijića kao naučnika koji je dao veliki doprinos u izučavanju i poznavanju podzemnih voda, te Jovana Žujovića koji 1931. godine izdaje knjigu „Snabdevanje sela vodom – Izvori i bunari“.

Prethodno navedene naučnike možemo smatrati rodonačelnicima savremene hidrogeologije u Srbiji, koji su iza sebe ostavili, pored konkretnih rezultata i naučnog



Slika 1. Levo – Monografija „Podzemne vode“ iz 1897 (S. Radovanović), Desno – Monografija „Snabdevanje sela vodom – Izvori i bunari“ iz 1931 (j. Žujović)

doprinosu iz hidrogeologije, i mladi naučni kadar koji će nastaviti njihovim stopama i osigurati kontinuitet u razvoju Srpske hidrogeologije. Razvoj hidrogeologije u Srbiji se generalno može podeliti u tri razdoblja, koja su, svako za sebe, imala specifičnosti vezane za razvoj hidrogeologije kao struke i nauke. Prvi period je gore spomenuti i vezuje se za period do drugog svetskog rata. Tom periodu prethode i sporadična istraživanja koja su bila izvođena na prostorima današnje Srbije i to od strane Austro-Ugarskih istraživača F. Hruschauera i barona Hacke-a iz Beča iz 1834. godine, koji su po pozivu knjaza Miloša obilazili Srbiju radi ispitivanja hemijskog sastava i fizičkih karakteristika voda nekih termomineralnih izvora (Polomčić, 2021). Neposredno nakon tih istraživanja, baron Z.A. Herder posle svog „rudarskog puta po Srbiji“ 1856. godine daje opise i sastave termomineralnih izvora Brestovačke, Gamzigradske, Jošaničke i Šarbanovačke banje. Takođe se za prva istraživanja podzemnih voda Srbije vezuju i istraživanja E. P. Lindermayer, koji daje značajan doprinos u analiziranju lekovitosti i prikazu hemijskog sastava određenog broja termomineralnih voda Srbije (Filipović & Dimitrijević, 1990; Filipović, 1997).

Nakon prikazanog perioda dolazi razdoblje koje donosi hidrogeologiji kontinuirani razvoj, a koje u periodu od 1945. do 1990. godine ide ubrzanom uzlaznom

putanjom i etablira hidrogeologiju kao veoma značajnu granu geološke nauke, sa velikim i značajnim doprinosom u razvoju Srpske privrede, posebno sa aspekta vodosnabdevanja i iskorišćavanju termomineralnih voda. U tom periodu su se istraživanja i eksploatacija podzemnih vodnih resursa odvijala na širokom planu i u velikom obimu (Filipović 1997, Stevanović, 2012). U pomenutom periodu, u Srbiji je projektovan i otvoren veliki broj novih izvorišta podzemnih voda za potrebe vodosnabdevanja gradova i sela, kao i veliki broj istražnih i eksploatacionih bušotina i bunara za potrebe korišćenje mineralnih i termomineralnih voda i geotermalne energije. Kao potvrda iznetom, treba napomenuti da je učešće podzemnih voda u vodosnabdevanju Srbije krajem 20. veka iznosilo oko 90 % (Stevanović et al. 2016), dok se izgradnjom površinskih akumulacija i većim učešćem površinskih voda (npr. reka Sava za vodosnabdevanje Beograda) u vodosnabdevanju, taj procenat danas smanjio na oko 75 % (Polomčić et al. 2021). Za ovaj period se vezuje i formiranje Smera za hidrogeologiju na Rudarsko-geološkom fakultetu (RGF), Univerziteta u Beogradu 1971. godine, a što predstavlja prekretnicu u obrazovanju hidrogeološkog kadra u Srbiji i šire. Interesantno je napomenuti da je iste godine održan i 1. jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, čiji je predsednik bio J. Perić,

profesor na Smeru za hidrogeologiju, RGF-a. Najbolja potvrda razvoja hidrogeologije Srbije u tom periodu jesu brojni Elaborati, Studije i Projekti koje su naučne i privredne institucije izvodile kako u Srbiji, tako i širom sveta, a po čemu je i Srpska hidrogeologija bila prepoznata u Svetskim okvirima. Neke od najznačajnijih institucija koje su do 1990. godine imale najznačajnije mesto u hidrogeološkim istraživanjima su Smer, kasnije OOUR grupa za hidrogeologiju RGF-a, Geološki zavod Srbije (Geozavod), Energoprojekt-Hidroinženjering, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi, NIS-Naftagas – Hidrosonda, Geosonda i dr. Ovaj period je svakako obeležio i intenzivnu saradnju sa ostalim geološkim institucijama bivše Jugoslavije, što je svakako i bilo od velikog značaja za razvoj hidrogeologije svih tadašnjih republika. Period 70-tih i 80-tih godina je verovatno najviše doprineo afirmaciji hidrogeologije kao nauke i struke tadašnje jugoslavije, što je i potvrđeno kroz održavanje devet Simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji u periodu od 1971. do 1987. god.

Period raspada Jugoslavije, kao i opšte ekonomske krize u Srbiji od 1990-2000. godine, može se smatrati i periodom najduže i najintenzivnije stagnacije hidrogeologije, kao uostalom i cele geologije. Probleme i perspektive hidrogeološke struke u tadašnjim uslovima obrazlaže u formi plenarnog referata Z. Stevanović na obnovljenom X Jugoslovenskom simpozijumu o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, koji se održao u Kikindi 1994. godine. U analizi tadašnjeg aktuelnog stanja Stevanović (1994) navodi da su raspad bivše SFRJi sankcije prema Srbiji i Crnoj Gori direktno uticali na celu društvenu i proizvodnu strukturu zemlje, pa tako i na hidrogeologiju kao struku i nauku. Prekid poslovnih veza i naučnih komunikacija su direktno imali za posledicu (Stevanović, 1994): smanjenje tržišta i otežano privređivanje za naše vodeće organizacije; teškoće u nabavci repromaterijala, rezervnih delova i savremenih tehnologija iz oblasti voda i hidrogeologije, kao i otežane uslove za edukaciju kadrova, stručno usavršavanje i međunarodnu naučnu saradnju. Takođe, vezano za pomenuti period, jedan od problema je i odliv stručnih kadrova koji se u velikoj meri i odrazio i na hidrogeologiju. Privatne organizacije vezane za hidrogeološka istraživanja su se uglavnom bavile bušenjem i to veoma nekontrolisano i neorganizovano, bez poštovanja tadašnjih Zakona, pravila i propisa, i često bez ostavljanja ikakvih pisanih tragova o izvedenim istraživanjima. Ovakvo stanje je uslovlilo veliki „hijatus“ u Srpskoj hidrogeologiji, a koji je sve više prepoznat i konstatovan od stručne i naučne javnosti. Pa tako samo dve godine kasnije, na XI

Jugoslovenskom simpozijumu o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, grupa autora (Stevanović et al. 1996) iznosi plenarni referat o Zakonskoj regulativi u oblasti hidrogeologije u tadašnjoj SR Jugoslaviji. Jedan od osnovnih zaključaka je da je veći problem od ne tako dobre zakonske regulative koja se kroz više različitih zakona odnosi na podzemne vode (Zakon o vodama, Zakon o zaštiti životne sredine, Zakon o zaštiti izvorišta vodosnabdevanja, Pravilnik o određivanju zona sanitarne zaštite i dr.), zapravo nepridržavanje postojećih zakona, a gde se kao osnovni problemi izdvajaju: nevođenje evidencije o raspoloživim rezervama, kao i neevidentiranje iskorišćenih rezervi voda; nesistematska dokumentacija o istraživanjima, itd. Ipak, za period od 1996. do 2000. godine se može vezati i ubrzaniji trend u razvoju hidrogeoloških istraživanja, što i potvrđuje gotovo 70 naučnih radova objavljenih na XI simpozijumu, a kroz tada aktuelne oblasti:

- Metodologija hidrogeoloških istraživanja, prezentacija dobijenih rezultata
- Hidrogeološke karte i reoniranje
- Prihranjivanje, režim, kvalitet i tretman izdani
- Mineralne, termalne i termomineralne vode
- Hidrogeologija u rudarstvu
- Naftne vode i hidrogeologija pri istraživanju nafte i gasa
- Hidrogeologija i zaštita životne sredine

Trend stalnog praćenja i analiziranja opšteg stanja hidrogeologije zauzima posebno mesto na naučnoj konferenciji „100 godina hidrogeologije u Jugoslaviji“ (Beograd, 1997), a povodom objavljivanja prve monografije o podzemnim vodama Svetolika Radovanovića 1897. godine. Ovom prilikom je veliki broj domaćih naučnika i stručnjaka kroz više referata prikazao istorijat hidrogeologije na prostorima Srbije i Crne Gore, kao i stanje i perspektive hidrogeologije u modernom društvu, kao što su: Svetolik Radovanović i njegovi pionirski radovi iz hidrogeologije i geotermije – Grubić A.; Podzemne vode Svetolika Radovanovića – prva knjiga i prvi Srpski udžbenik hidrogeologije i geotermologije – Milivojević M.; Istorijski razvoj Jugoslovenske hidrogeologije i stanje hidrogeološke istraženosti – Filipović B.; Istorijat i perspektive razvoja metoda hidrogeoloških istraživanja u Jugoslaviji – Komatina M., i drugi.

Trend nastavka razvoja hidrogeologije u Srbiji u narednim godinama beleži blagi rast i postepeno približavanje stručnih i naučnih potencijala sa zemljama u regionu i šire. Kao prilog poznavanju razvoja hidrogeološke struke i nauke, na XII Simpozijumu o

hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, održanom u Novom Sadu, autori (Filipović et al. 1999) kroz referat „Stanje i perspektive razvoja hidrogeologije i inženjerske geologije u Jugoslaviji“ apostrofiraju da je neophodno osavremenjivanje planova i programa u edukaciji stručnih i naučnih kadrova iz oblasti hidrogeologije, kao i da je neophodno prilagođavanje savremenim uslovima organizovanosti stručnih i naučnih institucija na planu istraživanja, iskorišćavanja i zaštite izdanskih voda. Takođe, konstatuju (Filipović et al. 1999) da mesto i uloga u ukupnom privrednom razvoju zemlje ne bi trebalo da budu sporni, budući da je već početak veka koji će biti u znaku obezbeđivanja potrebnih količina zdravih i kvalitetnih voda u celini, a posebno podzemnih voda kao glavnog resursa vodosnabdevanja u Srbiji. U referatu posebno izdvajaju i neophodnost većeg istraživanja i iskorišćavanja termalnih, termomineralnih i mineralnih voda kojima Srbija obiluje, a istovremeno ukazuju na veoma mali procenat iskorišćavanja istih. Značajno mesto i uloga u hidrogeološkim istraživanjima se poklanja i „Zaštiti podzemnih voda“, čija će afirmacija zajedno sa „Geotermalnom energijom“ doživeti svoj procvat sredinom 2000-ih godina. Nastavak afirmacije hidrogeološke struke može se pratiti i kroz nastavak održavanja Simpozijuma o hidrogeologiji, koji je poslednji put održan pod naslovom „XIII Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji“ u Herceg Novom, 2002. godine. Već tada se primećuje odrđeni „skok“ u razvoju hidrogeologije u Srbiji na koji utiče sve povoljniji status u međunarodnim okvirima, odnosno znatno bolja povezanost naučnog i stručnog kadra sa svetskim trendovima u hidrogeologiji. Može se konstatovati da su na određeni način te godine bile „hvatanje“ priključka sa regionalnim i svetskim trendovima u hidrogeologiji. Jedan od osnovnih značajnih koraka je sve veća „softverska“ pismenost mladih kadrova, koji nakon završenih studija umnogome doprinose i razvoju kompanija koje se bave iskorišćavanjem i zaštitom svih vidova podzemnih voda. Upravo takva uzlazna putanja hidrogeologije kao nauke u Srbiji je uticala i na broj zainteresovanih studenata za studijski program hidrogeologije, koji se godinama povećavao i održavao na prosečno upisanih 30-35 studenata.

#### **KRATAK OSVRT NA PODZEMNE VODE U ZAKONSKOJ REGULATIVI SRBIJE**

Jedan od prioriteta hidrogeologije kao struke je i poboljšavanje zakona i pravilnika koji tretiraju podzemne vode, kako bi se u narednim godinama zakonska regulativa sve više uskladila sa EU

standardima. Na XIII Simpozijumu o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji se raspravlja o tadašnjem Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi podzemnih voda, kao i o zakonskoj neuređenosti u oblasiti istraživanja, korišćenja i zaštite podzemnih voda (Dokmanović, 2002). Javna polemika i analiza zakonske regulative, kao i stanje hidrogeologije u Srbiji, dolazi ponovo u fokus naučne i stručne javnosti tek nakon 10 godina, kada se obnavlja Simpozijum o hidrogeologiji u okviru kakvog ga i danas održavamo. Kao što je navedeno, nakon 10 godina Simpozijum menja formu iz do sada poznatog kao Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji u Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem. Simpozijum se održava 2012. godine na Zlatiboru i predstavlja skup na kome se i pravi presek o stanju i perspektivi hidrogeologije kao nauke u Srbiji. Na skupu su i dalje aktuelne teme o zakonskim regulativama, gde autori plenarnog referata (Dokmanović & Nikić, 2012) analiziraju tadašnji Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima, donetom 2011. godine. I naredni period, sve do trenutnog stanja, donosi česte izmene i unapređenje zakonske regulative, a što umnogome i pomaže da se istraživanje i korišćenje podzemnih voda bolje kontroliše i stavi u funkciju održivog razvoja. Do danas je bilo nekoliko faza prilagođavanja, dopunjavanja i izmena postojećeg Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima, a trenutno su u Srbiji podzemne vode pravno uređene na osnovu nekoliko zakona. Krovni pravni akt, koji reguliše podzemne vodne resurse (PVR) u Srbiji, je Zakon o vodama ("Sl. glasnik RS", br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon). Ovaj akt uređuje pravni status voda, integralno upravljanje vodama, upravljanje vodnim objektima i vodnim zemljištem, izvore i način finansiranja vodne delatnosti, nadzor nad sprovođenjem ovog zakona, kao i druga pitanja značajna za upravljanje vodama. Pored njega, tu su i ostali akti koji su primarno fokusirani na kvalitet podzemnih voda, odnosno njihovu zaštitu, obzirom da predstavljaju integralni deo životne sredine i vodnog ciklusa (Vasić et al. 2021).

Pored najvažnijeg i krovnog Zakona o vodama, zakonski pravni akti koji uređuju oblast podzemnih vodnih resursa u Srbiji su i (Polomčić et al. 2021):

- Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Službeni glasnik RS, br. 101/15, 95/18 - dr. zakon, 40/21),
- Zakon o zaštiti životne sredine (Službeni glasnik RS br. 135/04, 36/09, 36/09 – dr. zakon, 72/09 – dr. zakon, 43/11 – odluka US, 14/16, 76/18, 95/18 – dr. zakon),

- Zakon o meteorološkoj i hidrološkoj delatnosti (Službeni glasnik RS br. 88/10),
- Zakon o određivanju i klasifikaciji prirodnih mineralnih resursa i prikazu podataka (Službeni list SRJ, 32/98),
- Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (Službeni glasnik RS br. 135/04 i 25/15),
- Zakon o strateškoj proceni uticaja (Službeni glasnik RS br. 135/04 i 88/10).

Poslednja dopunjena verzija zakona usvojena je 2018. godine, a poslednje izmene donete su 2021. godine. Takođe, ovim zakonom se definišu i uslovi i način istraživanja geološke sredine, kao i izvođenja hidrogeoloških i geoloških istraživanja radi klasifikacije resursa i rezervi mineralnih sirovina, podzemnih voda i geotermalnih resursa (Polomčić et al. 2021). Pored ovog, veliki značaj za struku ima i Zakon o zaštiti životne sredine, koji naglašava uređivanje integralnog sistema zaštite životne sredine, radi ostvarivanja prava čoveka na život i razvoj u zdravoj životnoj sredini (Vasić et al. 2022).

Neophodno je da se i u narednom periodu nastave i povećaju aktivnosti u oblasti zakonodavstva vezane za popravljavanje statusa podzemnih voda, posebno u domenu racionalnog iskorišćavanja i zaštite, a kroz aktuelni Zakonu o rudarstvu i geološkim istraživanjima. Takođe je neophodno osavremeniti brojne podzakonske akte, u koje spadaju Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi podzemnih voda, uspostavljanje graničnih vrednosti po pitanju kvaliteta podzemnih voda, metodologija procene stanja, kao i monitoringa podzemnih voda.

Neophodno je spomenuti i da je Srbija usvajanjem Zakona o vodama iz 2010. godine, prihvatila standarde, terminologiju i ciljeve koji su sadržani u Okvirnoj direktivi o vodama (ODV), iako je implementacija ODV obavezna samo za države članice EU. U prilog tome idu i koraci koje je Srbija izvršila u prethodnih 15 godina, a koji se tiču implementacije ciljeva ODV, a koje navode Polomčić et al. (2021) dopunjeno:

- „Identifikacija, procena i upravljanje prekograničnim izdanima – projekat „Održivi razvoj Mađarsko - Srpskih prekograničnih izdani (SUDEHSTRA)“, koji je bio fokusiran na podzemne resurse tercijarnih vodonosnih slojeva u Panonskom basenu između Dunava i Tise, podeljenih između ove dve zemlje. Radom na projektu, eksperti Mađarske i Srbije, koji

su bili iz redova DHG RGF, zajednički su doprineli njegovom glavnom cilju – unapređenje znanja o zajedničkim resursima podzemnih voda i uspostavljanje osnove za njihovo održivo korišćenje i zaštitu (Stevanović et al. 2011a). Osim toga, projekat VUSPLAN (Vulnerability assessment of Stara Planina) implementiran na području prekogranične karstne izdani Srbije i Bugarske na prostoru Stare planine, takođe je jedan od primera uspešne međunarodne saradnje prekograničnih zemalja u cilju definisanja ranjivosti podzemnih voda pomenute međugranične karstne izdani (Benderev et al. 2016);

- Nekoliko strateških projekata, kao što su „Bilans podzemnih voda u Srbiji“ (Stevanović et al. 2010) i „Monitoring resursa podzemnih voda u Srbiji“ (Stevanović et al. 2011b) je implementirano sa osnovnim ciljem da se obezbedi procena bilansa podzemnih voda, unapredi monitoring podzemnih voda i uspostavi njihov informacioni sistem. Istovremeno, kao jedan od rezultata projekta, bila je Karta ugroženosti podzemnih voda za područje Republike Srbije u razmeri 1:500.000 (Milanović et al. 2010);
- Kompletirana delineacija vodnih tela podzemnih voda koja je ušla u pravni okvir donošenjem Pravilnika o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Službeni glasnik RS, br. 96/10);
- Implementacija projekta proširenja osmatračke mreže podzemnih voda Srbije (Dokmanović i Stevanović, 2015), koji je nastavljen uspostavljanjem operativnog monitoringa podzemnih voda Republike Srbije (Stevanović et al. 2020);
- Implementacija Nitratne direktive EU u cilju određivanja osetljivih područja i ranjivih zona (Grupa autora, 2016);
- Plan upravljanja vodama na teritoriji Republike Srbije 2021 – 2027, koji je u postupku izrade;
- Ispitivanje podzemnih voda Republike Srbije (2024/2025), sa izradom preliminarne liste ključnih zagađujućih supstanci i indikatora zagađenja podzemnih voda u RS i preporukom graničnih vrednosti“.

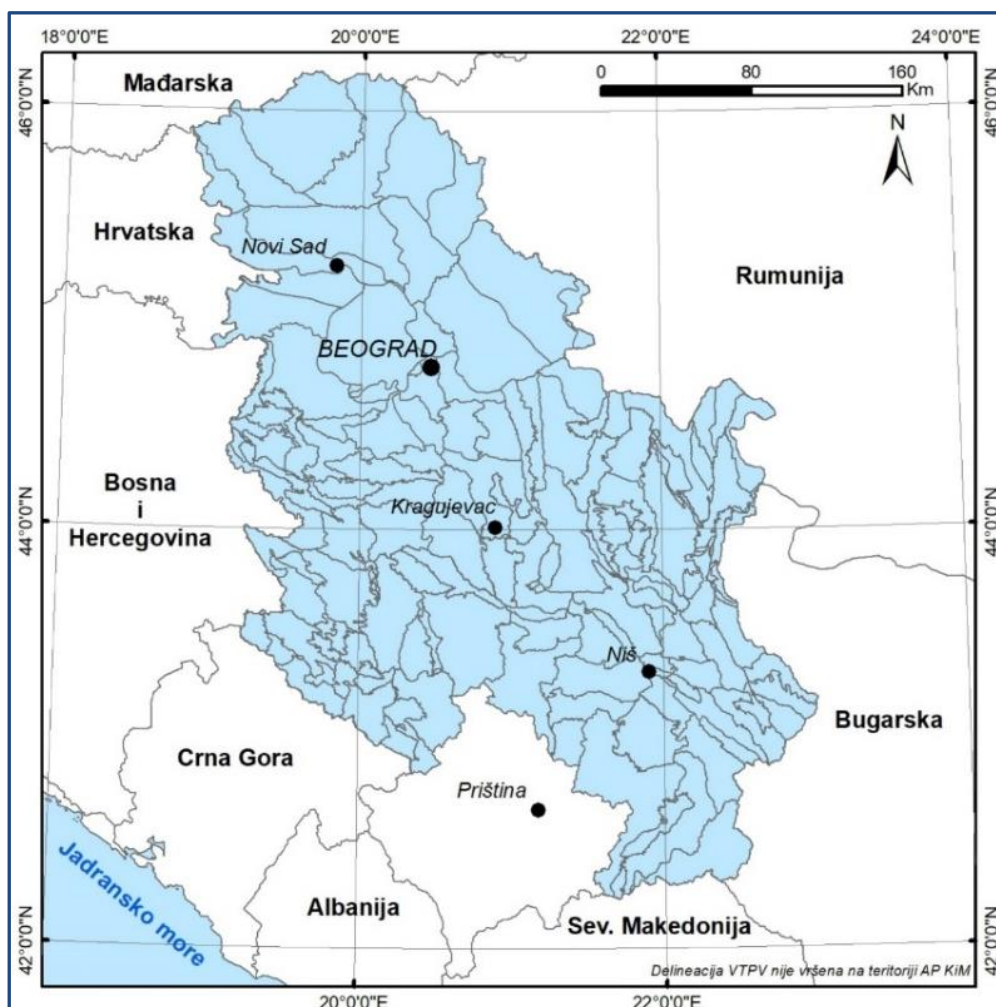
Najvažnije aktivnosti u oblasti zakonodavstva koje očekuje hidrogeološka struka su vezane sa izradu novih podzakonskih akata i doradu postojećih podzakonskih akata, u koje spadaju uspostavljanje graničnih vrednosti po pitanju kvalitativnih karakteristika podzemnih voda, uvođenje pravno obavezujuće metodologije procene stanja i uvođenje obaveznog monitoringa podzemnih

voda na izvorištima i uvođenje tela koje će objedinjavati sve informacije o sprovedenom monitoringu (Polomčić et al. 2021).

Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda sadrži spisak vodnih tela površinskih i podzemnih voda, koja prema Okvirnoj direktivi o vodama treba da budu osnovne jedinice istraživačkih aktivnosti (ocena bilansa i projekcija monitoringa) koje se vrše u okviru izučavanja podzemnih voda. Srbija je još 2004. godine otpočela proces delineacije vodnih tela, u kome se kroz nekoliko iteracija došlo do finalnog broja od 153 vodna tela podzemnih voda koja su ušla u zvanični nacionalni pravni sistem u domenu voda (slika 2.). Važno je istaći neophodnost nove iteracije izdvajanja vodnih tela podzemnih voda u budućem

periodu, imajući u vidu da su nakon prvobitne delineacije uočene određene greške, koje se najviše tiču pogrešnog dodeljivanja vodnih tela rečnim područjima (npr. podzemne vode Mlave dodeljene su slivu Timoka, ili Vlasine slivu Nišave). S obzirom da je proces delineacije iterativnog karaktera, koji bi svakako trebalo proveravati i poboljšavati nakon određenog perioda, ova preporuka je u skladu sa predlozima EU (Stevanović et al., 2020).

Uredbom o utvrđivanju godišnjeg programa monitoringa statusa voda za tekuću kalendarsku godinu definisan je program monitoringa podzemnih i površinskih voda, koji je pod ingerencijom Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (kvantitet) i Agencije za zaštitu životne sredine (kvalitet).



Slika 2. Prostorna distribucija vodnih tela podzemnih voda u Republici Srbiji (bez AP KiM) (prema Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda, Sl. Gl. RS 96/10)

## PREGLEDNI PRIKAZ HIDROGEOLOŠKIH KARAKTERISTIKA SRBIJE

Složeni geološki uslovi teritorije Srbije usloveli su hidrogeološku heterogenost i nejednako prisustvo podzemnih voda u okviru različitih tipova izdani. Područje Srbije karakteriše prisustvo naslaga veoma bogatih podzemnim vodama, kao što su mezozojske karbonatne stene, kvartarne aluvijalne i terasne naslage, i neogeni vodonosni sedimenti, ali i formacije sa malim rezervama podzemnih voda (paleozojske formacije, magmatske i metamorfne stena, flišne naslage jure i krede, kao i dublji i debeli sedimentni kompleksi). Generalno, Srbija se može podeliti na šest hidrogeoloških regiona koji se razlikuju po svojim hidrogeološkim karakteristikama i specifičnostima (Fiipović et al, 2005): Dakijski basen (1), Karpato-balkanidi Srbije (2), Srpsko kristalasto jezgro (Srpsko-makedonska masa), (3), Šumadijsko-kopaoničko-kosovska zona (4), Dinaridi zapadne Srbije (5), Panonski basen (6) (Slika 3). Analizom raspoloživih podzemnih vodnih resursima, Republika Srbija spada među bogatije zemlje Evrope, uzimajući u obzir veličinu teritorije koju zauzima. Složena geološka građa Srbije i njene okoline, doveli su do razvoja specifičnih hidrogeoloških uslova za formiranje podzemnih vodnih resursa (PVR). Rezerve podzemnih voda rasprostranjene su u okviru različitih tipova izdani širom Srbije (slika 3), a najveći resursi su zastupljeni u okviru kvartarnih i neogenih vodonosnih tvorevina intergranularne poroznosti, kao i u okviru velikih krečnjačkih masiva. Aluvijalne izdani imaju najveći kapacitet sa oko 44 m<sup>3</sup>/s, zatim karstne izdani koje akumuliraju oko 14 m<sup>3</sup>/s, a zatim slede takozvane „slaboobnovive“ izdani u okviru tercijarnih naslaga, koje raspoložuju količinama od 9.5 m<sup>3</sup>/s. Iz ovoga proističe da se ukupni raspoloživi potencijal podzemnih voda procenjuje na oko 67.5 m<sup>3</sup>/s (Dokmanović i Stevanović, 2015).

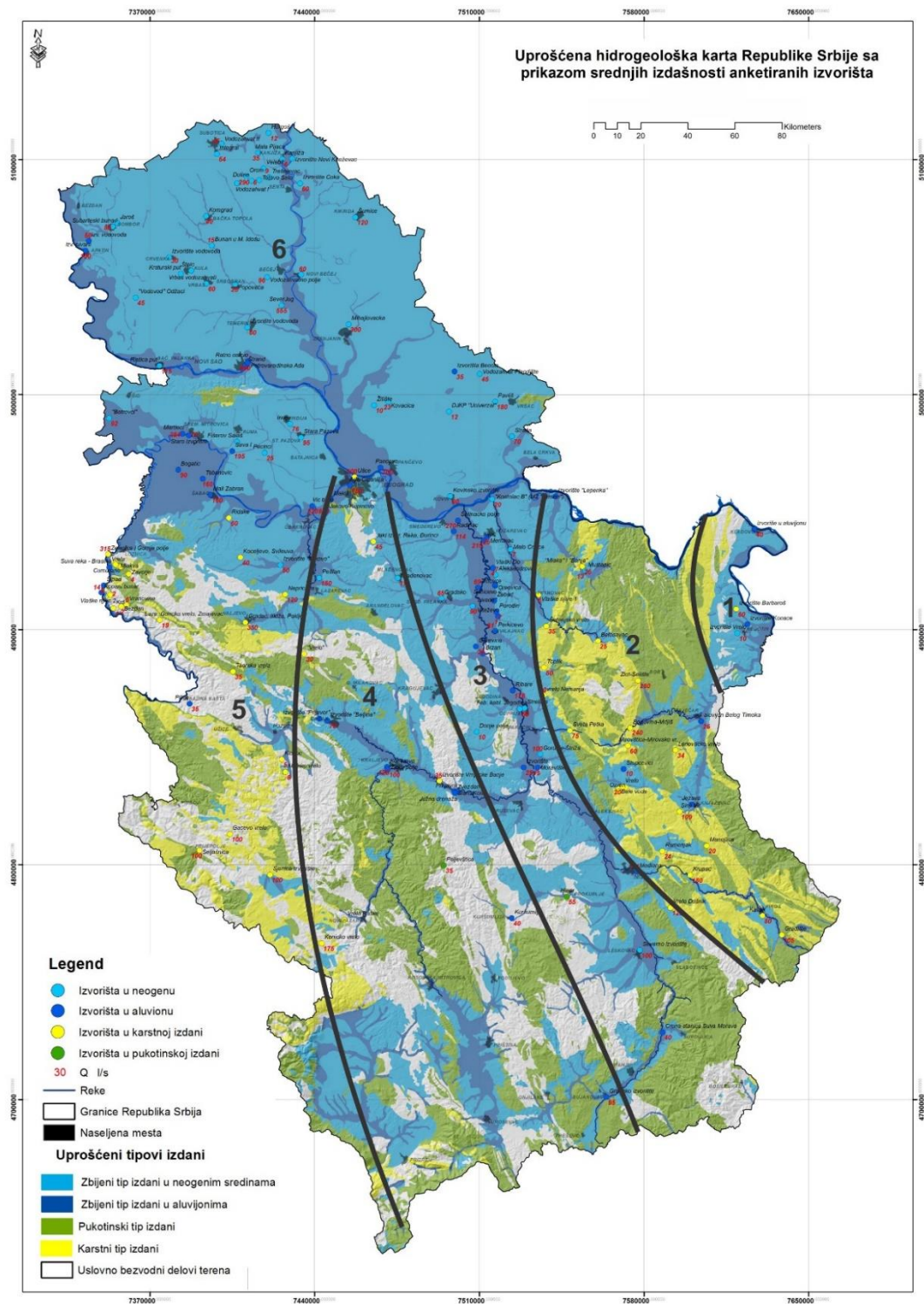
Ukoliko se detaljnije posmatraju hidrogeološke karakteristike gore navedenih šest regiona, može se istaći da su u regionu Srema, Mačve i Posavo-Tamnave značajni vodonosni slojevi formirani za vreme pliocena i kvartara od rečnih (Drine i Save) i rečno-jezerskih sedimenata. Najmoćniji vodonosni sedimenti nalaze se u Mačvi, kao i uz levu obalu Save, gde su deponovani sedimenti reke Drine i koji čine najznačajniji resurs cele oblasti. Kompleks subartesianih i artesianih izdani u Bačkoj i Banatu obuhvata tzv. „Osnovni vodonosni kompleks“ (OVK), i iz njega se zahvata više od 60% od ukupnih

količina podzemnih voda u Vojvodini (Inst.J. Černi, 2006). Na području jugozapadne Srbije, sa hidrogeološkog aspekta, najznačajnije stenske mase su karstifikovani krečnjaci srednjeg i gornjeg trijasa u okviru unutrašnjih Dinarida. U okviru ove geostrukturne jedinice može se izdvojiti ukupno 14 regionalnih ležišta (Stevanović, 1995). U ovoj karstnoj izdani nalazi se veliki broj značajnih karstnih vrela, od kojih je veći deo kaptiran za vodosnabdevanje. Takođe, i područje istočne Srbije se odlikuje velikim rasprostranjenjem karstifikovanih gornjojurskih i donjokrednih karbonatnih stena u okviru Karpato-balkanida. U ovim karstifikovanim stenama formirane su karstne izdani sa značajnim rezervama podzemnih voda. Na području Karpato-balkanida (Stevanović, 1991, 1995) izdvojeno je ukupno 16 regionalnih i 70 lokalnih ležišta.

Posebno treba izdvojiti region centralne Srbije, koji se u hidrogeološkom pogledu dosta razlikuje od drugih prikazanih regiona, pre svega regiona zapadne i istočne Srbije. Najvažniji resursi podzemnih voda ovog regiona vezani su za moćne aluvijalne izdani većih vodotokova (Dunava i Velike Morave sa Južnom i delimično Zapadnom Moravom). U centralnim i južnim delovima regiona, rezerve podzemnih voda iz aluvijalnih naslaga su relativno male. U svemu prema navedenom, respektujući način prihranjivanja, zaštita kvaliteta rečnih voda je izuzetno važna, naročito Velike Morave (Dokmanović, 1998).

## AKTUELNO STANJE U ISTRAŽIVANJU I KORIŠĆENJU PODZEMNIH VODA U SRBIJI

Podzemne vode su jedan od najznačajnijih prirodnih resursa kojima Srbija raspoložuje. Ovaj obnovljivi prirodni resurs je od izuzetnog značaja za egzistenciju čoveka, kao i preduslov za razvoj i urbanizaciju. Ipak, i danas smo svedoci nedovoljnog poklanjanja pažnje ovom resursu, a što direktno vodi i ka nedovoljnom ulaganju u istraživanja sa ciljem njegovog održivog korišćenja. Podzemne vode se koriste primarno kao resurs za vodosnabdevanje, zatim vode posebnih vrednosti (za flaširanje), mineralne i termalne vode, i geotermalne vode kao prirodni izvor energije. Poslednjih 20-30 godina, ipak sa kašnjenjem za svetskim trendovima, dolazi do intezivnijeg korišćenja svih tipova podzemnih vodnih resursa. U nastavku teksta je u kratkim crtama dat prikaz stanja i perspektiva korišćenja podzemnih vodnih resursa u različite svrhe, kao i trenutno stanje u pogledu zaštite ovog dragocenog resursa.



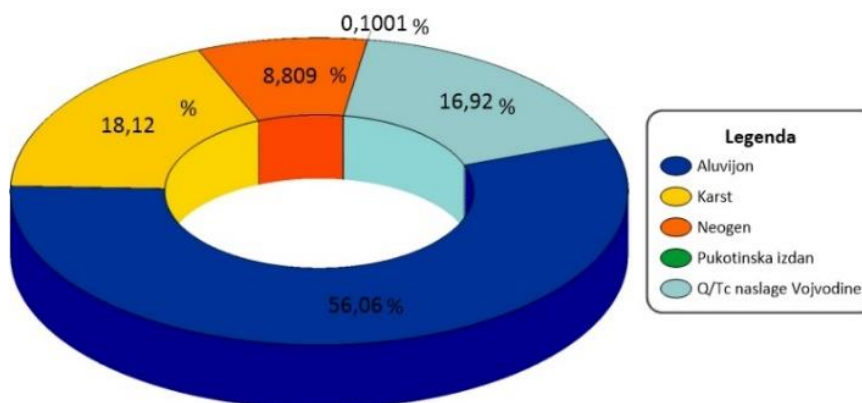
Slika 3. Hidrogeološka karta sa glavnim izvorištima podzemnih voda i hidrogeološkim regionima Srbije – Dakijski basen (1), Karpato-balkanidi Srbije (2), Srpsko kristalasto jezgro (Srpsko-makedonska masa)(3), Šumadijsko-kopaonička-kosovska zona (4), Dinaridi zapadne Srbije (5), Panonski basen (6)



## VODOSNABDEVANJE PODZEMNIM VODAMA

Analiza stanja i perspektive vodosnabdevanja u Srbiji ukazuje na to da je Srbija dovoljno bogata podzemnim vodama, i da trenutno zahvata mnogo manje količine od onih koje su na raspolaganju, obzirom da koristi svega 35% ukupne potencijalnosti, a gde na raspolaganju ima još 44 m<sup>3</sup>/s (Polomčić et al. 2021). Na žalost, iako naučna i stručna javnost konstantno ukazuje na značaj hidrogeoloških istraživanja u pogledu poboljšanja vodosnabdevanja određenih delova Srbije (gradova i sela), povremeni dugotrajni sušni periodi (u 2024. godini nestašica vode je zabeležena u 65 mesta širom Srbije) ponovo izazivaju probleme sa vodosnabdevanjem širom Srbije. Saznanje da se i u XXI veku, i pored postojanja resursa koji se može iskoristiti za rešavanje ovih egzistencijalnih problema, stanovništvo suočava sa problemima vodosnabdevanja, neophodno je da i dalje problem vodosnabdevanja bude goruća tema u društvu. Prethodno navedeno povlači za sobom da se i dalje može govoriti o nedovoljnoj

istraženosti podzemnih voda, naročito kada su u pitanju podaci o rezervama, režimu, pa čak i potrebnim količinama voda za vodosnabdevanje. Trenutno stanje je da se najveće količine voda zahvataju iz aluvijalnih izdani, što čini 56% ukupnih zahvaćenih podzemnih voda za vodosnabdevanje, a najveće rezerve ove izdani formirane su na ušćima velikih reka. Karstne izdani se koriste sa 18 % učešća, zahvatanjem voda sa vrela ili bunarima izrađenim u izvorišnim zonama. Iz Osnovnog vodonosnog kompleksa u Vojvodini se zahvataju vode za vodosnabdevanje sa procentualnim učešćem od 16.6%, ali se u okviru kompleksa često sreću povišeni sadržaji gvožđa, mangana i arsena, dok su određeni delovi kompleksa pod velikim pritiskom zagađenja organskim materijama (Slika 4). Vode iz neogenih izdani se koriste za vodosnabdevanje centralne i južne Srbije, i jednog manjeg dela Vojvodine, sa procentualnim učešćem od svega 8.8%, ali se neretko dešava da imaju povišenu mineralizaciju, kao posledicu usporene vodozamene u izdanima.



Slika 4. Učešće količina podzemnih voda u vodosnabdevanju prema tipovima izdani (Polomčić et al., 2021)

Poslednjih godina se intenziviralo osmatranje kvaliteta i kvantiteta podzemnih voda, što je dovelo do bolje informisanosti o stanju podzemnih voda, ali svakako da i takav monitoring nije na onom nivou, kakav bi trebalo da bude u skladu zakonskim regulativama u zemljama EU. Stoga je neophodno da se u cilju dobrog upravljanja podzemnim vodnim resursima, u skladu sa održivim razvojem i principima Okvirne direktive o vodama Evropske unije, poveća učestalost osmatranja i brojnost osmatračkih objekata, kako bi se formirala jedinstvena baza podataka o raspoloživim resursima i pritiscima na njihov kvalitet i kvantitet (Vasić et al. 2022). Upravo zanemarivanje dugoročnih ulaganja u hidrogeološka istraživanja za potrebe vodosnabdevanja na nivou

države, dovelo je do danas aktuelnih problema sa vodosnabdevanjem, kao što je navedeno. Potreba za stalnim i sistematskim hidrogeološkim istraživanjima za potrebe vodosnabdevanja će u budućnosti biti samo još više izraženija, a posledice neistraženosti, verovatno, još teže u vremenu koje dolazi.

## KORIŠĆENJE MINERALNIH I TERMOMINERALNIH VODA

Korišćenje mineralnih i termomineralnih voda za potrebe banjskog turizma u medicinske i rekreativne svrhe je jedan od značajnih potencijala kada se govori o ovom tipu podzemnih voda. Iako poseduju brojne

prednosti, one se u prošlosti nisu koristile u obimu u kome bi mogle i koji zaslužuju. Pojave mineralnih i termomineralnih voda se generalno mogu pripojiti određenim rejonima sa nekim svojim karakteristikama, kao npr. (Krunić & Filipović, 1999): Dakijski basen odlikuju vode najdubljih delova tercijarnih naslaga (preko 1000 m), sa temperaturama između 40 i 80 °C i velikim prusustvom NaCl; Karpato-balkanide istočne Srbije odlikuju dva tipa termomineralnih voda, i to one vode koje se vezuju za karbonatne mezozojske sedimente, sa mineralizacijama do 07 g/l i temperaturama do 38 °C i za područje gornjokrednog paleorifta istočne Srbije za koji se vezuju vode temperatura i do 43 °C; Srpsko-makedonsku masu odlikuje postojanje dve sredine u okviru kojih su formirane termomineralne vode, sa poznatim pojavama kao što su Vranjska (temp. >100 °C) i Ribarska banja; Šumadijsko-kopaoničku zonu, takođe, odlikuje veliko prisustvo termomineralnih voda, čije temperature idu i do 72 °C, sa mineralizacijom od 0.3 – 18 g/l (Kuršumlijska, Jošanička, Lukovska banja, Sijarinska banja (Slika 5) i dr.); Unutrašnji Dinaridi se odlikuju pojavama termomineralnih voda koje se najčešće vezuju za mezozoijske krečnjake, čije temperature idu i do 80 °C, sa mineralizacijom ispod 1 g/l, ali velikim izdašnostima; Panonski basen je svakao najsloženiji i najraznovrsniji kada se govori o pojavi termomineralnih voda, gde se, generalno, mogu izdvojiti četiri sredine u kojima su formirane termomineralne vode temperature od 40-80 °C, različitih tipova mineralizacija i hemizama (Krunić, 2000).



Slika 5. Bušotina sa termalnom vodom temperature 72 °C u Sijarinskoj banji

Problem u nedovoljnom iskorišćavanju prikazanih resursa u prošlosti u najvećoj meri je bio vezan za

ne stručnost i neafirmisanost određenih struktura u čijoj su bili nadležnosti, kao i u veoma malom obimu istraživanja ovog resursa, što je bilo direktno vezano za probleme finansiranja. Značajan pomak u istraživanjima i iskorišćavanju mineralnih i termomineralnih voda počinje sredinom 2000-tih godina i do danas je na uzlaznoj putanji. U Srbiji je do sada registrovano preko 200 prirodnih izvora mineralnih i termalnih voda, sa ukupnim procenjenim resursom preko 1000 l/s. Promenom zakonskih regulativa i propisa počinje sistematizacija i praćenje korišćenja mineralnih i termomineralnih voda, a čiji podaci postaju sve dostupniji za interpretacije i analize. Početak 2000-tih godina odlikuje i „bum“ u flaširanju mineralnih i oligomineralnih voda, sa odbranim na desetine elaborata o rezervama podzemnih voda, da bi danas u Srbiji bilo aktivno preko 50 ovakvih izvorišta prirodnih mineralnih, izvorskih i termomineralnih voda.

### KORIŠĆENJE GEOTERMALNE ENERGIJE

Geotermalni resursi predstavljaju vid obnovljivih izvora energije koji su prepoznati kao strateški resurs u razvoju energetskog sektora Srbije, kako u domenu proizvodnje toplotne energije, tako i u sektoru proizvodnje električne energije (Milenić, Vranješ, 2022). Izučavanje ovakvog vida „zelene“ energije u Srbiji dobija sve više na značaju nakon nekoliko decenija zastoja (Milenić et al. 2014). Glavne zaključke višegodišnjih izučavanja potencijalnosti iskorišćavanja geotermalne energije u Srbiji Milenić, Vranješ (2021) sublimiraju u radu povodom 50 godina od osnivanja DHG-a, gde navode: „da je ukupna potencijalnost subgeotermalnih resursa na području Srbije bez teritorije grada Beograda iskazana kroz termalnu snagu iznosi oko 2,740 MWt, dok sa teritorijom Beograda iznosi oko 5,040 MWt. Posmatrano po regionima najveću potencijalnost ima region Vojvodine, oko 1,100 MWt, potom sledi region Šumadije i Zapadne Srbije sa 760 MWt, region Južne i Istočne Srbije sa oko 660 MWt i poslednji prema potencijalnosti region Kosova i Metohije. Dok, na nivou okruga najveći subgeotermalni energetski potencijal ima Sremski okrug, 290 MWt, odnosno 922 KWt po glavi stanovnika, a najmanji Kosovsko-pomoravski okrug sa svega 3.6 MWt“. Uz ovakvu ocenu potencijalnosti subgeotermalne energije Srbije, može se konstatovati da bi se, ukoliko se u proračune uzmu ukupne rezervi podzemnih voda u funkciji različitih potreba korisnika u energetske svrhe, moglo koristiti negde oko 20% raspoloživih dinamičkih rezervi podzemnih voda (Milenić et al. 2021). Gledajući poslednjih dvadesetak godina, iskorišćavanje i istraživanje geotermalnih resursa je grana hidrogeologije sa najvećom

ekspanzijom i kao takva je etabliрана i našla svoje značajno mesto u privredi. Geotermalni resursi se koriste za različite namene, a u najvećoj meri za toplifikaciju objekata direktnim ili indirektnim putem preko toplotnih pumpi, zatim u sektoru banjskog turizma, poljoprivrede i balneologije. Takođe, već sada korišćenje geotermalnih resursa ima svoje jasno mesto u sektoru građevine, a zahvaljujući nedavno usvojenim zakonima u oblasti obnovljivih izvora energije (Milenić et al. 2021) i životne sredine, može se očekivati intenzivan rast eksploatacije geotermalne energije u vidu organizovane proizvodnje i distribucije toplotne i električne energije. Milenić i Vranješ (2021) takođe navode da „aktuelnost korišćenja geotermalnih resursa, nameće potrebu za sistematizacijom i sublimacijom podataka shodno dosadašnjim saznanjima o geotermalnim karakteristikama i potencijalnosti područja Republike Srbije, kao i pregled stanja i statusa korišćenja geotermalne energije prema privrednim sektorima i lokalitetima, odnosno da dobijene rezultate istraživanja potrebno je inkorporirati u energetske bilansiranje i dugoročne projekcije razvoja geotermalnih resursa u okviru ukupnog energetskog bilansa Republike Srbije“.

## ZAŠTITA PODZEMNIH VODA

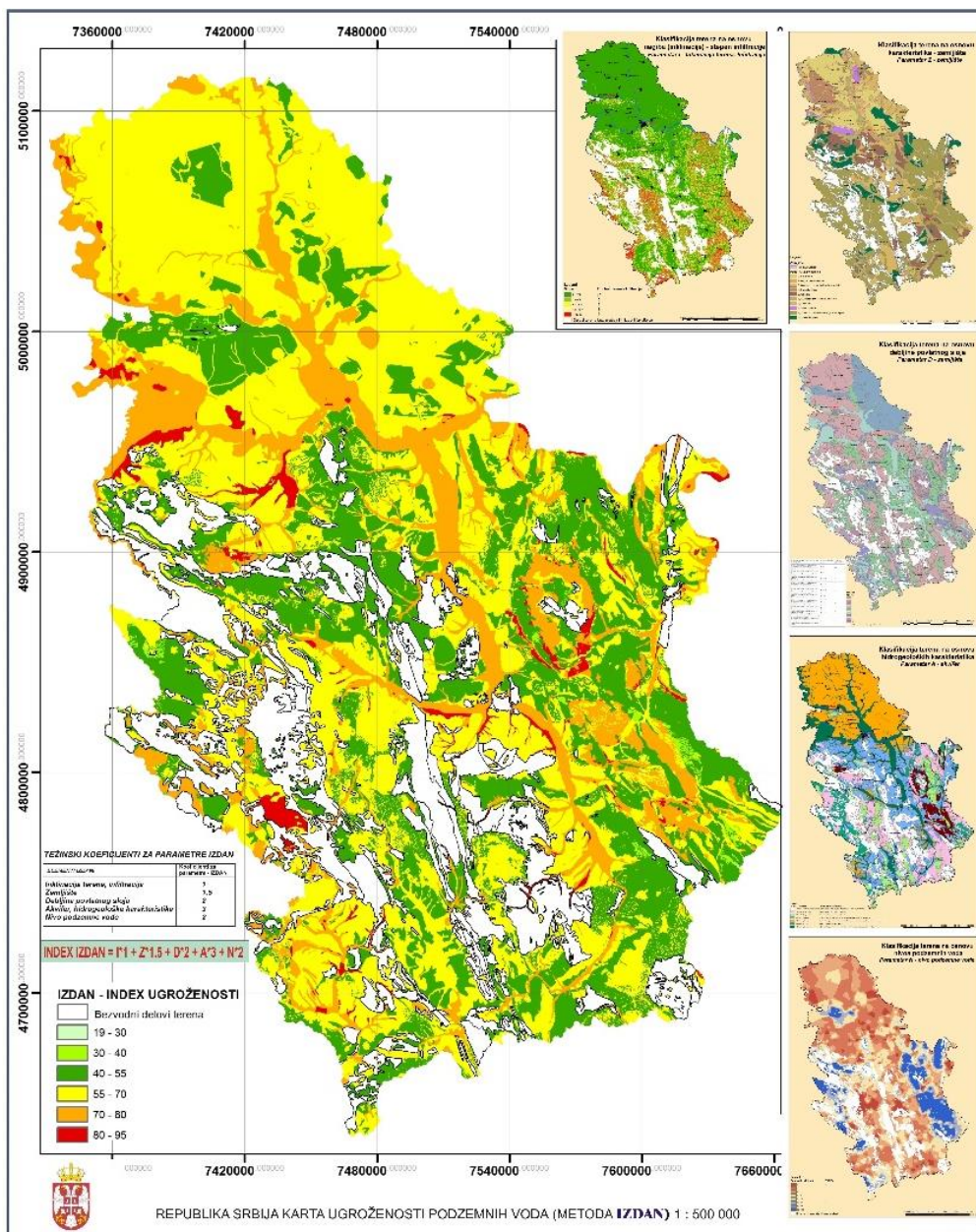
Sve veći uticaj ljudskog faktora na životnu sredinu u velikoj meri doprinosi da u mnogim regionima Srbije dolazi do raznih negativnih uticaja na podzemne vode. Zaštita podzemnih voda, kao jedna od disciplina hidrogeologije, u prošlosti nije imala značajno mesto tokom hidrogeoloških istraživanja i korišćenja podzemnih voda. Ipak, u poslednjih dvadesetak godina, ova disciplina dobija sve više na značaju kako u Srbiji, tako i u svetu. Današnji pristup u zaštiti izdani i izvorišta podzemnih voda ne obuhvata samo sprečavanje ispuštanja i detekciju prisustva kontaminanata u podzemne vode, već mnogo detaljniju analizu procesa koji se dešavaju u nadizdanskoj i izdanskoj zoni (Živanović et al. 2021). Poslednjih 20-tak godina, sa sve većim uvođenjem različitih hidrogeoloških programskih paketa u stručnu praksu, dolazi i do porasta primene različitih metoda za ocenu ranjivosti podzemnih voda, kojima se definiše prirodna zaštita izdani. Ovakav skok u analizi i oceni ranjivosti i zaštite podzemnih voda utiče i na unapređenje i koncept zaštite izvorišta podzemnih voda. Koncept ugroženosti podzemnih voda baziran je na pretpostavci da fizičko okruženje obezbeđuje određen stepen zaštite podzemnih voda u odnosu na prodor zagađivača u sredinu (Vrba, Zaporozec, 1994). Sposobnost samoprečišćavanja, odnosno autopurifikaciona svojstva izdani, predstavljaju

sveukupni uticaj fizičkih, hemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju na relaciji voda-vazduh-stena. Poslednjih decenija razvijen je veliki broj metoda koje se koriste za izradu karata ugroženosti - *drastic, gla, sinacs, god, epik, pi, cop* i druge. Navedene metode se primenjuju u odnosu na različite hidrogeološke uslove, a razlikuju se i prema nameni i nivou ulaznih podataka. Određene metode koriste za procenu ugroženosti celog sistema (eng. *resource vulnerability*), dok se druge primenjuju u oceni ugroženosti i zaštiti zona isticanja ili izvorišta (eng. *source vulnerability*) (Milanović, 2010). Za razliku od pre tridesetak godina, danas su kroz brojnu zakonsku regulativu koja se bavi zaštitom podzemnih voda u Srbiji razvijeni svi segmenti zaštite podzemnih voda. Živanović et al. (2021) naglašavaju značaj zakonskih akta kojima je regulisan način sprečavanja kontaminacije izvorišta podzemnih voda, ili regulativu kojom se procenjuje uticaj određenih aktivnosti na životnu sredinu, pa samim tim i na podzemne vode. Takođe, naglašavaju da nedostataka u zakonskoj regulativi svakako ima, tako da mogućnost za brojna unapređenja i dalje postoji, što se pre svega odnosi na primenu adekvatnijih mera sanitarne zaštite u zavisnosti od ranjivosti i karaktera geološke sredine, kao i neophodnost vršenja detaljnih hidrogeoloških istraživanja na lokacijama gde se planira remedijacija podzemnih voda i geosredine. Hidrogeološka grana istraživanja i nauke koja se bavi problematikom uslova zagađenja i zaštite podzemnih voda, kao i njihovom remedijacijom, predstavlja oblast u hidrogeologiji, koja se najintenzivnije razvija i nesumnjivo je da će se sve veći broj hidrogeologa ubuduće baviti upravo ovom problematikom. Važno je napomenuti potrebu veće vidljivosti hidrogeološke nauke i struke u javnosti kada se govori o problemima zagađenja i zaštite podzemnih voda, budući da su danas sve češći primeri da u javnosti o tome govore stručnjaci i naučnici, čija bazična struka nije hidrogeologija, već često mašinstvo, elektrotehnika, biologija itd. Upravo je danas, kada je zaštita podzemnih voda jedna od najaktuelnijih tema u društvu, prilika za promociju kompletne hidrogeologije kao nauke i struke, a što hidrogeologija svakako i zaslužuje. Kao jedan od dobrih primera analize ugroženosti podzemnih voda od zagađenja na nivou cele Srbije je i izrada Karte ugroženosti podzemnih voda Srbije u razmeri 1:500 000. U periodu 2007-2010, u sklopu realizacije grupe strateških projekata koji zajednički realizuju naše vodeće institucije u oblasti vodnih resursa iz kojih su autori ovog rada, izrađena je i Karta ugroženosti podzemnih voda Srbije (KUPVS). To je jedan od prvih pokušaja u svetu da se na nacionalnom planu realizuje ovakva karta. Ujedno i dilema o mogućnosti regionalnog pristupa sa kojom su se suočili

i autori. Rađena je po novoj, za ove potrebe formiranoj „kompilacionoj“ metodi nazvanoj IZDAN, a prema osnovnim parametrima koji su poslužili za formiranje karte: Inklinacija (nagib terena) – infiltracija; Zemljište odnosno pedološki sloj – gornji pokrivač; Debljina povlatnog sloja – geološka sredina koja se nalazi iznad vodonosnog sloja; Akvifer – hidrogeološka svojstva

stena; Nivo podzemne vode – odnosno dubina do nivoa podzemne vode od površine terena.

Na izrađenoj KUPVS razmere 1:500.000 najugroženiji tereni zauzimaju svega 1,7 % teritorije Srbije i pripadaju nekim delovima aluvijalnih i karstnih izdani, a koji su po svojim analiziranim parametrima podložni lakom i brzom zagađenju.



Slika 6. Izgled karte ugroženosti podzemnih voda od zagađenja teritorije Republike Srbije 1:500 000 (Milanović et. al 2010)

## MONITORING PODZEMNIH VODA SRBIJE

Monitoring podzemnih voda u Srbiji, iako sa velikim napretkom u poslednjim 15 godina, i dalje nije potpuno funkcionalan i u skladu sa načelima, standardima i (okvirnim) tehničkim uslovima implementacije, koji su sadržani u ODV, a potom i u odgovarajućoj nacionalnoj legislativi i planskim dokumentima. Dosadašnje odsustvo integriranosti vezano za monitoring površinskih i podzemnih voda je delimično prevaziđeno formiranjem Radne grupe za izradu višegodišnjeg programa monitoringa, a u čijem sastavu učestvuju i institucije: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede – Republička direkcija za vode, Pokrajinski sekretarijat za urbanizam i zaštitu životne sredine, Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo, Ministarstvo zaštite životne sredine, Ministarstvo rudarstva i energetike, Republički hidrometeorološki zavod, Agencija za zaštitu životne sredine, JVP „Srbijavode“, JVP „Vode Vojvodine“, Biološki fakultet UB, Rudarsko-geološki fakultet UB, Institut za biološka istraživanja Siniša Stanković. Pre izrade novog plana monitoringa podzemnih voda a, prema Uredbi o utvrđivanju Godišnjeg programa monitoringa statusa voda, u nadležnosti RHMZ-a je bilo ukupno 406 mernih stanica, kojima je prostorno „pokriveno“ 41 telo podzemnih voda, odnosno, oko 27% od ukupno 153, koliko ih je izdvojeno na teritoriji RS. Na drugoj strani, na, okvirno, 1/3 „pokrivenih“ tela PV, nalazi se i po više od 10, a u pojedinim slučajevima i do 40 osmatračkih stanica, npr.: Gornja Tisa-prva izdan (30), Severni Banat-prva izdan (19), Srednja Bačka-prva izdan (17), Jugozapadni Banat-prva izdan (16), Jugoistočni Banat-prva izdan (25), V.Morava aluvion-leva obala (28), V.Morava aluvion-desna obala (30), V.Morava neogen-jug (37), J.Morava neogen-sever (21), Leskovac neogen (22), Z.Morava aluvion (21), Mačva OVK (40) (Stevanović et al. 2011 b). U odnosu na prikazano, treba napomenuti da u Srbiji postoji (nezvanična procena) više od 700 izvorišta za javno vodosnabdevanje, a tu su i korisnici PV za potrebe melioracija poljoprivrednog zemljišta, flaširanje voda, rekreativni i balneo-turizam, toplifikaciju i dr. Prema dosadašnjim saznanjima, neposredni korisnici PV, barem u praksi, nemaju striktno definisanu obavezu praćenja i izveštavanja o kvantitativnom i kvalitativnom statusu izvorišta PV, odnosno, resursa koji koriste/troše. Kao korak poboljšanja monitoring mreže podzemnih voda Republike Srbije neophodno je da broj potrebnih monitoring mesta (MM) za potrebe kvantitativnog monitoringa u skladu ODV do 2027. godine poraste na 763 lokacije, a za kvalitativni monitoring broj potrebnih MM na bazi kriterijuma (površina VT/75km<sup>2</sup>) (prema:

Strategija za redizajn sistema za monitoring površinskih i podzemnih voda u Republici Srbiji u cilju ispunjenja zahteva Okvirne direktive o vodama (2000/60/EC), Tvining Projekat (SR 2005/IB/EN/01), 2008.) bi iznosio 1274 lokacije. Iako naizgled veoma složen i težak zadatak, uspostavljanjem ovakve monitoring mreže podzemnih voda Republike Srbije, sa adekvatnim integrisanjem podataka sa izvorišta PV u sistem nacionalne monitoring mreže, mogla bi se postići značajna racionalizacija i dobra pokrivenost, što je od suštinske važnosti za bilo kakve dalje analize vezane za monitoring PV Srbije. Još jednom je neophodno naglasiti da bez kvalitetne i sveobuhvatne mreže monitoring stanica podzemnih voda, kako za potrebe kvalitativnih, tako i kvantitativnih karakteristika podzemnih voda, nije moguće na kvalitetan i bezbedan način planirati bilo kakve velike infrastrukturne i druge zahvate, koji bi u većoj ili manjoj meri mogli da utiču na režim i kvalitet podzemnih voda, posebno na lokalnom i regionalnom nivou.

## ZAKLJUČAK

U Srbiji je poslednjih godina urađeno dosta na podizanju svesti o značaju podzemnih voda, njihovom korišćenju, ali i zaštiti istih. Zagonska regulativa je u zadnjih dvadesetak godina više puta menjana, a sam proces usklađivanja regulative sa međunarodnim standardima i potrebama struke i dalje traje. Stvaranjem ovakve zakonske regulative stvoren je bolji i sadržajni okvir za delovanje stručnjaka hidrogeologije na izučavanje i zaštitu ovog dragocenog prirodnog resursa. Ipak, ovo nije dovoljno za ostvarenje standarda i perspektiva u poređenju sa drugim razvijenim zemljama. Očuvanje podzemnih voda, kao najznačajnijeg resursa vodosnabdevanja, je potrebno kako nama danas, tako i budućim generacijama i to svakako mora biti „prioritet“ naše struke i državnih institucija nadležnih za ovaj resurs. Poznavanje naših podzemnih voda kao „nevidljivog resursa“ zahteva još mnogo truda, znanja, i pre svega finansijskih ulaganja u istraživanja, ispitivanja i analize korišćenjem novih najnaprednijih i najmodernijih metoda istraživanja. Ipak, za takav nivo istraživanja potrebna su velika ulaganja u moderne laboratorije koje će moći da rade sve ono za šta sada hidrogeološka nauka i struka traži pomoć u zemljama regiona, pa i šire. Ulaganje u hidrogeološka istraživanja i „state of the art“ terenske opereme, laboratorije i programe bi svakako uticalo na znatno bolje poznavanje i iskorišćavanje ovog dragocenog prirodnog resursa, a za šta postoji još dosta potencijala u Srbiji.

## LITERATURA

- [1] Dokmanović P., 2002: Kritička analiza aktuelnog pravilnika o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi podzemnih voda, XIII Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Komitet za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, Herceg Novi
- [2] Dokmanović P., 2002: Zakonska neuređenost u oblasti istraživanja, korišćenja i zaštite podzemnih voda, XIII Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Komitet za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, Herceg Novi
- [3] Dokmanović P., Stevanović Z., 2009: O značaju resursa podzemnih voda za prostorno planiranje u Srbiji, Zbor. rad. konf. VODA 2009, Srp. druš. zazašt. voda, Tara. 35-40
- [4] Dokmanović, P., Stevanović, Z., 2015: Projekat proširenja mreže stanica podzemnih voda u Srbiji, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju, fondovska dokumentacija
- [5] Dokmanović P., Nikić Z., 2021: Resursi podzemnih voda i hidrogeološka istraživanja u kontekstu aktuelne zakonske regulative u Srbiji, XIV Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, RGF-DHG, Zlatibor
- [6] Filipović B., Dimitrijević N., 1990: Razvoj hidrogeologije u Srbiji do II svetskog rata. Geološki anali Balkanskoga poluostrva, knj. LIII/1 (1989), Beograd
- [7] Filipović B., 1997: Istorijski razvoj jugoslovenske hidrogeologije i stanje hidrogeološke istraženosti.
- [8] Filipović B., Milosavljević S., Radulović M., 1999: Stanje i perspektive razvoja hidrogeologije i inženjerske geologije u Jugoslaviji, XII Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Komitet za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, Novi Sad
- [9] Filipović B., Krunic O., Lazić M., 2005: Regionalna hidrogeologija Srbije, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet; Studio MS, Beograd, str. 401
- [10] Krunic O., Filipović B., 1999: Klasifikacija termomineralnih voda Srbije, XII Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Komitet za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, Novi Sad
- [11] Krunic O., 2000: Thermomineral waters in Serbia, basic types nad their characteristics, Hydrogeological researche of Litosphere in Serbia, Faculty of Minig and Geology, University of Belgrade, Belgrade
- [12] Milanović S., Stevanović Z., Đurić D., Petrović T., Milovanović M., 2010: Regionalni pristup izradi karte ugroženosti podzemnih voda Srbije – nova metoda IZDAN, Zbornik radova XV Kongresa geologa Srbije, s. 585-590, Beograd
- [13] Milanović S., 2010: Formiranje fizičkog modela karstne izdani na primeru Beljanice, Doktorska disertacija, RGF, Beograd.
- [14] Milenić D., Milivojević M., Martinović M., Vranješ A., Magazinović S., 2014: Istraživanje, korišćenje i razvoj geotermalnih energetskih resursa u Republici Srbiji – U naših 40 godina, Pos. Izd. Dep. Za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd 79-115
- [15] Milenić D., Vranješ A., 2021: Stanje i perspektive geotermalne energije u Republici Srbiji, In: D. Polomčić, V. Živanović, A. Vranješ, Lj. Vasić (Eds) 50 godina Departmana za hidrogeologiju (pp 111-154) Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju
- [16] Milenić D., Vranješ A., 2022: Stanje i perspektive geotermalne energije u Republici Srbiji. Vodosnabdevanje - podzemne vode i održivo upravljanje resursima XVI Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, RGF-DHG, Zlatibor
- [17] Monografija „100 godina hidrogeologije u Jugoslaviji“, Pos. izd. Rud.-Geol. fak., Instituta za hidrogeologiju, str. 31-46, Beograd.
- [18] Polomčić D., 2021: Istorijski razvoj, položaj i misija departmana za hidrogeologiju, Vodosnabdevanje - podzemne vode i održivo upravljanje resursima, 50 godina Departmana za hidrogeologiju, RGF, Departman za hidrogeologiju, ISBN 978-86-7352-377-4, Beograd
- [19] Polomčić D., Vasić Lj., Milanović S., Ristić-Vakanjac V., Petrović B., Marinović V., Bajić D., Hajdin B., Čokorilo-Ilić M., Ratković J., 2021: Vodosnabdevanje - podzemne vode i održivo upravljanje resursima In: D. Polomčić, V. Živanović, A. Vranješ, Lj. Vasić (Eds) 50 godina Departmana za hidrogeologiju (pp 69-110)

- Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju
- [20] Stevanović Z. 1991: Hidrogeologija karsta Karpato-balkanida istočne Srbije i mogućnosti vodosnabdevanja, Monografija, Pos. izd. R G F, I H G, 1 - 245, Beograd
- [21] Stevanović Z., 1994: Problemi i perspektive hidrogeološke struke u aktuelni uslovima, X Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Komitet za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, Kikinda
- [22] Stevanović Z., 1995: Karstne izdanske vode Srbije - korišćenje i potencijalnost za regionalno vodosnabdevanje, Monografija: Vodni mineralni resursi litosfere Srbije, Monograf. Pos. izd. RGF (ed. Z. Stevanović), pp. 77-119, Beograd
- [23] Stevanović Z., Filipović B., Dokmanović B., Jovović B., Kecojević B., Cicmil S., 1996: Zakonska regulativa u oblasti hidrogeologije u SR Jugoslaviji, XI Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Komitet za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, Budva
- [24] Stevanović Z., Kozák P., Lazić M., Szanyi J., Polomčić D., Kovács B., Török J., Milanović S., Hajdin B., Papić P., 2011a: Towards sustainable management of transboundary Hungarian – Serbian aquifer; In: Transboundary Water Resources Management: A Multidisciplinary Approach, 1 Ed. (Eds. J. Ganoulis, A. Aureli & J. Fried), Wiley-VCH, Verlag, pp. 143-149
- [25] Stevanović Z., Dimkić M., Mandić M., Milanović S., Đurić D., Slimak T., Popović LJ., Vasić LJ., Hajdin B., Petrović T., Oparušić I., Milovanović M., Zanković P., Petrović B., 2011b: Monitoring podzemnih voda Srbije (Istraživanje, optimalno korišćenje i održivo upravljanje podzemnim vodnim resursima Srbije), God. izv. za grupu Strateških projekata Min. ŽSRPP i Direkcije za vode Srbije real. od RGF, IJČ i GIS, Fond str. dok. RGF, Beograd
- [26] Stevanović Z., Radić Z., Ristić Vakanjac V., 2016: O potrebi sistematskih primenjenih hidrogeoloških i inženjersko-geoloških istraživanja u kontekstu održivog razvoja Srbije, Zapisnici SGD za 2016 godinu, Srsko geološko društvo, ISSN 0372-9966, Beograd
- [27] Stevanović Z., Petrović B., Marinović V., 2020: Završni izveštaj trogodišnjeg projekta Operativni monitoring podzemnih voda Republike Srbije; Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
- [28] Vasić Lj., Polomčić D., Milanović S., Ristić-Vakanjac V., Petrović B., Marinović V., Bajić D., Hajdin B., Čokorilo-Ilić M., Ratković J., 2022: Vodosnabdevanje - podzemne vode i održivo upravljanje resursima XVI Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, RGF-DHG, Zlatibor
- [29] Vrba J. and Zaporozec A. (eds), 1994: Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability, IAH, volume 16, Hannover
- [30] Živanović V., Jemcov I., Štrabački J., Marina Č. Đ., Atanacković N., Todorović M., 2021: Stanje i perspektive iz oblasti zaštite, kontaminacije i remedijacije podzemnih voda, In: D. Polomčić, V. Živanović, A. Vranješ, Lj. Vasić (Eds) 50 godina Departmana za hidrogeologiju, RGF, Departman za hidrogeologiju, ISBN 978-86-7352-377-4, Beograd

## DEVELOPMENT AND IMPORTANCE OF HYDROGEOLOGICAL RESEARCH IN THE REPUBLIC OF SERBIA

by

Saša MILANOVIĆ, Ljiljana VASIĆ  
Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade

### Summary

The paper presents a historical overview of the development of hydrogeological research in Serbia, as well as their importance in modern society. Although this topic requires much more space than is shown in the following paper, a general sublimation of the available data was done, in order to present the importance of the hydrogeological profession from science to applied research. The paper deals with several significant parts, from a review of the short history of the development of hydrogeology in Serbia, through the presentation of the hydrogeological characteristics of Serbia and legal regulations related to groundwater, to the current state of research and extraction of groundwater in Serbia. Particular importance in the paper is given to different

types of groundwater uses for different purposes, such as use for water supply, use of mineral and thermo-mineral water for the needs of spa tourism for medical and recreational purposes, as well as use of subthermal and thermal resources for the needs of heat energy production, as well as and in the electricity production sector. In accordance with the sustainable use and management of groundwater resources, the paper gives special importance to the protection and monitoring of groundwater.

Keywords: hydrogeology, water supply, protection, mineral and thermal waters, geothermal energy, monitoring