

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

HG

XIV SRPSKI SIMPOZIJUM
O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem
ZBORNİK RADOVA



ZLATIBOR
17-20. maj 2012. godine



XIV SRPSKI SIMPOZIJUM O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem
ZBORNİK RADOVA

IZDAVAČ:

Univerzitet u Beogradu
Rudarsko-geološki fakultet
Đušina 7

ZA IZDAVAČA:

Prof. dr Vladica Cvetković, dekan
Rudarsko-geološki fakultet

TEHNIČKI UREDNICI:

Nevena Savić, dipl. inž.
Marina Jovanović, dipl. inž.

TIRAŽ:

150 primeraka

ŠTAMPA:

Štamparija Grafik Centar

Na 123. sednici Nastavno-naučnog veća Departmana za hidrogeologiju doneta je odluka o organizaciji XIV srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, koja je utvrđena saglasnošću Nastavno-naučnog veća Rudarsko-geološkog fakulteta od 24.05.2011.

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd
556.3(082)

SRPSKI simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem (14 ; 2012 ; Zlatibor)
Zbornik radova XIV srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem,
Zlatibor, 17-20. maj 2012. godine /
[organizator Rudarsko-geološki fakultet ... et al.]. - Beograd : #Univerzitet,
#Rudarsko-geološki fakultet, 2012 (Beograd : Grafik centar).
- [18], 642 str. : ilustr. ; 30 cm

Na vrhu nasl. str.: Departman za hidrogeologiju. - Tiraž 150. - Str. [7-8]:
Uvodna reč organizatora / Dejan Milenić, Zoran Stevanović. - Abstracts. -
Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-7352-236-4

a) Hidrogeologija - Zbornici
COBISS.SR-ID 190619660

Boris Vakanjac, Vesna Ristić-Vakanjac

- Uzorkovanje vode kod istraživanja urana u jugoistočnoj Mongoliji..... 301

Milovan Rakijaš

- Hidrogeološke karakteristike šire zone ležišta krečnjaka površinskih kopova
"Beli kamen" i "Mutalj" kod Beočina..... 309

4. KVALITET I ZAŠTITA PODZEMNIH VODA**Olivera Krunić, Srdjan Parlić**

- Mikrokomponente u mineralnim vodama Srbije..... 317

Adam Dangić, Jelena Dangić

- Karsno izvorište Zeleni Vir kod Olova (Bosna): hidrogeohemija olova..... 323

Tanja Petrović-Pantić, Milena Zlokolica-Mandić

- Kakvu vodu pijemo?..... 329

Vladimir Živanović, Veselin Dragišić, Nebojša Atanacković

- Primena metoda za ocenu ranjivosti podzemnih voda u zaštiti
vodnih resursa nacionalnih parkova i parkova prirode Srbije..... 335

Tibor Slimak, Uroš Urošević, Milan Dimkić, Đorđije Božović

- Analiza ranjivosti podzemnih voda na delu prostora beogradskog izvorišta..... 341

Spasoje Glavaš, Boban Jolović, Nenad Toholj

- Zone sanitarne zaštite izvorišta vode za piće na karstnim područjima
Republike Srpske..... 347

Ivana Špadijer, Slavko Špadijer, Ivana Obradović, Dejan Drašković

- Hidrogeološka istraživanja za potrebe zaštite izvorišta javnog vodosnabdevanja-
primer izvorišta za vodosnabdevanje opštine Lazarevac..... 353

Zoran Nikić, Petar Dokmanović

- Kvalitet ujezerene vode sa aspekta geološke građe slivnog područja
na primeru akumulacije "Grište"..... 359

Zoran Radenković, Miloš Zorić

- Uticaj dugogodišnje eksploatacije na režim podzemnih voda na području Leskovca..... 365

Miroslav Krmpotić, Dejan Tadić, Dejan Nešković, Andrijana Grujić

- Hidrohemijske karakteristike podzemnih voda vulkanogenih masiva Srbije..... 371

Vladan Kocić, Ivica Nikolić, Tatjana Dopuđa-Glišić, Dejan Ćosić

- Rezultati monitoringa podzemnih voda u projektu DREPR
(smanjenje zagađenja u slivu reke Dunav)..... 377

KAKVU VODU PIJEMO? WHAT KIND OF WATER DO WE DRINK?

Tanja Petrović Pantić, Milena Zlokolica Mandić

Geološki institut Srbije, Rovinjska 12, Beograd

APSTRAKT: Rad obuhvata analizu hemijskog sastava 15 flaširanih i 14 voda iz javnih sistema vodosnabdevanja (česmovaće). Analizirane flaširane vode su uglavnom malomineralne ($M < 500$ mg/L) $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ ili mineralne ($M > 500$ mg/L) $\text{HCO}_3\text{-Na}$. U mineralnim flaširanim vodama javljaju se povišeni sadržaji B, Be, Cs, Ge, K, Li, Rb i F kao posledica uticaja magmatskih stena. U pojedinim vodama uočen je povišen sadržaj I, NH_4 , Tl, W kao posledica cirkulacije vode kroz različite litološke komplekse. Za vodosnabdevanje uglavnom se koriste podzemne vode, mada se zahvataju vode i iz rečnih tokova i površinskih akumulacija. Vode iz javnih sistema uže Srbije su malomineralne $\text{HCO}_3(\text{SO}_4)\text{-Ca(Mg)}$, dok su na području Vojvodine $\text{HCO}_3\text{-Na}$. Osim povišene mineralizacije, vode u Vojvodini imaju povišen sadržaj As i B. Grupisanje voda po dominantnim makrokomponentama ($>20\%$), izdvojeno je 7 tipova flaširanih voda i 10 tipova česmovaća u Srbiji, što govori o raznovrsnosti voda prisutnih na teritoriji Srbije. U poređenju sa Evropskim flaširanim vodama (884 uzorka) može se reći da se u Srbiji flaširaju vode više mineralizacije, bogatije Na i HCO_3 i bogatije mikroelementima dok se u poređenju sa vodama sa javnih sistema vodosnabdevanja u Evropi (579 uzoraka) nameće zaključak da su vode u Srbiji bogatije HCO_3 , dok su vode u Evropi bogatije Na i Cl.

Ključne reči: flaširana voda, voda iz javnog sistema vodosnabdevanja, hemijski sastav, makrokomponente, mikroelementi, Srbija, Evropa

ABSTRACT: The paper analysed chemical composition of 15 bottled and 14 tap waters. The analyzed bottled waters are mainly low mineral ($M < 500$ mg/L) $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ or mineral ($M > 500$ mg/L) $\text{HCO}_3\text{-Na}$. Mineral bottled waters are often with higher content of Cs, Li, Ge, Rb i F which is the result of the influence of igneous rocks. In some waters there has been noted increased content of B, I, NH_4 , Tl, W caused by water circulation through different lithological complexes. For water supply it is mainly used groundwater, although the waters from rivers and surface reservoirs are also used. Tap waters of central Serbia are low mineral $\text{HCO}_3(\text{SO}_4)\text{-Ca(Mg)}$, while tap waters of Vojvodina are $\text{HCO}_3\text{-Na}$. Besides having increased mineralization, waters in Vojvodina have high content of As i B. By grouping waters of Serbia according to dominant chemical composition ($>20\%$), there have been distinguished 7 types of bottled and 10 types of tap waters, which indicate the variety of waters present on the territory of Serbia. Compared to European bottled waters (884 samples), it could be said that in Serbia bottled waters are with higher mineralization and richer in Na and HCO_3 , and when comparing our tap water with European (579 samples) it is obvious that waters from Serbia are richer in HCO_3 , while European tap water are richer in Na and Cl.

Key words: bottled water, tap water, chemical composition, macrocomponents, microelements, Serbia, Europe

Uvod

U okviru projekta European Groundwater Geochemistry (EuroGeo Survey) analizirane su 884 flaširane vode iz cele Evrope i 579 voda iz javnih sistema vodosnabdevanja. Sve vode analizirane su u hemijskoj laboratoriji BGR-a u Berlinu. Prilikom odabira uzoraka flaširanih i vodovodskih voda Srbije uspostavljena je ravnomerna regionalna zastupljenost i litološka raznovrsnost. Analizirano je 15 flaširanih voda i 14 voda iz javnih sistema vodosnabdevanja.

Potrošnja flaširanih voda u Srbiji iznosi oko 75 litara po stanovniku godišnje. Od 2000. godine do 2010. proizvodnja flaširanih voda porasla je sa 330,3 na 635 miliona litara (www.mineralwater.rs). Razlog je naglašen marketing, kao i problematičan kvalitet pojedinih voda za piće iz javnih sistema. U strukturi prodaje prirodne mineralne vode u 2009-oj godini, gazirana voda, odnosno voda koja sadrži CO₂ (>250 mg/L) dominira sa udelom od 72% u odnosu na negaziranu vodu (<http://www.gfk.rs>). Za vodosnabdevanje Republika Srbija koristi 70% podzemnu vodu i 30% površinsku. Na području Vojvodine vodosnabdevanje se isključivo vrši podzemnom vodom.

Uzorkovanje i analitičke metode

Flaširane vode su uglavnom kupljene u marketima, sem uzoraka vode Iva i Heba koji su uzeti na mestu isticanja. Uzorci flaširanih i vodovodskih voda u PET ambalaži od 0.5 l analizirani su u laboratoriji BGR u Berlinu. Ove analize su obuhvatile pH, Ep, alkalitet i koncentracije 69 elemenata. Katjoni su određeni metodom ICP-AES, anjoni jonskom hromatografijom, alkalnost titracijom, amonijum jon fotometrijskom metodom, živa AFS-om, mikroelementi metodom ICP-QMS (Birke et al, 2010).

Rezultati i diskusija

Vrednosti dobijene hemijskim analizama prikazani su u radu *Makro i mikro elementi u flaširanim vodama i vodama iz javnih sistema vodosnabdevanja u Srbiji* (Petrović et al, 2012).

Flaširane vode. Na osnovu postojećih rezultata, na tržištu Republike Srbije postoje različiti tipovi flaširanih voda. Niža pH vrednost karakteristična je ugljikisele vode kao što su Dar voda, Minakva, Voda Vrnjci, Mivela, Bivoda i Heba. Široki opseg elektroprovodljivosti (od 200 do 4560 μ S/cm (Petrović et al, 2012) ukazuje na različitost flaširanih voda na tržištu. Na osnovu dominantnih makrokomponenta, odnosno na osnovu sadržaja jona većeg od 20 meq%, izdvaja se sedam tipova flaširanih voda (tabela 1)

U tabeli 1. (kolona 5) litološka sredina iz koje su vode zahvaćene, razvrstana je u četiri grupe: magmatske, metamorfne, karbonatne stene (krečnjaci i dolomiti) i neogeni peskovi, šljunkovi i gline. Ba (slika 1a) je element koji se sreće u flaširanim vodama iz različitih litoloških sredina. Vezuje se za sulfidne minerale i za uslove sulfatne redukcije (Reimman and Birke, 2010). Vrednosti F (slika 1.b) iznad 1,5 mg/l javlja se u Vodi Kopaonik, Vodi Vrnjci i Dar vodi. Voda Voda i Bivoda sadrže F u koncentracijama između 0,7 i 1,5 mg/l što je preporučena vrednost F u vodi za razvoj kostiju i zuba (Misund et al, 1999). U mnogim zemljama Evrope, fluoridi se dodaju u pijaće vode ili se u suprotnom odstranjuju. U vodi Heba fluor se odstranjuje, čime je dobijen optimalni sadržaj F u vodi, od 1,4 mg/l (sa etikete).

Tabela 1. Tipovi flaširanih voda
Table 1. Types of bottled waters

Flaširana voda	Tip vode	Dominantne makrokomponente	Specifični mikroelementi	Litološka sredina	pH	Ep (μ S/cm)
1		3	4	5	6	7
Minaqua Voda	I	HCO ₃ -Cl-Na	B, Ba, I, NH ₄	neogeni sedimenti	5,75	1974
Kopaonik	II	HCO ₃ -Na	B, Ba, Cs, Ge, F, Li	magmatske stene	7,5	1700
Voda Vrnjci	II	HCO ₃ -Na	Ba, Cs, Ge, F, K, Li, Rb, SiO ₂	metamorfne stene	6,4	1696
Bivoda	II	HCO ₃ -Na	B, Ba, Ge, K, Li, Rb, V, SiO ₂	magmatske stene	6,5	4560
Heba	II	HCO ₃ -Na	As, B, Ba, Be, Cs, Ge, F, K, Li, Rb, SiO ₂	magmatske stene	8,65	4460
Prolom voda	II	HCO ₃ -Na	Ga, V	magmatske stene (andeziti)	8,85	200
Dar voda	III	HCO ₃ -Na-Ca	Ba, Cs, Fe, Mn, F, K, Li, Rb	metamorfne stene	5,6	990
Duboka	IV	HCO ₃ -Ca-Na	Ba, V	karbonatne stene	6,9	1365
Voda Voda	IV	HCO ₃ -Ca-Na	Ba, Cs, Li, Ti, W,	karbonatne stene	7,5	623
Aqua Balkanika	V	HCO ₃ -Ca-Na-Mg	Ba, V	metamorfne stene	7,6	672
Jazak	VI	HCO ₃ -Ca-Mg		karbonatne stene	7,5	690
Eva	VI	HCO ₃ -Ca-Mg		karbonatne stene	7,8	340
Iva	VI	HCO ₃ -Ca-Mg		karbonatne stene	7,3	423
Tronoša	VI	HCO ₃ -Ca-Mg		karbonatne stene	7,45	630
Mivela	VII	HCO ₃ -Mg-Na	Cs, Li, SiO ₂	metamorfne stene	6,3	2510

Na području Vojvodine flašira se mineralna voda Minaqua. Povišeni sadržaji HCO_3 , Cl i Na, kao i B, I i NH_4 jona jasno ukazuju na značajan uticaj postojanja Panonskog mora (Petrović et al, 2010; Petrović et al, 2012).

Predstavnici HCO_3 -Na voda (II tip voda) su mineralizovane, ugljikisele vode, bogate mikroelementima, formirane u okviru magmatskih i metamorfih stena. U vodama je konstatovan povišen sadržaj Ba, Ge, K i Li, dok se često javljaju i B, Cs, F, Rb i SiO_2 . Nosioci minerala ovih elemenata su uglavnom magmatske stene (graniti, granodioriti, pegmatiti). U ovu grupu uvrštena je mineralna **Bivoda** koja je zahvaćena iz neogenih laporaca i peščara u okviru Bujanovačke kotline, a koja je formirana u središnjem delu Bujanovačkog granitoida i **Voda Kopaonik** koja se zahvata iz flišnih sedimenata, a formirana je u uslovima usporene vodozamene duž granitoidnih stena (Petrović et al, 2012). Uzorak vode **Heba** zahvaćen na isticanju u Bujanovačkoj banji, pored elemenata tipičnih sa granitoidne stene sadrži 58,6 $\mu\text{g/l}$ As i 3,3 $\mu\text{g/l}$ Be. As, uz povišen sadržaj Sb, je veoma čest u termalnim vodama i indikator hidrotermalno alterisanih zona (Banks et al, 2004). Be se akumulira u stenama iz poslednje faze magmatizma, posebno granitima i pegmatitima (Reimann and Birke, 2010). Voda **Vrnjci** se zahvata u okviru rasedne zone između serpentinita i paleozojskih škriljaca, međutim, tip vode kao i prisutni mikroelementi ukazuju na značajan uticaj granitoida na formiranje kvaliteta vode (Petrović et al, 2010). **Prolom voda** se razlikuje od ostalih HCO_3 -Na voda, prvenstveno po pH vrednosti i elektroprovodljivosti. Voda je zahvaćena u okviru andezita na dubini od 200m, gde je uspostavljena brza vodozamena. Na većim dubinama, gde se odvija dublja cirkulacija podzemnih voda i bogaćenje mineralima, očekuju se vode sa višom mineralizacijom (Petrović, 2010). Ga i V su retki elementi u podzemnim vodama. Od 884 analizirane flaširane voda najviše koncentracije Ga zabeležene su u vodi Velingrad (Bugarska), pa potom u Prolom vodi. Ga se javlja u alkalnim, oligomineralnim vodama poreklom iz granita, metamorfisanih silikatnih stena i andezita (Reimann and Birke, 2010). Vanadijum je element koji se tipično javlja u vodama vulkanskih oblasti.

Dar voda se takođe zahvata iz fliša u čijoj se podini nalaze magmatske i metamorfne stene. Povišen sadržaj Fe i Mn, je posledica raspadanja minerala magmatskih stena. Dok su F i CO_2 prineti duž razlomnih struktura Mn se često javlja prirodno u podzemnim vodama, naročito u anaerobnim ili nisko oksidacionim uslovima, u kojima dolazi i do redukcije Fe (III) do Fe (II). **Aqua Balkanika** je zahvaćena iz neogenih sedimenata ali sadrži slobodan CO_2 . Voda danas nije prisutna na tržištu.

Tipične karstne vode su **Eva, Jazak, Iva i Tronoša** (HCO_3 -Ca-Mg tip). Ove vode formiraju se u okviru krečnjačkih i dolomitskih stena, i ne sadrže povišen sadržaj pojedinih mikroelemenata. Iz krečnjaka se zahvataju i voda **Duboka i Voda Voda** (HCO_3 -Ca-Na tip) ali povišen sadržaj Na, temperatura oko 20°C , prisustvo mikrokomponeenti značajno ih razlikuje od tipičnih krečnjačkih voda. Na formiranje HCO_3 -Ca-Na tipa voda očigledan je značajan uticaj magmatskih stena. U Voda Voda konstatovano je prisustvo Tl i W. Tokom diferencijacije magme velike količine Tl jona obogaćuju fluide kasnih pegmatitskih i hidrotermalnih faza (Frattini, 2005), dok se W javlja u pegmatitima kao i u škriljcima i granitima.

HCO_3 -Mg-Na tip voda se retko javlja, odnosno vode sa dominantnim katjonom Mg. Redovno su sa povišenom mineralizacijom. Pojedine magnezijumske vode (Ferenc Jozsef-Mađarska, Zaječická Hořká-Češka, Donat-Slovenija) flaširaju se kao „medicinske vode“, odnosno odobrene su da se koriste kao lekovite vode, sa ograničavajućim dnevnim unosom. Visoke vrednosti Mg obično su u vezi sa dubokim strukturnim vodama ili ultramafičnim stenama (Reimann and Birke, 2010). Poreklo Mg u vodi **Mivela** vezuje se za serpentinite, serpentinisane peridotite, peridotite, dunite i gabro (Milenić i dr., 2006).

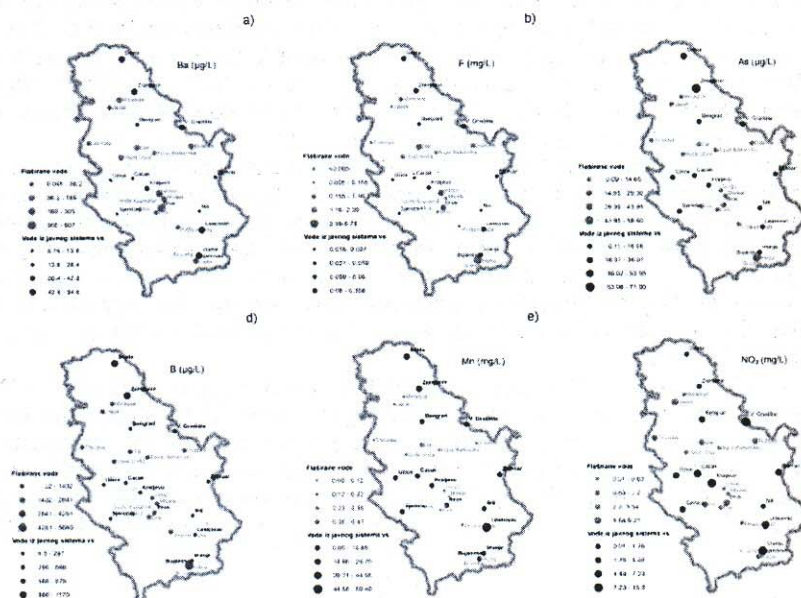
Vode iz javnih sistema vodosnabdevanja. Po sadržaju makrokomponenti većem od 20 meq%, izdvajaju se 10 tipova voda iz javnih sistema vodosnabdevanja (tabela 2). Za razliku od flaširanih ove vode su pretežno oligomineralne sa retkim prisustvom mikrokomponeenti. Izuzetak ovog zaključka predstavljaju vode iz javnih vodovodskih sistema u Vojvodini (Zrenjanin i Senta). Vode imaju povišenu elektroprovodljivost, odnosno povišen sadržaj Na i HCO_3 , prisustvo As (slika 1c), B (slika 1d) i I. Po svim tim vrednostima nalazi se na vrhu ispitivanih voda Evrope (579 uzoraka). Najveći problem predstavlja visok sadržaj As, koji se smatra kancerogenim i toksičnim. Kao i u flaširanoj vodi Minaqua, B i I se javljaju i u vodovodskim vodama na teritoriji Vojvodine, što dokazuje njihovo geološko poreklo.

Podzemne vode obezbeđuju 70% potrebe za vodom domaćinstava i industrije u Republici Srbiji, a na području Autonomne pokrajine Vojvodine ovo je isključivi način vodosnabdevanja. Grad Beograd snabdeva se podzemnom i površinskom vodom u odnosu 70:30. Izvorište podzemne vode je u priobalju Save. Površinskom vodom se snabdeva i Vranje (akumulacija Prvonek), Užice (Vrutci), zatim izgradnjom vodosistema Rzav omogućeno je snabdevanje Čačka, Arilja, Požege, Lučana i Gornjeg Milanovca. Zaječar koristi podzemne vode iz neogena, zatim aluviona Belog Timoka, sa dva karstna vrela i još dodatno je izgrađena brana na Grliškoj reci (Stevanović, 1991).

Tabela 2. Tipovi voda iz javnih sistema vodosnabdevanja
Table 2. Types of tap waters

Flaširana voda	Tip vode	Dominantne makrokomponente	Specifični mikroelementi	Litološka sredina	pH	Ep (mg/l)
1	2	3	4	5	6	7
Senta	I	HCO ₃ -Na	As, B, I	neogen	7,7	715
Zrenjanin	I	HCO ₃ -Na	As, B, I	neogen	7,56	928
Niš	II	HCO ₃ -Ca		karstna vrela	7,51	277,69
Brus	II	HCO ₃ -Ca		karstna vrela	7,56	129,29
Sjenica	II	HCO ₃ -Ca		karstna vrela	7,6	203,84
Zaječar	II	HCO ₃ -Ca		karstna vrela	7,59	365
Beograd	III	HCO ₃ -Ca-Mg		al+reka Sava	7,56	225,6
Vranje	IV	HCO ₃ -Ca-Na-Mg		pov.akumulacija	7,18	402,7
Kraljevo	V	HCO ₃ -Mg-Ca		aluvion Ibra	7,56	320,7
Leskovac	VI	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Na-Mg	Mn	Ng+povr.akum.	7,26	336
Čačak	VII	HCO ₃ -SO ₄ -Ca		vodosistem Rzav	7,48	181,25
Užice	VIII	HCO ₃ -SO ₄ -Mg-Ca	Ni	povr.akumul.	7,37	196,17
V. Gradište	IX	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg		aluvion Peka	7,4	451,2
Bujanovac	X	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Na-Mg		al. Bin. Morave	7,35	81,65

Vode sa teritorije uže Srbije su uglavnom zadovoljavajućeg kvaliteta. U odnosu na analizirane vode iz Evrope, u vodi iz Užica zabeležena je povišena koncentracija Ni (9,14 µg/L) što je i dalje ispod vrednosti propisane Pravilnicima (Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.list SRJ br. 42/98 i 44/99), EU Directive 1998/83/EC drinking water i World Health Organization), a u vodi Leskovca povišena koncentracija Mn 59,4 µg/L (slika 1e), što utiče na miris, ukus i izgled vode. Vrednosti NO₃ (slika 1f) su više u vodovodskim vodama koje koriste vode iz površinskih akumulacija (Vranje, Čačak) i vodama plitkih podzemnih vodozahvata (Leskovac, Kraljevo, V. Gradište), u odnosu na karstna vrela i vode dubljih vodozahvata. Takođe se i sulfati u vrednosti >20meq% pojavljuju u površinskim vodama (Užice, Čačak), vodama iz aluviona (Veliko Gradište, Bujanovac) i vodama iz neogena (Leskovac).



Slika 1. Prikaz sadržaja pojedinih elemenata u flaširanim vodama i vodama iz javnog sistema vodosnabdevanja

Figure 1. Graphical display of the contents of certain elements in bottled and tap waters

Zaključak

Raznovrsnost flaširanih voda na domaćem tržištu, počevši od vrednosti Ep, pH vrednosti, dominantnim makrokomponentama, prisustvu mikrokomponenta ukazuje na složenu geološku građu. Za pojedine mikroelemente veruje se da imaju pozitivno dejstvo na zdravlje ljudi, kao što su Cs, Li, Rb, Sr, Ge, I, Zn dok se negativno dejstvo prepisuju As, B, Tl. Flaširane mineralne, najčešće gazirane vode, se koriste kao osvežavajući napitak i doprinose nadoknadi minerala i mikroelemenata, koji su neophodni za normalno funkcionisanje organizma. Za razliku od njih, malomineralne, negazirane vode su adekvatna zamena za vodu iz javnih sistema vodosnabdevanja i mogu se konzumirati bez ograničenja. Sve flaširane vode podležu kontroli i odobrene su za upotrebu od strane nadležnih ministarstava. Vode iz javnog sistema vodosnabdevanja uže Srbije su zadovoljavajućeg kvaliteta, dok vode iz Sente i Zrenjanina, prvenstveno zbog visokog sadržaja As, B nisu preporučljive za piće.

Zahvalnost

Zahvaljujemo se radnoj grupi za Geohemiju u okviru EuroGeoSurveys za ukazanu priliku da učestvujemo u izradi projekta European Groundwater Geochemistry. Posebno se zahvaljujemo Manfredu Birke-u i zaposlenim u laboratoriji BGR u Berlinu za analitički rad.

Literatura

- BANKS D., MARKLAND H., SMITH P.V., MENDEZ C., RODRIGEZ J., HUERTA A., SAETHER O.M., 2004. *Distribution, salinity and pH dependence of elements in surface water of the catchment area of the Salars of Coipasa and Uzuni, Bolivian Altiplano*. J. Geochem. Explor. 84, 141-166.
- BIRKE M., REIMANN C., DEMETRIADES A., RAUCH A., LORENZ, H., HARAZIM B. AND GLATTE W. 2010: *Determination of major and trace elements in European bottled mineral water-analytical methods*. In *Mineral Waters of Europe*. Special Issue, J. Geochem. Explor. 107 (3) 217-226.
- FRATTINI P. 2005. *Thallium properties and behaviour - A Literature Study*, Geological Survey of Finland.
- MILENIĆ D., PAPIĆ P., IVANKOVIĆ B. (2006): *Application of hydrochemical coefficients in determining genesis of groundwater, on the example of thermomineral waters of "Mivela" Veluće, Centralna Srbija*, Proceedings from the Second Conference of Geologists in Bosnia and Herzegovina, Banja Vrućica
- MISUND A., FRENGSTAD B., SIEWERS U. AND REIMANN C. 1999. *Variation of 66 elements in European bottled mineral waters*. The Science of Total Environment 243/244 pp. 21-41
- PETROVIĆ T. 2010. *Termalne vode tercijarnih magmatita jugoistočne Srbije*. Magistarska teza, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, str. 100.
- PETROVIĆ T., ZLOKOLICA-MANDIĆ M., VELJKOVIĆ N., VIDOJEVIĆ N. 2010. *Hydrogeological Conditions for the Forming and Quality of Mineral Waters in Serbia*, Journal of Geochemical Exploration 107, pp. 373-381
- PETROVIĆ T., ZLOKOLICA-MANDIĆ M., VELJKOVIĆ N., PAPIĆ P., POZNANOVIĆ M., STOJKOVIĆ J., MAGAZINOVIĆ, S. 2012. *Makro i mikroelementi u flaširanim vodama i vodama iz javnih vodovoda u Srbiji*, Hem. Ind. 66(1) 107-122
- RAIMANN C., BIRKE M. 2010. *Geochemistry of European Bottled Water*, Borntraeger Science Publisher, Stuttgart
- STEVANOVIĆ Z. 1991. *Hidrogeologija karsta Karpato-balkanida istočne Srbije i mogućnosti vodosnabdevanja*. Monografija. Institut za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
- www.mineralwater.rs od 10.02.2012.
- <http://www.gfk.rs>

**GENERALNI
SPONZOR**



**INSTITUT ZA VODOPRIVREDU
"JAROSLAV ČERNI"**

POKROVITELJ



OPŠTINA ČAJETINA

SPONZORI

SIEMENS

SIEMENS d.o.o.



REHAU d.o.o.



GRAD ČAČAK

DONATORI

Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet

„BeoGeoAqua“ d.o.o.

„HidroGeoEko Inženjering“ d.o.o.

„Geo ing system“ d.o.o.

„Hidro-geo rad“ d.o.o.

„Geco-inženjering“ d.o.o.

Republički zavod za geološka istraživanja, Republika Srpska

„Zlatibor voda“

„Mašinoprojekt KOPRING“ a.d.