PRISUTNOST METALA U PODZEMNIM VODAMA SEMBERIJE U PERIODU OD 2004. DO 2008. GODINE

Dragana Đokić Vasić, Aleksandar Elez
D. O. O. Institut za vode, Miloša Obilića 51, Bijeljina
Tel:+387 55 211 575, Fax:+387 55 211 574
djokic@institutzavode.com, info@institutzavode.com

Sažetak
Praćenje kvaliteta podzemnih voda, prvog vodonosnog sloja dubine do 12m, na teritoriji Semberije je sprovedeno u periodu od 2004. do 2008. godine. Ispitivanje kvaliteta voda je vršio Institut za vode iz Bijeljine. U tom periodu je, pored opštih fizičko-hemijskih parametara kvaliteta, vršena analiza metala na dvadeset profila na teritoriji Semberije. Svake godine je ispitivanje vršeno u dva ciklusa- proljeće i jesen/zima. Cilj tih ispitivanja bilo je praćenje koncentracije sljedećih metala: gvožđe, mangan, bakar, hrom, cink, nikl, kadmijum, arsen i živa.
Ključne riječi: podzemne vode, metali

Abstract
Monitoring of groundwater quality in the Semberija area is conducted in the period from 2004 to 2008. Water quality testing was done by Institute for water from Bijeljina. During that period, besides general physical and chemical quality parameters, analysis of metals have been performed on twenty profiles in the Semberija area. The tests were done in spring and autum/winter cycles every year. The aim of the tests was to observe concentrations of the following metals: iron, manganese, copper, chromium, zinc, nickel, cadmium, arsenic and mercury.
Key words: groundwater, metals

1. UVOD

Podzemne vode, koje su jedan od učesnika kruženja vode u prirodi, imaju posebno značajnu ulogu kao izvori vodosnabdijevanja naselja. Pojavile su se zajedno sa obrazovanjem litosfere, atmosfere i površinske hidrosfere. Atmosferske vode dospjele na površinu Zemlje postepeno su pronicale kroz sloj zemlje i minerala i stizale do vodootpornog sloja gline. Podzemni slojevi zasićeni vodom nazvani su vodonosnim. Podzemne vode se dijele na gornje ili plitke vode (one ispod same površine), na vode nad vodonepropustljivim slojevima i arteske vode. U gornje vode spadaju one vode koje se nalaze u sloju najbližem površini, u zoni aeracije. Njihov sastav se naglo mijenja i najpodložnije su zagađenju [3].
Vode se pri dubljem poniranju skupljaju nad vodonepropustljivim slojevima. Pri filtraciji kroz sloj zemlje snižava se sadržaj koji daje boju i smanjuje sadržaj mikroorganizama, dok sadržaj rastvorenih soli raste. Ove vode se koriste za vodosnabdijevanje ruralnih sredina (bunari).
Arteske vode su vode koje se nalaze pod pritiskom između dva vodonepropustljiva sloja. Kako se obrazuju u različitim uslovima, po sastavu su veoma različite. Ove vode su najpovoljniji izvori vode za piće, jer ne zahtijevaju prečišćavanje.
Podzemne vode čine preko 90% izvora svježe vode u svijetu, a oko 50% populacije koristi podzemnu vodu kao primarni izvor vode za piće [1]. Specifičnost zagađivanja podzemnih voda je u tome što ovaj proces nije izolovan i lokalan već je uslovljen zagađenjem drugih elemenata životne sredine – atmosfere, površinskih voda i zemljišta, koji se javljaju kao sekundarni izvori

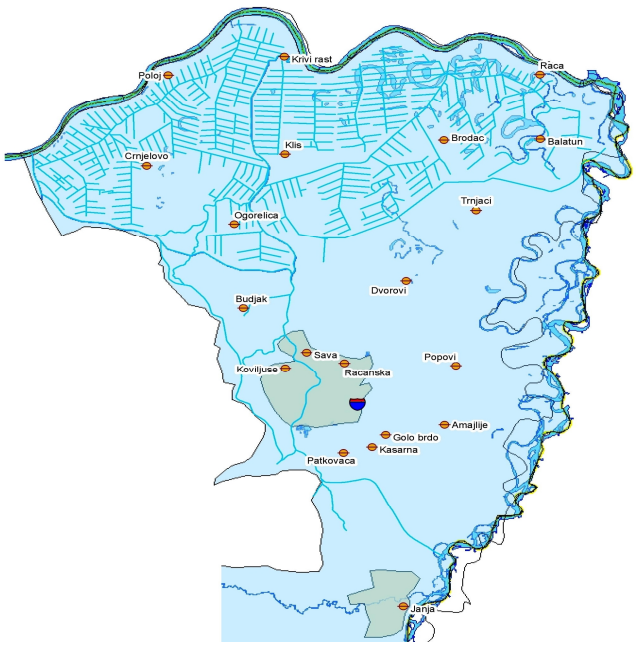
zagađivanja. Zagađivanje podzemnih voda zavisi, sa jedne strane, od opterećenja životne sredine zagađujućim materijama antropogenog porijekla, a s druge strane od prirodno geološko – hidroloških uslova.
Zbog velikog značaja podzemnih voda kao potencijalnog izvora pitke vode, neophodno je uspostaviti redovnu kontrolu njihovog kvaliteta [3].

2. NAČIN I METODE ISPITIVANJA

Za ocjenu stanja kvaliteta podzemnih voda primjenjeni su propisi iz Uredbe o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka (Službeni glasnik Republike Srpske br. 42 od 31.08.2001,član 14., tabela3 i član 17.).
Programom radova za praćenje stanja kvaliteta podzemnih voda, prvog vodonosnog sloja dubine do 12m, u okviru analize metala, predviđena su ispitivanja gvožđa, mangana, bakra, hroma, cinka, nikla, kadmijuma, arsena i žive na svim lokalitetima.
Analiza metala je vršena atomskom apsorpcionom spektrofometrijum. Gvožđe, mangan, cink i bakar su analizirani plamenom tehnikom, dok su hrom, nikl, kadmijum i arsen analizirani tehnikom elektrotermalne atomizacije. Živa je analizirana na instumentu Leco AMA 254-Advanced Mercury Analyser.

2.1.OPIS LOKALITETA

Na dvadeset profila, koji se nalaze na teritoriji Semberije, uzorkovanja i ispitivanja za definisane metale su vršena dva puta godišnje u periodu od 2004. do 2008. godine. Vršena su i geodetska snimanja lokaliteta na području Semberije.
Lista lokaliteta prikazana je na slici 1 [3].



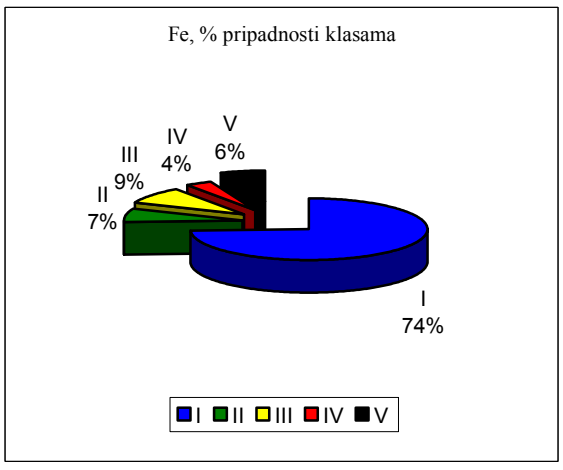
Slika 1. Prostorni raspored pijezometara za kontrolu kvaliteta podzemnih voda na teritoriji Semberije

2.2. REZULTATI ISPITIVANJA

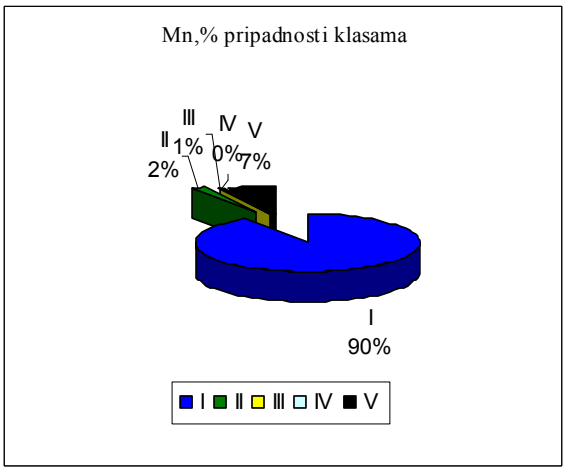
Praćenje koncentracija metala u podzemnim vodama, prvog vodonosnog sloja dubine do 12m, na teritoriji Semberije pokazuje da se koncentracije arsena i žive nalaze u okviru vrijednosti koje su propisane za prvu klasu, dok se vrijednosti ostalih analiziranih metala u određenom broju

ispitivanja prelaze propisane vrijednosti za prvu i drugu klasu (prema *tabeli 3.*, Uredbe o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka Službeni glasnik RS broj 42 od 31.08.2001. godine). Vrijednosti koncentracija za **arsen i živu** na svim ispitivanim profilima zadovoljavaju vrijednosti propisane za prvu klasu vodotoka. Arsen je toksičan element koji izaziva oboljenja kože, jezika, jetre, srca i bubrega. Arsen može dospjeti u podzemne vode kao posljedica prirodnih erozionih procesa od jalovišta rudnika, deponije otpadaka farmaceutske industrije, industrije boja i pesticida [2]. Prirodan izvor **žive** u u životnoj sredini je prirodno isparavanje iz zemljine kore. Živa je kumulativni otrov, tako da male količine apsorbovane u dužem vremenskom periodu dovode do ozbiljnih medicinskih problema [2]. **Gvožđe** je uobičajen metal u zemljinoj kori. Javlja se u obliku oksida, karbonata, silikata, hlorida, sulfata i sulfida. Soli gvožđa su visoko rastvorne u vodi, ali gvožđe (II) se lako oksiduje do gvožđa (III), koje gradi nerastvorni hidroksid koji flokuliše i taloži se. Ispiranje soli gvožđa i industrijski otpad može biti izvor zagađenja gvožđem. Gvožđe je esencijalni element, neophodan kako za biljni tako i za životinjski svijet. U sistemima za vodosnabdijevanje sa podzemnom vodom prisustvo gvožđa je najčešće posljedica korozije cijevi i distributivnog sistema. Takođe, visok sadržaj gvožđa može se desiti usljed frekvencije povišenog nivoa gvožđa u zemljinom sloju koji hrani akvifer [2]. Činjenica da je prekoračena dozvoljena količina Fe u vodi nema direktnog uticaja na zdravlje konzumenta, mada u povećanim koncentracijama može dovesti do taloženja u organizmu (depoi Fe), a tada već može, u dugotrajnom taloženju imati i negativan - kancerogeni uticaj na zdravlje ljudi. Sprovedena ispitivanja gvožđa pokazuju da su, vrijednosti propisane za prvu i drugu klasu, prekoračene u 18.7% slučajeva. Najveća koncentracija gvožđa je iznosila 6.78 g/m^3 i izmjerena je u Popovima, pri mjerenju obavljenom u avgustu 2004. godine. Na slici 2 prikazani su procenti pripadnosti propisanim klasama za gvožđe.

Mangan je jedan od najčešćih metala u zemljinoj kori i najčešće se nalazi zajedno sa gvožđem. Nalazi se u mineralima u obliku oksida, silikata i karbonata. Mangan je esencijalni element za ljude i životinje. Glavni put unošenja mangana u organizam je inhalacijom, zatim hranom i mnogo rijeđe vodom za piće. Štetni efekti se javljaju i kod nedostatka i kod prevelikog unosa [2]. U najvećem broju ispitanih uzoraka koncentracije mangana zadovoljavaju vrijednosti koje su propisane za prvu i drugu klasu(92.4%). Najveća koncentracija mangana je iznosila 0.87g/m^3 i izmjerena je u Obarskoj lokalitet Budžak, pri mjerenju obavljenom u martu 2008. godine. Na slici 3. prikazani su procenti pripadnosti propisanim klasama za mangan.



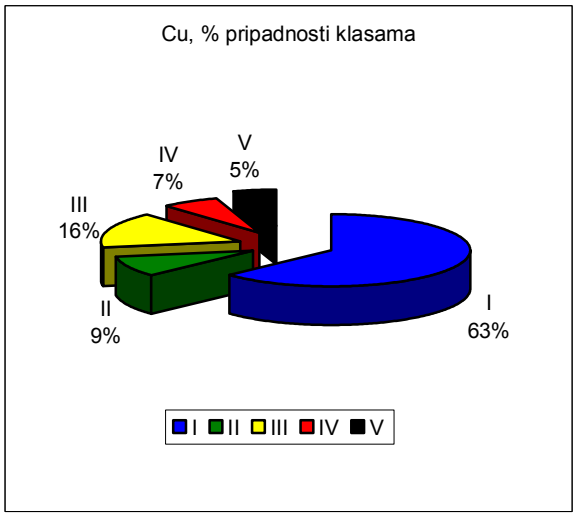
Slika 2. Procenat pripadnosti propisanim klasama za Fe



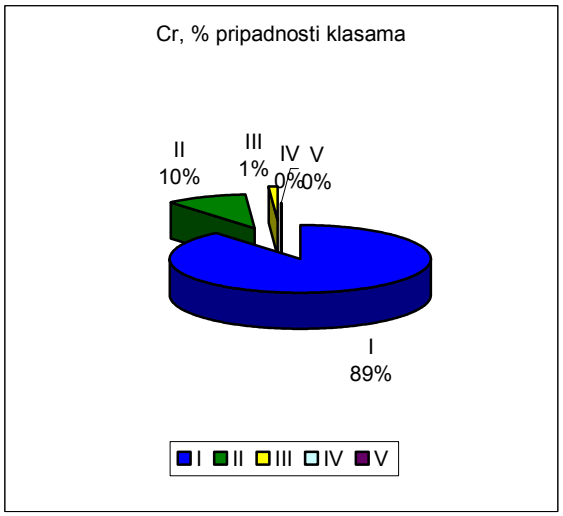
Slika 3. Procenat pripadnosti propisanim klasama za Mn

Bakar je veoma rasprostranjen u zemljinoj kori u obliku sulfida, oksida, karbonata i rijeđe kao metal. Koristi se za cijevi, slavine, fitinge, za izradu legura, prevlaka, kućno posuđe, elektro industriju, novac i dr. Bakar je esencijalan element za ljude pošto je potreban za mnoge enzimske reakcije. Nije kumulativan otrov. Doze do 100mg unijete oralno izazivaju simptome gastroenteritisa sa mučninom. Doze manje od 30mg, unošene čak i više dana, ne izazivaju trovanje. U podzemnoj vodi bakar može poticati iz industrijskih izvora i uslijed korozije bronzanih i bakarnih cijevi [2]. Ispitivanja pokazuju da su, na teritoriji Semberije, vrijednosti bakra takve da u 72% ispitivanja zadovoljavaju vrijednosti koje su propisane za prvu i drugu klasu. Najveća koncentracija je iznosila 0.46 g/m^3 i izmjerena je u Obarskoj lokalitet Budžak, pri mjerenju obavljenom u martu 2008. godine. Na slici 4. prikazani su procenti pripadnosti propisanim klasama za bakar.

Hrom je široko rasprostranjen u zemljinoj kori. Koristi se za hromiranje, u legurama čelika, u legurama sa niklom, bakrom, manganom i drugim metalima, kao korozioni inhibitor u tekstilnoj, fotografskoj i industriji stakla. Najvažnija jedinjenja su hromati kalijuma i natrijuma, dihromati i olovo hromat. Trovalentni hrom je uglavnom stabilan, osim u hlorisanoj vodi, dok se šestovalentni brzo redukuje organskim materijama. Trovalentni hrom je nutritivno esencijalan, dok je šestovalentni veoma toksičan. U podzemnim vodama ga ima jer je prisutan u zemljnoj kori [2]. Sprovedena ispitivanja pokazuju da se vrijednosti bakra u 99% slučajeva nalaze u okvru propisanih za prvu i drugu klasu. Najveća koncentracija je iznosila 15.3mg/m^3 u Patkovači i izmjenerna je u decembru 2005. godine. Na slici 5. prikazani su procenti pripadnosti propisanim klasama za hrom.



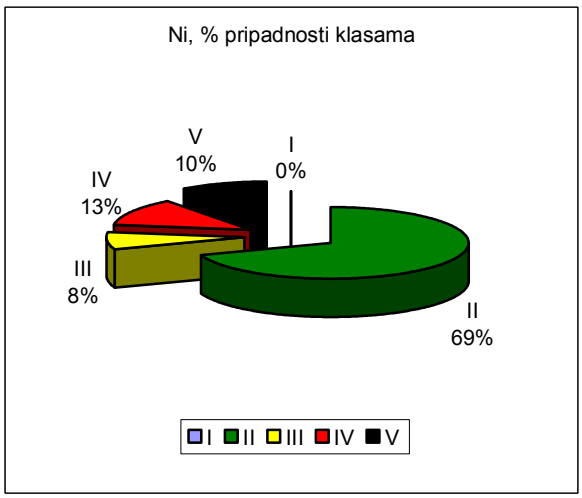
Slika 4. Procenat pripadnosti propisanim klasama za Cu



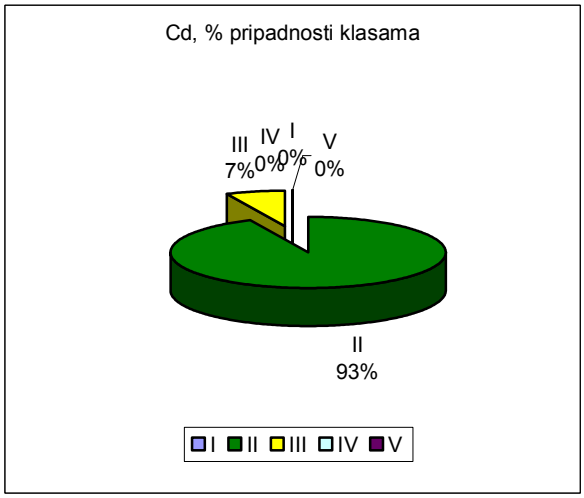
Slika 5. Procenat pripadnosti propisanim klasama za Cr

Nikl je čvrst, srebrnasto-bijeli, rastegljiv metal sa širokom primjenom u dobijanju legura i prevlačenju metala zbog svoje otpornosti na oksidaciju. Nikl i njegova jedinjenja su slabo toksični, osim karbonila nikla kada se inhalira. Ne nalazi se uobičajeno u prirodi u elementarnom stanju, već u obliku sulfida, arsenida, antimonida, oksida i silikata. Soli nikla su vodorastvorne, kao i većina njegovih jedinjenja [2]. Sprovedena ispitivanja podzemnih voda su pokazala da se koncentracije nikla u 30.5% ispitivanja nalaze u okviru vrijednsoti koje zadovoljavaju treću, četvrtu i petu klasu. Najveća vrijednost nikla je iznosila 16.0 mg/m^3 i izmjerena je u Popovima pri mjerenju izvršenom u decembru 2005. godine. Na slici 6. prikazani su procenti pripadnosti propisanim klasama za nikl.

Kadmijum se u prirodi javlja u rudama cinka, bakra i olova. U elementarnom obliku kadmijum nije rastvoran u vodi, dok su hloridi, nitrati i sulfati rastvorni. Na visokoj pH vrijednosti se taloži, jer su karbonat i hidroksid nerastvorni. Koristi se u u elektroindustriji, u mnogim vrstama sredstava za pranje, baterijama, televizorima i kao žuti pigment. Takođe se koristi u keramici, fotografiji, insekticidima, u industriji plastike i čelika i kao legura sa bakrom, olovom, srebrom, aluminijumom i niklom. Pošto se nalazi u niskoj koncentraciji u stijenama, uglju i nafti, češće se prirodno nalazi u podzemnoj vodi nego u površinskoj. U izvorišta vode može da dospije uslijed rudarenja, industrijskih operacija i ocjednih voda sa deponija [2]. U toku ispitivanja podzemnih voda je utvrđeno da se vrijednosti kadmijuma , na svim lokalitetima, nalaze u okviru granica propisanih za drugu i treću klasu. Najveća vrijednost kadmijuma je iznosila 1.43 mg/m^3 i izmjerena je u Batkoviću-profil Klis pri mjerenju izvršenom u maju 2006. godine. Na slici 7. prikazani su procenti pripadnosti propisanim klasama za kadmijum.



Slika 6. Procenat pripadnosti propisanim klasama za Ni



Slika 7. Procenat pripadnosti propisanim klasama za Cd

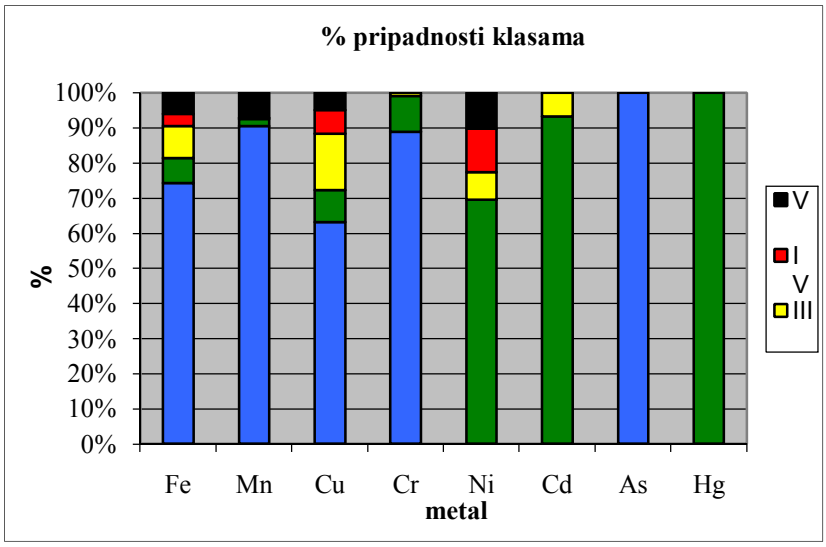
Na osnovu sprovedenih ispitivanja metala u podzemnim vodama, prvog vodonosnog sloja dubine do 12m, na teritoriji Semberije može se donijeti zaključak da se vrijednosti metala na većini ispitanih lokaliteta nalaze u okviru granica, Uredbom o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka (Službeni glasnik Republike Srpske br. 42 od 31.08.2001,član 14., tabela3; član 17.), propisanih za prvu i drugu klasu. Podzemne i površinske vode koje su svrstane u prvu klasu se u svom prirodnom stanju ili poslije dezinfekcije mogu koristiti za piće ili u prehrambenoj industriji, dok se vode svrstane u drugu klasu poslije određenog tretmana mogu koristiti za piće [4]. Od vrijednosti propisanih za prvu i drugu klasu, odstupaju pojedini metali, ali u manjem broju ispitivanih slučajeva.

Posledice prisustva metala u vodi variraju od blagotvornog do štetenog ili toksičnog dejstva. Neki metali su esencijalni kao npr.kalcijum, magnezijum, dok drugi mogu nepovoljno da djeluju na konzumente vode, sisteme za preradu otpadne vode i recipijente. Dokazano je da su olovo, živa i arsen snažni polutanti i otrovi. Neki metali mogu da pokazuju i toksično i blagotvorno dejstvo u zavisnosti od koncentracije. Simptomi trovanja su zajednički za skoro sve metale: groznica od para zagrijanog metala. Izlaganje svježe nastalim oksidima cinka ili mnogih drugih metala dovodi do nastanka polimialgije (opšti bol mišića), groznice, drhtavice, glavobolje, gađenja, povraćanja i slabosti. Arsen, kadmijum, barijum, i hrom su potencijalni kancerogeni, dok je za živu i selen dokazano da su toksični. Metalna jedinjenja mogu biti rastvorna u vodi ili

se mogu skupiti u suspendovanom materijalu uzorka. Po načinu određivanja, metalna jedinjenja se dijele na sljedeće grupe:

- Rastvoreni metali (prolaze kroz filter)-to su metali koji u nezakišeljenom uzorku prolaze kroz 0.45µm membranski filter
- Suspendovani metali- metali iz nezakišeljenog uzorka koji se zadržavaju na 0.45µm membranskom filteru
- Ukupni metali-koncentracija metala određena u nefiltriranom uzorku nakon snažne digestije ili suma koncentracija dvije gore navedene frakcije [1].

Radi bolje iliustracije gore navedenog, data je slika broj 8 na kojoj je prikazana Ocjena kvaliteta vode prema ispitivanim metalima.



Slika 8. Ocjena kvaliteta vode prema ispitivanim metalima, Službeni glasnik RS, br 42 od 31.08.2001.

3. ZAKLJUČAK

Na dvadeset profila podzemne vode koji se nalaze na teritoriji Semberije, uzorkovanja i ispitivanja za definisane metale su vršena dva puta godišnje u periodu od 2004. do 2008. godine. Programom radova za praćenje stanja kvaliteta podzemnih voda, prvog vodonosnog sloja dubine do 12m, u okviru analize metala, predviđena su ispitivanja gvožđa, mangana, bakra, hroma, cinka, nikla, kadmijuma, arsena i žive na svim lokalitetima. Za ocjenu stanja kvaliteta podzemnih voda primjenjeni su propisi iz Uredbe o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka (Službeni glasnik Republike Srpske br. 42 od 31.08.2001,član 17., tabela 3.).
Na osnovu sprovedenih ispitivanja metala u podzemnim vodama Semberije može se donijeti zaključak da se vrijednosti metala na većini ispitanih lokaliteta nalaze u okviru granica, Uredbom o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka (Službeni glasnik Republike Srpske br. 42 od 31.08.2001,član 17., tabela 3.), propisanih za prvu i drugu klasu. Podzemne i površinske vode koje su svrstane u prvu klasu se u svom prirodnom stanju ili poslije dezinfekcije mogu koristiti za piće ili u prehrambenoj industriji, dok se vode svrstane u drugu klasu poslije određenog tretmana mogu koristiti za piće. Od vrijednosti propisanih za prvu i drugu klasu, odstupaju pojedini metali, ali u manjem broju ispitivanih slučajeva.

LITERATURA

[1.] Božo Dalmacija; Kontrola kvaliteta voda u okviru upravljanja kvalitetom, Prirodno-matematički fakultet Novi Sad, 2000.
[2.] Božo Dalmacija, Jasmina Agbaba; Kontrola kvaliteta vode za piće, Prirodno- matematički fakultet Novi Sad, 2006.
[3.] Monitoring stanja kvaliteta podzemnih voda, izvještaji za 2004, 2005., 2006, 2007 i 2008. godinu
[4.] Službeni glasnik Republike Srpske, br.42/01, Uredba o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka