MIKROBIOLOŠKI (BAKTERIOLOŠKI) ASPEKT KONTROLE KVALITETA PODZEMNIH VODA U REPUBLICI SRPSKOJ, ISTRAŽIVANJA 2004-2010

Irena Zarić, Predrag Mitrović
Institut za vode d.o.o.
Miloša Obilića 51, 76 300 Bijeljina, Republika Srpska,BiH
+387/55/211-575
zaric@institutzavode.com; mitrovic@institutzavode.com

Rezime

Nagli porast broja stanovništva u svetu u poslednjih nekoliko decenija, udvostručio je potrošnju vode i stvorio problem pitke vode. Takođe, industrijalizacija, urbanizacija i napredak u tehnologiji rezultiraju velikom iskorišćenju i kontaminaciji podzemne vode.

Od vitalnog je značja pratiti stanje podzemnih voda kroz sistem monitoring mera. Monitoring podemnih voda u Republici Srpskoj intenzivno je vršen u period od 2004 do 2008 na ukupno 32 lokaliteta. U 2010. urađeno je nazvisno ispitivanje stanja kvaliteta individualnih bunara seoskih domaćinstava u Opštinama Bijeljina i Ugljevik. U radu su prikazani rezultati ispitivanja podzemnih voda kada su mikrobiološki (bakteriološki) parametri kvaliteta u pitanju.

Ključne reči: Kontrola kvaliteta, mikrobiologija, podzemne vode.

Abstract

The rapid population growth in the world in recent decades, doubled the water consumption and created a problem of drinking water. Also, industrialization, urbanization and advances in technology result in high use and contamination of groundwater.
It is vital to monitor the status of groundwater through a system of monitoring measures. Monitoring of undergroundwater in the Republic of Serpska intensively performed during the period from 2004 to 2008 at a total of 32 sites. In 2010, quality testing of individual wells in rural households in the municipalities of Bijeljina and Ugljevik was conducted. This paper presents the results of groundwater in terms of the microbiological (bacteriological) quality parameters.
Key words: quality control, microbiology, groundwater.

1. UVOD

Bakterije slatkovodnih ekosistema su raznovrsna grupa prokariotskih organizama koja je morfološki, fiziološki i ekološki vrlo promenljiva. Bakterije su standardno grupisane u nekoliko grupa, npr. prema obliku ćelije, sposobnosti formiranja spora, da li sanaerobi ili aerobi, Gram pozitivne ili Gram negativne. Neke od ovih grupa su uniformne i jasno definisane, dok su druge veoma heterogene. Širok spektar fenotispkih karakterisitika koje doprinose diverzitetu rezultat je pre svega velike genetske raznovrsnosti. Bakterije su široko rasprostranjene u svim slatkovodnm habitatima, npr. plavna područja, tresetišta, sumporna izvorišta, jezera, reke, podzemne vode [13].
Prisustvo bakterijskih vrsta u vodi, koje nisu dio autohtone zajednice indikator je organskog i fekalnog zagađenja u svim tipovima vodenih ekosistema. U prirodi voda nikad nije čista (destilovana).Uvijek sadrži mikroorganizme, rastvorene gasove, neorganske soli/jone i organske

materije. Prolaskom vode kroz tlo, filtracijom kroz aquifer mijenja se njen sastav u dodiru s rastvorljivim materijalima. Na taj način i bakterijski organizmi dospevaju u podzemno vodno tijelo. Izvori kontaminacije - zagađenja podzemnih voda su: septičke jame, deponije, poljoprivredna aktivnost, industrijski tečni otpad, injektiranje opasnog tečnog otpada u podzemne vode, soli za posipanja puteva, saobraćajne nezgode, industrijske nezgode, naftovodi, atmosferski padavine... Najbrojniji ali ne i najopasniji izvor zagađenja podzemnih voda su septičke jame u područjima bez kanalizacije. Direktno ili indirektno (sa zadrškom) zagađenje ulazi u podzemne tokove. Može uticati samo na plitke aquifere jer dolazi do filtracije i biološke degradaciju u tlu. U podzemne tokove iz septičkih jama dolaze: bakterije, virusi, mikroorganizmi s kože, iz digestivnog trakta, respiratornog sistema, razni rastvarači i dezinficijensi, metali (Fe, Pb, Sn, Cu, Mn, Zn, Hg), medikamenti, organska jedinjenja iz ljudskog otpada [12].

Obzirom na osjetljivost i značaj, nepohodno je uspostaviti program monitoring mera koje će imati za cilj pre svega zaštitu i očuvanje kvaliteta podzemnih voda.

Do 1992. godine monitoring podzemnih voda bio je u nadležnosti Republičkog Hidrometeorloškog zavoda BiH. Tek 2004. Agencija za vode oblasnog riječnog sliva Save ponovo pokreće program, koji je trajao do 2008. Ispitivano je 32 lokaliteta u Opštinama Bijeljina, Modriča i Šamac. U nezavisnom istraživanju kvaliteta individualnih bunara u seoskim domaćinstvima Opština Bijeljina i Ugljevik u 2010. koji je sprovela laboratorija Instituta za vode, d.o.o Bijeljina, analizirano je ukupno 52 lokaliteta [9].

2. ISTRAŽIVANO PODRUČJE

Na dvadeset profila, koji se nalaze na teritoriji Semberije, uzorkovanja i ispitivanja za definisanje mikrobioloških (bakterioloških) karakterisitka vršena su dva puta godišnje u periodu od 2004. do 2008. godine. Vršena su i geodetska snimanja lokaliteta na području Semberije (tabela 1). Lista ispitivanih lokaliteta na teritoriji Opština Modriča i Šamac data je u tabeli 2. Sva potrebna mjerenja na terenu i analize u laboratoriji urađena su od strane Instituta za vode, d.o.o, Bijeljina, prema programu Agencije.

Tabela 1 Ispitivani lokaliteti na teritoriji Opštine Bijeljina

Opština Bijeljina			
Naziv loklaiteta	Nadmor. visina	X koordinata	Y koordinata
Janja	105,64	6.599.749,68	4.947.202,25
Patkovaca	96,17	6.597.321,76	4.954.589,82
Loznička ulica	95,60	6.598.489,99	4.954.859,84
Golo brdo	93,79	6.599.031,86	4.955.447,33
Amajlije	94,26	6.601.425,72	4.955.940,56
Popovi	89,08	6.601.890,30	4.958.802,50
Bijeljina-Racanska ulica	88,47	6.597.363,38	4.958.911,34
Bijlejina-Koviljusa	86,33	6.594.955,18	4.958.678,98
Velika Obarska-Budžak	87,88	6.593.266,28	4.961.580,57
Dvorovi	91,43	6.599.871,74	4.962.892,55
V. Obarska-Ogorelica	85,57	6.592.892,06	4.965.655,26
Trnjaci	81,52	6.602.702,71	4.966.311,41
Crnjelovo	85,16	6.589.334,57	4.968.458,69
Batković-Klis	81,50	6.594.948,90	4.969.024,14
Donji Brodac	81,31	6.601.400,31	4.969.703,06
Balatun	81,48	6.605.308,66	4.969.748,56
Poloj	80,08	6.590.212,56	4.972.852,26
Krivi Rast	80,19	6.594.924,43	4.973.747,69
Raca	78,43	6.605.297,62	4.972.883,92
Bijeljina - Fabrika"Sava"	83,12	6.595.831,60	4.959.444,89

Program monitoringa u periodu 2004 do 2008.godina, podrazumijevao je ispitivanje 4 standardna mikorbiološka (bakteriološka) parametara koji se koriste u kategorizaciji i klasifikaciji površinskih vodotoka. [9] U 2010. istraživanje je obuhvatilo 52 lokaliteta na teritoriji Opština Bijeljina i Ugljevik, kada je urađen set parametara prema kojima se ispituju sirove neprečišćene podzemne vode [11].

Tabela 2 ***Ispitivani lokaliteti na teritoriji Opština Modriča i Šamac***

Opština Modriča	Opština Šamac
Naziv loklaiteta	Naziv loklaiteta
Modriča (Raskršće)	Šamac - Crkvina
Modriča (Garevac - leva strana)	Šamac - V. Karadžić
Modriča (Garevac - desna strana)	Šamac - Zasavica
Modriča (Miloševac - desna strana)	Šamac - Jasenik
Modriča - vodovod	Šamac - PS-1
Modriča (Miloševac-leva strana)	Šamac - Duga
Modriča (Srpska varoš)	

3. MATERIJAL I METODE RADA

Uzorkovanje za potrebe mikrobiološke analize kvaliteta vode urađeno prema zahtjevima BAS ISO 19 458:2006, [1,2,3] istovremeno sa uzorkovanjem za potrebe fizičko-hemijskih istraživanja. Uzorci su transportovani u portabl frižiderima do laboratorije i do analize čuvani na temperaturi do $+4^0$C, prema zahtjevima standarda i metoda analiza [4,5,6,7,8,10]. Od mikrobiolških (bakterioloških) parametara određivani su:

- ukupan broj aerobnih organotrofa cfu/ml, inkubacija na temperaturi od (22±2)^{o}C u toku (68±4)h,SPA,
- ukupan broj aerobnih mezofila, inkubacija na temperaturi (36±2)^{o}C u toku (44±4)h, na standardnoj podlozi prema zahtevima metode, cfu/ml
- ukupan broj koliformnih bakterija određen kao MPN/100 ml na 37^0C/48h,
- ukupan broj termotolerantnih bakterija određen kao MPN/100ml, 44^0C/24h,
- ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porijekla određen kao MPN/100ml,
- određivanje prisustva i brojnosti fekalnih streptokoka, MF, cfu/100ml,
- određivanje prisustva i brojnosti *Pseudomonas aeruginosa* vrste, metoda membran filtracije, cfu/100ml,
- Određivanje prisustva i brojnosti sulfitoredukujućih klostridija, metoda membran filtracije, cfu/100ml,
- Prisustvo/odsustvo *Proteus* vrsta, iz kolimetrije,

Analitička kontrola kvaliteta rezultata ispitvanja sprovedena kroz sistem interne i eksterne kontrole prema zahtjevima ISO 17 025. Interna kontrola uključuje dnevne, nedeljne i mjesečne provere kvaliteta podloga, reagenasa, uslova u kojima se obavljaju analize i proveru rada analitičara (blank, dupli-ponovljeni uzorak i kontaminirani uzorak (upotreba ATCC sojeva[40]). Eksterna kontrola sprovedena prema PT šemi LGC Aquacheck, QWAS, United Kingdom. Tumačenje rezultata prema Uredbi i Pravilniku. (Uredba o klasifikaciji voda i kategorizaciji

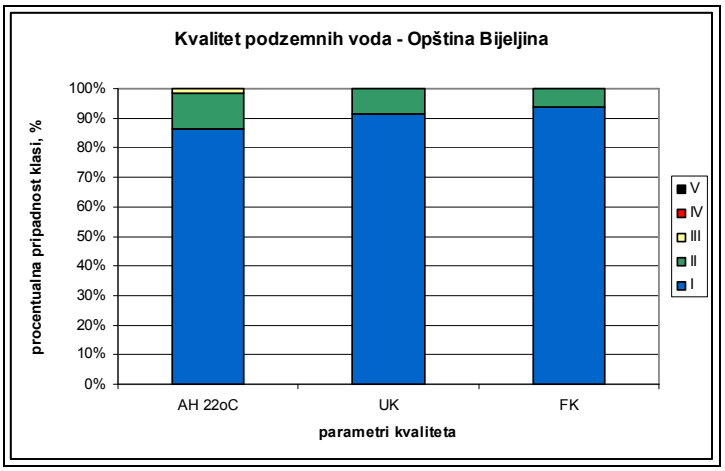
[40] *American Type Culture Collection (ATCC-LGC Standards Partnership) http://www.lgcstandards-atcc.org*

vodotoka, Službeni glasnik Republike Srpske, br.42/01 i Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, Službeni glasnik Republike Srpske br. 40/03, lista I) [9].

4. REZULTATI RADA

4.1 Opština Bijeljina

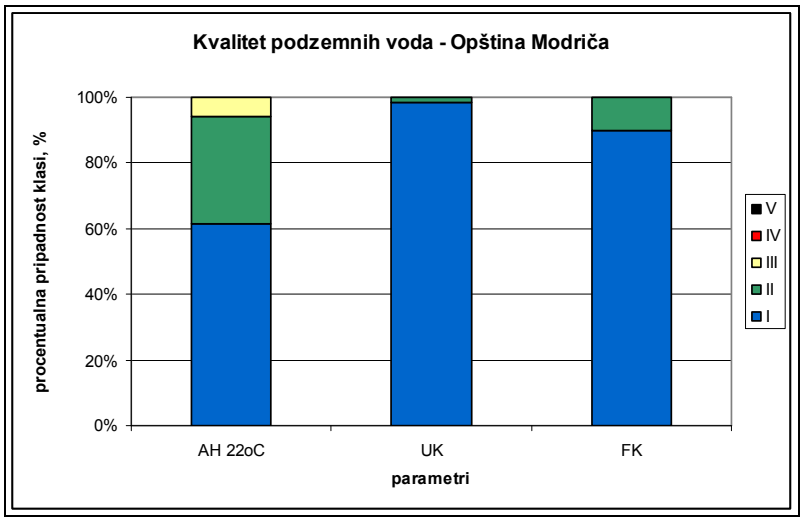
U već pomenutom period od 2004. do 2008.godine kada je funkcionisao monitoring podzemnih voda na teritoriji Opštine Bijeljina, ukupno je urađeno 588 mjerenja za potrebe mikrobioloških (bakterioloških) ispitivanja.
Analizom rezultata za ukupan broj aerobnih heterotrofa, 22°C, indikatora organskog zagađenja, 169 (86.2%) mjerenja pripada I klasi, 24 (12.2%) II i 3 mjerenja imamo u III kategoriji kvaliteta. Brojnost ove grupe bakterija kretala se od 4 do 11 000 cfu/ml uzorka u zavisnosti od godine i perioda istaživanja.
Kada su pokazatelji fekalne kontaminacije u pitanju – ukupan broj koliformnih bakterija, MPN/100ml – 179 mjerenja (91.3%) I klasa i 17(8.7%) mjerenja u II klasi boniteta. Ukupan broj fekalnih koliforma, MPN/100ml – 184 mjerenja(93.8%) I klasa kvaliteta i 12 (6.12%) II kategorija. (slika 2). Od 588 mjerenja, 532 (90.5%) pripada I klasi, 53 (9.01%) II i 3 mjerenja (0.5%) definisana su granicama propisanim za III kategoriju voda.



Slika 3 Procentualna pripadnost klasama kvaliteta, podzemno vodno tijelo Opština Bijeljina

4.2 Opština Modriča

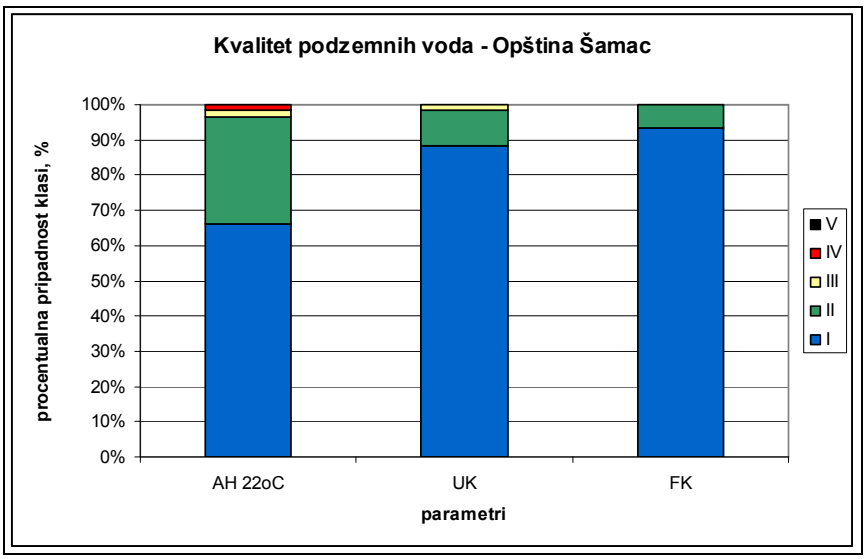
Analizom rezultata za ukupan broj aerobnih heterotrofa, 22°C, indikatora organskog zagađenja - 43 (61.4%) mjerenja pripada I klasi, 23 (32.85%) II i 4 mjerenja imamo u III kategoriji kvaliteta. Brojnost ove grupe bakterija kretala se od 4 do 20 000 cfu/ml uzorka u zavisnosti od godine i perioda istaživanja.
Kada su pokazatelji fekalne kontaminacije u pitanju – ukupan broj koliformnih bakterija, MPN/100ml – 69 mjerenja (98.5%) I klasa i 1 (1.42%) mjerenja u II klasi boniteta. Ukupan broj fekalnih koliforma, MPN/100ml – 63 mjerenja (90%) I klasa kvaliteta i 7 (10%) II kategorija. (slika 2). Od 210 mjerenja, 175 (83.3%) pripada I klasi, 31 (14.7%) II i 4 mjerenja (1.9%) definisana su granicama propisanim za III kategoriju voda.



Slika 4 Procentualna pripadnost klasama kvaliteta, podzemno vodno tijelo Opština Modriča

4.3 Opština Šamac

Analizom rezultata za ukupan broj aerobnih heterotrofa, 22°C, indikatora organskog zagađenja - 39 (66.1%) mjerenja pripada I klasi, 18 (30.5%) II i po 1 mjerenja imamo u III i IV kategoriji kvaliteta. Brojnost ove grupe bakterija kretala se od 2 do 440 000 cfu/ml uzorka u zavisnosti od godine i perioda istaživanja.
Kada su pokazatelji fekalne kontaminacije u pitanju – ukupan broj koliformnih bakterija, MPN/100ml – 52 mjerenja (88.13%) I klasa , 6 (10.1%) mjerenja u II klasi i jedno mjerenje u III kategoriji voda. Ukupan broj fekalnih koliforma, MPN/100ml – 55 mjerenja (93.2%) I klasa kvaliteta i 4 (6.7%) II kategorija. (slika 3).
Od 177 mjerenja, 146 (82.4%) pripada I klasi, 28 (15.8 %) II, 2 mjerenja (1.13%) III i jedno mjerenje definisano je granicama propisanim za IV kategoriju voda [9].



Slika 5 Procentualna pripadnost klasama kvaliteta, podzemno vodno tijelo Opština Šamac

4.4 Istraživanja u 2010.

Individualni bunari koji su ispitivani na teritoriji Opština Bijeljina i Ugljevik se koriste za snabdijevanje vodom pojedinačnih domaćinstava, radi se o sirovoj vodi, bez prečišćavanja.
Dubina bunara se kretala od 4 do 200 m (Crnjelovo).

- ukupan broj aerobnih hetrotrofa, 22^{o}C, cfu/ml – od ukupno 52 mjerenja, 33 ili 63.4%, lokaliteta ne ispunjava Pravilnikom propisane MDK vrijednosti,
- ukupan broj aerobnih hetrotrofa, 36^{o}C, cfu/ml – od ukupno 52 mjerenja, 29 ili 55%, lokaliteta ne ispunjava Pravilnikom propisane MDK vrijednosti,
- ukupan broj koliformnih bakterija, MPN/100ml – ukupno 27 mjerenja (lokaliteta) ili 51.9% ne ispunjava Pravilnikom propisane MDK vrijednosti,
- ukupan broj termotolerantnih bakterija, MPN/100ml – ukupno 21 mjerenja (lokaliteta) ili 40.4% ne ispunjava Pravilnikom propisane MDK vrijednosti,
- ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porijekla, MPN/100ml – ukupno 21 mjerenja (lokaliteta) ili 40.04% ne ispunjava Pravilnikom propisane MDK vrijednosti,
- određivanje prisustva i brojnosti fekalnih streptokoka (crevnih enterokoka), ukupno 33 mjerenja (lokaliteta) ili 63.4% ne ispunjava Pravilnikom propisane MDK vrijednosti,
- određivanje prisustva i brojnosti *Pseudomonas aeruginosa* vrste, ukupno 39 lokaliteta ili 75% ne ispunjava Pravilnikom propisane MDK vrijednosti,
- određivanje prisustva i brojnosti sulfitoredukujućih klostridija, ukupno 35 lokaliteta ili 67.3% ne ispunjava Pravilnikom propisane MDK vrijednosti,

Od ukupno 52 lokaliteta koja su bila obuhvaćena uzorkovanjem i analizama, samo 4 u potpunosti ispunjavaju propisane MDK vrijednosti Ukupan broj mjerenja u okviru 8 ispitivanih parametara iznosio je 416. Od tog broja 238 mjerenja ili 57.21% nije odgovarao propisanim MDK vrijednostima. Najveći broj individualnih bunara (45) je stalno u upotrebi u domaćinstvima [11].

5. ZAKLJUČAK

Iz rezultata istraživanja (2004-2008.), koja se na žalost više ne sprovode, možemo zaključiti da je najveći broj mjerenja za potrebe bakteriologije definsan granicama I, odnosno II klase vodotoka. U istraživanjim u 2010.godini više od polovine mjerenja (57.21%) svih parametara kvaliteta nije odgovarao MDK vrijednostima što je vrlo zabrinjavajuće, obzirom da je 86% ispitivanih bunara u stalnoj upotrebi u domaćinstvima.
Imajući u vidu količinu vode za piće koja nam je dostupna na korišćenje, voda bi trebalo da bude resurs od neprocenjive vrednosti za svaku zemlju. Plan korišćenja i zaštite je strategija koja je imperativ u očuvanju podzemnog vodnog tijela.

LITRERATURA

[1.] BAS ISO 5667- 2:1991 Water quality-Sampling-Guidance on sampling techniques,
[2.] BAS ISO 5667-3:2003 Water quality-Sampling-Guidance on the preservation and handling of water samples,
[3.] BAS ISO 19 458:2006, Water quality – Sampling for microbiological analysis
[4.] BAS ISO 6222:1999, Water quality – Enumeration of culturable mico-organisms-Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium
[5.] BAS ISO 9308-2:1999, Water quality – Detection and enumeration of coliform organisms, thermotolerant coliform organisms and presumptive E.coli, part 2: MPN
[6.] BAS ISO 7899-2:2000, Water quality – Detection and enumeration of intestinal enterococci, part 2:MF
[7.] BAS ISO 16 266:2006, Water quality - Detection and enumeration of *Pseudomonas aeruginosa*, Method by membran filtration.

[8.] BAS EN 26461:1993 – Water quality – Detection and enumeration of the spores of sulphitoreducing anaerobes (clostridia) – Part 2.Method by membran filtration.
[9.] Izvještaji o ispitivanju podzemnih voda u Republici Srpskoj, 2004, 2005, 2006, 2007 i 2008.
[10.] Voda za piće, Privredni pregled, 1990.
[11.]Izvještaj o ispitivanju kvaliteta individualnih bunara na teritoriji Opština Bijeljina i Ugljevik, 2010.god.
[12.] Podzemne vode (kvaliteta, upravljanje) Geologija zaštite okoliša, Mladen Juračić, Geološki odsjek, PMF Zagreb.
[13.] Sigee, D.: Freshwater microbiology, University of Manchester, Wiley and Sons, Ltd.