

## Cirkanualna variranja kvaliteta vode izvorišta u ruralnom regionu Istočne Hercegovine<sup>1</sup>

Svjetlana Lolić<sup>1</sup>, Radoslav Dekić<sup>1</sup>, Nina Janjić<sup>1</sup>,  
Aleksandar Ivanc<sup>2</sup>, Živojin Erić<sup>1</sup>, Nebojša Savić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet

<sup>2</sup>Megatrend univerzitet Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija

<sup>3</sup>Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet

### Rezime

Dobra i zdravstveno ispravna voda za piće je voda dobrih organoleptičkih osobina (bez boje, mirisa i ukusa), bez prisustva materija koje bi mogle štetno djelovati na ljudski organizam (hemijski ispravna voda) i bez uzročnika bolesti koje se prenose vodom (mikrobiološki ispravna voda). Imperativ je da snabdijevanje stanovništva dobrom i zdravstveno ispravnom vodom bude u dovoljnoj količini. Istraživanja su obuhvatala analizu fizičko-hemijskih i mikrobioloških osobina vode izvora Žukovik i Brestovik, potoka Mirotinjin i rijeke Sušice po sezonskim aspektima. Rezultati pokazuju da kvalitet vode izvora Žukovik i Brestovik ne zadovoljava propisane vrijednosti ni po fizičko-hemijskim ni po mikrobiološkim parametrima uz određena sezonska variranja. Istovremeno istraživanja potoka Mirotinjin i rijeke Sušice pokazuju da je njihova voda zdravstveno bezbjedna po vrijednostima praćenih parametara.

*Ključne riječi:* voda, kvalitet, sezona, ruralni region, Istočna Hercegovina

### Uvod

Područje Istočne Hercegovine u jesenjem i zimskom periodu obiluje padavinama što ima za posljedicu plavljenje polja, podizanje nivoa rijeka i izbijanje podzemnih voda na površinu. U ljetnom periodu nastupa suša, voda se povlači sa polja, opada vodostaj i manji tokovi u potpunosti presušuju (Gnjato, 2004). Budući da se stanovništvo ruralnih područja Istočne Hercegovine vodom snabdijeva uglavnom sa izvora i kaptiranjem podzemnih voda ovakva godišnja distribucija padavina u velikoj mjeri utiče kako na količinu tako i na kvalitet dostupne vode za piće. Dobra i zdravstveno ispravna voda za piće je voda dobrih

---

<sup>1</sup> Rad predstavlja rezultat istraživanja naučno-istraživačkog projekta "Stanje resursa pitke vode u ruralnim područjima i mjere za njihovo unapređenje" sufinansiran od strane Ministarstva nauke i tehnologije u Vladi Republike Srpske.

organoleptičkih osobina (bez boje, mirisa i ukusa), bez prisustva materija koje bi mogle štetno djelovati na ljudski organizam (hemijski ispravna voda) i bez uzročnika bolesti koje se prenose vodom (mikrobiološki ispravna voda). Imperativ je da snabdijevanje stanovništva dobrom i zdravstveno ispravnom vodom bude u dovoljnoj količini. Tokom 2010. godine je na sezonskom nivou izvršena fizičko-hemijska i mikrobiološka analiza kvaliteta vode rijeka Mirotinj i Sušica na području opštine Trebinje i izvora Brestovik i Žukovik na području opštine Berkovići. Ovi lokaliteti su izabrani jer ne presušuju tokom čitave godine, iako se protok na izvorima Brestovik i Žukovik znatno smanjuje za vrijeme toplih ljetnih mjeseci.

## Materijal i metode

Uzimanje uzoraka za fizičko-hemijsku i biološku analizu je izvršeno po jednom u martu, julu i septembru 2010. godine i jednom u januaru 2011. godine. Uzorci vode su uzeti u sterilne posude u aseptičnim uslovima prema propisanoj proceduri (Karašević, 1967; Škunca-Milovanović i sar., 1990). Odmah nakon prikupljanja uzoraka izvršeno je mjerenje temperature vode i vazduha, pH vrijednosti, elektroprovodljivosti, koncentracije rastvorenog kiseonika, saturacije vode kiseonikom, turbiditeta i protoka (Dalmacija, 2000; Dalmacija i sar., 2004). Uzorci su zatim transportovani na ledu na temperaturi do +4°C. Hemijska analiza vode je izvršena u roku od 12 sati od momenta uzimanja uzoraka, a zasijavanje za mikrobiološku analizu je izvršeno u roku od 24 sata.

Pomoću spektrofotometra HACH DR2800 su određene koncentracije rastvorenog amonijaka, nitrata, nitrita, ortofosfata i sulfata, kao i ukupne suspendovane materije. Koncentracija amonijaka je određena metodom pomoću Nessler-ovog reagensa. Nitriti su određeni metodom sa sulfanilnom kiselinom, nitrati redukcijom kadmijuma, a sulfati su određeni pomoću barijum-hromatnog reagensa. Ukupne suspendovane materije su određene fotometrijski. Brojnost pojedinih grupa bakterija je određena indirektnim odgajivačkim metodama (Hribar, 1978; McKane et al, 1996; Petrović i sar., 1998; Škunca-Milovanović i sar., 1990). Određivanje ukupnog broja bakterija je izvršeno na podlozi za ukupan broj nakon inkubacije od 5 dana na temperaturi od 22-26°C. Psihrofilni heterotrofi su određeni na hranjivom agaru sa inkubacijom od 72 sata na 22°C, dok su mezofili heterotrofi određeni na istoj podlozi nakon inkubacije od 48 sati na 37°C. Fakultativni oligotrofi su određeni na deset puta razrijeđenom hranjivom agaru, sa inkubacijom na 26°C u trajanju od 7 dana. Ukupni koliformni su određeni metodom najvjerojatnijeg broja nakon 48 sati inkubacije na temperaturi od 37°C na podlozi McConkey bujon. Potvrđni test za fekalne koliforme je urađen na podlozi endo agar nakon inkubacije od 48 sati na 44°C. Za određivanje prisustva vrste *Pseudomonas aeruginosa* korišten je cetrimid agar. Prisustvo vrsta roda *Salmonella* i *Shigella* je određeno na podlozi SS agar, dok su za izolaciju *Clostridium* vrsta korištena hromogena podloga za izolaciju klostridija i TSN agar. Enterokoke su izolovane na Simons-citratnom agaru i azid dektroznom bujonu (APHA-AWWA-WPCF, 1995), a streptokoke na Slanetz-Bartley agaru. Za određivanje prisustva algi u vodi je korišten mikroskop Leica DSF245.

## Rezultati rada i diskusija

Potok Mirotinj se nalazi na području opštine Trebinje na samoj granici sa Crnom Gorom. Uzorci za analizu su prikupljeni na lokalitetu koji se nalazi 42°41' 905" sjeverne

geografske širine, 018°33' 305" istočne geografske dužine i na 393 metra nadmorske visine. Najviša izmjerena temperatura vode je iznosila 15.5°C (Tabela 1) i u svim mjerenjima je bila niža od izmjerene temperature vazduha. Voda je bogata rastvorenim kiseonikom, budući da je najniža izmjerena vrijednost saturacije iznosila 83.37%. Najniža pH vrijednost je izmjerena u septembru (7.68), a najviša u januaru (8.42) kada je bila blizu gornje dozvoljene granice za vodu koja se koristi za piće. (Službeni glasnik Republike Srpske, 40/03). U julu je zabilježena nešto viša vrijednost elektroprovodljivosti u odnosu na ostala mjerenja, ali se nalazila u okviru predviđenih granica. Vrijednosti turbiditeta i suspendovanih materija su veoma niske što ukazuje na bistru vodu neopterećenu organskim i neorganskim materijama koja se može koristiti za vodosnabijevanje većeg broja stanovnika. Zabilježene koncentracije amonijaka, nitrata, nitrita, sulfata i ortofosfata u vodi su daleko ispod maksimalno dozvoljenih koncentracija. Jedino je u julu koncentracija ortofosfata u vodi iznosila 0.15 mg/l, što je gornja granica za vodu koja se koristi za piće. S obzirom da su vrijednosti svih posmatranih parametara tokom čitave godine bile u dozvoljenim granicama (Službeni glasnik Republike Srpske, 40/03), može se zaključiti da se sa fizičko-hemijskog aspekta voda potoka Mirotinjin može koristiti za piće. Komparacija rezultata po sezonskim aspektima pokazuje postojanje značajnih oscilacija kod pojedinih parametara. Tako vrijednosti koncentracije kiseonika i saturacije vode kiseonikom najveće vrijednosti pokazuju u toku januara mjeseca, dok su najveće vrijednosti elektroprovodljivosti konstatovana u julu, a istovremeno su sulfati signifikantno najveću vrijednost imali tokom marta.

Tab 1. Fizičko-hemijske karakteristike potoka Mirotinjin  
*Physical and chemical characteristics of the stream Mirotinjin*

	23.03.2010	04.07.2010	01.09.2010	18.01.2011
temperatura vazduha (°C)	15	23	19	14
temperatura vode (°C)	11.0	15.5	13.8	10.7
koncentracija rastvorenog O <sub>2</sub> (mg/l)	-	8.44	9.28	10.56
saturacija (%)	-	83.37	94.4	98.7
pH	8.27	8.10	7.68	8.42
elektroprovodljivost (µS/cm)	387	619	480	404
turbiditet (NTU)	0.0	0.3	0.83	0.54
amonijačni azot (mg/l)	0.06	0.01	0.00	0.08
nitratni azot (mg/l)	0.9	0.1	0.7	0.4
nitritni azot (mg/l)	0.016	0.009	0.001	0.010
sulfati (mg/l)	9	1	0	0
ortofosfati (mg/l)	0.11	0.15	0.02	0.07
suspendovane materije (mg/l)	0	0	1	0

Što se tiče bakteriološke analize vode ukupan broj bakterija, broj fakultativnih oligotrofa i broj psihrofilnih aerobnih bakterija u svim izvršenim analizama ne prelazi 300 kol/ml (Tabela 2) što je gornja granica za vodu koja se koristi za piće. Najviše potencijalno patogenih aerobnih mezofila je izolovano u septembru (63 kol/ml), ali se njihova brojnost nalazila unutar Pravilnikom propisanih granica (Službeni glasnik Republike Srpske, 40/03). Ukupne koliformne bakterije su zabilježene u martu, julu i septembru pomoću metode

najvjerovatnijeg broja na MacConkey bujonu. Njihovo prisustvo u martu je potvrđeno i na endo agaru, ali se njihov broj nalazio unutar dozvoljenih granica. Među prisutnim ukupnim koliformnim bakterijama nisu pronađene bakterije fekalnog porijekla. Takođe, niti u jednom od uzoraka nije zabilježeno prisustvo patogenih bakterija: *Escherichia coli* i *Pseudomonas aeruginosa*, niti bakterija iz grupa *Proteus*, *Salmonella* i *Shigella*, sulfitoredujućih klostridija, fekalnih streptokoka i enterokoka. Što se algi tiče izdvojeni su samo rijetki predstavnici *Bacillariophyta* koji žive kao epifite ili kao bentos.

Tab. 2. Mikrobiološke karakteristike potoka Mirotinj  
*Microbiological characteristics of the stream Mirotinj*

	23.03.2010	04.07.2010	01.09.2010	18.01.2011
ukupan broj bakterija (kol/ml)	105	182	111	100
aerobne heterotrofne psihrofilne bakterije (kol/ml)	29	142	163	100
fakultativno oligotrofne bakterije (kol/ml)	130	139	280	125
aerobne mezofilne bakterije (kol/ml)	4	23	63	3
ukupne koliformne bakterije na endo agaru (kol/ml)	6	0	0	0
fekalne koliformne bakterije na endo agaru (kol/ml)	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> (kol/ml)	0	0	0	0
najvjerovatniji broj ukupnih koliformnih bakterija u 100 ml	9	1	2	0
proteus vrste (kol/ml)	0	0	0	0
<i>Salmonella</i> i <i>Shigella</i> (kol/ml)	0	0	0	0
sulfitoredujuće klostridije u 100 ml	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (kol/ml)	0	0	0	0
fekalne streptokoke i enterokoke (kol/ml)	0	0	0	0

Na osnovu posmatranih fizičko-hemijskih i mikrobioloških karakteristika se može zaključiti da je voda potoka Mirotinj zdravstveno bezbijedna.

Analiza kvaliteta vode rijeke Sušice je rađena na području opštine Trebinje na lokalitetu koji se nalazi na 42°41' 723" sjeverne geografske širine, 018°32' 500" istočne geografske dužine i na 341 metar nadmorske visine. Temperatura vode se kretala od 10.5°C, koliko je izmjereno u januaru, do 17.1°C izmjerenih u septembru (Tabela 3). U julu je zabilježena nešto niža koncentracija rastvorenog kiseonika pa je saturacija iznosila 69.77%, a u septembru i januaru je bila iznad 90%. U julu je voda Sušice bila gotovo neutralna (pH 7.24), a u ostalim uzorcima je bila blago bazna. U januaru je izmjerena pH vrijednost 8.48 što je veoma blizu gornje granice za vodu koja se može koristiti za piće. Vrijednosti mutnoće su u svim mjerenjima bile izrazito niske, a suspendovane materije nisu registrovane. Elektroprovodljivost je rasla tokom godine, sa najvećom vrijednosti iz septembra mjeseca, ali

nije prelazila Pravilnikom predviđene granice (Službeni glasnik Republike Srpske, 40/03). Ortofosfati i azot u obliku amonijaka, nitrata i nitrita su u svim mjerenjima bili unutar dozvoljenih granica, a sulfati rastvoreni u vodi su zabilježeni samo u martu.

Tab3. Fizičko-hemijske karakteristike rijeke Sušice  
*Physical and chemical characteristics of the river Sušica*

	23.03.2010	04.07.2010	01.09.2010	18.01.2011
temperatura vazduha (°C)	16.3	20.1	17.4	14.1
temperatura vode (°C)	11.0	16.2	17.1	10.5
koncentracija rastvorenog O <sub>2</sub> (mg/l)	-	6.67	8.54	10.70
saturacija (%)	-	69.77	92.10	99.20
pH	8.27	7.24	8.20	8.48
elektroprovodljivost (μS/cm)	364	467	528	497
turbiditet (NTU)	0.00	0.00	0.34	0.07
amonijačni azot (mg/l)	0.08	0.00	0.09	0.10
nitratni azot (mg/l)	1.3	0.4	0.5	0.7
nitritni azot (mg/l)	0.019	0.002	0.003	0.013
sulfati (mg/l)	8	0	0	0
ortofosfati (mg/l)	0.02	0.07	0.03	0.14
suspendovane materije (mg/l)	0	0	0	0

Mikrobiološka analiza vode rijeke Sušice je ukazala na izrazito čistu vodu koja je zdravstveno bezbjedna. Naime u svim uzorcima je zabilježeno ispod 300 kol/ml psihrofilnih i fakultativno oligotrofnih bakterija (Tabela 4) što ukazuje da je voda siromašna organskim materijama.

Tab. 4. Mikrobiološke karakteristike rijeke Sušice  
*Microbiological characteristics of the river Sušica*

	23.03.2010	04.07.2010	01.09.2010	18.01.2011
ukupan broj bakterija (kol/ml)	54	250	210	149
aerobne heterotrofne psihrofile bakterije (kol/ml)	65	85	80	79
fakultativno oligotrofne bakterije (kol/ml)	30	210	120	84
aerobne mezofilne bakterije (kol/ml)	20	80	10	1
ukupne koliformne bakterije na endo agaru (kol/ml)	0	1	0	0
fekalne koliformne bakterije na endo agaru (kol/ml)	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> (kol/ml)	0	0	0	0
proteus vrste (kol/ml)	0	0	0	0
<i>Salmonella</i> i <i>Shigella</i> (kol/ml)	0	0	0	0
sulfitoredukujuće klostridije u 100 ml	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (kol/ml)	0	0	0	0
fekalne streptokoke i enterokoke (kol/ml)	0	0	0	0

Najviše potencijalno patogenih aerobnih mezofila je izolovano u julu (70 kol/ml), ali se njihov broj nalazio unutar Pravilnikom propisanih vrijednosti. Kao i u vodi potoka Mirotinj i ovde je zabilježeno prisustvo malog broja ukupnih koliformnih bakterija među kojima nisu izolovani fekalni koliformni niti *Escherichia coli*. Nije izolovana niti jedna od praćenih patogenih bakterija, a od algi su izdvojeni samo prestavnici bentosa iz razdjela *Bacillariophyta*.

Uređeni izvor Žukovik je smješten na 43°05' 18" sjeverne geografske širine, 18°12' 47" geografske dužine i na 494 metra nadmorske visine. Najniža temperatura vode na ovom izvoru je izmjerena u januaru kada je iznosila 11.6°C, a najviša je izmjerena u julu i iznosila je 16.8°C (Tabela 5). Visoke vrijednosti saturacije u svim mjerenjima ukazuju da je voda bogata rastvorenim kiseonikom. pH vrijednost nije znatno varirala u toku godine i kretala se u uskom intervalu od 7.50 do 7.73. Vrijednost elektroprovodljivosti je rasla u toku godine sa 357  $\mu\text{S}/\text{cm}$  koliko je zabilježeno u martu, do 692  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u septembru, da bi u januaru opet pala na 381  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ovakvo kretanje koncentracije jona u vodi se može objasniti značajnim smanjenjem protoka vode u ljeto i jesen. Naime u martu je protok iznosio 1,7 l/s, da bi u septembru nakon perioda suše protok iznosio svega 0,035 l/s pa je i razblaženje prisutnih jona u vodi bilo znatno manje. U januaru se izdašnost izvora povećala na 1.15 l/s što je dovelo do ponovnog razblaženja jona i pada vrijednosti elektroprovodljivosti.

Tab.5. Fizičko-hemijske karakteristike uređenog izvora Žukovik  
*Physical and chemical characteristics of the spring Žukovik*

	23.03.2010	04.07.2010	01.09.2010	19.01.2011
temperatura vazduha (°C)	12.0	21.0	15.6	10.4
temperatura vode (°C)	12.1	16.8	15.2	11.6
koncentracija rastvorenog O <sub>2</sub> (mg/l)	-	8.72	8.75	9.27
saturacija (%)	-	93.8	92.7	89.4
pH	7.50	7.51	7.60	7.73
elektroprovodljivost ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	357	423	692	381
turbiditet (NTU)	1.91	10.84	12.81	3.90
amonijačni azot (mg/l)	0.00	0.01	0.09	0.10
nitratni azot (mg/l)	0.2	0.7	1.3	0.2
nitritni azot (mg/l)	0.011	0.001	0.000	0.015
sulfati (mg/l)	4	2	0	0
ortofosfati (mg/l)	0.06	0.07	0.05	0.02
suspendovane materije (mg/l)	3	8	8	6
protok (l/s)	1.700	0.600	0.035	1.150

U svim uzorcima su u vodi bile prisutne suspendovane materije. Vrijednosti turbiditeta su u julu i septembru bile izrazito visoke i znatno su prevazilazile maksimalno dozvoljenu vrijednost za vodu koja se koristi za piće (Službeni glasnik Republike Srpske, 40/03). Koncentracije rastvorenog amonijaka, nitrata, nitrita, sulfata i ortofosfata su bile unutar Pravilnikom predviđenih granica.

Mikrobiološka analiza vode sa izvora Žukovik je pokazala da voda ne zadovoljava osnovne higijensko-sanitarne uslove i da dolazi u kontakt sa fekalnim materijama. Ukupan broj bakterija u septembru i broj fakultativnih oligotrofa u martu i septembru su znatno prevazilazili maksimalno dozvoljenih 300 kol/ml (Tabela 6). Takođe, brojnost potencijalno patogenih mezofilnih bakterija je u septembru iznosila 120 kol/ml što je više nego što je dopušteno Pravilnikom. Samo u januaru u vodi nisu izolovane niti aerobne mezofilne bakterije niti patogene bakterije. U sva tri ostala uzorka je zabilježeno prisustvo ukupnih koliformnih bakterija, među kojima je u martu registrovano prisustvo fekalnih koliforma, kao i *Escherichia coli*. U ljetnim mjesecima je u vodi zabilježeno prisustvo patogene bakterije *Pseudomonas aeruginosa*, dok su u martu i septembru u vodi nađene fekalne streptokoke i enterokoke. Ostale patogene bakterije nisu izolovane niti u jednom od uzoraka.

Tab. 6. Mikrobiološke karakteristike uređenog izvora Žukovik  
*Microbiological characteristics of the spring Žukovik*

	23.03.2010	04.07.2010	01.09.2010	19.01.2011
ukupan broj bakterija (kol/ml)	261	200	386	80
aerobne heterotrofne psihrofilne bakterije (kol/ml)	53	100	184	47
fakultativno oligotrofne bakterije (kol/ml)	740	100	1500	166
aerobne mezofilne bakterije (kol/ml)	11	10	120	0
ukupne koliformne bakterije na endo agaru (kol/ml)	6	1	265	0
fekalne koliformne bakterije na endo agaru (kol/ml)	1	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> (kol/ml)	1	0	0	0
proteus vrste (kol/ml)	0	0	0	0
<i>Salmonella</i> i <i>Shigella</i> (kol/ml)	0	0	0	0
sulfitoredujuće klostridije u 100 ml	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (kol/ml)	0	8	6	0
fekalne streptokoke i enterokoke	prisutne	0	prisutne	0
alge	prisutne	prisutne	prisutne	prisutne

Prisustvo ešerihije, fekalnih streptokoka i enterokoka ukazuje da se voda sa izvora Žukovik nalazi u kontaktu kako sa starim, tako i sa svježim fekalnim zagađenjem i kao takva se ne bi smjela koristiti za piće. U svim uzorcima su u vodi pronađene silikatne alge i cijanobakterije koje vodi ne samo što daju miris i ukus već i oslobađaju različite toksine. Da je voda bogata organskim materijama ukazuje i prisustvo račića iz roda *Gammarus*.

Izvor Brestovik se nalazi na 43°03' 73" sjeverne geografske širine, 18°15' 01" istočne geografske dužine i na 479 metara nadmorske visine. Temperatura vode na izvoru

se kretala od 12.4°C u januaru do 16.1°C koliko je izmjereno u septembru (Tabela 7). Voda je u januaru bila neutralna (pH 7.08), a u ostalim mjesecima je bila blago alkalna. Najniža saturacija vode kiseonikom je bila u julu i iznosila je 88.8%, a u septembru je zabilježeno presićenje vode kiseonikom od 101.3%. Vrijednost elektroprovodljivosti nije znatno varirala tokom godine. U septembru je zabilježena povišena vrijednost mutnoće vode (1.64 NTU), što je u okviru dozvoljenih granica za vodu koja se koristi za vodosnabdijevanje do 5000 stanovnika. Koncentracije rastvorenih nitrata, nitrita, amonijaka i sulfata su bile relativno niske tokom čitave godine, dok je koncentracija ortofosfata u julu i septembru bila iznad Pravilnikom predviđene granice (Službeni glasnik Republike Srpske, 40/03).

Tab.7. Fizičko-hemijske karakteristike uređenog izvora Brestovik  
*Physical and chemical characteristics of the spring Brestovik*

	23.03.2010	04.07.2010	01.09.2010	19.01.2011
temperatura vazduha (°C)	12	21	17	10.6
temperatura vode (°C)	12.5	15.0	16.1	12.4
koncentracija rastvorenog O <sub>2</sub> (mg/l)	-	8.57	9.38	9.68
saturacija (%)	-	88.8	101.3	95.1
pH	7.87	7.70	8.10	7.08
elektroprovodljivost (µS/cm)	360	368	313	477
turbiditet (NTU)	0.07	0.91	1.64	0.14
amonijačni azot (mg/l)	0.06	0.01	0.00	0.01
nitratni azot (mg/l)	0.6	1.1	0.7	0.7
nitritni azot (mg/l)	0.007	0.002	0.002	0.003
sulfati (mg/l)	2	3	3	2
ortofosfati (mg/l)	0.12	0.20	0.15	0.10
suspendovane materije (mg/l)	1	1	0	1
protok (l/s)	6.00	4.00	0.14	0.70

Najveći protok od 6 l/s je kao što je i očekivano zabilježen u proljeće nakon topljenja snijega i kada ima dosta padavina. Tokom godine količina vode u izvoru opada pa je u septembru zabilježen protok od svega 0.14 l/s.

Bakteriološka analiza vode izvora Brestovik u zimskom i proljećnom periodu je ukazala da je voda higijenski ispravna budući da je izolovan mali broj bakterija među kojima nisu izolovani potencijalni patogeni. Međutim, u julu je ukupan broj bakterija u vodi iznosio 1000 kol/ml, a izolovano je i 1300 kol/ml fakultativnih oligotrofa prilagođenih na život u sredinama siromašnim organskim materijama, kao i 415 kol/ml psihrofilnih aerobnih heterotrofa. U uzorcima iz jula i septembra je zabilježeno prisustvo ukupnih koliformnih bakterija i pomoću metode najvjerovatnijeg broja i na endo agaru. Među koliformnima iz uzorka uzetog u julu su izolovane fekalne bakterije, ali nije zabilježeno prisustvo *Escherichia coli*. U uzorku uzetom u septembru je iz vode izolovan *Pseudomonas*. Niti u jednom od uzoraka nisu pronađene sulfitoredujuće klostridije,



proteus, salmonele, šigele, fekalne streptokoke, enterokoke niti predstavnici fitoplanktona.

Tab. 8. Mikrobiološke karakteristike uređenog izvora Brestovik  
*Microbiological characteristics of the spring Brestovik*

	23.03.2010	04.07.2010	01.09.2010	19.01.2011
ukupan broj bakterija (kol/ml)	43	1000	200	20
aerobne heterotrofne psihofilne bakterije (kol/ml)	17	415	120	19
fakultativno oligotrofne bakterije (kol/ml)	15	1300	150	22
aerobne mezofilne bakterije (kol/ml)	5	17	37	0
ukupne koliformne bakterije na endo agaru (kol/ml)	0	15	26	0
fekalne koliformne bakterije na endo agaru (kol/ml)	0	9	0	0
<i>Escherichia coli</i> (kol/ml)	0	0	0	0
proteus vrste (kol/ml)	0	0	0	0
<i>Salmonella</i> i <i>Shigella</i> (kol/ml)	0	0	0	0
sulfiredukujuće klostridije u 100 ml	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (kol/ml)	0	0	2	0
fekalne streptokoke i enterokoke (kol/ml)	0	0	0	0
alge	0	0	0	0

Prisustvo velikog broja psihofilnih i fakultativno oligotrofnih bakterija ukazuje da su u vodi prisutne organske materije (Petrović i sar., 1998; Škunca-Milovanović i sar. 1990), a budući da su u vodi prisutni i ukupni i fekalni koliformi može se zaključiti da se među organskim materijama nalaze i fekalne materije i takva voda se bez dodatnog prečišćavanja ne smije koristiti za piće.

## Zaključak

Analiza ispitivanih fizičko-hemijskih i mikrobioloških parametara je pokazala da potok Mirotinj i rijeka Sušica imaju higijenski ispravnu vodu zadovoljavajućeg kvaliteta koja se može koristiti za vodosnabijevanje. Sa druge strane uređeni izvori Žukovik i Brestovik koje lokalno stanovništvo koristi za piće nisu zdravstveno bezbjedni. Visoke vrijednosti mutnoće i suspendovanih materija, kao i prisustvo algi, pa čak i amfipoda, ukazuju da se u vodi nalaze različite organske materije. Na osnovu prisustva potencijalno patogenih bakterija se može zaključiti da je voda izvora Žukovik u permanentnom kontaktu sa fekalnim materijama i kao takva nije bezbjedna za zdravlje stanovništva koje

je koristi. Izvor Brestovik je u januaru i martu imao vodu odgovarajućeg kvaliteta, ali je u julu i septembru u vodi izmjerena povećana koncentracija ortofosfata, izolovan je *Pseudomonas sp.* i pronađene su koliformne bakterije koje su pokazatelji fekalnog zagađenja. Takođe kod ispitivanih izvorišta vode za piće konstatovana su sezonska variranja pojedinih parametra, sa minimalnim i maksimalnim vrijednostima u različitim periodima godine.

## Literatura

1. APHA-AWWA-WPCF (1998): Standard methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. Washington: American Public Health Association.
2. *Dalmacija, B.* (2000): Kontrola kvaliteta voda u okviru upravljanja kvalitetom. Institut za hemiju, Prirodno matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu.
3. *Dalmacija B., Ivančev-Tumbas, I.*(2004): Analiza vode - kontrola kvaliteta, tumačenje rezultata. Katedra za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne sredine, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Budućnost, Novi Sad.
4. *Gnjato, O.* (2004): Istočna Hercegovina – prirodne turističke vrijednosti. Monografija, Geografsko društvo Republike Srpske, Banja Luka
5. *Hribar, F.* (1978): Uputstvo za biološko istraživanje voda. Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd.
6. *Karakašević, B.*(1967): Priručnik standardnih metoda za mikrobiološki rutinski rad. Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb.
7. *McKane, L., Kandel, J.* (1996): Microbiology, essentials and applications. McGraw-Hill, New York.
8. *Petrović, O., Gajin, S., Matavulj, M., Radnović, D., Svirčev, Z.* (1998): Mikrobiološka ispitivanje kvaliteta površinskih voda. Institut za biologiju, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu.
9. Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Službeni glasnik Republike Srpske, br. 40, 2003.
10. *Škunca-Milovanović, S., Feliks, R., Đurović, B.* (1990): Voda za piće, standardne metode za ispitivanje higijenske ispravnosti. Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu, NIP „Privredni pregled“, Beograd.

# Circannual Variations of Water Quality from Springs in Rural Region of Eastern Herzegovina

Svjetlana Lolić<sup>1</sup>, Radoslav Dekić<sup>1</sup>, Nina Janjić<sup>1</sup>,  
Aleksandar Ivanc<sup>2</sup>, Živojin Erić<sup>1</sup>, Nebojša Savić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*University Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics*

<sup>2</sup>*Megatrend University Belgrade, Faculty of Biofarming*

<sup>3</sup>*University Banja Luka, Faculty of Agriculture*

## Summary

Good and healthy drinking water is water with good organoleptic properties (without color, smell and taste), without the presence of substances that could affect the human health (chemically safe water) and without the presence of disease agents that could be transmitted by water (microbiologically safe water). It is imperative to supply the population with good and safe water in sufficient quantity. Investigations included seasonal analysis of physical, chemical and microbiological characteristics of water of springs Žukovik and Brestovik, the stream Mirotinj and the river Sušica. The results show that the quality of water of the springs Žukovik and Brestovik does not satisfy the prescribed values for the physical, chemical and microbiological parameters. At the same time research of the water quality of the stream Mirotinj and the river Sušica shows that their water is health safe.

*Key words:* water, quality, season, rural region, Eastern Herzegovina

Svjetlana Lolić  
*E-mail Address:*  
svj@blic.net