

MICROORGANISMS IN POOL WATER

Slavica Ostojić Krsmanović

The High Educational School of Professional Health Studies, Belgrade, Serbia,
slavica.krsmanovic5@gmail.com

Ljiljana Crnčević Radović

The High Educational School of Professional Health Studies, Belgrade, Serbia,
ljiljanacrncevicradovic@gmail.com

Milenko Budimčić

The High Educational School of Professional Health Studies, Belgrade, Serbia, m.budimcic2@gmail.com

Abstract: Recreation is the road that leads to the preservation of health. Today, more than ever, human health is threatened by a lack of physical activity and poor diet. The growing presence of sedentary lifestyle results in obesity, diabetes and cardiovascular disease which make good enough reason to change our behavior and introduce physical activity into everyday life. Physically active patients their cardiovascular risk of death can reduce by 50%⁶⁶. Pool water is of great importance in achieving physical activity and maintaining and improving the health of individuals. However, the presence of microorganisms in the pool water can pose a significant risk to the user's health. Contamination of pool water by microorganisms can occur in the absence of adequate disinfection, but also due to unhygienic behavior of pool facilities users. Urine, saliva, sweat and feces are the secretions of the human body that can be potential sources of microorganisms in the pool water, as a result of unhygienic behavior. It is believed that microbial contamination of pool water represents the biggest health risk to users. Therefore, priority is always given to microbiological safety in relation to chemical safety, as confirmed by the World Health Organization. Our study was aimed to determine the presence of unhygienic behavior of users by detecting the presence of microorganisms in adequately treated pool water. In two years, total of 46 samples of pool water were analyzed, by 23 samples in each year of the study. Microbiological analyzes included the determination of the presence of coliform bacteria and the total number of aerobic bacteria. Results of microbiological testing showed the presence of *Escherichia coli*, as a typical representative of coliform bacteria, in 2 samples. *Escherichia coli*, if found in pool water which is properly treated, clearly indicates unhygienic behavior of the users. In relation to the total number of aerobic bacteria, the results, in 4 out of 46 samples, showed deviation compared to the limit values defined by the legislation. Based on study results, we can conclude that unhygienic behavior of pool facilities users is present, which clearly confirms the identification of *Escherichia coli* in the samples. The fact is that legislation does not guarantee proper safety of the pool water, but serves only as an indicator of its quality. The absence of microorganisms, originating from swimmers, can be achieved only by adequate education, which aims to raise awareness and knowledge about the importance of hygienic behavior. It is essential that education includes all population groups in order to achieve the best results.

Keywords: swimming pools, microbiological risks, hygienic behaviour.

MIKROORGANIZMI U BAZENSKOJ VODI

Slavica Ostojić Krsmanović

Visoka zdravstvena škola strukovnih studija u Beogradu, slavica.krsmanovic5@gmail.com

Ljiljana Crnčević Radović

Visoka zdravstvena škola strukovnih studija u Beogradu, ljiljanacrncevicradovic@gmail.com

Milenko Budimčić

Visoka zdravstvena škola strukovnih studija u Beogradu, m.budimcic2@gmail.com

Rezime: Rekreacija je put koji vodi ka očuvanju zdravlja. Danas, više nego ikad, ljudsko zdravlje ugroženo je manjkom fizičke aktivnosti i lošom ishranom. Sve veća prisutnost sedentarnog stila života i rada za posledicu ima gojaznost, dijabetes i kardiovaskularne bolesti što je dovoljan razlog za promenu ponašanja i uvođenje fizičke

⁶⁶ Chase, N.L., Sui, X. & Blair, S.N. Comparison of the health benefits of swimming with other types of physical activity and sedentary lifestyle habits. *International Journal of Aquatic Research and Education*. Volume 2, Number 2, Article 7, 151–161, (2008).

aktivnosti u svakodnevni život. Fizički aktivni kardiovaskularni bolesnici svoj rizik od smrti mogu smanjiti za 50%⁶⁶. Upravo bazenska voda ima veliki značaj u ostvarenju fizičke aktivnosti i očuvanju i unapređenju zdravlja pojedinca. Međutim, prisustvo mikroorganizama u bazenskoj vodi može predstavljati značajan rizik po zdravlje korisnika. Do kontaminacije bazenske vode mikroorganizmima može doći ako izostane adekvatna dezinfekcija, ali i usled nehygienskog ponašanja korisnika bazenskih objekata. Urin, pljuvačka, znoj i feces predstavljaju izlučevine ljudskog organizma koje mogu biti potencijalni izvori mikroorganizama u bazenskoj vodi, a posledica su nehygienskog ponašanja. Smatra se da mikrobiološka kontaminacija bazenske vode predstavlja najveći zdravstveni rizik po korisnike te se prednost uvek daje mikrobiološkoj ispravnosti vode u odnosu na hemijsku ispravnost što potvrđuje i Svetska zdravstvena organizacija. Naše istraživanje imalo je za cilj da ustanovi prisutnost nehygienskog ponašanja korisnika utvrđivanjem prisustva mikroorganizama u adekvatno tretiranoj bazenskoj vodi. U dvogodišnjem istraživanju, ukupno je, na mikrobiološku ispravnost, analizirano 46 uzoraka bazenske vode, po 23 uzorka u svakoj godini istraživanja. Mikrobiološke analize obuhvatale su utvrđivanje prisustva koliformnih bakterija i određivanje ukupnog broja aerobnih bakterija. Na osnovu rezultata mikrobiološkog ispitivanja utvrđeno je prisustvo *Esherichie coli*, kao tipičnog predstavnika koliformnih bakterija, u 2 ispitivana uzorka. *Esherichia coli*, ako se nađe u adekvatno tretiranoj bazenskoj vodi, nedvosmisleno ukazuje na nehygiensko ponašanje korisnika. U odnosu na ukupan broj aerobnih bakterija, rezultati su, u 4 od 46 uzoraka bazenske vode, pokazali odstupanje u odnosu na granične vrednosti definisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda (Službeni glasnik RS br. 30/17). Iz navedenih rezultata našeg istraživanja može se zaključiti da je nehygiensko ponašanje korisnika prisutno što nedvosmisleno potvrđuje identifikacija *Esherichie coli* u ispitivanim uzorcima. Činjenica je da zakonska regulativa ne garantuje zdravstveno ispravnu bazensku vodu već služi samo kao pokazatelj njenog kvaliteta. Odsustvo mikroorganizama, poreklom od kupaca, može se postići jedino adekvatnom edukacijom koja za cilj ima jačanje svesti i saznanja o važnosti higijenskog ponašanja. Put edukacije neophodno je usmeriti ka svim populacionim grupama kako bi se postigli što bolji rezultati.

Glavne reči: bazeni, mikrobiološki rizici, higijensko ponašanje.

1. UVOD

Redovna fizička aktivnost je siguran put ka očuvanju i unapređenju zdravlja. Ostvarenje fizičke aktivnosti može se realizovati na više načina, a bazeni su jedan od najboljih. Međutim, samo zdravstveno ispravna bazenska voda, bez mikroorganizama i drugih zagađenja, u potpunosti može doprineti unapređenju zdravlja. Sam kvalitet bazenske vode zavisi prvenstveno od adekvatnog postupka dezinfekcije, ali ne sme se zanemariti ni značaj higijenskog ponašanja korisnika. Dezinfekcija vode ima važnu ulogu u uklanjanju mikroorganizama koji mogu biti uzročnici infekcija povezanih sa bazenskom vodom. Međutim, kao posledica dezinfekcije mogu se javiti nusprodukti koji takođe mogu predstavljati zdravstveni rizik. U odnosu na hemijsku ispravnost, prednost se uvek daje mikrobiološkoj ispravnosti vode obzirom da mikrobiološka kontaminacija bazenske vode ipak predstavlja veći zdravstveni rizik po korisnike. To se vidi i iz stava Svetske zdravstvene organizacije koji glasi: *“Tamo gde uslovi zahtevaju da se napravi izbor između ispunjavanja mikrobioloških normi ili postizanja niskih vrednosti za nusprodukte dezinfekcije, mikrobiološka ispravnost vode uvek mora imati prednost, a hemijski parametri mogu biti dozvoljeni u većim koncentracijama. Efikasna dezinfekcija ne sme nikad biti kompromitovana.”*⁶⁷ Dezinfekciju treba izvršiti sredstvom koje će dati najbolje rezultate uz minimalne nusprodukte, međutim, ako izostane higijensko ponašanje samih korisnika, dezinfekcija neće dati željeni efekat. Izlučevine ljudskog organizma, feces, pljuvačka, urin, znoj ili povraćen sadržaj, predstavljaju potencijalne izvore patogenih mikroorganizama u bazenskoj vodi. Iz tog razloga, tuširanje pre ulaska u bazen predstavlja jednu od najvažnijih mera higijenskog ponašanja kojom se može sprečiti unos mikroorganizama u vodu. Fekalni mikroorganizmi u bazenu poreklo vode isključivo od korisnika i predstavljaju značajan zdravstveni rizik. Svetska zdravstvena organizacija sa posebnom pažnjom prišla je problemu kvaliteta bazenskih voda i 2006. godine donela Smernice za bezbednu vodu koja se koristi u rekreativne svrhe⁶⁸ čime je potvrdila koliko je važno da ova oblast bude uređena zakonskom regulativom.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Naše istraživanje imalo je za cilj da ustanovi prisutnost nehygienskog ponašanja korisnika utvrđivanjem prisustva mikroorganizama u adekvatno tretiranoj bazenskoj vodi. Istraživanje je sprovedeno u toku letnjeg perioda 2016. i 2017. godine i obuhvatilo je 46 uzoraka bazenske vode, po 23 uzorka u svakoj godini istraživanja. Mikrobiološke

⁶⁷ WHO. *Disinfectants and disinfectant by-products*. 216. Geneva, WHO, (2000).

⁶⁸ WHO. *Guidelines for safe recreational water environments*. Volume 2: swimming pools and similar environments. Geneva, World Health Organization, (2006).

analize obuhvatale su utvrđivanje prisustva koliformnih i aerobnih bakterija, a rađene su u akreditovanoj laboratoriji (SRPS ISO/IEC 17025) odseka za mikrobiologiju Instituta za javno zdravlje Srbije “Dr Milan Jovanović Batut”.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Utvrdjivanje prisustva koliformnih bakterija u bazenskoj vodi rađeno je MPN metodom prema standardu SRPS ISO 9308-2. U svim ogledima kao podloga za zasejavanje korišćen je McConkey bujon, a zasejavanje vode rađeno je iz 100 ml uzorka i to: 1x50 ml i 5x10 ml što predstavlja nesimetričan sistem. Pozitivan nalaz daje promenu boje podloge i prisustvo gasa u Durhamovoj cevčici.

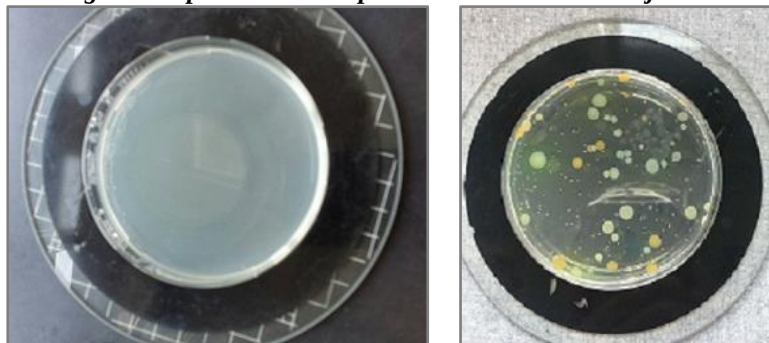
U našem istraživanju pozitivan nalaz prisustva koliformnih bakterija identifikovan je u dva ispitivana uzorka bazenske vode. Izolovana je *Escherichia coli* koja predstavlja tipičnog predstavnika koliformnih bakterija, indikatora fekalne kontaminacije.

Tabela 1: Ukupan broj uzoraka ispitivanja i broj uzoraka sa pozitivnom rezultatom

Godina	Ukupan broj uzoraka	Izolacija <i>Escherichie coli</i>
2016	23	1
2017	23	1
Ukupno	46	2

Određivanje ukupnog broja aerobnih bakterija rađeno je prema standardu SRPS EN ISO 6222-2010. Iz uzorka vode koji se analizira, uzima se 1 ml vode i prenosi u sterilnu Petri šolju u koju se potom naliva hranljivi agar, otopljen i ohlađen do temperature od 45°C. Kada se podloga stegne i ohladi, inkubira se u termostatu na temperaturi 37°C 48 h. Kao posledica prisustva aerobnih bakterija, dolazi do porasta i stvaranja kolonija koje se mogu videti i golim okom.

Slika 1: Negativan i pozitivan nalaz prisustva aerobnih bakterija u uzorku



Od 46 ispitivana uzorka bazenske vode, u 4 uzorka ukupan broj aerobnih bakterija bio je van dozvoljenih granica definisanih Pravilnikom.

Tabela 2: Ukupan broj uzoraka ispitivanja i broj uzoraka sa pozitivnom rezultatom

Godina	Ukupan broj uzoraka	Prisustvo aerobnih bakterija van dozvoljenih granica
2016	23	2
2017	23	2
Ukupno	46	4

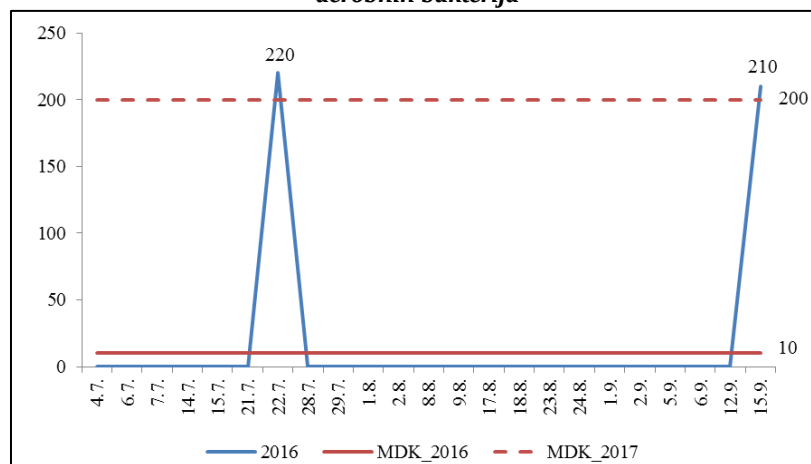
Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Službeni list SRJ br. 42/98), koji je bio u primeni 2016. godine za bazenske vode, maksimalna dozvoljena vrednost za broj aerobnih bakterija bila je 10 cfu/ml, dok Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda (Službeni glasnik RS br. 30/17) dozvoljava da maksimalan broj aerobnih bakterija bude do 200 cfu/ml.

Tabela 3: Maksimalno dopuštene vrednosti za ukupan broj aerobnih bakterija

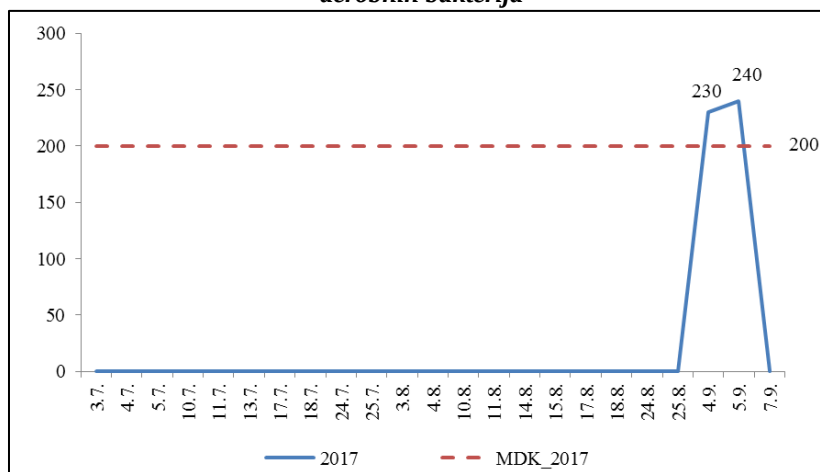
	Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Službeni list SRJ br. 42/98)	Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda (Službeni glasnik RS br. 30/17)
Ukupan broj aerobnih bakterija	10 cfu/ml	do 200 cfu/ml

Kod svih uzoraka kod kojih je utvrđeno prisustvo aerobnih bakterija, rezultati su pokazivali vrednosti veće od 200 cfu/ml. Obzirom da je u neispravnim uzorcima iz 2016. godine utvrđeno prisustvo aerobnih bakterija u broju većem od 200 cfu/ml, zaključuje se da oni ne bi odgovarali ni uzimajući u obzir novi Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda iz 2017. godine u kojem je dozvoljena granica za ukupan broj aerobnih bakterija značajno povećana.

Grafikon 1: Rezultati ispitivanja uzoraka iz 2016. godine u odnosu na maksimalno dozvoljenu koncentraciju aerobnih bakterija



Grafikon 2: Rezultati ispitivanja uzoraka iz 2017. godine u odnosu na maksimalno dozvoljenu koncentraciju aerobnih bakterija



4. DISKUSIJA

Fekalna kontaminacija adekvatno tretirane bazenske vode nedvosmisleno ukazuje na nehigijensko ponašanje kupaca. U vodu bazena fekalne bakterije mogu dospeti i slučajnim ispuštanjem fekalija – AFR (accidental faecal

release) kao i u situacijama kada se nađu na telu plivača⁶⁹ kao posledica ne sprovođenja higijenske mere tuširanja nakon korišćenja toaleta. Mikrobiološka fekalna kontaminacija bazenske vode može se dovesti u vezu sa više od milion slučajeva gastrointestinalnih bolesti godišnje⁷⁰. Istraživanje koje je sprovedeno u Americi od strane Veća za kvalitet vode i zdravlje 2012. godine⁷¹ pokazalo je da oko 1% ispitanika koristi bazen uz prisustvo crevne infekcije. Istraživanje sprovedeno u našoj zemlji na uzorku dece i omladine starosti od 12 do 25 godina⁷² pokazalo je da 1,5% ispitanika koristi bazen uz prisustvo crevne infekcije. Iako su navedeni rezultati relativno niski, činjenica je da jedan kupac sa dijareičnom stolicom može kontaminirati ceo bazen, i to na duže vreme, što ukazuje na značaj primene higijenskih mera prilikom korišćenja bazena. Dodatno zabrinjava činjenica da u razvijenim zemljama postoji veliki procenat korisnika koji ne prepoznaju rizik od fekalne kontaminacije. Više od 20% američke javnosti ne zna da ne treba koristiti bazene ukoliko korisnik ima dijareju⁷³. Treba istaći da zdravstvena bezbednost kupaca zavisi i od ponašanja drugih korisnika bazena. Pomenuta istraživanja pokazala su da više od jedne trećine ispitanika veruje da drugi korisnici koriste bazene dok imaju crevnu infekciju. Važnost mikrobiološkog kvaliteta vode ogleda se u brojnim istraživanjima na ovu značajnu temu. Rezultati trogodišnjeg istraživanja koje je sprovedeno u Bolonji u periodu od 2010-2012. godine pokazali su prisustvo aerobnih mezofilnih bakterija na 37°C u 15,6% uzoraka bazenske vode, a *Pseudomonas aeruginosa* je identifikovan u 4,5% uzoraka⁷⁴. U dvogodišnjem istraživanju bazenske vode otvorenih bazena u Banja Luci koje je sprovedeno u toku letnje sezone 2015. i 2016. godine, identifikovano je prisustvo *Pseudomonas aeruginosa* u dva uzorka vode kao i *Escherichia coli* u četiri uzorka vode, od ukupno 40 ispitivanih uzoraka bazenske vode dok je ukupan broj aerobnih bakterija u svim ispitivanim uzorcima bio u okviru dozvoljenih vrednosti⁷⁵.

Na osnovu rezultata našeg istraživanja mikrobiološkog kvaliteta bazenske vode zaključujemo da je nehygiensko ponašanje korisnika bazenskih objekata prisutno što, između ostalog, potvrđuje izolacija *Escherichia coli* u ispitivanim uzorcima. Rezultati našeg istraživanja odgovaraju rezultatima dobijenim u okviru petogodišnje analize (2011-2015)⁷⁶ vode iz javnih bazena koju je sproveo Institut za javno zdravlje Srbije. Procenat uzoraka koji su pokazali mikrobiološku neispravnost ima nepromenjen trend iz čega zaključujemo da je nehygiensko ponašanje korisnika bazenskih objekata stalno prisutno i socijalno prihvatljivo što zabrinjava.

5. ZAKLJUČAK

Danas, više nego ikad, radi se na uvođenju novih tehnologija održavanja bazenskih objekata koje za cilj imaju bolje prečišćavanje bazenske vode, a samim tim i njeno bezbednije korišćenje. Nove tehnologije, između ostalog, uključuju unapređene filterske sisteme sa dodatkom zeolita i preciznije automatsko doziranje hlora. Međutim, čak i pored osavremenjivanja bazenskih objekata, prisutna je mikrobiološka neispravnost bazenske vode što ukazuje na nehygiensko ponašanje od strane korisnika. Zaključuje se da pravac delovanja prvenstveno treba usmeriti na edukaciju korisnika, i to svih populacionih grupa, kako bi se smanjio zdravstveni rizik.

⁶⁹ CDC. Prevalence of parasites in fecal material from chlorinated swimming pools – United States, 1999. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Volume 50, Number 20, str. 410–412, (2001a).

⁷⁰ Jorga, J. *Higijena sa medicinskom ekologijom*. Beograd, Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, (2014).

⁷¹ Wiant, C. New Public Survey Reveals Swimmer Hygiene Attitudes and Practices. *International Journal of Aquatic Research and Education*. Volume 6, Number 3, Article 4. Water Quality & Health Council, (2012).

⁷² Ostojić Krsmanović, S. *Istraživanje i analiza higijenskih navika dece i omladine korisnika bazenskih objekata u Srbiji*, (2018).

⁷³ CDC. Promotion of Healthy Swimming After a Statewide Outbreak of Cryptosporidiosis Associated With Recreational Water Venues—Utah, 2008–2009. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Volume 61, Number 19, str. 348–352, (2012).

⁷⁴ Dallolio, L., Belletti, M., Agostini, A., Teggi, M., Bertelli, M., Bergamin, C., Chettic, L., Leoni, E. Hygienic surveillance in swimming pools: Assessment of the water quality in Bologna facilities in the period 2010–2012. *Microchemical Journal*. Volume 110, str. 624–628, (2013).

⁷⁵ Antić, B., Stojanović-Bjelić, Lj., Ganić, H., Bajčić, R., Bajić, G. Rezultati ispitivanja zdravstvene bezbednosti vode otvorenih bazena rekreacionog centra „Fortuna“ Banja Luka. *Sports Science & Health*. Volume 7, Issue 1, str. 52–62, (2017).

⁷⁶ Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut” *Izveštaj o zdravstvenoj ispravnosti vode iz javnih bazena u Republici Srbiji u 2015. godini*, (2016).

LITERATURA

- [1] Antić, B., Stojanović-Bjelić, Lj., Ganić, H., Bajčić, R., Bajić, G. Rezultati ispitivanja zdravstvene bezbjednosti vode otvorenih bazena rekreacionog centra „Fortuna“ Banja Luka. *Sports Science & Health*. Volume 7, Issue 1, str. 52-62, 2017.
- [2] CDC. Prevalence of parasites in fecal material from chlorinated swimming pools – United States, 1999. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Volume 50, Number 20, str. 410–412, 2001a.
- [3] CDC. Promotion of Healthy Swimming After a Statewide Outbreak of Cryptosporidiosis Associated With Recreational Water Venues—Utah, 2008–2009. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Volume 61, Number 19, str. 348-352, 2012.
- [4] Chase, N.L., Sui, X. & Blair, S.N. Comparison of the health benefits of swimming with other types of physical activity and sedentary lifestyle habits. *International Journal of Aquatic Research and Education*. Volume 2, Number 2, Article 7, 151–161, 2008.
- [5] Dallolio, L., Belletti, M., Agostini, A., Teggi, M., Bertelli, M., Bergaminic, C., Chettic, L., Leoni, E. Hygienic surveillance in swimming pools: Assessment of the water quality in Bologna facilities in the period 2010– 2012. *Microchemical Journal*. Volume 110, str. 624–628, 2013.
- [6] Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“ *Izveštaj o zdravstvenoj ispravnosti vode iz javnih bazena u Republici Srbiji u 2015. godini*, 2016.
- [7] Institut za standardizaciju Srbije. *Kvalitet vode — Određivanje broja kulturabilnih mikroorganizama — Brojanje kolonija zasejavanjem u podlogu hranljivi agar SRPS EN ISO 6222*, 2010.
- [8] Institut za standardizaciju Srbije. *Kvalitet vode — Prebrojavanje Escherichia coli i koliformnih bakterija — Deo 2: Metoda najverovatnijeg broja SRPS ISO 9308-2*, 2015.
- [9] Jorga, J. *Higijena sa medicinskom ekologijom*. Beograd, Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2014.
- [10] Ministarstvo zdravlja Republike Srbije. *Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda*. Beograd, Službeni glasnik RS br. 30/17, 2017.
- [11] Ostojić Krsmanović, S. *Istraživanje i analiza higijenskih navika dece i omladine korisnika bazenskih objekata u Srbiji*, 2018.
- [12] *Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće*. Beograd, Službeni list SRJ br. 42/98.
- [13] WHO. *Disinfectants and disinfectant by-products*. 216. Geneva, WHO, 2000.
- [14] WHO. *Guidelines for safe recreational water environments*. Volume 2: swimming pools and similar environments. Geneva, World Health Organization, 2006.
- [15] Wiant, C. New Public Survey Reveals Swimmer Hygiene Attitudes and Practices. *International Journal of Aquatic Research and Education*. Volume 6, Number 3, Article 4. Water Quality & Health Council, 2012.