

B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligorić<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>

DOI: 10.7251/JEPMSR1608091A

UDK: 556.115

Naučni rad

## UPRAVLJANJE HEMIJSKIM I MIKROBIOLOŠKIM KVALITETOM VODE U BAZENIMA ZA KUPANJE I REKREACIJU

Bogoljub Antoni<sup>1</sup>, Miladin Gligorić<sup>2</sup>, Aleksandar Došić<sup>2</sup>, Dragan Vujadinović<sup>2</sup>, Ranko  
Grujić<sup>3</sup>, Danijela Babić<sup>1</sup>

*bogoljub.antonio@gmail.com*

<sup>1</sup> Univerzitet Vitez, Fakultet zdravstvenih studija, Travnik, BiH

<sup>2</sup> Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet, Zvornik, BiH

<sup>3</sup> IPIN Institut za primijenjenu geologiju i vodoinženjering, Bijeljina, BiH

### Izvod

*Korištenje voda za rekreaciju ili liječenje je veoma značajno u održavanju zdravlja i radne sposobnosti stanovništva. Značajan broj ljudi, povremeno ili stalno, koristi u te svrhe bazene. Zbog toga se danas u razvijenim državama, velika pažnja posvećuje kvalitetu voda za rekreaciju. Cilj ovog rada jeste upravljanje bazenima sa aspekta upravljanja hemijskim i mikrobiološkim kvalitetom vode. Razmatranje problema upravljanja hemijskim i mikrobiološkim kvalitetom vode u bazenima bazira se na odgovarajućim Preporukama Svjetske zdravstvene organizacije. Retrospektivno-deskriptivna metoda je korištena da analiziraju rezultati laboratorijskih ispitivanja bazenskih voda na teritoriji grada Banja Luka za 2013. i 2014. godinu. Rezultati sprovedenih analiza pokazali su da se fizička i hemijska neispravnost vode uglavnom odnosi na povećan sadržaj hlorida u vodi, dok mikrobiološka neispravnost uzrokovana je povećanim brojem koliformnih bakterija.*

**Ključne riječi:** *kvalitet vode, bazen, kupanje, mikrobiologija voda.*

### 1. UVOD

Za rekreaciju, najveći značaj vode u bazenima leži u mogućnosti kupanja i u mogućnosti razvoja različitih sportova. Upravo u toj mogućnosti kupanja sagledava se, u najvećoj mjeri, rekreativna vrijednost voda u bazenima. Kupanje, kombinovano sa sunčanjem, djeluje stimulatивно na pojedine funkcije u organizmu i odražava se veoma povoljno na fizički i psihički tonus čovjeka. Reakcija između unutrašnje temperature tijela kupaca i temperature vode znatno povećava respiratornu razmjenu, a pojačava i varenje radi dobijanja novih kalorija potrebnih za samoodbranu organizma od gubljenja toplote rashlađivanjem. Naravno, pojačano varenje pojačava apetit i metaboličke

proces. Kupanje u vodi sa pokretima (talasanje) preko mehaničke masaže djeluje povoljno na periferni sistem i pojačava otpornost organizma u cjelini. Rekreativno dejstvo plivanja u bazenskoj vodi ogleda se i u povećanju mišićnog tonusa i jačanju fizičke kondicije. [1, 2]

Potreba za rekreacijom, kao jednim od bitnih načina održavanja psihofizičkog zdravlja i radne sposobnosti je bitna potreba savremenog čovjeka, te se u razvijenom svijetu danas velika pažnja posvećuje kvalitetu vode za rekreaciju. Upravo iz tog razloga, čine se napor da se kompletno svjetsko znanje stavi u funkciju upravljanja kvalitetom vode za rekreaciju (postavljanje standarda kvaliteta

*B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligorić<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>*

vode, iznalaženje načina da se taj kvalitet proizvede, očuva i poboljša). [2, 3]

Obzirom na različite opasnosti koje prijete korisnicima, od suštinske je važnosti da tokom upražnjavanja različitih rekreativnih aktivnosti ne dođe do ugrožavanja zdravlja ljudi. Da bi se opasnost po zdravlje korisnika voda za rekreaciju svela na najmanju moguću mjeru, nad svim vodama koje se koriste za rekreaciju i relaksaciju, kao i bazenima, potrebno je sprovesti stalni nadzor nad zdravstvenom bezbjednošću vode za kupanje. [4]

Zakonom o zaštiti stanovništva od zaraznih bolesti, Sl. list RS 14/10, opšte mjere za sprečavanje i suzbijanje zaraznih bolesti, između ostalog, obuhvataju i obezbjeđenje higijenski ispravne vode za sportsko-rekreativne i terapijske potrebe. Samim tim, svaki javni bazen (bez obzira na veličinu i tip) se smatra objektom javne upotrebe i spada pod sanitarni nadzor. [2, 4]

Prema jednoj od klasifikacija bazeni mogu biti: u zgradama (zatvoreni) ili na slobodnom prostoru (otvoreni). Postoji više standardnih veličina: najveći je olimpijski bazen, dužine 50 m i širine 25 m. Dimenzije bazena mogu biti veće ili manje od toga, pravilnih ili nepravilnih oblika, i od raznih materijala: metala, plastike, stakloplastike ili betona. [3, 5, 6]

Voda u bazenima sa recirkulacijom prečišćava i dezinficuje u recirkulacionoj petlji, a higijenska ispravnost vode iz samog bazena postiže se održavanjem rezidualne koncentracije dezinficijonog sredstva u vodi, čime se inaktiviraju patogeni koji sa tijela korisnika dospjevaju u vodu bazena. Da bi dezinfekcija, nezavisno od hemijskog sredstva, bila uspješna, doza dezinficijensa se mora podesiti tako da nakon utroška dijela dodatog sredstva na razne hemijske reakcije sa pojedinim sastojcima u vodi preostane dovoljno dezinficijensa za djelovanje na same mikroorganizme. [3, 7]

Hlorisanje je još uvijek najčešće korišćen postupak dezinfekcije vode u bazenima. Prednosti upotrebe hlora su brojne i to:

- to je najjeftiniji dezinficijens, pogotovo za male kapacitete;
- u većini slučajeva hlor je dovoljno dobar dezinficijens;
- proizvodi se u zemlji i lako je dostupan;
- lako se transportuje, čuva i koristiti;

- određivanje koncentracije rezidualnog hlora u vodi je lako i jeftino. Hlorisanje vode dovodi do stvaranja nusprodukata dezinfekcije. Sporedni produkti dezinfekcije hlorom su trihalometani (THM), odnosno hloroform, dihlormetan, dibromhlor metan i bromoform. [8, 9, 10]

Ozon je najjače sredstvo koje stoji na raspolaganju za dezinfekciju vode u bazenima. [4, 10] Baktericidna svojstva ozona poznata su još krajem 19. vijeka. Ozon je jako oksidaciono sredstvo sa najvećom komercijalno dostupnom hemijskom aktivnošću: koristi se u tretmanu "čiste vode", sirove vode, otpadne vode itd. Sva količina neproreagovanog ozona u tretiranju prelazi u rastvoreni kiseonik. [4, 11, 12]

Cilj ovog rada je bio da se analiziraju rezultati ispitivanja zdravstvene bezbjednosti bazenskih voda na teritoriji grada Banja Luka u 2013. i 2014. godini kroz sagledavanje rezultate analiza, locirati razloge neispravnosti i njihov negativni uticaj na zdravlje korisnika, a sve u svjetlu postojeće zakonske regulative.

## 2. EKSPERIMENTALNI DIO

Bazenske vode grada Banja Luka čine sljedeći bazeni:

- bazeni "Fortuna Žute zgrade" koje čine jedan zatvoreni i dva otvorena bazena, veliki i mali (Lokacija 1),
- bazeni "Incel" koji čine zatvoreni bazeni, veliki i mali (Lokacija 2) i
- bazeni „Aquana“ koje čine tri otvorena bazena i to: dječiji (mali), veliki i sportski bazen (Lokacija 3).

Svi navedeni bazeni su sa prečišćavanjem i recirkulacijom vode. Ocjena kvaliteta i higijenske ispravnosti bazenskih voda za 2013. i 2014. godinu vršena je u odnosu na propisane zahtjeve, opštinske Odluke o sanitarno-higijenskim mjerama u objektima za proizvodnju i promet životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe i drugim javnim objektima (Službeni glasnik SO Banja Luka, br. 3/97) i mikrobioloških parametri ispitivanja Pravilnika o sanitarno – tehničkim i higijenskim uslovima (Sl. glasnik RS br. 68/14).

Uzorci vode za mikrobiološku analizu se uzimaju u čiste staklene boce zapremine 500 ml, prethodno sterilisane u suhom

*B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligorić<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>*

sterilizatoru na temperaturi od 160-180 °C u trajanju od 1 sata ili u autoklavu na 121°C u trajanju od 15 minuta, prethodno zatvorene plutanim zapašaćem i obložene aluminijumskom folijom. Uzorci se takođe mogu uzeti i u plastične boce za jednokratnu upotrebu, koje su prethodno sterilisane etilen oksidom. [10, 12, 13] Uzorci vode za fizičko-hemijsku analizu se uzimaju prema Uputstvu za uzorkovanje i rukovanje uzorcima sa

specifičnim zahtjevima za ispitivanje voda u hemijski čiste staklene boce zapremine 1 L. Prilikom uzimanja uzoraka vode, na mjestu uzorkovanja se vrši mjerenje temperature vode, dok se nestabilna jedinjenja konzervišu (ispitivanje trihalometana). Uzorci se isti dan dopremaju pod kontrolisanim uslovima u rashladnim uređajima na temperaturi od 4 °C, te se odmah prosljeđuju u laboratoriju na daljnju analizu. [10, 14]

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

#### 3.1. Stanje ispravnosti vode na ispitivanim lokalitetima tokom 2013

*Tabela 1. Prikaz mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 1*

<b>LOKACIJA br. 1</b>						
	<i>Zatvoreni</i>		<i>Veliki otvoreni</i>		<i>Mali otvoreni</i>	
	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>
<b>Analizirano</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>4</b>
<b>Ispravno</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>0</b>
<b>Neispravno</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

*Tabela 2. Procentualni udio zdravstveno ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 1*

<b>LOKACIJA br. 1</b>								
	<i>Zatvoreni</i>		<i>Veliki otvoreni</i>		<i>Mali otvoreni</i>		<b>Ukupno</b>	<b>Procent (%)</b>
	<b>Broj analiza</b>	<b>Procenat (%)</b>	<b>Broj analiza</b>	<b>Procenat (%)</b>	<b>Broj analiza</b>	<b>Procenat (%)</b>		
<b>Analizirano</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>100</b>
<b>Zdravstveno ispravno</b>	<b>4</b>	<b>12,5</b>	<b>6</b>	<b>33,3</b>	<b>6</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>34,8</b>
<b>Zdravstveno neispravno</b>	<b>28</b>	<b>87,5</b>	<b>12</b>	<b>66,7</b>	<b>4</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>65,2</b>

Iz analize rezultata prikazanih tabelama na lokaciji br.1, analizirano je 60 uzoraka bazenske vode od čega je 16 uzoraka ili 34,8% zdravstveno ispravno, a 44 uzorka ili 65,2% zdravstveno neispravno. Razlog zdravstvene

neispravnosti čine uglavnom neispravni fizičko-hemijski nalazi tj. povećan sadržaj hlorida, dok je razlog mikrobiološke neispravnosti povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija kao i izolovana *E. Coli*.

B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligorić<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>

**Tabela 3.** Prikaz mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 2

<b>LOKACIJA br. 2</b>				
	<i>Veliki zatvoreni</i>		<i>Mali zatvoreni</i>	
	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>
<b>Analizirano</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
<b>Ispravno</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>2</b>
<b>Neispravno</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>

**Tabela 4.** Procentualni udio zdravstveno ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 2

<b>LOKACIJA br. 2</b>						
	<i>Veliki zatvoreni</i>		<i>Mali zatvoreni</i>		<b>Ukupno</b>	<b>Procent (%)</b>
	<b>Broj analiza</b>	<b>Procent (%)</b>	<b>Broj analiza</b>	<b>Procent (%)</b>		
<b>Analizirano</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>56</b>	<b>100</b>
<b>Zdravstveno ispravno</b>	<b>2</b>	<b>6,06</b>	<b>2</b>	<b>6,25</b>	<b>4</b>	<b>7,14</b>
<b>Zdravstveno neispravno</b>	<b>31</b>	<b>93,94</b>	<b>30</b>	<b>93,75</b>	<b>52</b>	<b>92,86</b>

Iz analize rezultata prikazanih tabelama na lokaciji br. 2, analizirano je 56 uzoraka bazenske vode, od čega su samo 4 uzorka ili 7,14% zdravstveno ispravno, a 52 uzorka ili 92,86% zdravstveno neispravno. Razlog

zdravstvene neispravnosti čine uglavnom neispravni fizičko-hemijski nalazi tj. povećan sadržaj hlorida, dok je razlog mikrobiološke neispravnosti izolovana *E. Coli*.

**Tabela 5.** Prikaz mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 3

<b>LOKACIJA br. 3</b>						
	<i>Mali (dječji) otvoreni</i>		<i>Veliki otvoreni</i>		<i>Sportski otvoreni</i>	
	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki i nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>
<b>Analizirano</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>10</b>
<b>Ispravno</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>
<b>Neispravno</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>10</b>

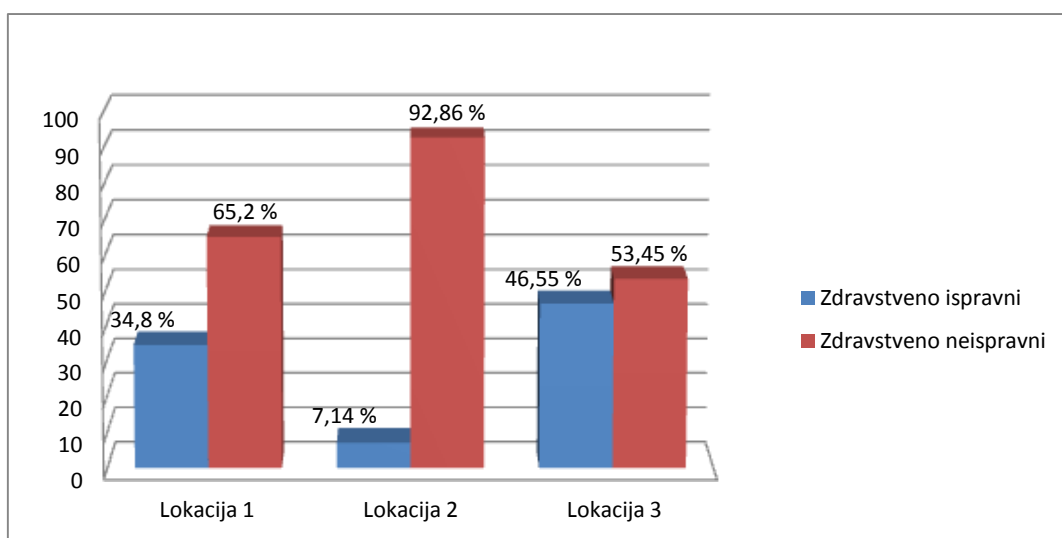
B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligorić<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>

**Tabela 6.** Procentualni udio zdravstveno ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 3

LOKACIJA br. 3								
	Mali (dječji) otvoreni		Veliki otvoreni		Sportski otvoreni		Ukupno	Procena t (%)
	Broj analiza	Procena t (%)	Broj analiza	Procena t (%)	Broj analiza	Procena t (%)		
<b>Analizirano</b>	<b>19</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>19</b>	<b>100</b>	<b>58</b>	<b>100</b>
<b>Zdravstveno ispravno</b>	<b>9</b>	<b>47,37</b>	<b>9</b>	<b>45</b>	<b>9</b>	<b>47,37</b>	<b>27</b>	<b>46,55</b>
<b>Zdravstveno neispravno</b>	<b>10</b>	<b>52,63</b>	<b>11</b>	<b>65</b>	<b>10</b>	<b>53,63</b>	<b>31</b>	<b>53,45</b>

Iz analize rezultata prikazanih tabelama na lokaciji br. 3 analizirano je 58 uzoraka bazenske vode od čega je 27 uzoraka ili 46,55% zdravstveno ispravno, a 31 uzorak ili 53,25% zdravstveno neispravno. Razlog zdravstvene neispravnosti čine uglavnom neispravni fizičko-

hemijski nalazi tj. povećan sadržaj hlorida, dok je razlog mikrobiološke neispravnosti povećan broj koliformnih bakterija kao i izolovana *E. coli* i *Enterobacter klebsiella*.



**Slika 1.** Zdravstvena ispravnost bazena u 2013. godini po lokacijama

Slika 1. prikazuje stanje zdravstvene ispravnosti bazena grada Banja Luka u 2013. godini za sve lokacije ispitivanja. Uočljivo je da je kod lokacije br. 2 neispravnost vode (92,86%) značajnije izražena. U 2013. godini, na

zdravstvenu ispravnost analizirana su 183 uzorka vode bazena grada Banja Luka, od čega 183 na mikrobiološku i 139 na hemijsku ispravnost. Analiza rezultata pokazala je da, od ukupnog broja mikrobioloških analiza ispravno je 96,17%,

*B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligorić<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>*

dok je 3,83% neispravno. Razlog mikrobiološke neispravnosti su veći broj aerobnih mezofilnih bakterija i koliformnih bakterija, kao i izolovanost *E. coli* i *Enterobacter klebsiella*.

Od ukupnog broja analiziranih uzoraka na fizičko-hemijska ispitivanja 94,96% je bilo neispravno, a razlog ovakvog rezultata je povećan sadržaj hlorida, čak do koncentracije 422,2 mg/L. Sumarno, razlog zdravstvene

neispravnosti su fizičko-hemijski parametri, tj. povećane vrijednosti hlorida, pri čemu od ukupnog broja uzoraka na zdravstvenu ispravnost je neispravno 74,32%, dok je svega 25,68% ispravno. U 2013. godini je vršena analiza trihalometana, ali njihov sadržaj nije uziman u obzir u tumačenju rezultata zbog nepostojanja adekvatne zakonske regulative.

### 3.2. Stanje ispravnosti vode na ispitivanim lokalitetima tokom 2014

*Tabela 7. Prikaz mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 1*

<b>LOKACIJA br. 1</b>						
	<b>Zatvoreni</b>		<b>Veliki otvoreni</b>		<b>Mali otvoreni</b>	
	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>
<b>Analizirano</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>Ispravno</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>
<b>Neispravno</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

*Tabela 8. Procentualni udio zdravstveno ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 1*

<b>LOKACIJA br. 1</b>								
	<b>Zatvoreni</b>		<b>Veliki otvoreni</b>		<b>Mali otvoreni</b>		<b>Ukupno</b>	<b>Procent (%)</b>
	<b>Broj analiza</b>	<b>Procenat (%)</b>	<b>Broj analiza</b>	<b>Procenat (%)</b>	<b>Broj analiza</b>	<b>Procenat (%)</b>		
<b>Analizirano</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>51</b>	<b>100</b>
<b>Zdravstveno ispravno</b>	<b>6</b>	<b>23,08</b>	<b>6</b>	<b>66,67</b>	<b>5</b>	<b>83,33</b>	<b>17</b>	<b>33,33</b>
<b>Zdravstveno neispravno</b>	<b>30</b>	<b>76,92</b>	<b>3</b>	<b>33,33</b>	<b>1</b>	<b>16,17</b>	<b>34</b>	<b>66,67</b>

Iz analize rezultata prikazanih tabelama na lokaciji br. 1 analiziran je 51 uzorak bazenske vode od čega je 17 uzoraka ili 33,33% zdravstveno ispravno, a 34 uzorka ili 66,67% zdravstveno neispravno. Razlog zdravstvene

neispravnosti su neispravni fizičko-hemijski nalazi tj. povećan sadržaj hlorida, dok su mikrobiološki nalazi uredni.

B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligorić<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>

**Tabela 9.** Prikaz mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 2

<b>LOKACIJA br. 2</b>				
	<i>Veliki bazen zatvoreni</i>		<i>Mali bazen zatvoreni</i>	
	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>
<b>Analizirano</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
<b>Ispravno</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>5</b>
<b>Neispravno</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>21</b>

**Tabela 10.** Procentualni udio zdravstveno ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 2

<b>LOKACIJA br. 2</b>						
	<i>Veliki zatvoreni</i>		<i>Mali zatvoreni</i>		<b>Ukupno</b>	<b>Procent (%)</b>
	<b>Broj analiza</b>	<b>Procent (%)</b>	<b>Broj analiza</b>	<b>Procent (%)</b>		
<b>Analizirano</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>52</b>	<b>100</b>
<b>Zdravstveno ispravno</b>	<b>4</b>	<b>15,38</b>	<b>5</b>	<b>19,23</b>	<b>9</b>	<b>17,31</b>
<b>Zdravstveno neispravno</b>	<b>22</b>	<b>84,62</b>	<b>21</b>	<b>80,77</b>	<b>43</b>	<b>82,69</b>

Iz analize rezultata prikazanih tabelama na lokaciji br. 2 analizirana su 52 uzorka bazenske vode, od čega je 9 uzoraka ili 17,31% zdravstveno ispravno, a 43 uzorka ili 82,69%

zdravstveno neispravno. Razlog zdravstvene neispravnosti su neispravni fizičko-hemijski nalazi tj. povećan sadržaj hloriga, dok su mikrobiološki nalazi uredni.

**Tabela 11.** Prikaz mikrobiološki i fizičko-hemijski ispravnih i neispravnih uzoraka u odnosu na analizirane na lokaciji br. 3

<b>LOKACIJA br. 3</b>						
	<i>Mali (dječji) otvoreni</i>		<i>Veliki otvoreni</i>		<i>Sportski otvoreni</i>	
	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>	<b>Mikrobiološki nalaz</b>	<b>Fizičko-hemijski nalaz</b>
<b>Analizirano</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
<b>Ispravno</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>1</b>
<b>Neispravno</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>9</b>



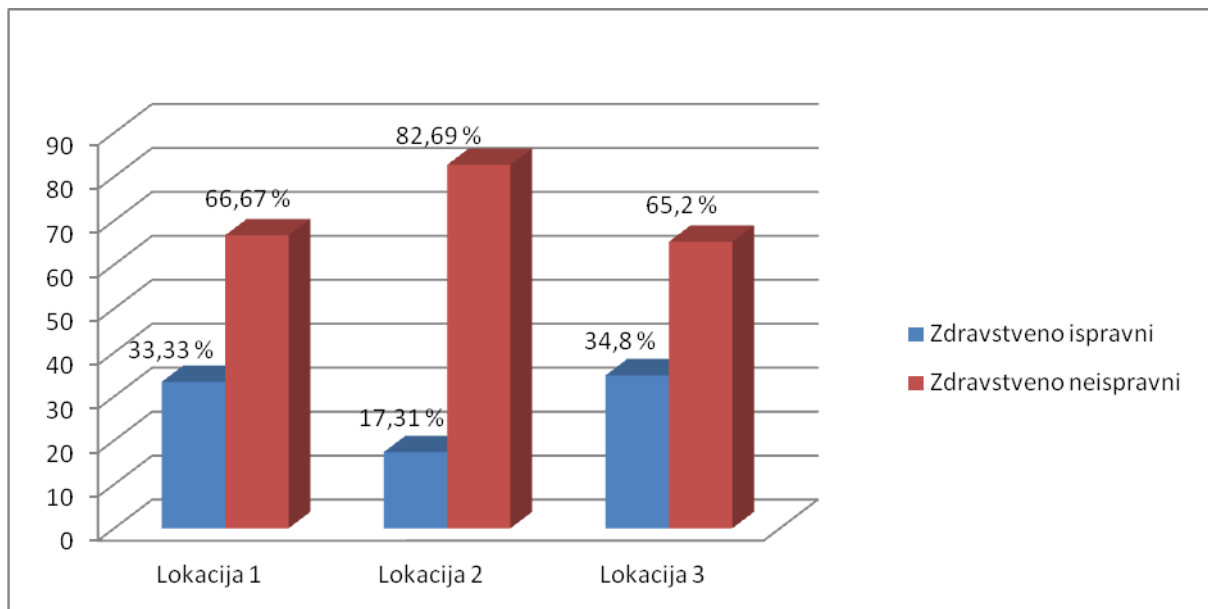
B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligorić<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>

**Tabela 12.** Procentualni udio zdravstveno ispravnih i neispravnih uzoraka na lokaciji br. 3

LOKACIJA br. 3								
	Mali (dječji) otvoreni		Veliki otvoreni		Sportski otvoreni		Ukupno	Procenat (%)
	Broj analiza	Procenat (%)	Broj analiza	Procenat (%)	Broj analiza	Procenat (%)		
<b>Analizirano</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>
<b>Zdravstveno ispravno</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>5</b>	<b>33,33</b>	<b>16</b>	<b>34,8</b>
<b>Zdravstveno neispravno</b>	<b>12</b>	<b>75</b>	<b>9</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	<b>66,67</b>	<b>30</b>	<b>65,2</b>

Iz analize rezultata prikazanih tabelama na lokaciji br. 3 analizirano je 58 uzoraka bazenske vode, od čega je 27 uzoraka ili 46,55% zdravstveno ispravno, a 31 uzorak ili 53,25% zdravstveno neispravno. Razlog zdravstvene neispravnosti čine uglavnom neispravni fizičko-

hemijski nalazi tj. povećan sadržaj hlorida, dok je razlog mikrobiološke neispravnosti povećan broj koliformnih bakterija, nađene koliformne bakterije fekalnog porijekla, kao i izolovane *E. coli* i *Enterobacter klebsiella*.



**Slika 2.** Zdravstvena ispravnost bazena u 2014. godini po lokacijama



B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligorić<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>

Slika 2. prikazuje stanje zdravstvene ispravnosti bazena grada Banja Luka u 2014. godini za sve lokacije ispitivanja. Uočljivo je da je kod lokacije br. 2 neispravnost vode (82,69%) značajnije izražena.

U 2014. godini, na zdravstvenu ispravnost analizirano je 145 uzoraka vode bazena grada Banja Luka, od čega 145 na mikrobiološku i 122 na hemijsku ispravnost. Analiza rezultata pokazala je da je od ukupnog broja mikrobioloških analiza bilo ispravno 95,2%, dok je 4,8% bilo neispravno. Razlog mikrobiološke neispravnosti su povećani broj koliformnih bakterija, identifikovane fekalne koliformne bakterije, a među koliformnim bakterijama izolovana *Enterobacter klebsiella* i *Citrobacter spp.* Razlog hemijske neispravnosti je veći sadržaj hlorida pri čemu je, od ukupnog broja analiziranih uzoraka 84,4% neispravno, dok je svega 15,6% ispravnih,

Sumarno, razlog zdravstvene neispravnosti su fizičko-hemijski parametri, pri čemu, od ukupnog broja uzoraka na zdravstvenu ispravnost neispravno je 86,9%, dok je svega

13,1% ispravno. U 2014. godini vrijednosti trihalometana su u okviru propisanih vrijednosti (100 µg/L).

Kako bi se u narednom period prevazišli problem i poboljšao kvalitet i zdravstvena bezbjednost vode u objektima ovog tipa potrebno je preduzimati i aktivno provoditi slijedeće mjere:

- usklađivati zakonske i podzakonske akte sa Direktivama EU i preporukama SZO;
- uvesti jače mjere kontrole stanja bazenskih voda, s većim brojem parametara i u periodu maksimalnog opterećenja bazena;
- redovno sprovoditi propisano sanitarno-higijensko i tehničko održavanje higijenskog stanja objekata uz korištenje higijenski ispravne vode za kupanje u toku sezone;
- kontinuirano, uz sve tehnološke postupke, vršiti prečišćavanje vode, izmjene vode i dezinfekciju. [14,15]

#### 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata ispitivanja voda bazena grada Banja Luke u 2013. godini, 74,32%, odnosno 86,90% ispitanih uzoraka u 2014. godini, nisu zdravstveno ispravni. Razlog zbog kojeg su vode bazena proglašavane zdravstveno neispravnim su povećane vrijednosti hlorida, koje su bile tumačene prema referentnim vrijednostima hlorida vode za bazene ( 50 mg/L, Odluka o sanitarno – higijenskim mjerama u objektima za proizvodnju i promet životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe i drugim javnim objektima, Sl. glasnik SO Banja Luka, br. 3/97).

U 2014. godini, na snagu je stupio novi podzakonski akt koji reguliše ovu oblast tj.

pitanje bazenskih voda (Pravilniku o sanitarno – tehničkim i higijenskim uslovima, Sl. glasnik RS br. 68/14). Ovim Pravilnikom nisu definisani hloridi, niti njihove vrijednosti. Shodno tome, da se ocjena voda bazena grada Banja Luka za 2013. godinu vršila prema ovom Pravilniku, situacija bi bila potpuno drugačija, tj. odnos ispravnih i neispravnih uzoraka. Samim tim, oko 95% ispitanih uzoraka bilo bi zdravstveno ispravno.

Uzevši u obzir da se dezinfekcija vode bazena grada Banja Luke vrši isključivo hlorom, od velikog je značaja što je analiza trihalometana obuhvaćena zakonskom regulativom, jer je njihovo štetno djelovanje naučno utvrđeno i dokazano. [6, 15, 16]

#### LITERATURA

- [1] Antoni<sup>1</sup> B., (2013) Prečišćavanje vode bazena za kupanje, Panevropski univerzitet Apeiron, Banja Luka.
- [2] Dalmacija B., Ivančević-Tumbas I., (2001) Kvalitet vode za rekreaciju: kako

ga postići i očuvati / urednici, Novi Sad : Institut za hemiju.

- [3] Kamilla M.S.H., Aikaterini S., Waqas A.C., Henrik R.A. (2016) Effect of ozonation of swimming pool water on

- formation of volatile disinfection by-products – A laboratory study, *Chemical Engineering Journal*, (298) 277–285.
- [4] Kurtović H., (2008) Zdravstveni aspekt bazena za kupanje, Sarajevo.
- [5] Vranješ D., (2005) Metodika sanitarno ekološkog nadzora, Prijedor.
- [6] Dallolio L., Belletti M., Agostini A., Teggi M., Bertelli M., Bergaminic C., Chettic L., Leoni E. (2013) Hygienic surveillance in swimming pools: Assessment of the water quality in Bologna facilities in the period 2010–2012, *Microchemical Journal*, (110) 624–628.
- [7] Malcolm J., Brandt K., Michael Johnson, Andrew J., Elphinston Don D. Ratnayaka, (2017) Chapter 7 – Chemistry, Microbiology and Biology of Water, *Twort's Water Supply* (Seventh Edition), 235–321.
- [8] Markku J.L., Ilkka T.M., Minna M.K., Tomi K.K., Olli L., Arja H., Terttu V., Pertti J.M., (2004) Microbiology, chemistry and biofilm development in a pilot drinking water distribution system with copper and plastic pipes, *Water Research*, (17) 3769–3779.
- [9] Miklas S., (2016) Chapter 18 – Water Microbiology, *Wetlands for Water Pollution Control* (Second Edition), 115–128.
- [10] Sandle T., (2016) Microbiology laboratory techniques, *Pharmaceutical Microbiology, Essentials for Quality Assurance and Quality Control*, 63–80.
- [11] James M.T., Duane P.M., Jenny C.F., Jessica R., Alexandra W., Ronald L.H., Cristi B., Darrick W., (2013) Using Water Chemistry, Isotopes and Microbiology to Evaluate Groundwater Sources, Flow Paths and Geochemical Reactions in the Death Valley Flow System, USA, *Procedia Earth and Planetary Science* (7) 842-845.
- [12] Eugenio-Felipe U., Santillana W.C., Philip C.B., Juliette D. L., (2015) The effects of biocide use on the microbiology and geochemistry of produced water in the Eagle Ford formation, Texas, U.S.A., *Journal of Petroleum Science and Engineering*, (135) 1–9.
- [13] Andrea A. B., Helio A. De M., (2016) A Quick Reference on Chloride, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, in press.
- [14] Don D.R., Malcolm J. B.K., Michael J. (2009) Chapter 6 – Chemistry, Microbiology and Biology of Water, *Water Supply* (Sixth Edition), 195–266.
- [15] Yue E., Hui B., Lushi L., Jing L., Ernest R.B., (2016) Effect of chloride on the formation of volatile disinfection byproducts in chlorinated swimming pools, *Water Research* (105) 413–420.
- [16] Di P., Florencia S., Gudrun A.B., Harald H. (2016) Occurrence and simulation of trihalomethanes in swimming pool water: A simple prediction method based on DOC and mass balance, *Water Research*, (88) 634–642.

*B. Antoni<sup>1</sup>, M. Gligori<sup>2</sup>, A. Došić<sup>2</sup>, D. Vujadinović<sup>2</sup>, R. Grujić<sup>3</sup>, D. Babić<sup>1</sup>*

**DOI: 10.7251/JEPMSR1608091A**

**UDK: 556.115**

**Scientific paper**

## **MANAGEMENT OF CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL WATER QUALITY IN POOLS FOR SWIMMING AND RECREATION**

**Bogoljub Antoni<sup>1</sup>, Miladin Gligori<sup>2</sup>, Aleksandar Došić<sup>2</sup>, Dragan Vujadinović<sup>2</sup>, Ranko Grujić<sup>3</sup>, Danijela Babić<sup>1</sup>**

*bogoljub.antonice@gmail.com*

<sup>1</sup> *University Vitez, Faculty of Health Care, Travnik, B&H*

<sup>2</sup> *University of East Sarajevo, Faculty of Technology, Zvornik, B&H*

<sup>3</sup> *IPIN Institute for Applied Geology and Hydroengineering, Bijeljina, B&H*

### **Abstract**

*Use of water for recreation or treatment of very it's very important to maintain health and working capacity of the population. A significant number of people temporarily or permanently, used pools for that purpose. That is why today, in the developed countries, great attention is paid to the quality of water for recreation. The aim of this work is to manage pools in terms of managing chemical and microbiological quality of water. Consideration of the problem of managing chemical microbiological quality of water in swimming pools is based on the relevant Recommendations of the World Health Organization. Retrospective-descriptive method is used to analyze the results of laboratory tests of swimming pool water in the city of Banja Luka in 2013 and 2014. Results of the analysis showed that the physical and chemical inadequacy of water is mainly related to increased chloride content in water, while microbiologically defectives are caused by the increased number of coliform bacteria.*

**Keywords:** *water quality, pool, swimming, water microbiology.*

