Zdravstvena ispravnost bazenske vode u otvorenom bazenu

Pedisić, Irinea

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:592984

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository

SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

PREDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ SANITARNOG INŽENJERSTVA

Irinea Pedisić

ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST BAZENSKE VODE U OTVORENOM BAZENU

Završni rad

Rijeka, 2021.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

PREDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ SANITARNOG INŽENJERSTVA

Irinea Pedisić

ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST BAZENSKE VODE U OTVORENOM BAZENU

Završni rad

Rijeka, 2021.

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Ivana Gobin, dipl. sanit. ing.

Završni rad obranjen je dana _____ u/na

_____, pred povjerenstvom u sastavu:

1. doc.dr.sc. Dijana Tomić Linšak

2. doc.dr.sc. Mateja Ožanić

3. izv.prof.dr.sc. Ivana Gobin

Rad ima 42 stranice, 17 slika, 2 tablice, 41 literaturnih navoda.

SAŽETAK

Bazenska voda namijenjena je ljudima sve životne dobi za rekreaciju, sport, terapiju i druge svrhe. Vrlo bitno je da se osiguraju svi sanitarno-higijenski uvjeti koji moraju biti u granicama minimalne i maksimalne vrijednosti kako zalažu određeni zakoni i pravilnici kako bi ta voda bila zdravstveno ispravna. Važnu ulogu ima i dezinfekcija u održavanju kvalitete bazenske vode, stoga je potrebno održavanje i stroga kontrola nad bazenom za vrijeme rada bazena kako bi procjena vode bila zdravstveno ispravna.

U ovom radu analizirani su rezultati mikrobiološki (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, *Escherichia coli*, *Legionella pneumophila*, *Staphlycoccus aures*, *Pseudomonas aeruginosa*) i fizikalno-kemijski (boja, mutnoća, pH vrijednost, redoks potencijal, električna vodljivost, oksidativnost, slobodni klor, trihalometani) parametri.

Prema dobivenim rezultatima otvorenog bazena za ljeto 2019. i 2020. godine možemo zaključiti kako su mikrobiološki i fizikalno-kemijski parametri u skladu s Pravilnikom, i da je voda u bazenu zdravstveno ispravna i spremna za daljnje korištenje, i da se provodi odgovarajuća dezinfekcija bazenske vode.

Ključne riječi: bazenska voda, dezinfekcija, mikrobiološki parametri, fizikalno-kemijski parametri, Pravilnik

SUMMARY

Pool water applies to people of all ages for recreation, sports, therapy, and other purposes. It is very important to ensure all sanitary and hygienic conditions which must be within the minimum and maximum worth as required by certain laws and regulations for quality. Disinfection plays an important role in keeping the good quality of pool water, it is necessary to keep and strictly control the pool.

In this paper are analyzed the results of microbiological (total number of aerobic bacteria, *Escherichia coli*, *Legionella pneumophila*, *Staphlycoccus aures*, *Pseudomonas aeruginosa*) and physical-chemical (color, turbidity, pH value, oxidation-reduction potential, electrical conductivity, oxidisability, free chlorine, trihalomethane) parameters.

According to the results of the outdoor pool for summer 2019. and 2020., we can conclude that the microbiological and physical-chemical parameters are following the Ordinance, the pool water has good quality, it can be ready for further use and proper disinfection.

Key words: pool water, disinfection, microbiological parameters, physical-chemical parameters, Ordinance

SADRŽAJ

SAŽETAK IV
SUMMARY V
1. Uvod 1
1.1. Bazen (bazensko kupalište) 2
1.1.1. Tipovi bazena 4
1.2. Pokazatelji kakvoće bazenske vode 6
1.2.1. Mikrobiološki pokazatelji 7
1.2.2.1. Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija 7
1.2.2.2. Escherichia coli 7
1.2.2.3. Legionella pneumophila 7
1.2.2.4. Staphylococcus aureus 8
1.2.2.5. Pseudomonas aeruginosa 8
1.2.2. Fizikalno – kemijski pokazatelji 9
1.2.2.1. Boja 9
1.2.2.2. Mutnoća 9
1.2.2.3. pH vrijednost 9
1.2.2.4. Redoks potencijal (oksidacijsko-redukcijski potencijal (ORP)) 10
1.2.2.5. Električna vodljivost 10
1.2.2.6. Oksidativnost (utrošak $KMnO_4$) 10
1.2.2.7. Slobodni klor 11
1.2.2.8. Trihalometani (THM) 11
1.2.3. Dezinfekcija bazena 13
1.2.4. Održavanje bazena 17
2. Cilj rada 18
3. Materijali i postupci 19
3.1. Materijali 19
3.1.1. Karakterizacija 19
3.2. Postupci 20
3.2.1. Ispitivanje mikrobioloških pokazatelja 20
3.2.2. Ispitivanje fizikalno-kemijskih pokazatelja 23
4. Rezultati 29

4.1. Rezultati mikrobiološke analize 29
4.2. Rezultati fizikalno-kemijske analize 30
5. Rasprava 36
6. Zaključak 39
7. Literatura 40
8. Životopis 43

1. Uvod

Kod bazenske vode jako je bitno dezinficirati i kontrolirati kako bi voda u cijelom bazenu zadovoljila propisane vrijednosti zdravstvene ispravnosti kako bi korisnici bazena mogli koristiti u svoje svrhe – kupanje, relaksaciju, uživanje i druge aktivnosti koje nudi. Isto tako, bazeni mogu biti izvori zaraze. Može doći do kemijske i mikrobiološke kontaminacije same vode, pa tako i kupača. [1]

Prije samog otvaranja bazena za korisnike potrebno je uzorak bazenske vode analizirati na prisutnost *Pseudomonas aeruginosa*, *Eschericia coli*, *Legionella pneumophila*, *Stapylococcus aureus* koji mogu ugroziti zdravlje korisnika. Ti mikroorganizmi mogu dospjeti u bazen raznim putevima prijenosa te uz povoljne uvjete se mogu razmnožavati. Kod čovjeka uzrokuju razna oboljenja – infekcija kože, respiratornog, probavnom ili mokraćnog sustava. U bazene dospijevaju preko samih kupača putem sekreta (iz usta, nosa, grla, putem urina ili fecesa),putem kože ili kontaminirane odjeće. [2]

Osim bakterija, postoje i drugi mikroorganizmi koji se mogu naći u bazenima, kao što su protozoe – *Cryptosporidium* i *Giardia* te virusi Hepatitis A, adenovirusi, rotavirusi i norovirusi. [3]

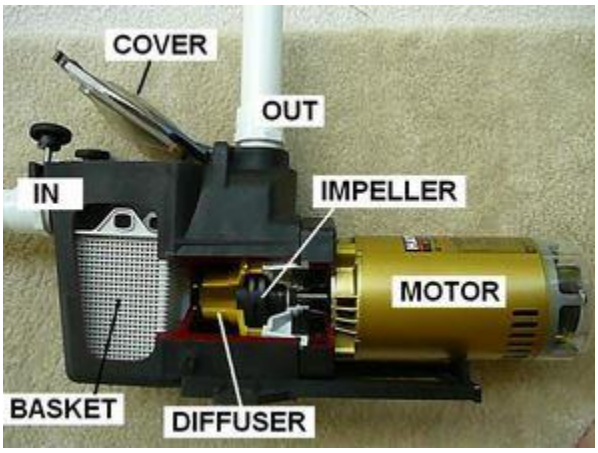
Najopasniji rizik za ljudsko zdravlje koje se može dogoditi u bazenu je fekalna kontaminacija koju uzrokuju djeca koja nisu naučena za obavljanje nužde u pelene ili u WC-u. Sami roditelji moraju biti oprezni i voditi brigu o djetetovim potreba. [4]

U Republici Hrvatskoj 28.9.2012. godine donesen je *"Pravilnik o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih vode"* (N.N. 59/2020) u kojem se nalaze uvjeti kako bi bazenske vode bile zdravstveno ispravane, tj. moraju zadovoljavati vrijednosti za rad bazenskog kupališta.

1.1. Bazen (bazensko kupalište)

Prema članku 3. u *„Pravilniku o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda"* (N.N. 59/2020-1186) - bazensko kupalište sastoji se od bazena (čisti dio), površine oko bazena te prostora gdje su smještene prostorije garderobe, sanitarni čvorovi i ostali uređaji (nečisti dio). [5]

Postoje dvije različite vrste bazena – nadzemni i podzemni bazen. Nadzemni bazeni su jeftiniji i najlakši za izgradnju jer su obično izrađeni od montažnog kompleta, dok su podzemni bazeni izrađeni od betona, stakloplastike ili od vinilne obloge. Voda u bazenu mora cirkulirati kroz sustav filtriranja kako bi se uklonila prljavština i ostali sitni otpad. Voda teče kroz dva ili više glavnih odvoda na dnu bazena i više skimmera pri vrhu bazena. Izvlači se kroz glavni odvod, skimmer i vakuumski priključak. Skimmeri ravnomjerno zagrijavaju bazen. Nakon toga voda ide kroz pumpu, filtar, grijač te se vraća u bazen pomoću drugih uređaja. Kako ne bi došlo stvaranja algi i drugi onečišćivača bazena, bazen mora imati filtar i pumpu. Na pumpi (slika 1.) se nalazi elektromotor koji vrti rotor i unutar kućišta pokreće vode. Nakon što ta vode povuče se kroz skimmera, ona teče kroz krajnji dio pumpe bazena – kroz poklopac cjedila, o-prsten, košaru za cjedilo, difuzor, rotor i brtvu osovine. Tamo voda prolazi kroz pumpu i izlazi iz pražnjenja pumpe u filtar. [6]

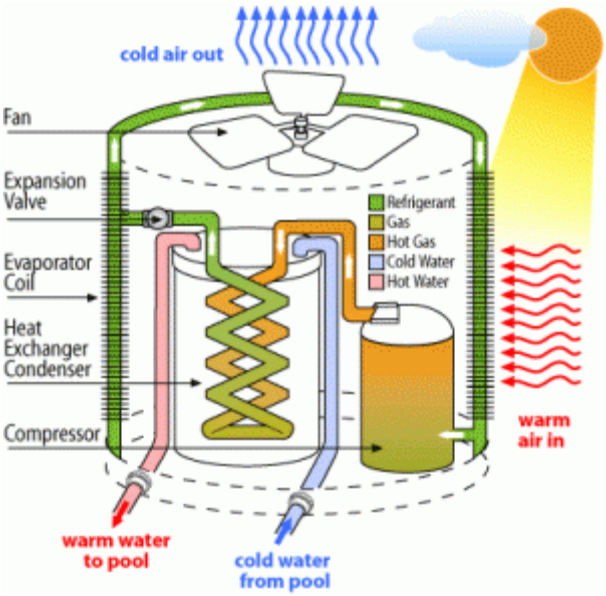


Slika 1. Dijelovi pumpe za bazen

(izvor: https://www.inyopools.com/Blog/how-a-swimming-pool-works/)

Nakon filtriranja nečista voda iz bazena dolazi kroz ulaznu cijev filtra i odlazi do glave za distribuciju vode unutar spremnika. Gravitacijom voda teče prema dolje, odnosno filtru koji može

sadržavati pijesak, uložak ili dijatomejska zemlja koji hvataju prljavštinu. Na ulazu i izlazu postoje mjerači tlaka koji nam govore koliko je vode u filtru. Ako mjerači pokazuju veliki tlak na ulaznu cijev, pokazatelj nam je da ima puno ostatka i trebalo bi očistiti filtar. Grijači bazena postaju sve popularniji i postoje različiti uređaji koji to omogućavaju – grijači, toplinske pumpe, solarni paneli ili solarni pokrivači, grijači na propan i prirodni plin su dobri jer brzo zagrijavaju bazen i mogu održati stalnu temperaturu vode. Ta voda će se nakon nekog vremena zagrijati i održati stalnu temperaturu. No ipak toplinske pumpe (slika 2.) su ekološki prihvatljiviji način zagrijavanja bazena. Djeluju tako da izvlače toplinu iz vanjskog zraka, povećavaju toplinu kompresorom, a zatim ta toplina odlazi u vodu. Kako toplinska pumpa radi ovisno koliko je prosječna temperatura zraka, toliko dugo će joj trebati da zagrije bazen. [6]

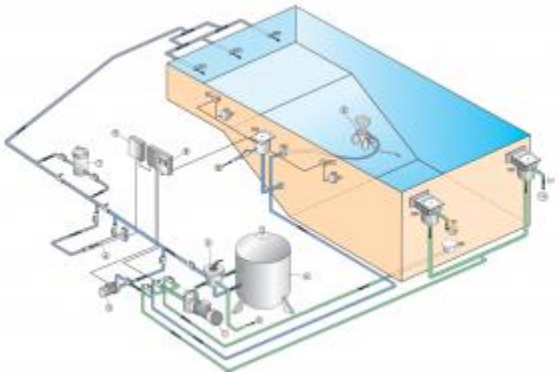


Slika 2. Toplinska pumpa

(izvor: https://www.inyopools.com/Blog/how-a-swimming-pool-works/)

1.1.1. Tipovi bazena

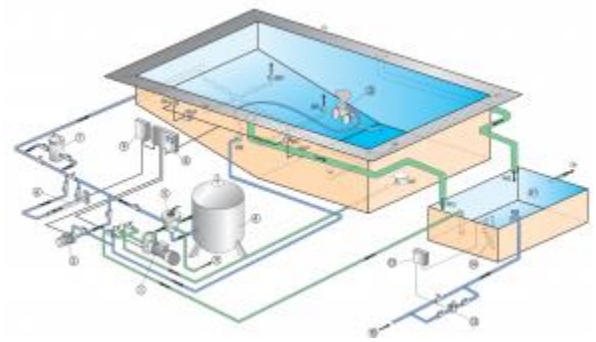
Postoje dva tipa bazena, a to su: skimmerski i preljevni tip bazena. Razlikujemo ih prema izvedbi filtracijskog sustava za pročiščavanje i tretiranje vode – uključujući faktore kao što su količina vode, namjena bazena i očekivani broj kupača. Skimmerski tip bazena (slika 3.) koristi se za bazene do 200 m^2, privatnu upotrebu i manji broj kupača. Princip rada je takav da voda iz mlaznice ispire površinu vode koja utječe u otvor na jednoj bočnoj stranici školjke (*skimmer*) u smjeru osi bazena. Gradnja samog skimmerskog tipa nije komplicirana i instalacije je jednostavna, a nije potrebna ugradnja nikakve dodatne opreme, samo osnovna oprema – filter, pumpa, *skimmer*, elektroupravljački ormarić, mlaznice i podni usis. Održavanje je samo po sebi jednostavno i jeftinije od preljevnog tipa. [7]



Slika 3. Skica skimmerskog tipa bazena
(izvor: https://www.eurostil.hr/bazeni/vrste-i-tipovi-bazena/)

Preljevni tip bazena (slika 4.) koristi se za bazena preko 200 m^2, javnu upotrebu i veliki broj kupača. Kod preljevnog tipa mlaznice su smještene na dnu bazena i voda struji od dna bazena prema površini. Sama voda se preljeva preko ruba bazena i utječe u preljevni kanal. Ugradnja i instalacija nije jednostavna kao i kod skimmerskog tipa zbog veće količine vode, a uključuje dodatne opreme – filter, pumpa, automatski regulator vode, podne mlaznice, kompenzacijski bazen, preljevni kanal, rešetke i elektro-upravljanje za dodatnu sigurnost, senzore i automatik za dodavanje kemikalija.

Strojarnica se nalazi u posebnom objektu ili ozidana pored bazena. Održavanje je složenije i skuplje nego skimmerski tip bazena zbog opreme, količine vode. [7]



Slika 4. Skica preljevnog tipa bazena
(izvor: https://www.eurostil.hr/bazeni/vrste-i-tipovi-bazena/)

1.2. Pokazatelji kakvoće bazenske vode

Kako bi uzorak bazenske vode bio ispravan mora zadovoljavati sljedeće uvjete prema Pravilniku (N.N. 59/2020), a to su mikrobiološki i fizikalno-kemijski pokazatelji.

Tablica 1. Pokazatelji i njihove maksimalne i minimalne vrijednosti koje se spomenute u Pravilniku [5]

Broj	**Pokazatelj**	**Jedinica**	**Vrijednost**	
			Bazenska voda	
			min.	max.
1.	**Mikrobiološki**			
1.1.	*Pseudomonas aerugionosa*	cfu/100 ml	-	<1
1.2.	*Escherichia coli*	cfu/100 ml	-	<1
1.3.	*Legionella pneumophila*	cfu/100 ml	-	<1
1.4.	*Staphylococcus aureus*	cfu/100 ml	-	100
1.5.	Ukupan br. aer. bakterija pri (36±2)°C/(44±4) h	cfu/ml	-	200
2.	**Fizikalno-kemijski**			
2.1.	Boja (određivanje spektralnog koeficijenta apsorpcije pri λ=436 nm)	mg/l Pt/Co skale	-	20
2.2.	Mutnoća	NTU	-	4,0
2.3.	pH vrijednost (koncentracija vodikovih iona)	-	6,5	7,8
2.4.	Redoks potencijal prema Ag/AgCl, 3.5 M KCl, rezultat izražen prema HSE	mV		
	a) slatka voda pH 6,5-7,3		>750	
	pH 7,3-7,8		>770	
	b) morska voda pH 6,5-7,3		>700	
	pH 7,3-7,8		>720	
	c) prirodna mineralna voda	Granična vrijednost se određuje ekspreminetalno		
2.4.	Električna vodljivost (pri 20°C)	µS/cm	-	-
2.5.	Slobodni klor	mg/l	0,2	1,0
2.7.	Trihalometani (ukupni)	µg/l	-	100
2.8	Klor dioksid*	mg/l	0,2	0,3
2.9.	Klorit*	µg/l	-	400
2.10.	Ozon*	mg/l	-	0,05
2.11.	Cijanurna kiselina*	mg/l	-	50
*ako se prilikom pripreme vode upotrebljavaju spomenuti dezinficijensi				

1.2.1. Mikrobiološki pokazatelji

1.2.2.1. Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija

Aerobne mezofilne bakterije su bakterije koje rastu pri temperaturama od 20-45°C uz prisustvo kisika. Optimalna im je temperatura 37°C koliko je i čovjekova uobičajena temperatura [8]. Mnoge aerobne bakterije žive u tlu, u zraku i u vodi. Postoje dvije vrste aerobnih bakterija, ovisno o stupnju ovisnosti o slobodnom kisiku, a to su – obvezni i izborni aerobi. Obvezni aerobni se rastu samo kad je prisutna velika koncentracija kisika u zraku, dok izborni se razvijaju na vrlo niskim razinama kisika. [9]

1.2.2.2. Escherichia coli

Escherichia coli spada u porodicu *Enterobacteriacea.* Riječ je o gram-negativnim štapićima koji su široko raspodijeljeni u prirodi, a u našem probavnom sustavu i u sustavu životinja žive u komenzalizmu. *E. coli* je kratka, pokretna, štapičasta bakterija i pojedini sojevi mogu posjedovati kapsulu. Također posjeduje različite specifične čimbenike virulencije, te su *E. coli* podijeljene u različite serotipove – enterotoksična *E. coli* (ETEC), enteropatogena *E. coli* (EPEC), enteroagregativna *E. coli* (EAEC), enteroinvazivna *E. coli* (EIEC), enterohemoragična *E. coli* (EHEC), uropatogena *E. coli* (UPEC), K1-pozitivna (MNEC) *E. coli*. Ona kolonizira naš probavni sustav već prvih dana nakon rođenja i prati nas kroz čitav život. Prenosi se izravno fekalno-oralnim kontaktom, ali moguće je putem hrane kontaminirane nehigijenskom posluživanju ili proizvodnjom. Može se prenositi kontaktom preko životinja. [10]

1.2.2.3. Legionella pneumophila

Legionella pneumophila pripada porodici *Legionellaceae*, i do prijenosa infekcije dolazi putem kontaminiranog vodenog aerosola. To su tanki pleomorfni štapići koji se uglavnom pojavljuju u različitim oblicima ovisno o uvjetima u kojima se nalaze. Gram-negativne su bakterije, nesporogene i pokretne pomoću svojih flagela. Legionele su široko rasprostranjene u prirodi, i to većinom u vodenim sredinama i u vlažnoj zemlji. Poznata su dva oblika kliničke manifestacije infekcije – pontiijačka groznica (blaga, samolitirajuća, febrilarna bolest koja nalikuje na gripu) i legionarska bolest (teška upala pluća). Legionele preživljavaju na temperaturama od 0 do 63°C, optimalna temperatura im je 36-37°C, dok u sustavima s toplom vodom koloniziraju pri 40-50°C.

Bolest se ne prenosi s čovjeka na čovjeka, nego obolijevaju udisanjem kontaminiranog aerosola. Preventivne mjere jako su važne za suzbijanje legionarske bolesti i s time da se podrazumijeva osiguravanje zdravstvene ispravnosti te kondicioniranje vode za piće, bazenske vode i drugih voda. Kod sustava s hladnom vodom temperatura se održava na temperaturi manje od 20°C, a tople vode minimalno iznad 46°C. Važno je napraviti ispravnu sanitarno-tehničku izvedbu vodoopskrbe, klimatizacije, grijanja radi sprječavanja daljnjeg suzbijanja bolesti. [10]

1.2.2.4. Staphylococcus aureus

Stafilokoki su gram-pozitivni koki koji se najčešće formiraju u skupine slične grozdovima. Ne posjeduju flagele, nepokretni su i nesporegene bakterije. Rastu aerobno, ali su i fakultativni anaerobi. Od streptokoka se razlikuju po tome što produciraju enzim katalazu. *Staphylococcus aureus* je jedan od najčešćih i najuobičajenih patogena u ljudi, a normlano se nalazi u nosu, na vlažnim dijelovima kože i u probavnom sustavu čovjeka. Osjetljiv je na povišenu temperaturu, a na suhim površinama mogu preživjeti vrlo dugo. Osim što posjeduje enzim katalazu, producira i koagulazu koja ga štiti od fagocitoze.. Bakterija uzrokuje infekcije kao što su: različite infekcije tkiva i kože te bakterijemiju, endokaridtis ili pneumoniju. [10]

1.2.2.5. Pseudomonas aeruginosa

Bakterije roda *Pseudomonas* asporogeni su aerobni gram-negativni kratki, ravni štapići koji se pojavljuju pojedinačno, u parovima, lancima ili su složeni jedan kraj drugoga. Posjeduju enzim citokrom-oksidazu koja ih razlikuje od enterobakterije. Široko su rasprostranjeni u tlu, vodi, ali i u životinjama. Lako se prilagode na različite životne uvjete. Određene vrste se razmnožavaju na 4°C do 42°C, no većina su mezofilna s optimalnom temperaturom ta razvoj (30-37°C). *Pseudomonas* može stvarati različite vodotopljive pigmente kao što su: plavi pigment – piocijanin, žuti pigment – pioverdin, crveni pigment – piorubin i crni pigment – piomelanin. Najznačajnija vrsta unutar samog roda je *Pseudomonas aeruginosa*. Brojni su čimbenici virulencije koja ova bakterija posjeduje, a mogu se podijeliti na strukturne i sekrecijske čimbenike virulencije. Strukturni čimbenici su vezani uz staničnu površinu – flagela (polarni bič), pili (fimbrije), lipopolisaharid (LPS), dok sekrecijski čimbenici koje bakterija izlučuje su: ekstracelularni produkti (enzimi, hemolizimi, egzotoksin A), proteini tipa III sekrecijskog sustava, signalne molekule za detekciju kvoruma (po eng. quorum sensing) i polisaharidna kapsula. *P. aeruginosa* uzrokuje oportunističke

infekcije kod bolesnika s oštećenim imunološkim sustavom, a povezani su s infekcijama povezanim uz zdravstvenu skrb. Infekcije koje bakterija uzrokuje su: bakterijemije i sepse, infektivni endokarditis, infekcije dišnog sustava, infekcije središnjeg živčanog sustava, infekcije uha, oka, kože i mekih tkiva, kostiju te infekcije mokraćnog sustava. [10]

1.2.2. Fizikalno – kemijski pokazatelji

1.2.2.1. Boja

Da bi dokazali prisutnost neke boje, uveo se novi indeks za procjenu razine onečišćenja u vodi i u otpadnim vodama za određivanje kvalitete i sigurnosti same vode. 1892. godine Allen Hazen uveo je ljestvicu boja nazvana Apha-Hazenova ljestvica ili Pt/Co skala (platinum-kobaltna skala). [11]. Boja se definira na svoje tri vrijednosti x, y i z koje svjetlost prolazi kroz otopinu, a zatim te tri vrijednosti se pretvaraju u skalu koja pomoću spektrofotometra. [12]

1.2.2.2. Mutnoća

Mutnoća je pokazatelj kvalitete vode, odnosno mjera zamućenosti kapljevina. Provodi se tako da snop upadne zrake svjetlosti dolazi na uzorak vode. Tvari prisutne u vodi uzrokuju raspršenje snopa i to raspršeno svjetlo detektira nepoznatu tvar u vodi. Što je čestica u uzorku veća, to je raspršenje upadne zrake svjetlosti veće i mutnoća je veća. Mutnoća nam zapravo pokazuje koliko te čestice u vodi utječu na svjetlost koja prolazi ili kako se svjetlost odbija od istih čestica. [13]

Formazin se koristi kao primarni standard za umjeravanje turbidimetra i za kontrolu ponovljivosti mjerenja. Slabo je topljiv u vodi i kada se direktno sintetizira u vodenoj otopini miješanjem dvaju visoko topljivih prekursora, stvara koloidne čestice. I oni uzrokuju rasipanje svjetlosti suspenzija foramzina u svim smjerovima. Jedinica za mutnoću je FTU (*formazine turbidity unit*). Standardna jedinica je nefolometrijska jedinica zamućenja – NTU (*nephelometric turbidity unit*). [13]

1.2.2.3. pH vrijednost

pH vrijednost nam pokazuje mjeru kiselosti neke otopine, a definira se kao negativni logaritam koncentracije vodikovih iona. Kisela otopina im pH vrijednost od 0-7, neutralna 7, a dok lužnata od 7 do 14. Uređaj koji koristimo za određivanje pH vrijednosti naziva se pH metar (slika 5.).

Slika 5. pH metar (izvor: https://shpuchun.en.made-in-china.com/product/ -pH-Meter.html)

1.2.2.4. Redoks potencijal (oksidacijsko-redukcijski potencijal (ORP))

Oksidacijsko-redukcijski potencijal mjeri sposobnost nekog vodenog sustava da ili otpusti ili primi elektrone od kemijski reakcija. Kada sustav primi elektron, to je oksidacijski sustav. A kada otpusti elektrone, to je redukcijski sustav. Najčešće se primjenjuje za određivanje kvalitete vode. To jest za kontrolu dezinfekcije klorom ili klorovim dioksidom. Na vrijednost ORP-a utječu oksidirajuća i redukcijska sredstva. [14] Najbolji je pokazatelj učinkovitosti sanitacije bazena. ORP treba održavati iznad 650 mV za bazene tretirane klorom, bromom ili jodom. [15]

1.2.2.5. Električna vodljivost

Provodnost (κ) je električno svojstvo vode i ovisi o vrsti iona i proporcionalna je njihovoj koncentraciji. Mjerna jedinica izražava se u simensima (S). Recipročna veličina je otpornost (R), čija je mjerna jedinica om (Ω). Mjeri se i specifična provodnost κ_S, a izražava se u µS/cm. [16]

Električna vodljivost je stupanj do kojeg neka tvar ili smjesa mogu provesti električnu struju i za svaku tu tvar je različita vrijednost. Vodljivost ovisi o temperaturi, što je veća temperatura, čestice se brže kreću i bolje se provodi električna struja. [17]

1.2.2.6. Oksidativnost (utrošak $KMnO_4$)

Utrošak kalijevog permanganata predstavlja mjerilo sadržaja organskih čestica u vodi. Voda koja u sebi ima organske tvari potrošit će određenu količinu $KMnO_4$ za njihovu oksidaciju. Isto tako neorganske tvari kao Fe^{2+} i H_2S mogu oksidirati s $KMnO_4$. Dok parafini, aromatski ugljikovodici, neki ketoni, aminokiseline i neki alkoholi, iako su organske tvari slabo reagiraju s $KMnO_4$. [16]

Kalijev permanganat koristi se često u organskoj kemiji i jako je oksidacijsko sredstvo i određuje ukupne organske čestice, te se provodi se u kiseloj ili u lužnatoj sredini.

1.2.2.7. Slobodni klor

Slobodni klor vrlo je djelotvoran kao dezinfekcijsko sredstvo i svojim oksidativnim učinkom održava vodu mikrobiološki ispravno. Iako postoje i druga dezinfekcijska sredstva, klor je jedan od najučinkovitijih za suzbijanje mikroorganizma koji mogu dospjeti u bazen. Prije svake dezinfekcije važno se pridržavati uputa i biti oprezan u doticaju s takvim kemikalijama. Da bi dezinfekcija bila uspješna u vodi mora ostati višak klora i to se naziva slobodni rezidualni klor, a njegova koncentracija se mjeri određenim instrumentima. Klorirana voda se može koristi nakon 30 minuta, dok hiperkloniranjem tek nakon 24 sata i to samo ako je uklonjen sav višak klora. Kod hiperkloniranja dodaje se 10 puta veća koncentracije od one koje se radi s klorom. Voda koja je ispravna mora imati ispravnu pH vrijednost i redovito dezinficirati. Zato je važno pridržavati se mjera i pravila kako bi voda bila sigurna za ljudsko zdravlje. [18]

1.2.2.8. Trihalometani (THM)

Tijekom dezinfekcije klorom, klor može reagirati s organskim tvarima koje se nalaze u vodi stvarajući nusprodukte koji se nazivaju trihalometani, klorirani fenoli, haloketoni, halooctena kiselina i haloacetonitrili. Najveći problem stvaraju halogeni - to su hlapljivi halogeni spojevi s jednim ugljikom koji su zamijenjeni halogenom – fluor, klor, brom, jod ili kombinacijom elemenata, koji štetno djeluju na središnji živčani sustav i cijeli organizam posebno jetru i bubrege. Kada se misli na organske tvari, kažemo da su to smjese organskih spojeva, a pojavljuju se u površinskim i podzemnom vodama. Sama koncentracija nusprodukta ovisi o: vrsti i koncentraciji organske tvari, pH i temperaturi vode, koncentraciji klora. Trihalometani su prisutni u prirodnoj vodi, otpadnoj vodi i vodi za piće kao onečišćivači ili kao slučajni rezultat dezinfekcije. Najčešći trihalometani koje nalazimo su: kloroform, triklometan, bromklormetan, dibromklormetan i

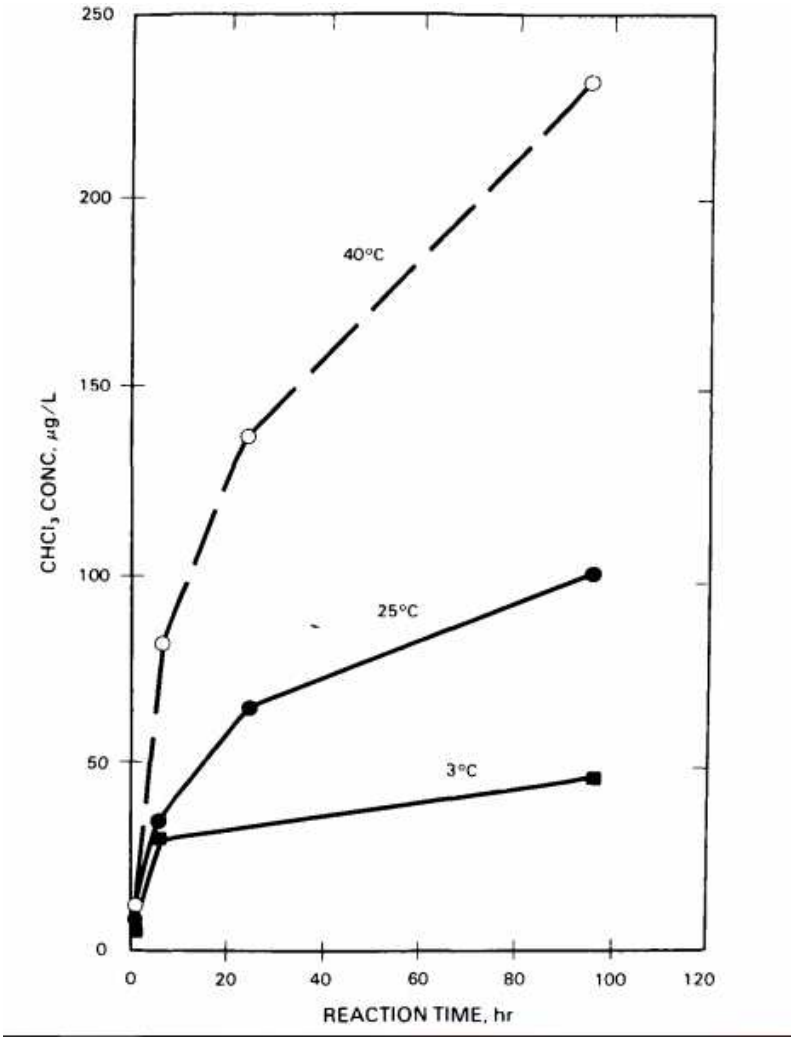
bromoform. Trihalometani mogu ući u čovjekom organizam preko jela i pića, putem kože ili udisanjem i dovode do velikih zdravstvenih problema. [19]

Za uklanjanje trihalometana postoje tri procesa:

1. Oksidacija ozonom ili klor dioksidom
2. Koagulacija, taloženje i filtracija, taloženje ili izravna filtracija
3. Apsorpcija aktivnim ugljenom u prahu ili aktivni ugljen u granulama

Možemo ih ukloniti i oksidacijom s kalijevim permanganatom koji snižava pH ili pomicanjem točke kloniranja u vodu.

Povećanjem temperature povećava se brzina kemijske reakcije trihalometana (graf 1.), s tim da se povećava sama koncentracija trihalometana u vodi. [20]



Graf 1. Ovisnost temperature na stvaranje kloroforma. (izvor: James M. Symons, Alan A. Stevens, Robert M. Clark, Edwin E. Geldreich, O. Thomas Love Jr., Jack DeMarco; Municipal Enviromental Research Laborator Cincinnati Ohio; Treatment Techiniques for Controling Trihalomethanes in Drinking Water; p. 12)

1.2.3. Dezinfekcija bazena

Dezinfekcijom ubijamo bakterije, ali ne i spore. Sami cilj je smanjiti rizik od prijenosa infekcija. Proces ne može odmah ubiti mikroorganizme zato je potrebno strpljenje i vremena kako bi se to napravilo. Što je veća koncentracija dezinficijensa, brže će ubiti bakterije, a treba voditi brigu da nije štetan za kupače.

Povećavanjem pH iznad 8 smanjuje se snaga dezinfekcije i manje je učinkovit proces. Bazeni moraju imat opremljeni cirkulacijski sustav i filtere koji pročišćavaju vodu. Filtriranu vodu je lakše dezinficirati i ne dovodi do proizvodnje nusprodukta. [4]

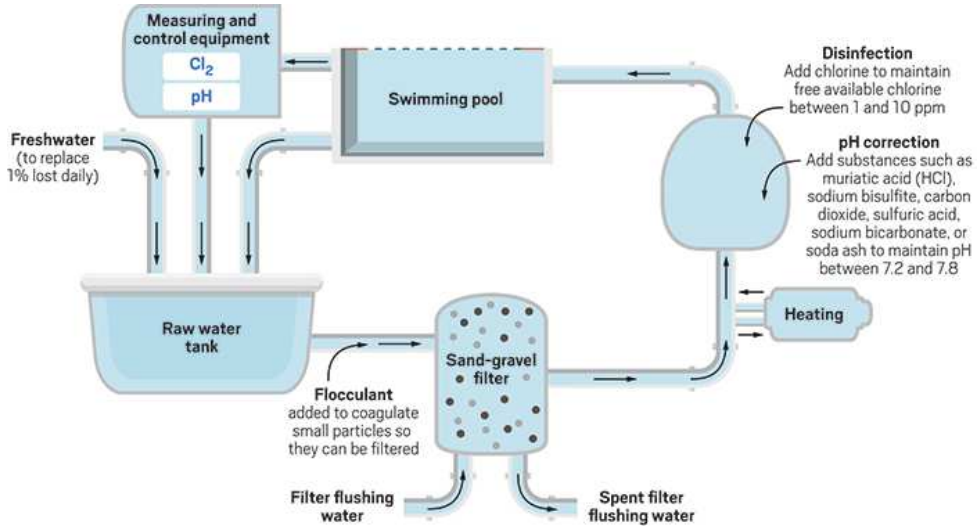
Za pravilnu njegu bazena moramo pratiti sljedećih 5 koraka:

1. Optimalna pH vrijednost bazenske vode – da sva sredstva dosegnu svoj maksimalni potencijal učinkovitosti.
2. Dezinfekcija.
3. Sprječavanje rasta algi – alge su hrana za bakterije, posebnim sredstvima preveniramo da ne nastaju alge u bazenu.
4. Flokulacija – i najsitnije čestice filter ne može zadržati na sebi, prilikom toga dodaju se sredstva za bistrenje kako bi voda izašla kristalno čista.
5. Dodatna oprema i čišćenje bazena. [21]

Za dezinfekciju bazena najčešće se koristi klor i njegovi spojevi: elementarni klor, klorni dioksid, kalcijev i natrijev hipoklorit. Klor djeluje bakteriocidno na staničnu stijenku mikroorganizma i na njihove metabolizme. Ako se prilikom dezinfekcije pojavi višak klora, znači dezinfekcija dobro obavljena, a to se naziva slobodni rezidualni klor (SRK) čija koncentracija u bazenu mora biti od 0,2 do 1,00 mg/l. Postoje i druge metode dezinfekcije kao što su: ozon, UV-zračenje, elektroliza

natrijev klorida, kisik. Uporaba sredstva za dezinfekciju u Republici Hrvatskoj je regulirana Zakonom o biocidnim pripravnicima. [22]

Dezinfekcija klorom (slika 6.) jedan je od najčešćih metoda jer uništava većinu patogenih mikroorganizma, ima dugotrajno djelovanje i jeftino je. Nedostatak je što bakterije se mogu prilagoditi na razinu klora u vodi i postati otporne na klor. [23]

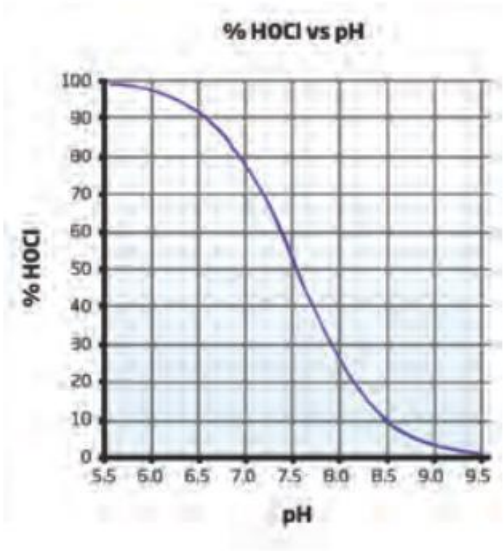


Slika 6. Primjer uređaja kada se radi dezinfekcija klorom (izvor: https://cen.acs.org/articles/94/i31/chemical-reactions-taking-place-swimming.html)

Preporuka je da se ne koristi samo klor u dezinfekciji jer je slab oksidans nego u kombinaciji s drugim dezinficijensima. [23]

Kombinira se sa spojevima koji sadrže dušik dobije se kombinirani klor. Kombiniranjem kombiniranog klora i slobodnog klora dobije se ukupni klor. Prilikom dezinfekcije važno je raditi balans između hipokloritne (HOCl) i hipokloritnih iona (OCl^-). Hipokloritna kiselina ima jaču dezinfekcijsku i oksidacijsku sposobnost nego slobodni klor. I ta količina hipokloritne kiseline u vodi koja je bila tretirana klorom ovisit će pH vrijednost vode. Takve promjene pH vrijednosti utječu na ravnotežu HOCl u odnosu na vodikove i hipokloritne ione. Hipokloritni ion je sredstvo za dezinfekciju sporog djelovanja, a HOCl brzo djeluje i zato je važno mjeriti pH. Na grafu (graf 2.) možemo vidjeti kako povećanjem pH vrijednosti, vrijednost HOCl opada, a vrijednost OCl^-

raste. Zato je preporučljivo da je pH od oko vrijednosti 7,2 kako bi došlo do dezinfekcije brzog djelovanja. [15]



Graf 2. Ovisnost HOCl o vrijednosti pH (izvor: https://hannainst.hr/vaznost-ispitivanja-vode-u-bazenima-i-spa)

Vodu možemo dezinficirati s aktivnim kisikom koji reagens sadrži kisik koji se dodaje u vodu, a u vodi se razgrađuje i oslobađa kisik. Ova metoda je sigurna, učinkovita i može dovesti do smanjenje iritacije kože i usne šupljine. Nedostaci su veliki troškovi, upotreba povećane doze, jer reagens se brzo raspada u vodi i ima nisku aktivnost i nije prilagodna za velike i otvorene bazene. [23]

Dezinfekcija bromom je poput klora, jaki oksidant i halogen, a upotrebljava se s drugim dezinficijensima. Brom ima visoku cijenu i nisku aktivnost, a koristi se za dezinfekciju manje količine vode. Prednosti su što brom odstranjuje neugodan miris, ima produženo djelovanje, ne izaziva iritaciju kože, ubija mikroorganizme i alge koje se mogu naći u bazenu. [23] Stabilan je na visokim temperaturama i visokim pH, što je pogodno za grijane bazene i kade. Nedostatak je što ima sporo djelovanje dezinfekcije, pa nije prikladan za velike bazene [15].

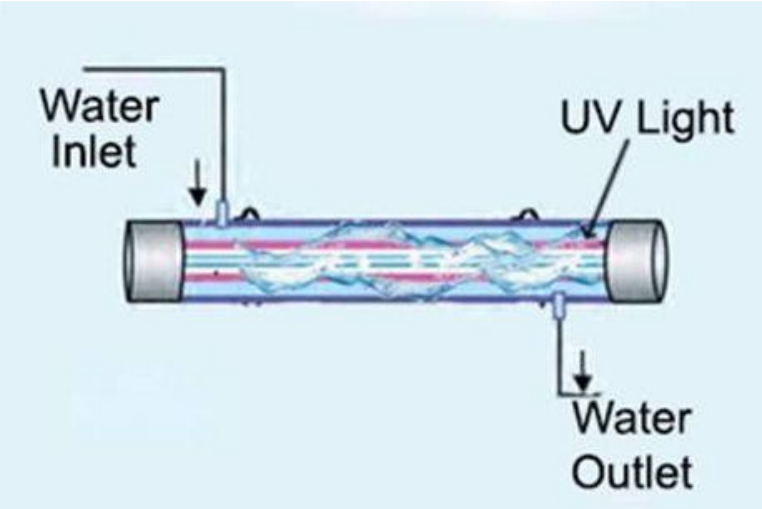
Ozon je alotrop kisika čija se molekula sastoji od 3 atoma kisika koji uništava viruse, spore i bakterije. Učinkovitija je metoda od klora i kisika, ne ostavlja mirisi i ne izaziva iritaciju kože i sluznica. Nema produljeno djelovanje, skupi su troškovi, kod visokih koncentracija udisanjem može doći do iritacije dišnog sustava [23]. Zbog svoje oksidativnosti povratna voda može

sadržavati male koncentracije ozona. Ozon je nestabilan spoj i potrebno je kloniranje na niskoj razini [15].

Najmodernija metoda je ionizacija. Ioni srebra ili bakra pročišćavaju vodu, ioni se oslobađaju pod djelovanjem struje. Oni bakra sprečavaju rast algi, a ioni srebra sprečavaju rast bakterije i stvaranje virusa u vodi. Uklanjanja neugodne mirise, ne uzrokuje alergiju, ima produženo djelovanje. Ni dan danas ne zna se kako ova metoda ima djelovanje na ljudski organizam, a ne može se kombinirati s drugim metodama dezinfekcije. [23]

Ultraljubičasto zračenje (slika 7.) je učinkovita metoda, a uništava mikroorganizma koji se nađu u vodi, a ti mikroorganizmi ne razvijaju otpornost. [23] Spektar se dijeli na četiri glavne kategorije – UV-A, UV-B, UV-C i Vacuum UV. UV-C je područje između 280 i 100 nanometara, i isključivo se koristi za dezinfekciju. UV-C uzrokuje oštećenje mnogih mikroorganizama i to odmah nakon što voda prolazi kroz cijev. Nedostatak je što ovo svjetlo radi samo na vodu koja teče kroz tu cijev. Postoje dvije vrste UV svjetiljki – niskotlačna svjetiljka visokog izlaza koje emitira monokromatske UV zrake na 254 nm, i žarulja srednjeg tlaka koja emitira UV zrake između 200 i 600 nm. Zbog velikog raspona spektra, srednje tlačne svjetiljke su učinkovitije u smanjenju kloramina i poboljšanju kvalitete zraka. [24]

Ne utječe na ljudsko zdravlje, tako da uz predoziranje se ne mijenja sastav vode i nema nastajanja drugih nusprodukata. Jedino što uz metodu UV zračenja mora se stalno kontrolirati i pratiti, nema produljeno djelovanje i ova metoda nije funkcionalna poslije ozračivanja, nego u toku ozračivanja. [23]



Slika 7. UV metoda (izvor: www.waterdisinfection.gr)

1.2.4. Održavanje bazena

Održavanjem bazena mora se raditi redovito i na adekvatan način. Za mehaničko čišćenje su nam važni filteri u bazenu koji služe za pročišćavanje bazena i uklanjanje krhotina, kukaca, prljavštine i prašine koji se ne smiju nalaziti u bazenu. Najčešće se koristi dijatometrijski filtar u kojem se nalaze granulirani materijali za punjenje i pijesak. Kao jeftinija metoda koristi se pijesak gdje voda prolazi i prosijava se na drugi način. Postoje filteri ulošci koji se lako koriste. Postoje i mokri usisivači koje čiste zidove i dno bazena, a lako se prazne i koriste u pročišćavanju. A imamo i staromodni način koji se može obaviti rukama s posebnim mrežama, četkama i šipkama, te posebnim sredstvima za čišćenje. Ali to nažalost nije dovoljno, mora se provoditi dezinfekcija vode kako ne bi došlo do kontaminacije. [23]

Ako se na dnu bazena nađu nečistoće kao što je lišće i kamenčići, preporuka je pokupiti mrežicom montiranoj na cijevi i izbaciti iz vode. Vodu možemo pročistiti na principu skimmera na način da nečistoće koje se nalaze na površini vode guraju od strane mlaznica i sakupljaju u košari prije nego što uđu u cijev bazena. Imamo još jedan način, a to je usisna metla koja može čistiti dno bazena. Potrebno je stalno pregledavati stanje metle i četkica jer može doći do oštećenja dna bazena. [25]

2. Cilj rada

Cilj ovog rada bio je analizirati izvještaje o mikrobiološkim i fizikalno-kemijskim pokazateljima bazenske vode zaprimljenih na Zavodu za javno zdravstvo Zadar, točnije na Odjelu za zdravstvenu ekologiju i zaštitu okoliša od lipnja do rujna 2019. godine, te srpanj i kolovoz 2020. godine u Hotelu Adriatic Biograd na Moru. Sam laboratorij na Zavodu ovlašten je od strane Ministarstva za obavljanje analiza vode za ljudsku potrošnju i uzimanje uzoraka i ispitivanja voda.

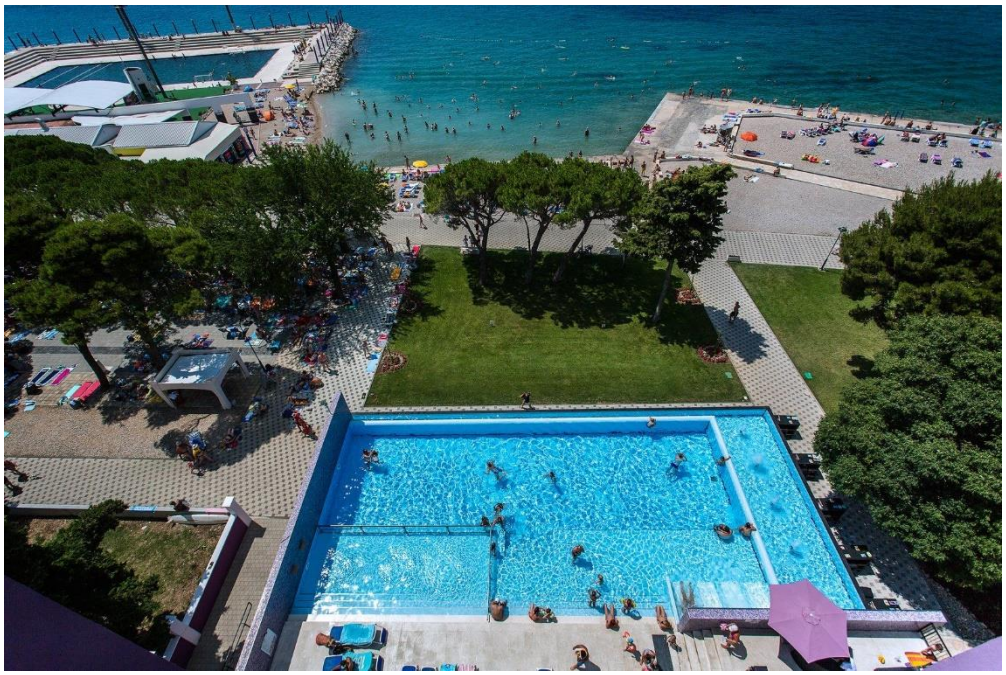
3. Materijali i postupci

3.1. Materijali

Prema zahtjevu korisnika ili nadležne službe provodi se mikrobiološka ispravnost vode. Ispitivano je 6 uzoraka vode u ljetnom razdoblju od lipnja do kolovoza 2019. i srpanj-kolovoz 2020. godine, 5 uzoraka iz vode iz bazena, a 1 uzorak iz vode za punjenje. Voda iz bazena je voda u bazena koja se koristi za svake aktivnosti koje se mogu provoditi u bazenu, dok voda za punjenje je voda u prvom punjenju i nadopunjavanju u bazenu.

3.1.1. Karakterizacija

″Hotel Adriatic″ posjeduje dva bazena – zatvoreni bazen i otvoreni grijani bazen. Zatvoreni bazen nalazi se u nastavku hotelskog bara ″Lavender″. Bazen ima preljevni rub koji pada ponovno dolje u bazen. Otvoreni grijani bazen (slika 8.) nalazi se vani ispred hotela, te je opremljen grijanom slatkom vodom i preljevni rub kao i zatvoreni bazen [26]. Oba bazena obložena su keramičkim pločicama. Vanjski bazen ima dimenzije 20 x 10 metra i dubok je 1,7 metara, dok unutarnji bazen ima dimenzije 13,5 metra i dubok 1,45 metra. Strojnice za tehnološku obradu i pripremu same vode kod oba bazena smještene su ispod bazenske školjke.



Slika 8. Otvoreni grijani bazen ″Hotel Adriatic″, Biograd na Moru (izvor: https://ilirijabiograd.com/en/photo)

3.2. Postupci

Za ispitivanje mikrobiološkim i fizikalno-kemijskih pokazatelja moraju biti u granicama minimalne i maksimalne vrijednosti kako bi voda mogla biti zdravstveno ispravna. Većina metoda provodi se prema ISO normama zbog sigurnosti, očuvanja zdravlja i života ljudi, zaštite okoliša i otklanjanja problema ako se na njih naiđe, dok neke metode su na međunarodnoj i standardnoj razini.

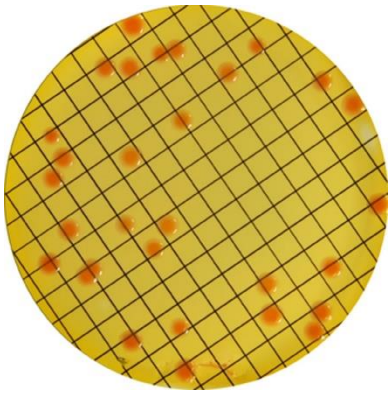
3.2.1. Ispitivanje mikrobioloških pokazatelja

3.2.1.1. Određivanje ukupnog broja aerobnih bakterija na 37°C/48h

Prema normi HRN EN ISO 6222:2000 [27] uzorak vode prikupljamo u sterilne boce, dobro ga izmiješamo i sterilnom pipetom odpipetiramo po 1 ml uzorka i nacjepljujemo na ploču agara s kvaščevim ekstraktom. Ploče inkubiramo na 37°C tijekom 48 sati. Nakon završetka inkubacije broje se kolonije, a rezultat se izražava kao broj kolonija po ml uzorka.

3.2.1.2. Određivanje *Escherichia coli*

E. coli dokazujemo metodom membranske filtracije prema normi: HRN EN ISO 9308-1:2014 [28], prvo ide sterilizacija uređaja i stavljanje filter-papira na dno lijevka za filtriranje. 100 ml uzorka izlijemo u otvor lijevka za filtriranje i profiltriramo preko membrane od 0,45 µm. Nakon što smo profiltrirali sterilnom pincetom stavljamo na selektivnu podlogu – TTC agar. TTC agar sadrži natrij-heptadecil sulfat (Tergitol-7) koji djeluje inhibitorno na gram pozitivne bakterije. Potom stavljamo na inkubaciju 36°C tijekom 24 h. Ako na podlozi dobijemo žuto-narančaste kolonije (slika 10.), radimo potvrdne testove – API test, oksidaza test i indol. Isto tako rezultat izražavamo kao broj bakterije u 100 ml uzorka (cfu/100 ml).



Slika 10. Kolonije bakterije *E. coli* na TTC agaru. (izvor: http://www.biomerieux-culturemedia.com/product/88-ttc-and-tergitol-7)

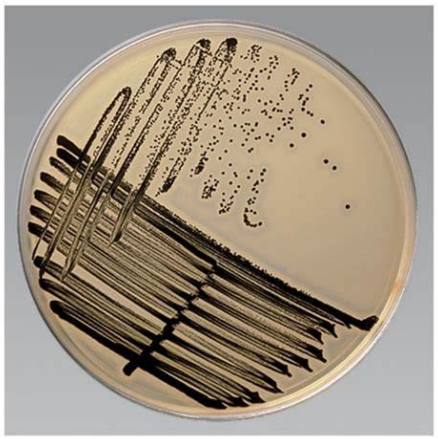
3.2.1.3. Određivanje *Legionella pneumophilla*

Prema normi: ISO 11731:2017 [29] *L. pneumophila* dokazujemo pomoću metode membranske filtracije gdje se prvo vrši sterilizacija uređaja i stavljanje filter-papira na dno lijevka za filtriranje. 100 ml uzorka vode filtriramo preko membranskog filtra od 0,45 µm. Potom nakon filtriranja, membranu stavljamo pomoću sterilne pincete na selektivne podloge – BCYE agar (*Buffered charcoal yeast extract agar*) ili GVPC agar (*Glycine vancomycin polymyxin B cylcohexamide agar)*. BCYE agar stavljamo na inkubaciju pri 36°C tijekom 3-10 dana. Ako na podlozi dobijemo sivkasto-bijele kolonije (slika 11.), trebamo je dodatnim testovima pokazati. Jedan od pokazatelja da je riječ o legioneli je izostanak rasta na BCYE podlozi bez L-cisteina. Izolirane legionele se tipiziraju u referalnom laboratoriju..

Slika 11. Kolonije bakterije *L. pneumophila* na BYCE agaru. (izvor: https://www.fooddiagnostics.dk/produkt/bcye-20x90mm-legionella/)

3.2.1.4. Određivanje *Staphylococcus aureus*

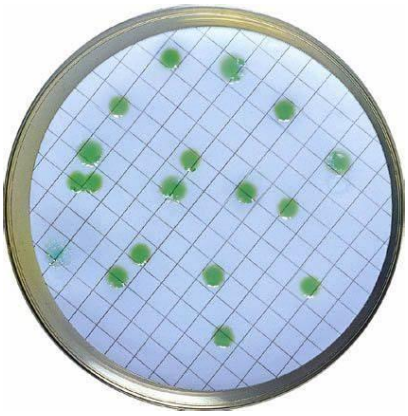
Prema normi HRN ISO EN 6888:2004 (1. i 2. dio) [30] koristimo tehniku metode membranske filtracije. 100 ml uzorka se filtrira se preko membrane od promjera pora od 0,45 µm. Nakon filtriranja membranu stavljamo pomoću sterilne pincete na selektivnu podlogu Baird – Parker agar koju stavljamo na inkubaciju 36°C na 24 sata. Ako na podlozi vidimo crne ili sive kolonije, sjajne i konveksne okružene crnom halo zonom (slika 12.), to nam ukazuje da je riječ o stafilokokima i trebamo ih potvrditi speifičnim testovima. Rezultat se izražava kao broj bakterija u 100 ml uzoraka (cfu/100 ml).



Slika 112. Kolonije *S. aureus* na Baird - Parker agaru. (izvor: https://www.fishersci.com/shop/products/thermo-scientific-remel-baird-parker-agar-baird-parker-agar/R01108)

3.2.1.5. Određivanje *Pseudomonas aerugionsa*

P. aeruginosa dokazuje se metodom membranske filtracije prema normi: HRN EN ISO 16266:2008 [31]. Postupak je da prvo moramo sterilizirati dijelove uređaja za membransku filtraciju, a sa sterilnom pincetom stavljamo filtar-papir na dno lijevka za filtriranje. 100 ml uzorka vode filtriramo kroz membranski filter veličine pora 0,45 µm, potom taj filtar sterilnom pincetom staviti na selektivnu podlogu – Pseudo CN agar. Uzorak inkubiramo na 36°C kroz 48 h. U slučaju porasta plavo-zelenih kolonija (slika 13.) (zbog proizvodnje pigmenta piocijanina), moramo napraviti potvrdne testove. Određuje se produkcija citokrom oksidaze, a mogu se koristiti i sustavi za identifikaciju kao što je API test. Rezultat izražavamo kao broj bakterija u 100 ml uzorka (cfu/100ml).



Slika 13. Kolonije bakterije *P. aeruginosa* na Pseudo CN agaru. (izvor: https://www.bioser.com/productos/cn-agar-para-pseudomonas-1159p/)

3.2.2. Ispitivanje fizikalno-kemijskih pokazatelja

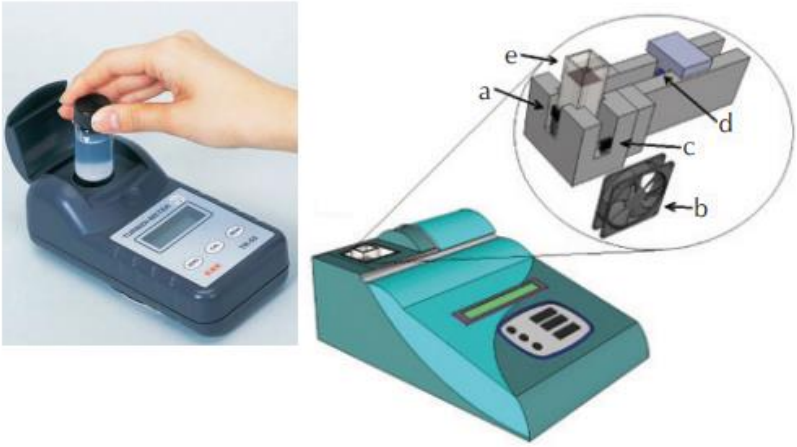
3.2.2.1. Određivanje boje po Pt/Co skali

Prema standardnoj normi SM 2120 C Pt-Co standardna otopina sadrži kalijev kloroplatinat i kobaltni klorid. Prije nego što određujemo boju prvo moramo bromidnu epoksidnu smolu (vrsta praha) otopiti. Kako je netopiva u vodi, a topljiv u organskim otapalima kao što je dioksin. Kako se bromidna epoksidna smola teško otapa na sobnoj temperaturi, trebamo ga staviti u toplu vodu. Nakon što smo otopili prah, otopinu stavljamo u kivete u kojima se nalazi uzorak. I na kraju

dobijemo prikaz rezultata metodom spektrofotometrije na računalu. [11] Prema Pravilniku propisana je maksimalna dopuštena vrijednost od 20 mg/l Pt/Co skale.

3.2.2.2. Određivanje mutnoće

Metoda koja mjeri mutnoću suspenzije zove se turbidimetrija, a uređaj koji mjeri mutnoću naziva se turbidimetar (slika 14.). Turbidimetar mjeri relativnu prozirnost tekućine mjerenjem raspršene svjetlosti na česticama koje se nalaze u uzorku. Sastoji se od izvora svjetlosti, fokusne leće za usmjeravanje snopa svjetlosti kroz uzorak, fotoelektrični detektor postavljen pod kutom od 90° u odnosu na upadni snop za mjerenje količine raspršene svjetlosti.



Slika 14. Turbidimetar
(izvor: https://www.scielo.br/j/qn/a/Qt9RFzRPxMR7QfZY7dJ3x9D/?lang=en)

Same čestice u vodi raspršuju upadnu zraku svjetlosti u svim smjerovima ovisno o veličini, obliku i sastavu, valnoj duljini zrake svjetlosti i indeksu loma uzorka. Nakon što smo izmjerili uzorak pod određenim intenzitetom svjetlosti moramo ga usporediti s referentnim standardom. [13]

Prema Pravilniku maksimalna dopuštena vrijednost mutnoće je 4 NTU.

3.2.2.3. Određivanje pH vrijednosti

U normi HRN ISO 10523:2009 [32] postupak je da prvo pH metar moramo prvo namjestiti na određenu vrijednost, a to je standard. Uzorak vode moramo staviti u posudu u koju ćemo uranjivati

elektrodu pH metra. Prije nego što stavimo elektrodu u posudu s uzorkom moramo je prvo oprati destiliranom vodom i osušiti te staviti elektrodu u uzorak. Pričekamo da se mjerenje stabilizira i očitamo izmjerenu pH vrijednost. Ovisno koja se voda analizira, u Pravilniku su navedene minimalne i maksimalne vrijednosti pH vrijednosti uzorka vode.

3.2.2.4. Određivanje redoks potencijala

Senzori (slika 15.) imaju dvoelektrodni sustav gdje se vrši potenciometrijsko mjerenje. Elektroda služi kao donor ili akceptor elektrona, ovisno o otopini koja se ispituje. Referentna elektrona opskrbljuje konstantan izlaz elektrona. Kao otopina koristi se zasićena otopina kalijevog klorida (3,5 M KCl). Platina se koristi kao indikatorski senzor, a potencijal se mjeri na referentnoj elektrodi Ag/AgCl (mogu se koristiti i drugi plemeniti metali poput zlata ili srebra). Referentni potencijal u odnosu na HSE može biti različit za različite vrste elektroda. [14]

Slika 15. Senzori ORP-a (izvor: Oxidation Reduction Potential: Understanding a Challenging Measurement; Derek Walker, Hach Company Dr. Axel W. Bier, Hach-Lange, Application Specialist)

3.2.2.5. Određivanje električne vodljivosti

Postupak kojim se mjeri električna vodljivost naziva se konduktrometrija, a uređaj konduktometar (slika 16.). Prema normi HRN EN 27888:2008 [33] uzorak stavimo u posudu, te elektrodu prije uranjivanja moramo oprati i osušiti, te potom uroniti u posudu s uzorkom. Nakon što se stabilizira, očitamo vrijednost rezultata.

Slika 16. Konduktometar (izvor: https://instrumentimb.rs/50003002/)

3.2.2.6. Određivanje oksidativnosti

Uzorak se stavlja u tikvicu, dodaje se sumporna kiselina i staklene kuglice te se zagrijava do vrenja. U još vruću tikvicu dodaje se $KMnO_4$ i nastavi se zagrijavati. Ako ostane ružičasta boja u vrućoj tikvici pipetira se s oksalnom kiselinom do obezbojenja. Zatim se opet titrira s $KMnO_4$ (mg/L) do pojave ružičaste boje, i zapiše se utrošak u ml $KMnO_4$. Utrošak $KMnO_4$ jednak je utrošku kisika. [16] Prema Pravilniku maksimalna dopuštena vrijednost je 5 mg O_2/L.

3.2.2.7. Određivanje slobodnog klora

Prema normi HRN EN ISO 7393-2:2018 [34] koristi se metoda za određivanje slobodnog klora i ukupnog klora u vodi s N.N-dietil-1,4-fenilendiaminom. Temelji se na mjerenju apsorpcije, crvenog DPD (slika 17.) kompleks boja u fotometru ili intenzitetu boje gdje vizualno uspoređujemo boje s ljestvicom standarda koja se redovito kalibrira. Metoda se koristi za jako male koncentracije, a za veće koncentracije ispitni dio se mora razrijediti. Koriste se gotovi reagensi (tekući reagensi, prašci i tablete).

Slika 17. Test DPD (izvor: https://www.poolvacparts.com/taylor-chlorine-dpd-midget-test-kit.html?cmp=bingshopping&kw=taylor-chlorine-dpd-midget-test-kit)

3.2.2.8. Određivanje trihalometana u vodi

Poželjno analizu napraviti u što kraćem roku jer su hlapljivi spojevi , no ako nije moguće uzorak stavljamo u hladnjak na temperaturi od 6°C. Niža temperatura usporava stvaranje trihalometna u kloriranoj vodi i takvi uzorci mogu stajati maksimalno 14 dana. Za duži period dodajemo 0,1 M natrijevog tiosulfata za dekloniranje uzoraka.

U vodenoj kupelji stavimo posudu i držak koji će držati dvije kivetice za analizu. Sa strane radimo hladnu kupelj (na temperaturi od 18-25°C) i držimo takvu temperaturu cijelo vrijeme. U prvu kiveticu stavljamo 10 ml uzorka, u drugu kiveticu (slijepu probu) stavljamo destiliranu vodu. U obje kivetice stavljamo 3 kapi THM Plus reagensa 1. Kivetice se ne smiju miješati da ne bi došlo do gubitka trihalometana, nego ih samo zatvorimo čepom. Pipetom dodajemo 3 ml THM Plus reagens 2 u obje kivetice. Laganom vrtnjom promiješamo obje kivetice tako da trihalometani budu u tekućini. Kivetice stavljamo u držak u posudi koja je nalazi u vrućoj vodenom kupelji i držimo ih 5 min u kupelji. Kada prođu 5 min izvadimo držak u kojem su bile kivetice iz vruće vodene kupelji i stavljamo ih u hladnu vodenu kupelj na 3 min. Nakon što ih izvadimo iz hladne kupelji pažljivo iz izmiješamo tri puta. Pomoću pipete stavljamo 1 ml THM Plus reagens 3 u svaku kiveticu. Promijenimo staru hladnu vodu s novom i u držak stavimo dvije kivetice, ako je potrebno koristimo i led za snižavanje temperature i uzorke držimo 3 minute. Nakon što smo ih izvadili dodamo THM Plus reagens 4 granule u svaku kiveticu. Promiješamo dok se granule ne otope u

uzorku. Ostavimo uzorke na mjestu 15 minuta. Nakon 15 minuta stavljamo uzorke u druge čiste kivete kako bi ih analizirali u uređaju. Nakon što ih je uređaj očitao na računalu možemo vidjeti koncentraciju trihalometana u μg/L. [35]

4. Rezultati

Prema izvještajima iz vremenskog razdoblja ljeto 2019. i 2020. godine iz laboratorija Zavoda za javno zdravstvo Zadar vrijednosti ispitivanih pokazatelja uzorka zadovoljavali su propisane vrijednosti Pravilnika, te su svi uzorci bazenske vode bili zdravstveno ispravni.

4.1. Rezultati mikrobiološke analize

U tablici 2. prikazano su rezultati dobiveni za 6 uzoraka koji su bili analizirani u laboratoriju na tri propisana mikrobiološka parametra.Prema izvještaju u ispitivanju nisu pronađene aerobnih mezofilne bakterija, *E. coli* i *P. aeruginosa.* Rezultati su pokazali 0 ili manje od 1 CFU/100 ml, što znači da su uzorci mikrobiološki ispravni i zadovoljavaju dozvoljene vrijednosti parametara.

Tablica 2. Rezultati analize bazenske vode u vremenskom razdoblju ljeto 2019. i 2020. godine.

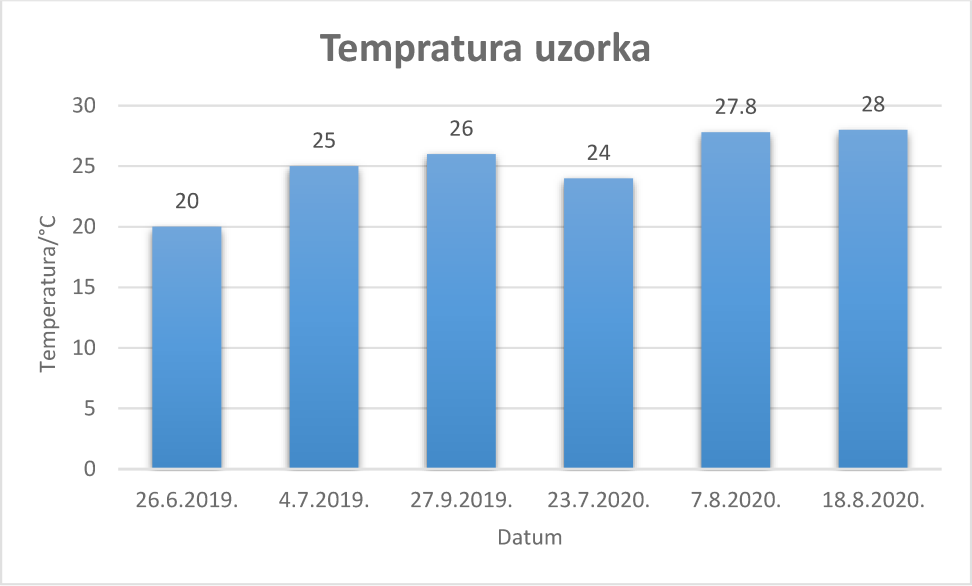
	Parametar		
Datum očitavanja	**Aerobne bakterije na 37°C (CFU/ml)**	***Escherichia coli* (CFU/100ml)**	***Pseudomonas aeruginosa* (CFU/100ml)**
26.6.2019.	<1	<1	<1
4.7.2019.	<1	<1	<1
27.9.2019.	<1	<1	<1
23.7.2020.	0	0	0
7.8.2020.	0	0	0
18.8.2020.	0	0	0

Prema Pravilniku MDK za aerobne bakterije na 37°C iznosi 200 CFU/ml, a u 6 uzoraka bazenske vode nije pronađena ni jedna kolonija, te su vrijednosti bile u granicama MDK-a.

Prema Pravilniku MDK za *Escherichia coli* iznosi manje od 1 CFU/100 ml uzorka, u 6 uzoraka bazenske vode nije pronađena ni jedna kolonija.

Prema Pravilniku MDK za *Pseudomonas aeruginosa* iznosi manje od 1 CFU/100 ml uzorka, a u 6 uzoraka bazenske vode nije pronađena ni jedna kolonija.

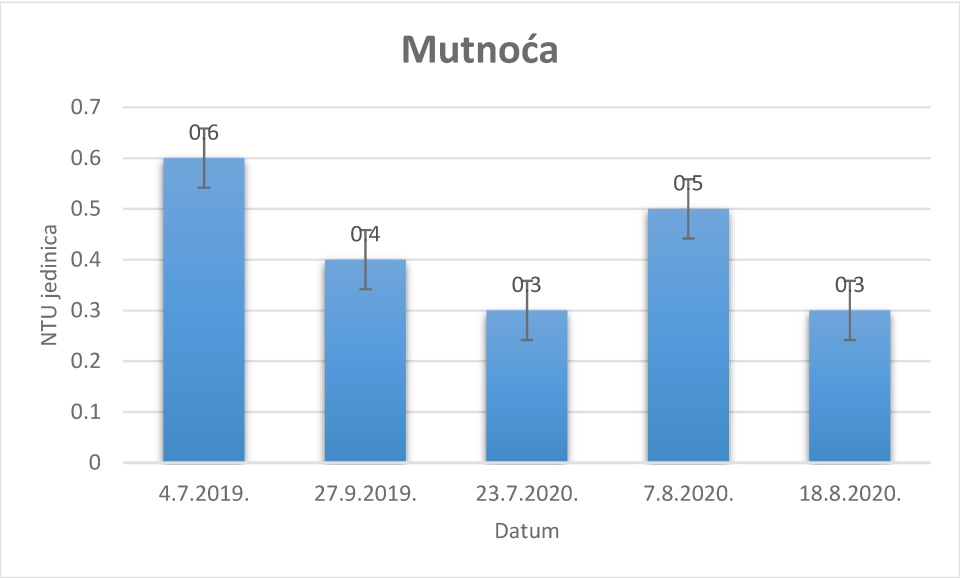
4.2. Rezultati fizikalno-kemijske analize



Graf 3. Prikaz rezultata mjerenja temperature u vremenskom razdoblju ljeto 2019. i 2020. godine uzorka bazenske vode.

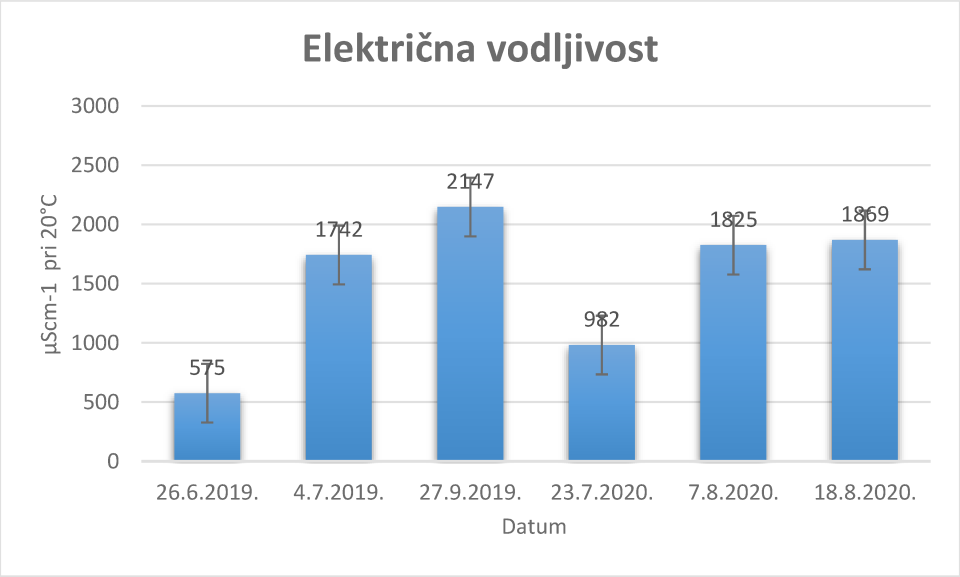
Maksimalna izmjerena temperatura uzorka bazenske vode bila je 28°C sredinom kolovoza 2020. godine, a minimalna izmjerena temperatura 20°C, krajem lipnja 2019. godine.

Prilikom analize vode boja bazenske vode prema Pt/Co skali rezultati nisu pokazivali veću vrijednost od 1 mg/L Pt/Co skale od maksimalne dopuštene vrijednosti od 20 mg/L Pt/Co skale.



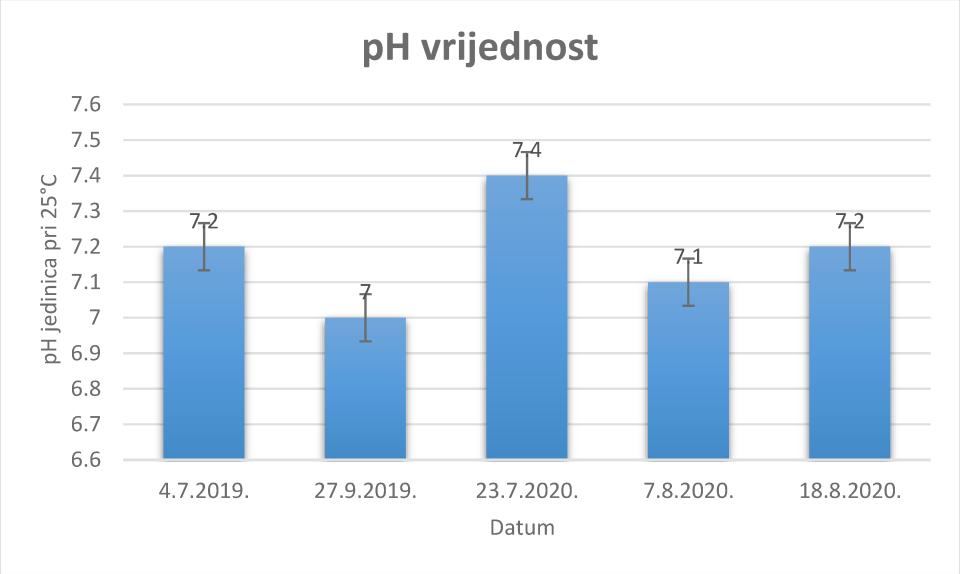
Graf 4. Prikaz rezultata mjerenja mutnoće u vremenskom razdoblju ljeto 2019. i 2020. godine uzorka bazenske vode.

Maksimalna vrijednost izmjerene mutnoće uzoraka bazenske vode bila je 0,6 NTU jedinica početkom srpnja 2019. godine, a minimalna vrijednost izmjerene mutnoće bile su 0,3 NTU jedinica krajem srpnja i sredinom kolovoza 2020. godine. Stoga nam pokazuje kako su vrijednosti ispod dopuštene MDK od 4 NTU jedinica.



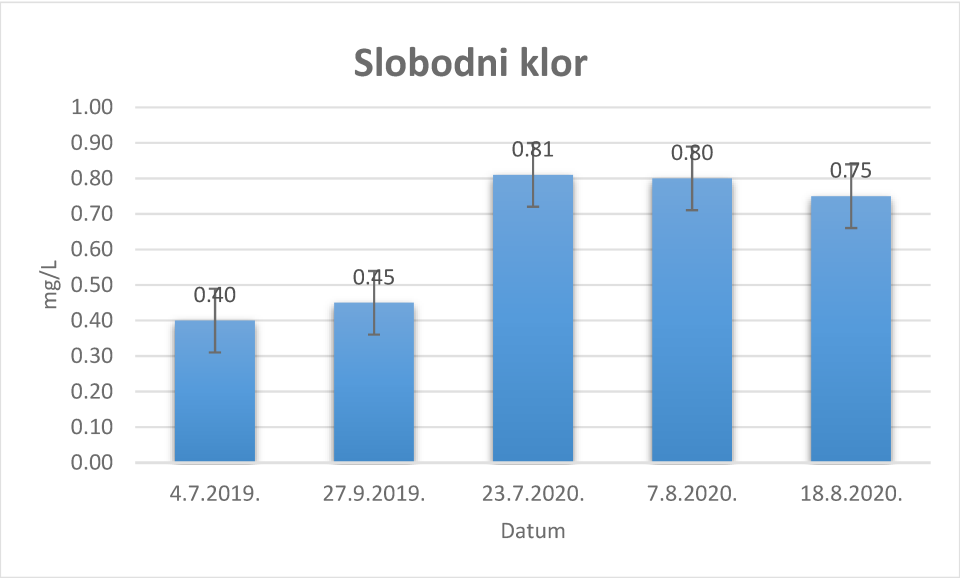
Graf 5. Prikaz rezultata mjerenja električne vodljivosti u vremenskom razdoblju ljeto 2019. i 2020. godine u uzorku bazenske vode.

Maksimalna vrijednost električne vodljivosti uzoraka bazenske vode bila je 2147 μScm^{-1} krajem srpnja 2019. godine, a minimalna 575 μScm^{-1} krajem lipnja 2019. godine. Za elektrovodljivost nisu propisane maksimalne i minimalne vrijednosti jer se samo procjenjuje stupanj mineralizacije vode.



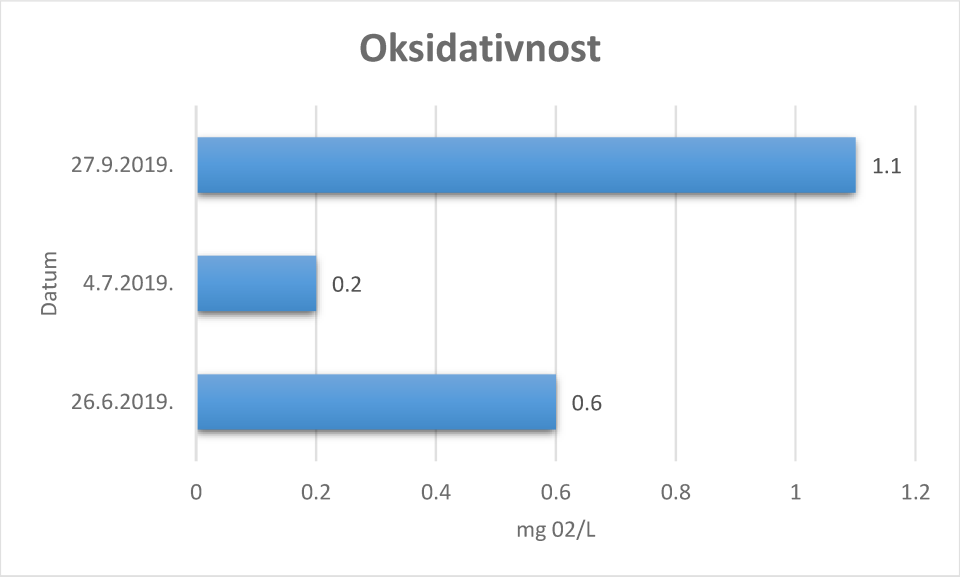
Graf 6. Prikaz rezultata mjerenje pH vrijednosti u vremenskom razdoblju ljeto 2019. i 2020. godine u uzorku bazenske vode.

pH bazena za slatku vodu prema Pravilniku iznosi od 6,5 do 7,8, a na grafu možemo vidjeti kako su dobivene vrijednosti između dopuštenih maksimalnih i minimalnih granica.



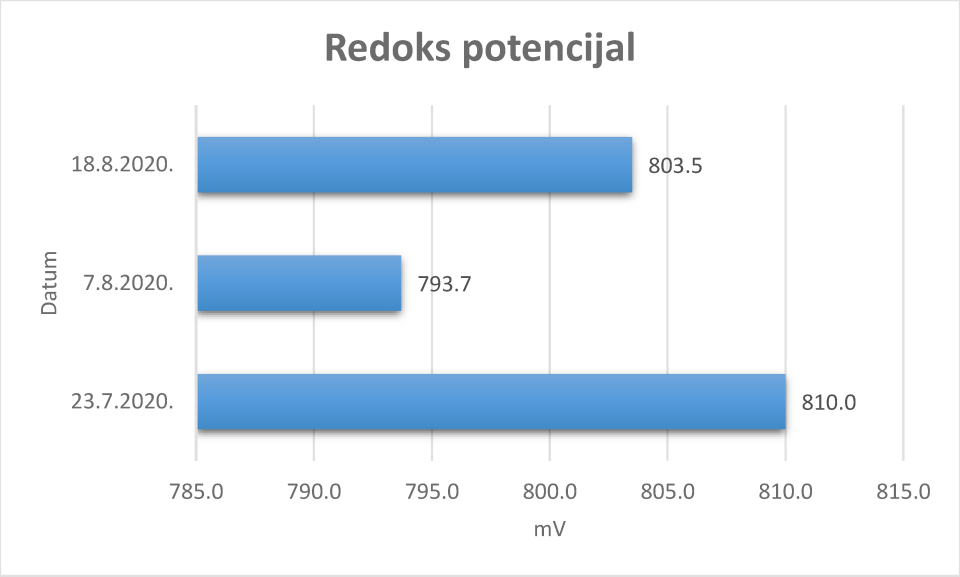
Graf 7. Prikaz rezultata mjerenja slobodnog klora u vremenskom razdoblju ljeto 2019. i 2020. godine u uzorku bazenske vode.

Koncentracija slobodnog klora prema Pravilniku iznosi 0,2 do 1,00 mg/L, na grafu možemo vidjeti kako je maksimalna vrijednost iznosila 0,81 mg/L krajem srpnja 2020. godine, a minimalna vrijednost 0,40 mg/L početkom srpnja.



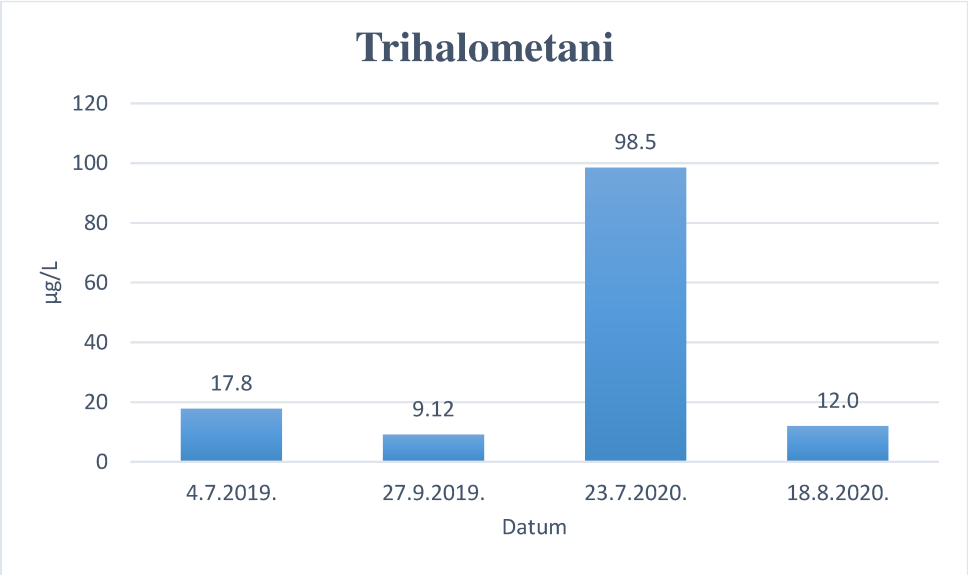
Graf 8. Prikaz rezultata mjerenja oksidativnosti u vremenskom razdoblju ljeto 2019. godinu u uzorku bazenske vode.

Maksimalna vrijednost oksidativnosti za 2019. godinu iznosila je 1,1 O_2/L, a minimalna 0,2 O_2/L.



Graf 9. Prikaz rezultata mjerenja redoks potencijala u vremenskom razdoblju ljeto 2020. godinu u uzorku bazenske vode.

Za 2020. godinu maksimalna vrijednost ORP-a iznosila je 810 mV, a minimalna 793,7 mV.



Graf 10. Prikaz rezultata mjerenja ukupnih trihalometana u vremenskom razdoblju 2019. i 2020. godine u uzroku bazenske vode.

Prema Pravilniku koncentracija trihalometana iznosi 100 µg/L, a maksimalna vrijednost iznosila je 98,5 µg/L krajem srpnja 2020., a minimalna 0,12 krajem rujna 2019. godine.

5. Rasprava

Prvi bazeni nastali su u starom Rimu u prvom vijeku prije nove ere, gdje su Rimljani uz Grke bili među prvima koji su gradili bazene i bavili se plivanjem kao sportom. Bazen je izgledao kao velika kada, a voda je bila prilično ugodna zbog njene topline. Bazeni većih dimenzija građeni su u javnim kupaonicama u kućama bogataša, dok siromašnim ljudi su se morali snaći i kupati se u rijekama, moru ili jezerima. No sve se to promijenilo početkom 19. stoljeća i nije više bilo podjele između bogatih i siromašnih ljudi, te su se počeli graditi bazeni namijenjene narodu. A prvi zatvoreni bazeni su se pojavili na Olimpijskim igrama 1896. godine gdje se odvijala prva trka plivača gdje im je omogućeno bilo plivati u toploj vodi. Kako je vrijeme odmicalo, nastali su nova kupališta s uređajima gdje sam pravi valove, jacuzzi, vodena masaža i druge razne pogodnosti kako bi korisnici uživali. [36]

Bazenska se voda se mora dezinficirati kako ne bi došlo do epidemije. Svaki čovjek na sebi ima ″zdrave bakterije″ koje se nalaze na koži, u ustima i u probavnom sustavu. Kada dođe do nekog poremećaja, te bakterije mogu uzrokovati bolest u drugim ljudima. Najčešći postupak dezinfekcije je kloriranje. Osim pozitivnih učinaka klora jer učinkovito uništavaju bakterije, problem je s nusproduktima kloriranja te se ne smije pretjerivati jer može doći do neželjenih posljedica koje mogu oštetiti dišni sustav čovjeka. [37]

Za uspješnu dezinfekciju važno je osigurati dovoljnu koncentraciju slobodnog rezidualnog klora i povoljnu pH vrijednost. Ako osiguramo propisanu pH vrijednost, vodu možemo manje tretirati klorom jer povećanom koncentracijom nastaje oštar i neugodan miris od kloramina, a nastaju reakcijom klora s amonijakom i ostalim spojevima koje sadrže dušik. Ti spojevi su uglavnom iz mokraće i znoja korisnika. Izazivaju iritaciju kože i očiju, što nam je odmah znak da se vode ne održava, nepropisane dezinfekcije. [38]

Dezinfekcijom vode klorom ili bromom uklonjene su razne bolesti koje se prenose vodom, kao što je kolera, legionarska bolest, hepatitis A i mnoge druge. No dezinfekcija može stvoriti nusprodukte, kao što su trihalometani. Nastaju pri raspadu prirodnih, organskih tvari koje najčešće unose sami kupači reagiraju s klorom u dezinfekciji. No također mogu se proizvesti u bazenu reakcijom klora sa znojem, česticama kože ili mokraćom korisnika. [39]. Tako možemo vidjeti na grafu 10. maksimalna vrijednost trihalometana krajem srpnja 2020. iznosila je blizu 100 μg/L, pa možemo

zaključiti kako je bilo više korisnika bazena nego inače, te je pojačanom izmjenom vode i sanitacijom sve sanirano.

Korisnici bazena mogu biti izloženi opasnostima tjelesnih ozljeda, mikroorganizama ili kemikalija. Sve opasnosti mogu se spriječiti ako postoji kupališni red koji se korisnici moraju pridržavati, odgovorno educirano osoblje i učestale provođenje laboratorijskih analiza bazenske vode. Korisnici prije nego što uđu u bazen moraju se istuširati. Tuševi su postavljeni u prostoru za presvlačenje prije bazena. Tuširanjem uklanjamo mikroorganizme, znoj, mokraću, feces i kozmetička sredstva koji smetaju pri provođenju dezinfekcije. Također korisnici bi trebali koristiti WC prije nego što uđemo u bazen, tako da bude što manje mokrenja u bazenu i da ne bi došlo do velikom fekalnog zagađenja vode. [38]

Fekalna kontaminacija vode uglavnom se događa zbog neodgovornosti kupača koji ispuštaju u bazene. Većina epidemija se događa u bazenu (48%), dok ostatak u jezerima, ribnjacima, izvorima ili rijekama. Prva epidemija povezana s bazenom nastala je 1951. u Coloradu. Dogodila su se 206 slučajeva sa simptomima kao što su akutni konjuktivitis, faringitis, bol u mišićima i vrućica. Do prijenosa je došlo zbog adenovirusa koji može dugo ostati u okolišu i preživjeti dulje vrijeme u vodi. 1987. godine dogodila se prva epidemija enterovirusa u Coloradu. Do prijenosa je došlo zbog nepropisane razine klora koji je bio blizu nule. 1979. u Mađarskoj je zabilježena epidemija hepatitisa A zbog prenatrpanog bazena koji su korisnici zbog nepridržavanja kupališnog reda pridonijeli epidemiji. 1977. godine dogodila se epidemija akutnog gastroenteritisa u osnovnoj školi u Ohiju zbog kontaminiranog bazena jer osoblje tijekom ljetnih praznika isključio cijevi za dezinfekciju. [40] Prema CDC-u u Sjedinjenim Američkim Državama u posljednjih 15 godina hotelski bazeni i kade krivi su za izbijanje bolesti koje se prenose vodom. Parazit *Cryptosporidium* i bakterije *Pseudomonas* i *Legionella* uzrokuju većinu epidemija u kupalištima. Iako ih klor može ubiti, oni mogu preživjeti dezinficijense u biofilmovima – pomaže mikroorganizmima da ostaju u uvjetima koji nisu optimalni za njihovo razmnožavanje, daje ih hranjive tvari i zaštitu od raznih učinaka da prežive. Od 2000. do 2014. godine zabilježene su 27 219 bolesti s 493 epidemije, a smrtno je stradalo 8 ljudi. *Cryptosporidum* uzrokovao je većinu bolesti 58% slučajeva (gastrointestinalni simptomi), dok *Legionella* je uzrokovala 16% slučajeva, a *Pseudomonas* 13%, a ostali postotak čine virusi i kemikalije koji se koriste u dezinfekciji bazena. CDC je priopćio da

korisnici kako bi se zaštitili sebe i druge, da izbjegavaju bazen ako pate od proljeva, izbjegavaju gutanje vode i pridržavaju se postojećih mjera. [41]

Ovim radom utvrđeno je da se u kratkom ljetnom periodu, u samom središtu turističke sezone kad je opterećenje bazena kupačima bilo maksimalno nije postojala nikakva opasnost od izbijanja bolesti. Mikrobiološki pokazatelji pokazuju da je bazenska voda za ljeto 2019. i 2020. godinu zdravstveno ispravna . Moramo naglasiti da su se sve metode čišćenja i sanitacije bazena pojačano obavljale što je zasigurno i razlog ovih rezultata. Zbog pandemije koronavirusa koja je izbila krajem 2019. godine hotel je bio zatvoren zbog odluka Nacionalnog stožera RH. U tom periodu nije bilo kupača iako su se redovito obavljale sve metode dezinfekcije i čišćenja bazena.

6. Zaključak

Prema izvještajima, analize uzorka bazenske vode otvorenog bazena sa slatkom vodom u vremenskom razdoblju ljeto 2019. i 2020. godine, može se zaključiti:

- svi mikrobiološki i fizikalno-kemijski pokazatelji sukladni su s Pravilnikom, te je bazenska voda zdravstveno ispravna.
- dezinfekcija ima važnu ulogu za održavanje kvalitete bazenske vode.
- mjere higijene za bazene trebaju se primjenjivati, redovito i učestalo te ih je neophodno kontrolirati.

7. Literatura

1. Pándics T, Hofer Á, Dura G, Vargha M, Szigeti T, Tóth E. Health risk of swimming pool disinfection by-products: a regulatory perspective. Journal of water and health. 2018 Dec 1;16(6):947-57
2. Mahmoud A. Ghanem, Laila A. El-Attar, Amira Amine; Department of Microbiology, High Institute of Public Health, Alexandria University, Alexandria, Egypt; Injured coliforms in swimming pools : How big a threat?
3. Pool Water Pathogens. [citirano: 17.8.2021.] . Dostupno na: https://www.nachi.org/pool-water-pathogens.htm
4. Disinfection of public swimming pools and spa pools [ažurirano: 18.4.2013., citirano: datum nepoznat] . Dostupno na: https://www.health.nsw.gov.au/environment/factsheets/Pages/disinfection-pools.aspx
5. Pravilnik o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda, NN 59/2020-1186
6. How Does a Swimming pool work? [ažurirano: 12.1.2015.; citirano: 26.6.2021.] . Dostupno na: https://www.inyopools.com/Blog/how-a-swimming-pool-works/
7. Vrste i tipovi bazena [citirano: 23.7.2021.]. Dostupno na: https://www.eurostil.hr/bazeni/vrste-i-tipovi-bazena/
8. Aerobne mezofilne bakterije [citirano: 23.7.2021.]. Dostupno na: https://www.zzjzdnz.hr/hr/o-nama/rjecnik-pojmova/960
9. Aerobne bakterije [citirano: 2.8.2021.]. Dostupno: https://hr.womanuntamed.com/aerobic-bacteria/
10. Smilja Kalenić i suradnici; MEDICINSKA MIKROBIOLOGIJA; Biblioteka sveučilišni udžbenici; Medicinska naklada – Zagreb; 2013. ; p.118-123; 183-190; 215-220; 243-247
11. Platinum-Cobalt Color Scale for Color Measurement in Water; [citirano: 2.8.2021.]. Dostupno na: https://spartanwatertreatment.com/color-measurement-water/
12. APHA Color Determination – UV Vis Spectroscopy [citirano: datum nepoznat] . Dostupno na: https://www.mt.com/hr/hr/home/supportive_content/ana_chem_applications/uvvis/M9704.html
13. Mjerna i regulacijska tehnika, Kem. Ind. 69 [11-12], N. Bolf, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu; 2020.; p.711-714.

14. Oxidation Reduction Potential: Understanding a Challenging Measurement; D. Walker, Dr. Axel Bler, Hach Company
15. Važnost ispitivanja vode u bazenima i spa. [citirano: datum nepoznat]. Dostupno na: https://hannainst.hr/vaznost-ispitivanja-vode-u-bazenima-i-spa/
16. Kvalitete voda; Laboratorijski priručnik; Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra za hidrotehniku i vodno-ekološko inženerstvo, Beograd, 2012. p.18; 69-71
17. Vodljivost vode. [citirano: 28.8.2021.]. Dostupno na: https://hr.lets-rebuild.com/conductivity-of-water-15356
18. Klor i bazeni. [ažurirano: 23.11.2016., citirano: 28.8.2021.]. Dostupno na: https://www.bor-plastika.hr/klor-i-bazeni/
19. D. Dogančić i suradnici; Određivanje koncentracije trihalometana u vodi; Hrvatske vode; Zagreb, 2020.; p.135-114
20. Symons, J., A. Stevens, R. Clark, E. Geldreich, O. Love, Jr., Removing trihalomethanes from drinking water - an overview of treatment techniques. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
21. Njega bazenske vode. Chemoformgroup
22. Zakon o biocidnim pripravcima
23. Methods of cleaning and disinfection of water in the pool; [citirano: datum nepoznat]. Dostupno na: https://awfrance.com/bathhouses-saunas-and-pools/methods-of-cleaning-and-disinfection-of-water-in/
24. Techincal Guide to Using UV Sanitation on Swimming Pools. [ažurirano: 21.3.2013., citirano: datum nepoznat]. Dostupno na: https://www.poolspanews.com/facilities/maintenance/technical-guide-to-using-uv-sanitation-on-swimming-pools_o
25. Čišćenje i održavanja bazena. [citirano: 28.8.2021.]. Dostupno na: https://www.eurostil.hr/ciscenje-i-odrzavanje-bazena/
26. Hotel Adriatic Biograd na Moru; Dostupno na: https://ilirijabiograd.com/en/adriatic-hotel/about-the-hotel
27. HRN EN ISO 6222:2000 – Aerobne bakterije na 36°C/48h i Aerobne bakterije na 22°C/48h
28. HRN EN ISO 9308:2014 – Brojenje Escherichia coli i koliformnih bakterija
29. HRN EN ISO 11731:2017 – Brojenje Legionella
30. HRN EN ISO 6888-1-2:2004 – Određivanje broja koagulaza-pozitivnih stafilokoka (Staphylococcus aures i druge vrste)
31. HRN EN ISO 16266:2008 – Detekcija i brojenje Pseudomonas aeruginosa
32. HRN ISO 10523:2009 – Određivanje pH vrijednosti
33. HRN EN 27888:2008 – Određivanje električne vodljivosti

34. HRN EN ISO 7393-2:2018 – Određivanje slobodnog i ukupnog klora
35. Trihalomethanes Plus^{TM} Method, Water Bath Method, Hach Company
36. Bazen starih Rimljana; [ažurirano: 24.3.2008, citirano: 5.8.2021.] . Dostupno na: https://www.politika.rs/sr/clanak/37226/Bazen-starih-Rimljana
37. Nemery B, Hoet PH, Nowak D. Indoor swimming pools, water chlorination and respiratory health. Eur Respir J. 2002 May; 19(5):790-3
38. dr.med. M. Lakić i uredništvo; Pouzdani izvor informacija o zdravlju; ZJZZ Dubrovačko-neretvanske županije; kolovoz 2013.; p. 14-15.
39. What are Trihalomethans? Dostupno na: https://www.infobloom.com/what-are-trihalomethanes.htm#:~:text=Most%20of%20the%20exposure%20to%20trihalomethanes%20comes%20from,when%20one%20showers.%20These%20can%20then%20be%20inhaled.
40. Bonadonna, L., & La Rosa, G. (2019). A Review and Update on Waterborne Viral Diseases Associated with Swimming Pools. *International journal of environmental research and public health*, *16*(2), 166. https://doi.org/10.3390/ijerph16020166
41. Hotel pools a factor in water-related illnes outbreaks. [ažurirano: 17.5.2018., citirano: 30.8.2021.]. Dostupno na: https://www.cidrap.umn.edu/news-perspective/2018/05/hotel-pools-factor-water-related-illness-outbreaks#:~:text=The%20parasite%20Cryptosporidium%20and%20the%20bacteria%20Pseudomonas%20and,tubs%2C%20pools%2C%20and%20water%20playgrounds%2C%20the%20CDC%20said.

8. Životopis

OSOBNE INFORMACIJE

Ime i prezime: Irinea Pedisić

Datum rođenja: 19.11.1998. (Zadar)

Adresa: Kralja Petra Svačića 20c, 23210 Biograd na Moru

e-mail: pedisici@hotmail.com

RADNO ISKUSTVO

-lipanj 2016.-kolovoz 2016. – booking rezervacije u agenciji Agena Marin, Sveti Filip i Jakov

-lipanj 2017.-rujan 2017. – konobar u Autocamp Filko, Sveti Petar na Moru

-svibanj 2018.-rujan 2018. – konobar u Fast Food Luiggi, Biograd na Moru

-srpanj 2019. – rujan 2019.; srpanj 2020. – rujan 2020. – konobar u Hotelu Maestral Dubrovnik

OBRAZOVANJE

-rujan 2013.- svibnja 2017. – Prirodoslovno grafička škola Zadar, kemijski tehničar

-rujan 2018. do danas – Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci – preddiplomski studij Sanitarno inženjerstvo

STUDENTSKE AKTIVNOSTI

- 3. Studentski kongres zaštite zdravlja – Sanitas 2020. – Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci – urednica časopisa

- 4. Studentski kongres zaštite zdravlja – Sanitas 2020. – Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci – koordinatorica prehrane