

# ANALIZA BAZENSKE VODE

---

**Vlahović, Ana-Marija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Polytechnic in Pozega / Veleučilište u Požegi**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:112:900748>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-15**



**VELEUČILIŠTE U POŽEGI**  
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Polytechnic in Pozega - Polytechnic in Pozega Graduate Thesis Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

# VELEUČILIŠTE U POŽEGI



**ANA-MARIJA VLAHOVIĆ, 1155/12**

**ANALIZA BAZENSKE VODE**

***ZAVRŠNI RAD***

Požega, 2017. godine

VELEUČILIŠTE U POŽEGI

POLJOPRIVREDNI ODJEL

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ: PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

## **ANALIZA BAZENSKE VODE**

### ***ZAVRŠNI RAD***

IZ KOLEGIJA HIGIJENA I SANITACIJA

MENTOR: Helena Marčetić, dipl. ing.

STUDENT: Ana-Marija Vlahović

MATIČNI BROJ STUDENTA: 1155/12

Požega, 2017.godine

## **Sažetak:**

Ovaj rad govori općenito o vodi, vrsti voda u prirodi, o izvorima onečišćenja, bazenskim kupalištima, održavanju vode u bazenima, čišćenju, dezinfekciji. Objašnjava se i opisuje postupak provođenja mikrobioloških i kemijskih metoda i analiza koje je potrebno izvršiti da bi se ustanovila kvaliteta i prikladnost vode za kupanje. Cilj i svrha istraživanja u ovom završnom radu je provesti i usporediti nekoliko rezultata provedenih analiza kako bi dobili općenito stanje kvalitete vode za kupanje na mjestima otvorenih i zatvorenih bazena u Virovitici i Orahovici.

Ključne riječi: voda, analize, voda za kupanje

## **Summary:**

This work speaks generally about the water, the type of water in nature, their sources of pollution, swimming pool swimming areas, maintenance water in swimming pools, cleaning, disinfection. It also explains and describes the process of conducting the microbiological and chemical methods and analyzes to be performed out to establish the quality and suitability of the water for bathing. Purpose of the research in this final work is compare several results of the analysis to get a general state quality of bathing water in indoor and outdoor pools in places Virovitica and Orahovica.

Keywords: water, analysis, water for bathing

## SADRŽAJ:

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | UVOD.....   | 1  |
| 2.     | PREGLED LITERATURE .....                              | 2  |
| 2.1.   | Voda kao preduvjet života i zdravlja na Zemlji .....  | 2  |
| 2.2.   | Vrste voda u prirodi .....                            | 3  |
| 2.2.1. | Oborinska voda .....                                  | 3  |
| 2.2.2. | Površinska voda.....                                  | 3  |
| 2.2.3. | Podzemna voda .....                                   | 4  |
| 2.3.   | Izvori i vrste onečišćenja vode .....                 | 5  |
| 2.3.1. | Mikrobiološki kontaminanti .....                      | 7  |
| 2.3.2. | Kemijski kontaminanti .....                           | 8  |
| 2.4.   | Bazensko kupalište i bazenska voda.....               | 9  |
| 2.4.1. | Čišćenje bazena .....                                 | 12 |
| 2.5.   | Njega bazenske vode .....                             | 13 |
| 2.5.1. | pH vrijednost vode .....                              | 13 |
| 2.5.2. | Dezinfekcija vode.....                                | 14 |
| 2.5.3. | Sprječavanje algi u bazenima za plivanje .....        | 17 |
| 2.5.4. | Flokulacija (upahuljivanje) .....                     | 17 |
| 2.5.5. | Prezimljavanje bazena.....                            | 18 |
| 3.     | MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA .....                | 19 |
| 3.1.   | Zadatak .....   | 19 |
| 3.2.   | Analitičke metode za ispitivanje vode za kupanje..... | 19 |
| 3.2.1. | Mikrobiološki pokazatelji .....                       | 19 |
| 3.2.2. | Fizikalni i kemijski pokazatelji .....                | 19 |
| 4.     | REZULTATI .....                                       | 22 |
| 5.     | RASPRAVA.....   | 26 |
| 6.     | ZAKLJUČAK.....  | 28 |
| 7.     | LITERATURA .....                                      | 29 |

## 1. UVOD

Voda je od životne važnosti. Ona čini dvije trećine našega tijela, čuva vitalnost i daje snagu. Voda nam može pružiti obilje veselja i u našem bazenu. Oni su dragocjene oaze koje nam u ovom prebrzom i napornom načinu života predstavljaju kutak gdje se možemo opustiti, biti aktivni tijekom slobodnog vremena i gdje možemo njegovati vlastito zdravlje.

Voda u bazenu mora biti čista, bezbojna i higijenski bespriječna. Pitka voda, kojom se obično puni bazen odgovara ovim higijenskim zahtjevima. Ali kupači i utjecaji okoliša u vodu donose nečistoće, gljivice i bakterije koje se u vodi vrlo brzo razmnožavaju, posebno na temperaturi vode između 20 i 30 °C. Veći djelići nečistoće se odstranjuju pomoću vodenoga usisavača i filtera, dok se bakterije moraju neutralizirati pomoću tzv. oksidacijskih sredstava, tako da se osigura bespriječna voda (Ručno održavanje vode, 20.14.2017, url).

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Voda kao preduvjet života i zdravlja na Zemlji

Voda je jedina prirodna anorganska tekućina bez boje, mirisa i okusa. To je kemijski spoj čija se molekula sastoji od dva atoma kisika koji su međusobno povezani kovalentnim vezama, predstavlja se već poznatom kemijskom formulom  $H_2O$ .

Voda ima prirodni ciklus kruženja u prirodi, nalazi se u svim agregatnim stanjima, u atmosferi, na površini i u unutrašnjosti Zemlje. Voda na površini zemlje isparava iz mora, kopnenih voda, pa i iz same zemlje i biljaka. Ta voda odlazi u atmosferu gdje se pod utjecajem atmosferskih aktivnosti ponovno spušta na zemlju u obliku kiše, snijega, magle ili rose. Voda izvire iz dubine zemlje iz prirodnih izvora ili se crpi iz vodenih bušotina. Ti izvori toliko su duboko u zemlji da su zaštićeni od zagađivanja i bilo kakvog direktnog utjecaja sa zemljine površine. Zato je voda koja izvire iz zemlje vrlo čista i često ljekovita jer sadrži minerale, elemente u tragovima i druge sastojke uzete iz dubine zemlje.

Potreba za vodom je opća, bez nje nema života ni normalnog funkcioniranja ljudskog organizma. Čovjek ometa kruženje i obnavljanje vode u prirodi, a ubrzanom urbanizacijom, poljoprivrednim aktivnostima i industrijskom proizvodnjom ne samo da narušava izvore pitke vode, nego uzrokuje porast njene upotrebe, koji se ponekad teško može opravdati racionalnim razlozima. Voda za piće jedina je namirnica koju, neovisno o vjeri i rasi, socioekonomskom statusu te zemljopisnom položaju, upotrebljavaju svi stanovnici. Priprema i dostava dovoljnih količina zdravstveno ispravne vode zahtjevana je i jedna od najodgovornijih zadaća. Opskrba zdravstveno ispravnom vodom jedan je od temeljnih uvjeta i načela društva (Puntarić et al, 2012:222).



Slika 1. Voda za piće ( Anonymous\_1, 04.04.2017., url)

## **2.2. Vrste voda u prirodi**

### **2.2.1. Oborinska voda**

Oborinska voda u obliku padalina (kiša, snijeg, rosa, led) dopijeva na površinu zemlje. Prirodno je nekontaminirana, a zbog niskog sadržaja otopljenih mineralnih tvari (prirodno destilirana) bez okusa je ili se opisuje kao bljutava, dok joj temperatura varira ovisno o temperaturi okoliša. Prolaskom kroz slojeve atmosfere apsorbira prašinu, mikroorganizme, plinove i druge prisutne kontaminante. Na taj su način oborine neka vrsta pročišćivača atmosfere i analiza sastava takve vode u korelaciji je sa stanjem zraka na nekom području. Upravo otapanjem CO<sub>2</sub> takva voda je i kisela (pH između 4 i 5), što je čini agresivnom posebice za metalne dijelove vodoopskrbnog sustava. Kišnica sa zdravstvenog stajališta pripada tek uvjetno dobrim vodama za piće, jer osim opisane apsorpcije kontaminanata u zraku može biti dodatno kontaminirana nehigijenskim pohranjivanjem. Rabi se stoga samo ondje gdje nema drugih mogućnosti (krški krajevi, kuće bez vodovoda i sl.) i zahtjeva dodatnu obradu (kondicioniranje) prije upotrebe (Pintarić et al, 2012: 224).

### **2.2.2. Površinska voda**

Površinske su vode prirodni vodotoci, poput rijeka i potoka, oceana i mora te tzv. vode stajačice, jezera i bara. No, isto tako, to su akumulacije i rezervoari, stvoreni od čovjeka, neovisno o svrsi i namjeri. Obnavljaju se oborinama ili putem podzemnih izvora. Uobičajeno su tvrđe od oborinskih voda zbog otopljenih mineralnih soli. Velika je vjerojatnost kontaminacije površinskih voda zbog kontakta s tlom i raznolikim izvorima kontaminacije. Ovisno o okolišu u kojem se nalaze, sadrže promjenjive koncentracije otopljene, suspendirane organske i anorganske tvari te žive organizme, napose mikroorganizme, pa mogu biti i mutne. Karakteriziraju ih više ili manje intenzivni biološki procesi od aerobnih do anaerobnih, što ovisi o koncentraciji otopljenog kisika i stupnja onečišćenja vode, dok je pH vode u umjerenim predjelima obično iznad 7. Logično, temperatura površinske vode mijenja se prema godišnjim dobima i temperaturi okoliša. Dodatan su problem, posebice u slabije razvijenim zemljama, sekundarna onečišćenja. Sekundarno onečišćenje može nastati izravnim ispuštanjem otpadnih voda iz industrije i naselja te njihovim podzemnim dotokom.



Razlikuju se slatke i slane površinske vode. U nedostatku podzemne vode, slatke su površinske vode, u određenim uvjetima i obično nakon obrade, upotrebljavaju se za piće (Pintarić, 2012:224).

Pomanjkanjem slatke vode, desalinacijom se voda iz mora i oceana može pretvoriti u slatku vodu i upotrijebiti za piće. Ipak, taj je proces skup i prilično složen.

### 2.2.3. Podzemna voda

Podzemne vode mogu biti prisutne na različitim dubinama. Mogu komunicirati s površinom zemlje ili biti od nje zaštićene. Podzemne vode s manjih dubina, osobito do 6 metara, dubiozne su kvalitete, obično imaju komunikaciju s površinom i kvaliteta im ovisi o stanju površine koja im služi kao izvor dopune.

Za razliku od plitkih, *prave* su podzemne vode, tj. vode s dubina većih od 20 metara, vrlo kvalitetni izvori, uobičajeno su bez mirisa, stabilnog sastava i temperature te se obično nalaze u dovoljnim količinama. Razlikuju se *pukotinske* (krške) i vode *temeljnice*, ovisno o načinu kretanja i sastavu. Zbog karakteristika terena na kojem se nalazi, pukotinska (krška) voda je po stupnju onečišćenja slična površinskoj vodi. Porozan sastav tla, pukotine i podzemni prolazi (kanali) omogućuju prolaz vode s površine zemlje velikom brzinom, čime je u najvećoj mjeri onemogućeno prirodno čišćenje i voda se ne može svrstati u sigurnu vodu za piće. Prije svake upotrebe potrebno ju je kondicionirati i neprekidno kontrolirati. S obzirom na karakteristike terena u kojem dominiraju vapnenac ( $\text{CaCO}_3$ ) i mjestimično dolomit ( $\text{MgCO}_3$ ), oni su u većoj ili manjoj koncentraciji otopljeni u vodi, a ponegdje na obalnom području zbog miješanja s morem može biti prisutna veća koncentracija klorida, što vodi daje slankasti okus i takva se voda naziva bočatom.

Voda temeljnica, zbog dugotrajnog kontakta sa slojevima tla, ima više ili manje mineralnih soli i ubraja se u tvrde vode, čija koncentracija raste dubinom i starošću vode. Što je voda dublja ima sve manje kisika, obično je neutralnog pH i konstantne je temperature. Nalazi se u poroznom, šljunčanom i pješčanom materijalu, tzv. vodonosnom sloju, koji leži na nepropusnom sloju gline, ilovače ili lapora. Sporo se kreće što pogoduje mehaničkom čišćenju i biološkoj razgradnji. Ako onečišćenje i dospije do vodonosnog sloja, ono se širi samo njegovom gornjom zonom i tada u toj vodi prevladava mikrobiološko onečišćenje. Ako je voda prirodno zaštićena prema površini nepropusnim zaštitnim slojem gline, tada, ukoliko ne sadržava željezo, i bez dodatne obrade može biti pogodna za piće, jer je duboka i stara voda temeljnica bistra, gotovo sterilna i stabilne temperature.

Ovisno o sastavu tla kojim se kreće, može sadržavati raznolike otopljene tvari, poput kalcijevih i magnezijevih soli, ali i primjerice željezo, CO<sub>2</sub>, metan, sumporovodik, huminske kiseline, amonijak i dr. One obično nisu prijatna zdravlju, ali mogu biti tehnički i senzorski problem. Kada se radi o velikim vodovodima, prethodno je treba očistiti od željeza i plinova zbog senzorskih razloga, ali i od amonijaka i huminskih kiselina. Naime, prisutne huminske kiseline u kontaktu s klorom i klornim preparatima, a to je dominantan način dezinfekcije vode u većini zemalja, uzrokuju nastajanje mnogih kloroorganskih spojeva, od kojih se za trihalometane drži da su kancerogeni.

Kada se bušenjem na većim dubinama naiđe na vodu između dva nepropusna sloja pod hidrostatskim tlakom, onda ona spontano izbija na površinu i naziva se arteška voda (Pintarić et al, 2012:225).

### **2.3. Izvori i vrste onečišćenja vode**

Glavni problem današnjice čak i nije količina, nego kakvoća slatke vode. Štetni sastojci u vodi mogu biti prirodnog podrijetla (geološki sastav tla, mikroflora i mikrofauna te procesi razgradnje) i antropogenog podrijetla. Na kakvoću vode bitno utječe niz faktora. Između ostalog to su: vodoopskrba i odvodnja u naseljima i industriji, mreže cesta, željeznica, pristaništa, luke i zračne luke, plovni kanali, navodnjavanje i odvodnjavanje poljoprivrednih zemljišta, regulacija bujica i vodotoka, višenamjenski spremnici za zadržavanje i prikupljanje voda, objekti za proizvodnju energije i industrijski te mnogi drugi gospodarski objekti.

Kontaminanti su klasificirani kao mikroorganizmi, organski ili anorganski spojevi i radionuklidi.

Mikrobiološki kontaminanti mogu biti bakterije, virusi, plijesni i paraziti u vodi. Kada je riječ o vodi za piće može doći do širenja zaraznih bolesti. Dezinfekcijom i filtracijom vode znatno se smanjuje opasnost od tih patogena za zdrave osobe.

Anorganski spojevi su spojevi minerala koji ne sadržavaju ugljik, a u vodu mogu doći kao posljedica poljoprivrednih i industrijskih aktivnosti. To su npr. olovo, nitrati, arsen,. Organski spojevi sadržavaju ugljik, a u vodu ulaze ispiranjem s poljoprivrednih površina i odvodnjom industrijskih otpadnih voda. Hlapljivi organski spojevi kontaminiraju okoliš i povezani su s nastajanjem malignih tumora te oštećenjem neurološkog i reproduktivnog sustava. U te spojeve spadaju, primjerice, plin te sredstva za odmašćivanje i suho čišćenje.

Radionuklidi emitiraju ionizirajuće zračenje, te dugotrajno izlaganje takvom zračenju te izvora pitke vode rezultira povećanim rizikom od nastanka malignih tumora.

Onečišćenje vode iz zraka doista je veliko. Većina štetnih tvari u zraku, prije ili kasnije, dopijeva na površinu zemlje, gdje se rastope vodom i prenose u podzemlje. Povećane količine anorganskih kiselina i drugih tvari u zraku razlog su povećane kiselosti (Puntarić et al, 2012:226).

Tablica 1. Najčešći štetni biološki i kemijski agensi u pitkoj vodi (Puntarić et al, 2012:222)

| Biološki agensi i bolesti  | Kemijski agensi  |
|--|--|
| Bakterije: šigele, salmonelle, vibrio, E.Coli, streptokok fekalnog izvora, legionela, francisela, spirohete, pseudomonas...<br><br>/bacilarna dizenterija, trbušni tifus, paratifus, kolera, gastroenteritisi, legionarska bolest, leptospiroza, tularemija../               | Nitrati i nitriti  |
| Virusi: Virus hepatitisa A, poliovirusi, Norwalk i Norwalk-like virus, rotavirus, calicivirusi, adenovirusi, coxackie, ECHO...   | Olovo<br><br>Arsen   |
| Paraziti i helmiti:<br><br>Kriptosporidoza, amebna dizenterija, amebni meningoencefalitis, giardiaza, trihurijaza, ascardioza, shistomijaza, drakulijaza,,,<br><br>Insekti-vektori bolesti:<br><br>Komarci: malarija, filarijaza, žuta groznica<br><br>Muhe: tripanosomijaza | Flour<br><br>PAH<br><br>Fosfor<br><br>Pesticidi<br><br>Fitofarmaceutska sredstva<br><br>Mineralna gnojiva<br><br>PCB's<br><br>TCDD |

### **2.3.1. Mikrobiološki kontaminanti**

U vodi za piće najznačajniji su mikroorganizmi fekalnog podrijetla. Međutim, važni su i neki patogeni koji se ne prenose fekalnom oralnim putem, kao što su primjerice *Francisella tularensis*, uzročnik tularemije, koja može prijeći u tijelo i preko intaktne kože te *Legionella pneumophila*, do infekcije kojom dolazi putem aerosola i udisanja (Puntarić et al, 2012:228):

#### **Bakterije**

Općenito hidrične epidemije, a naročito uzrokovane bakterije, nastaju kada zataji sustav za obradu voda (npr. kloriranje) ili kada se konzumira neobrađena voda. Mikrobiološki su pokazatelji zdravstvene ispravnosti vode za piće ukupne koliformne bakterije (*E. Coli*, Enterokoki i *Pseudomonas aeruginosa*). Redovito se određuje i broj heterotrofa (HPC), iako su oni više pokazatelj higijenskog stanja objekta, nego što imaju izravnu važnost za zdravlje potrošača. Najčešći su bakterijski uzročnici *Shigella spp.* i *Campylobacter spp.* te sve češće i *E. Coli*.

#### **Heterotrofi u pitkoj vodi**

Heterotrofi su mikroorganizmi koji za rast trebaju organski ugljik te obuhvaćaju aerobne i fakultativno anaerobne organizme, kao što su bakterije, gljivice i plijesni. Vrlo često su otporni na procese dezinfekcije vode koji se provode radi uklanjanja fekalnih koliforma i eventualnih patogenih organizama.

*Heterotrophic plate count* (HPC) nespecifičan je izraz za mjerenje rasta mnogih prirodno prisutnih bakterija u vodi. HPC test se primjenjuje za procjenu opće kvalitete prerađene vode, održavanje ostataka dezinfekcijskoga sredstva, prisutnost ili odsutnost naknadnog bakterijskog rasta, općenito učinkovitost tretmana vode, moguće interferencije kod analize koliforma na podlogama s laktozom.

#### **Virusi**

Za razliku od bakterija, izvor enteralnih virusa obično je ljudski feces. Ljudi mogu izlučivati više od 120 tipova patogenih virusa, koji mogu ući u vodu putem kanalizacije.

#### **Protozoe**

### 2.3.2. Kemijski kontaminanti

Kemijski kontaminanti mogu biti primarnog/geološkog podrijetla. Povezujemo ih s različitim promjenama i trovanjima kod ljudi, poput nastanka karijesa i fluoroze, kroničnog trovanja, povišenog krvnog tlaka, proljeva u djece, methemoglobinemije dojenčadi itd. Kemijski kontaminanti su: olovo, arsen, živa, fluoridi, aluminijski, nitrati i nitriti, pesticidi i herbicidi, radon, detergentski, fenoli, mineralna ulja itd. (Puntarić et al, 2012:229):

- Olovo ulazi u vodu za piće obično otpuštanjem s vodovodnih cijevi i slavina, (koje se srećom, više ne rabe) i to više iz tzv. *meke* (niži udio otopljenih minerala) i vruće vode.
- Arsen u vodi najpoznatiji je kontaminat prirodnog podrijetla i vezan je za različit geološki sastav tla u kojem se nalazi voda. Sadašnja je dopuštena razina arsena u vodi za piće 10 µg/L.
- Živa se rijetko javlja u elementarnom stanju, već uobičajeno sa sumporom. Elementarna je živa inertna i netopljiva u vodi. Živa potječe iz površinskih voda u kojima se nalazi u anorganskom obliku, a u koje dospijeva preko otpadnih industrijskih voda.
- Fluoridi mogu biti prisutni u vodi kao prirodni sastojak, ali u nekim zemljama se dodaje radi prevencije zubnog karijesa. Većina filtracijskih metoda uspješno ga uklanja iz vode.
- Aluminijski se pojavljuje kao u procesu filtracije vode, koagulantima koji sadržavaju aluminijski te kao posljedica njegovog pročišćivanja u procesu njegove proizvodnje. . Prema preporuci Svjetske zdravstvene organizacije propisana granica aluminijski je 0,2 mg/L.
- Nitrati i nitriti u vodu mogu dospjeti i iz otpadnih voda kontaminiranih otpadom životinjskog i ljudskog podrijetla, koji sadržava dušik u obliku amonijaka čijom oksidacijom nastaju nitriti pa nitrati, a u okolišu mogu biti prisutni i kao prirodni geološki sastojci.
- Mnogo različitih pesticida i herbicida, mogu se, zbog široke uporabe i duge perzistencije u okolišu, u niskim koncentracijama rutinski naći u vodi. Posebno je dobro poznat primjer organokloriranih pesticida (DDT i njegovi derivati), čija je

uporaba zabranjena u većini zemalja, dok su među herbicidima, dok su među herbicidima najpoznatiji atrazin i simazin, koji se još koriste.

- Radon, koji se u nekim područjima prirodno nalazi u zemljinim naslagama, može kontaminirati vodu, i to naglašeno podzemnu vodu. Radon se može unijeti izravnom ingestijom kontaminirane vode, ali i povišenjem njegove koncentracije u zraku inhalacijom nakon zagrijavanja i/ili aeroliziranja (tuširanje) kontaminirane vode.
- Ne treba zaboraviti ni niz drugih spojeva koji se mogu pojaviti u vodi za piće, poput detergenata, fenola, mineralnih ulja, policikličkih aromatskih ugljikovodika, ftalata, dioksina, tetrakloretilena, organofosfornih pesticida i karbamata, metala...

#### **2.4. Bazensko kupalište i bazenska voda**

Bazensko kupalište dijeli se na čisti i nečisti dio. Čisti dio bazenskog kupališta čini bazen s površinom oko bazena. Nečisti dio bazenskog kupališta čini prostor gdje su smještene prostorije garderobe, sanitarni čvorovi i ostali uređaji. Površina oko bazena mora biti uređena na način da voda s nje ne otječe u bazen ili u sustav za kruženje bazenske vode.

Prije ulaza na čisti dio bazenskog kupališta korisnici se obvezno moraju istuširati i proći kroz predbazen (dezbarijera) za pranje nogu. Voda u predbazenima (dezbarijerama) mora biti hiperklorirana ili obvezno sadržavati dezinfekcijsko sredstvo.

Materijali od kojih je izveden bazen i oni koji dolaze u kontakt s bazenskom vodom, ne smiju utjecati na fizikalna, kemijska ili mikrobiološka svojstva vode. Moraju biti lako perivi i otporni na kemikalije, a podovi moraju biti protuklizni. Sva oprema bazena i bazenskog prostora mora biti napravljena od materijala koji su otporni na utjecaj korozije. U čistom dijelu bazenskog kupališta zabranjena je uporaba podnih obloga (od svih vrsta tekstilnih materijala, gumenih i dr.). Pri provođenju dezinfekcije s rezidualnim učinkom i korekcijom pH vrijednosti, dodana sredstva za dezinfekciju moraju se ravnomjerno raspodijeliti u bazenu, tako da voda u cijelom bazenu (bazenska voda) zadovoljava propisanim vrijednostima zdravstvene ispravnosti.

Bazenska kupališta moraju biti opremljena uređajima za kontinuirano mjerenje pokazatelja: temperature, slobodnog klora i pH vrijednosti bazenske vode i automatskim uređajima za doziranje dezinfekcijskih sredstava i sredstava za korekciju pH vrijednosti radi korekcije vrijednosti – slobodnog klora i pH vrijednosti. Vrijednosti temperature, slobodnog klora i pH vrijednosti bazenske vode, potrebno je jednom dnevno izmjeriti i ručno.

Bazenska kupališta moraju imati dokument režima dodavanja vode za punjenje. Dnevno je potrebno promijeniti najmanje 1% ukupnog sadržaja bazenske vode s vodom za punjenje, što se provjerava s mjeračem količine dodane vode.

Odgovorna osoba mora ukupnu količinu dodane vode za punjenje upisati u evidenciju rada bazenskog kupališta. Bazenskom kupalištu koje radi cijelu godinu, potrebno je jednom godišnje cijeli protočni sustav, uključujući i bazene, potpuno isprazniti, očistiti, isprati, napuniti i hiperklorirati u trajanju od 2 sata. Jednak postupak prije početka rada potrebno je provesti i sa bazenskim kupalištem koje ne radi cijelu godinu. Filtar bazenskih kupališta koja rade cijelu godinu, potrebno je isprati najmanje jednom tjedno ili češće, sukladno napatku proizvođača, a sezonskih bazenskih kupališta na isti način, samo u vrijeme rada. Bazenska kupališta moraju imati izrađen plan čišćenja čistog i nečistog dijela bazenskog kupališta koji mora sadržavati najmanje sljedeće podatke: što čistiti, kako čistiti, čime čistiti, kada čistiti i tko čisti. Bazensko kupalište treba čistiti dnevno. Za čišćenje čistog dijela bazenskog kupališta obavezna je uporaba mehaničkih i kemijskih sredstava za čišćenje, te po potrebi i sredstava za dezinfekciju. Dno bazena treba čistiti dnevno podvodnim čistačima, a stjenke bazena i prelivne kanale najmanje jednom tjedno. Čišćenje čistih i nečistih dijelova bazenskih kupališta obavlja se na kraju rada, a po potrebi i za vrijeme rada. O čišćenju se vodi dnevni evidencijski list čišćenja, iz kojega je vidljivo što, kada i tko je obavio čišćenja.

Plan i dnevni evidencijski list čišćenja sastavni su dio evidencije rada bazenskog kupališta. Odgovorna osoba mora osigurati uzorkovanje bazenske vode dva puta mjesečno, a vode za punjenje jednom godišnje. Za sezonska bazenska kupališta potrebno je osigurati uzorkovanje istom dinamikom, ali samo u sezoni kupanja. Iznimno, za bazenska kupališta koja imaju instaliranu opremu za automatsko doziranje i opremu koja kontinuirano evidentira sve propisane parametre (temperaturu, slobodni klor, pH), odgovorna osoba mora osigurati uzorkovanje bazenske vode jedan puta mjesečno, a vode za punjenje jednom godišnje. Kod sezonskih bazenskih kupališta koja imaju instaliranu opremu za automatsko doziranje i opremu koja kontinuirano evidentira sve propisane parametre (temperaturu, slobodni klor, pH), odgovorna osoba mora osigurati uzorkovanje bazenske vode dva puta mjesečno, a vode za punjenje jednom godišnje u vrijeme rada. Odgovorna osoba obvezna je poduzeti mjere osiguranja zdravstvene ispravnosti bazenske vode, a ukoliko to tehnički nije moguće izvesti, potrebno je zatvoriti kupalište. O poduzetim mjerama vodi se evidencija u očevidnik (Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda, 2014, Pravilnik o sanitarno-

tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda, 2012).



Slika 2. Gradski bazen Virovitica (Anonymous\_2, 04.04.2017., url)

Tablica 2. Uvjeti za bazensku vodu (Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda 2014)

| Broj      | Pokazatelj                             | Jedinica         | Vrijednost |       |
|-----------|--|------------------|------------|-------|
|           |  |                  | min.       | max.  |
| <b>1.</b> | <b>Mikrobiološki</b>                   |                  |            |       |
| 1.1.      | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>          | cfu/100 ml       | -          | < 1   |
| 1.2.      | <i>Escherichia Coli</i>                | cfu/100 ml       | -          | < 1   |
| 1.3.      | <i>Legionella pneumophila</i>          | cfu/100 ml       | -          | < 1   |
| 1.4.      | <i>Staphylococcus aureus</i>           | cfu/100 ml       | -          | 100** |
| 1.5.      | Ukupan br. Aer. Bakterija pri 37°C/48h | cfu/ml           | -          | 200   |
| <b>2.</b> | <b>Fizikalno – kemijski</b>            |                  |            |       |
| 2.1.      | Boja - metoda SM2120C                  | mg/l Pt/Co skale | -          | 20    |
| 2.1.      | Mutnoća                                | NTU              | -          | 4.0   |
| 2.3.      | pH vrijednost                          |                  |            |       |
|           | a) slatka voda                         | -                | 6,5        | 9     |
|           | b) morska voda                         | -                | 6,5        | 9     |
|           | c) prirodna mineralna voda             | -                | 6,5        | 9     |
| 2.4.      | Električna vodljivost                  | µS/cm            | -          | -     |
| 2.5.      | Oksidativnost                          | mg/l Pt/Co skale | -          | 5     |
| 2.6.      | Slobodni klor                          | mg/l             | -          | 1,02  |
| 2.7.      | Trihalometani (ukupni)                 | µg/l             | -          | 100   |
| 2.8.      | Klor dioksid4                          | mg/l             | 0,2        | 0,3   |



### 2.4.1. Čišćenje bazena

Obzirom na upute proizvođača obično se u bazenu ostavlja voda tijekom zimskog razdoblja. Iz tog razloga bazen se u proljetnim mjesecima mora temeljito očistiti. Kod izbora sredstava za čišćenje, prije svega, treba se paziti na to da ne sadrže tvari koje bi kasnije, kada se natoči voda u bazen na bilo koji način utjecale na njezinu kvalitetu. Isto tako mora se paziti na to da sredstva za čišćenje ne sadrže agresivne tvari koje bi mogle oštetiti skupe materijale. Nečistoća koja se nakupi u bazenu dijeli se na organsku (čaha, prašina, masnoće) i mineralnu (vodeni kamenac). Kada se radi o tvrdokornoj nečistoći bolje je bazen čistiti postupno i u više navrata nego upotrebljavati koncentrate za čišćenje. Na taj način se čuva bazenski materijal.

Tablica 3. Postupci čišćenja bazena (Ručno održavanje vode, 20.14.2017, url)

| Namjena   | Proizvod   | Kada, zašto, kako   |
|---|------------|---|
| Čišćenje vodenoga kamena i ostalih mineralnih nečistoća | KERACLIN F | Obično prije ljetne sezone. Priprema se otopina s vodom u omjeru 1:3. Bazen se navlaži i primjenjuje se sredstvo. Ostavlja se da djeluje 5-10 minuta, zatim se čisti četkom ili spužvom i ispere jakim mlazom vode. . |
| Čišćenje organskih nečistoća, npr. masnoće, ulja, čaha  | POTZ 000   | Obično prije ljetne sezone. Napravi se otopina s vodom u omjeru 1:1. Bazen se navlaži i primjeni sredstvo. Ostavi se da djeluje 5 minuta, očisti četkom ili spužvom i ispere jakim mlazom vode.                       |
| Čišćenje bazenskoga ruba u sezoni kupanja               | RANDKLAR   | U vrijeme kada se nakupi crni rub na rubovima bazena. Nivo vode se spušta za cca. 10 cm. Sredstvo se nanese na krpu i očisti rub. Ispere se vodom prema gore tako da što manje sredstva dođe u bazen.                 |

## 2.5. Njega bazenske vode

### 2.5.1. pH vrijednost vode

Ispravna pH vrijednost je jedan od najbitnijih faktora kod kemijske pripreme vode. Bez obzira na to koja se metoda radi uvijek je potrebno najprije podesiti pH vrijednost. Poslije natakanja vode u bazen najprije se provjerava pH vrijednost. Ona govori da li voda reagira kiselo, neutralno ili bazično. pH vrijednost se obično mjeri pomoću priručnog mjerača (POOLTESTER). U početku kada se bazen napuni, pH vrijednost je potrebno provjeravati dnevno a kasnije, kada se voda umiri, tjedno. Idealna pH vrijednost bazenske vode se mora kretati između 7,1-7,4. Ako je niža od 7 je voda kisela, što prouzrokuje koroziju metalnih dijelova na instalacijama, izmjenjivaču topline i filteru. Kada je pH vrijednost iznad 7,6 dolazi do izlučivanja mineralnih tvari (bijele naslage na bazenu), počinje svrbjeti koža i počinju peći oči. Isto tako kod povišene pH vrijednosti dezinfekcijska sredstva djeluju manje učinkovito što dovodi do problema s održavanjem higijenski besprijeorne vode. pH vrijednost vode se podešava pomoću pH regulatora. Obično se isporučuju u obliku granulata koji se otapa u vodi i ulijeva u bazen.

Tablica 4. Uravnoteženje pH vrijednosti vode (Ručno održavanje vode, 20.14.2017, url)

| Namjena                        | Koji proizvod               | Kada, zašto, kako   |
|--------------------------------|-----------------------------|---|
| Snižavanje pH vrijednosti vode | REGULATOR pH MINUS GRANULAT | Snižava se uvijek kada je pH vrijednost viša od 7,6. U plastičnoj posudi umiješa se granulat s vodom (najprije voda, potom granulat). Otopina se ulijeva u bazen na različitim mjestima. 1,5 kg doza je dovoljna da se u bazenu sa 100 m <sup>3</sup> vode snizi pH za cca. 0,2 |
| Povećanje pH vrijednosti vode  | REGULATOR pH PLUS GRANULAT  | Povećava se uvijek kada je pH vrijednost niža od 7,0. U plastičnoj posudi se miješa granulat s vodom (najprije voda potom granulat). 1 kg doza je dovoljna da se u bazenu sa 100 m <sup>3</sup> vode poveća pH za cca. 0,2. Otopina se ulijeva u bazen na različitim mjestima.  |

### 2.5.2. Dezinfekcija vode

Za pripremu vode na tržištu postoje različita sredstva za dezinfekciju. Najčešće se kao oksidant pojavljuje klor u različitim oblicima, i to: natrijev hipoklorit (tekućina), kalcijev hipoklorit (tablete ili granulati) in tzv. organski klor (T-GRANULAT 65, T-GROSSTABLETTEN), kod kojega se kao nositelj klora pojavljuje izocijanurna kiselina, koja sprječava brzo ishlapljivanje klora iz vode radi sunčevog svjetla i topline, ne mijenja pH vrijednosti vode, u vodi je potpuno topiv tako da ne ostavlja mineralne naslage na stjenkama, omogućuje dugotrajno skladištenje i relativno je siguran i jednostavan za primjenu.

T-GROSSTABLETTEN, koje sadrže 90% aktivnoga klora koristi se za dugotrajnu dezinfekciju pomoću plutače. T-GRANULAT 65, koji sadrži do 65% aktivnoga klora upotrebljava se za tzv. šok kloriranje, koje obavljamo u dvotjednim ciklusima. Bez obzira na oblik klora, mora se paziti, da ga je u vodi dovoljno da uništava bakterije i osigurava besprijekornu vodu. Sadržaj klora u vodi se mora kretati između 0,3-0,6 mg slobodnoga klora u litri vode. Kod trenutnog kloriranja je željena vrijednost sadržaja slobodnoga klora u vodi do 1,5 mg/lit. Količinu klora u vodi se najlakše provjerava priručnim mjeračem koji radi pomoću reagentne tablete.

Klor nije jedino dezinfekcijsko sredstvo za privatne bazene, postoje i specijalne tekućine na bazi polimera kvarternih amonijevih spojeva (ALBA SUPER), kod kojih je glavna prednost u tome da ne sadrže klor, ne nadražuju kožu i biološki su razgradiva te neškodljiva za okoliš. Osim navedenoga, postoje i dezinfekcijska sredstva na bazi aktivnoga kisika (AQUABLANC SISTEM). Njihova prednost je u tome što ne sadrže klor.

**METODA A:**

Tablica 5. Klasična dezinfekcija klorom (Ručno održavanje vode, 20.14.2017, url)

| Namjena                            | Koji proizvod    | Kada, zašto, kako  |
|------------------------------------|------------------|--|
| Dugotrajna dezinfekcija vode       | T-GROSSTABLETTEN | Dodaje se 1-2 kom svakih 7-14 dana u plutaču ili skimmer (preračunato na 50m <sup>3</sup> vode). Potrošnja može varirati radi opterećenosti bazena , npr. visoka temperatura vode, veliki broj kupaca, nevrjeme... |
| Trenutačna (šok) dezinfekcija vode | T-GRANULAT 65    | Kod prvog punjenja bazena do 150 g/10m <sup>3</sup> vode, potom dvotjedno , te po potrebi. Granulat se otapa u vodi i ulijeva ga u bazen.  |

**METODA B:**

Tablica 6. Dezinfekcija sa ALBA SUPER (Ručno održavanje vode, 20.14.2017, url)

| Namjena                            | Koji proizvod | Kada, zašto, kako  |
|------------------------------------|---------------|--|
| Dugotrajna dezinfekcija vode       | ALBA SUPER    | Kod prvog punjenja bazena ulijeva se izravno u vodu 500g/m <sup>3</sup> tekućine. Potom se tjedno dodaje 100g. Tekućina nije štetna ni za kožu niti za okoliš, biološki je razgradiva i ne pjenuje se. |
| Trenutačna (šok) dezinfekcija vode | T-GRANULAT 65 | Kod prvog punjenja bazena do 150 g/10m <sup>3</sup> vode, Potom dvotjedno odnosno prema potrebi tjedno obavlja se trenutačno kloriranje. Granulat se otapa u vodi i ulijeva u bazen.                   |

**METODA C:**

Tablica 7. Dezinfekcija aktivnim kisikom (Ručno održavanje vode, 20.14.2017, url)

| Namjena                      | Koji proizvod                     | Kada, zašto, kako  |
|------------------------------|-----------------------------------|--|
| Dugotrajna dezinfekcija vode | AQUABLANC O <sup>2</sup> GRANULAT | Kod prvog punjenja ili kod prelaska na dezinfekciju sistemom AQUABLANC najprije se dodaje 300 ml AQUABLANC A. Nešto kasnije 200 g AQUABLANC O <sub>2</sub> . Potom tjedno 100 g granulata AQUABLANC O <sub>2</sub> , a dvotjedno 100 ml tekućine AQUABLANC A. (dodane količine su izračunane na 10m <sup>3</sup> vode). Dodavanje izravno u bazen. |
| Dugotrajna dezinfekcija vode | AQUABLANC A                       | Kod prvog punjenja ili prelasku na dezinfekciju sistemom AQUABLANC najprije se dodaje 300 ml AQUABLANC A. Nešto kasnije 200 g AQUABLANC O <sub>2</sub> . Potom tjedno 100 g granulata AQUABLANC O <sub>2</sub> , a dvotjedno 100 ml tekućine AQUABLANC A. (dodane količine su izračunane na 10m <sup>3</sup> vode). Dodavanje izravno u bazen.     |
| Trenutačna dezinfekcija vode | T-GRANULAT 65                     | Jednom mjesečno odnosno prema potrebi (visoke temperature i veliko opterećenje bazena) obavlja se trenutačno kloriranje. Dodaje se do 150 g/10m <sup>3</sup> vode. Granulat se otapa u vodi i ulijeva u bazen (u vodom napunjenu plastičnu posudu dodamo granulat)   |

### 2.5.3. Sprječavanje algi u bazenima za plivanje

Alge su najjednostavniji biljni organizmi sposobni za fotosintezu. Rastu u pogodnim uvjetima u velikim kolonijama. Bazenska voda ispunjava ove uvjete. Same alge nisu izvor infekcija ali nude idealnu podlogu za razvoj ostalih mikroorganizama. Odumrle alge su hrana za bakterije. Alge imaju i karakteristiku da s vremenom postanu otporne na klor što znači da ih više ne možemo uništavati klorom. Stoga postoje posebne tekućine-algicide koji sprječavaju njihov rast i koji ih i uništavaju. U osnovi algicide se mogu podijeliti u dvije skupine. U nižoj cjenovnoj skupini su inače učinkoviti algicidi ali se u dodiru s vodom u kojoj je prisutan klor blago pjene, naročito u bazenima koji imaju uređaje za plivanje protiv vodene struje i mlaznice za masažu. Kvalitetniji algicidi, su potpuno ne pjenušavi, tako da njihova primjena ne ovisi o količini klora u vodi i primjereni su za sve bazene.

Tablica 8. Sprječavanje i uništavanje algi (Ručno održavanje vode, 20.14.2017, url)

| Namjena  | Koji proizvod | Kada, zašto, kako  |
|--|---------------|--|
| Sprječavanje i uništavanje algi u bazenima za plivanje | ALBA SUPER    | Jednom tjedno dodaje se 100g/10m <sup>3</sup> vode izravno u bazen. U vrijeme napada algi 200-300g/10m <sup>3</sup> vode izravno u bazen. Potpuno ne pjenušav. |
| Sprječavanje i uništavanje algi u bazenima za plivanje | ALBA          | Jednom tjedno dodaje se 100g/10m <sup>3</sup> vode izravno u bazen. U vrijeme napada algi 200-300g/10m <sup>3</sup> vode izravno u bazen. Blago pjenušav.      |

### 2.5.4. Flokulacija (upahuljivanje)

Postupak kojim se zgušnjavaju mikronske nečistoće koje filter ne može zadržati. Voda koja sadrži ovu vrstu nečistoće je mutna. Ako se u vodi izmjeri zadovoljavajuća količina slobodnoga klora, a voda je mutna, potrebno je izvršiti flokulaciju. To se može učiniti na dva načina. Sredstvo za upahuljivanje ugušćuje nečistoću koju će potom pješćani filter zadržati. Filter se potom ispere. Kod filtera s ulošcima ovaj način nije primjenjiv. U tom slučaju se

navečer zaustavi protočna crpka i flokulant se ulijeva izravno u bazen. Poslije nekoliko sati će se nečistoće ugustiti i spustiti na bazensko dno; pomoću vodenoga usisavača se pažljivo usiše. Ovaj način upahuljivanja je primjeren za sve vrste filtera.

#### **2.5.5. Prezimljavanje bazena**

Vodu koja u bazenima ostaje tijekom zimskog razdoblja potrebno je primjereno pripremiti. Razina vode se spusti ispod otvora za ispust i u vodu ulijemo sredstvo za prezimljavanje bazena i koje na sebe veže mineralne tvari da se ne bi izlučivale na bazenske stjenke, te usporava rast algi. Bazen pripremljen na ovaj način će se na proljeće lakše i brže očistiti i smanjiti će se potrošnja sredstava za čišćenje. Doziranje: 200-400g/10m<sup>3</sup> vode, obzirom na njezinu tvrdoću (Ručno održavanje vode, 20.14.2017, url).

### 3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. Zadatak

Zadatak ovog rada je provesti određene mikrobiološke i kemijske analize voda za kupanje kako bi se dokazalo da njihova kvaliteta zadovoljava sve propisane parametre i ne predstavlja nikakvu opasnost za ljudsko zdravlje.

#### 3.2. Analitičke metode za ispitivanje vode za kupanje

##### 3.2.1. Mikrobiološki pokazatelji

- *Escherichia coli*: MPN metoda, membranska filtracija uz odgovarajuće selektivne podloge ili metoda Colilert (ukoliko se kao metoda određivanja koristi Colilert mjerna jedinica je MPN/100 ml.)
- Ukupna broj aerobnih bakterija pri 37°C: Odgovarajući volumen nerazrijeđenog uzorka ili njegovog odgovarajućeg razrjeđenja nasadi se u agar s kvašćevim ekstraktom. Nakon inkubacije broje se izrasle kolonije (do 300 po ploči) ili Quanti-Disc™ metodom.
- *Pseudomonas aeruginosa*: MPN metoda ili membranska filtracija na odgovarajućim podlogama za *P. aeruginosa* – potvrda sumnjivih kolonija.
- *Legionella pneumophila*: Koncentriranje uzorka sa membranskom filtracijom ili centrifugiranjem. Nasadivanje pripremljenog uzorka na odgovarajuću selektivnu podlogu i identifikacija sumnjivih kolonija.
- *Staphylococcus aureus*: Membranska filtracija uz odgovarajuće selektivne podloge ili volumen nerazrijeđenog uzorka ili njegovog odgovarajućeg razrjeđenja nasadi se na selektivnu obogaćenu podlogu. Presađivanje na odgovarajuću selektivnu podlogu za potvrdu sumnjivih kolonija (Pravilnik o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda, 2012).

##### 3.2.2. Fizikalni i kemijski pokazatelji

- Boja: Spektrofotometrija



Spektrofotometar je uređaj koji mjeri promjene u refleksiji, transmisiji ili zračenju, u intervalima, duž valnih duljina vidljivog dijela spektra. Kao rezultat mjerenja faktora refleksije ili transmisije u pojedinim valnim područjima (intervalima) dobiva se spektrofotometrijska krivulja. Prilikom određivanja boja najčešće se primjenjuju spektrofotometrijske krivulje u valnom području od 400 nm do 700 nm (Spektrofotometrijsko određivanje boje, 20.04.2017, url).

- Mutnoća: Turbidimetrija

Turbidimetrija (lat. turbidus: nemiran, uzburkan + -metrija), optička analitička metoda za mjerenje mutnoće suspenzija, tj. za određivanje koncentracije tvari koje su suspendirane u nekoj kapljevinu u obliku sitnih čestica. turbidimetrija se provodi fotoelektričnim mjerenjem intenziteta svjetlosti propuštene kroz suspenziju. Osim o koncentraciji čestica u suspenziji, intenzitet propuštene svjetlosti ovisi o veličini i obliku čestica te o omjeru indeksa loma čestica i okolnoga medija. Za turbidimetrijsko mjerenje potrebno je izraditi baždarnu krivulju, jer ovisnost intenziteta propuštene svjetlosti o koncentraciji čestica nije linearna. Kalibracija se provodi suspenzijama formazina poznate koncentracije, a rezultati mjerenja izražavaju se u jedinicama FTU (engl. Formazine Turbidity Unit), ili u jedinicama NTU (engl. Nephelometric Turbidity Unit) koje vrijede za nefelometrijska mjerenja (Hrvatska enciklopedija, 10.05.2017, url).

- pH vrijednost

Broj koji služi kao mjera kiselosti (aciditeta), odn. lužnatosti (alkaliteta) vodenih otopina, negativan dekadski logaritam množinske koncentracije vodikovih iona u otopini. Pri 25 °C vrijednost pH može biti između 0 i 14. U čistoj vodi i u neutralnim vodenim otopinama koncentracija vodikovih iona ( $H^+$ ) i hidroksidnih iona ( $OH^-$ ) jednaka je i pri 25 °C iznosi  $10^{-7}$  mol/dm<sup>3</sup>. Prema tomu, njihov je pH prema definiciji jednak 7. Koncentracija vodikovih iona u kiselim otopinama veća je od  $10^{-7}$  mol/dm<sup>3</sup>, pa je njihov pH manji od 7; u lužnatim je otopinama koncentracija hidroksidnih iona veća, a vodikovih iona manja od  $10^{-7}$  mol/dm<sup>3</sup>, pa je njihov pH veći od 7. Umnožak koncentracija vodikovih i hidroksidnih iona, prema zakonima kemijske ravnoteže, konstantan je u svim vodenim otopinama. Vrijednost pH grubo se određuje s pomoću indikatorskih papira, koji kod različitih koncentracija vodikovih iona pokazuju različite boje, a mnogo točnije s pomoću potenciometrijskog uređaja zvanoga *pehametar* (Hrvatska enciklopedija, 10.05.2017, url).

- Električna vodljivost: Konduktometrija

Konduktometrija (engl. *conductometry*, od lat. *conducere*: dovesti + -metrija), tehnika kemijske analize koja se osniva na mjerenju električne provodnosti otopina elektrolita. Kako električna provodnost vodenih otopina izravno ovisi o koncentraciji, može se mjerenjem provodnosti, na temelju baždarnih podataka, odrediti koncentracija. Konduktometrija je prikladna i u volumetriji za određivanje završne točke titracije, u kojoj električna provodnost, zbog ovisnosti o koncentraciji slobodnih iona u otopini, postiže minimum (*konduktometrijska titracija*).

- Oksidativnost: Titrimetrija

Volumetrija (volu[men] + -metrija) (titrimetrija), u kemijskoj analizi, skup kvantitativnih metoda kojima se određuje količina neke tvari u ispitivanom uzorku na temelju mjerenja volumena. Najčešće se radi o volumenu vodene otopine reagirajućih tvari, a mjerni se postupak naziva titracija.

- Slobodan klor: Jodometrija

(jod + -metrija), kvantitativna metoda analitičke kemije za određivanje količine reducirajućih i oksidirajućih tvari. Temelji se na redukciji joda u jodid u reakciji s reducensom, odn. na oksidaciji jodida u jod u reakciji s oksidansom. Količina tako utrošenoga, odn. izlučenoga joda određuje se → titracijom s natrijevim tiosulfatom, a kao indikator završetka titracije služi otopina škroba, jer s jodom daje intenzivno plavu obojenost (Hrvatska enciklopedija, 20.04.2017, url).

- Trihalometani: Kromatografija

(kromato- + -grafija), fizikalno-kemijska tehnika odjeljivanja, u kojoj se sastojci smjese raspoređuju između dviju faza, od kojih je jedna nepokretna, a druga pokretna. Nepokretna faza dio je kromatografskoga sustava, a može biti čvrsta, kapljevita ili u obliku gela. Pokretna je faza fluid koji prolazi kroz nepokretnu fazu ili uzduž nje u određenom smjeru. To može biti kapljevina (tekućinska kromatografija) ili plin (plinska kromatografija). Pokretna faza u plinskoj kromatografiji naziva se plin nosilac, a u tekućinskoj eluens. Dobra priprema uzorka i odabir pravoga kromatografskog sustava omogućuje kompletne analize iona, radikala i spojeva organskog i anorganskog podrijetla, neovisno o agregatnome stanju uzorka (Hrvatska enciklopedija, 01.05.2017, url).

## 4. REZULTATI

Tablica 9. Rezultati određivanja mutnoće, boje, pH i električne vodljivosti vode za kupanje zatvorenog bazena u Orahovici

| <b>Datum uzorkovanja</b> | <b>Mutnoća (NTU)</b> | <b>Boja (mg/l)</b> | <b>pH</b> | <b>Električna vodljivost (µS/cm)</b> |
|--------------------------|----------------------|--------------------|-----------|--------------------------------------|
| 24.02.2014               | 0.47                 | 0.0                | 7.4       | 631                                  |
| 20.03.2014               | 0.25                 | 1.0                | 7.5       | 594                                  |
| 14.04.2014               | 0.2                  | 1.0                | 7.1       | 766                                  |
| 21.05.2014               | 0.6                  | 0.0                | 7.4       | 1112                                 |
| 09.06.2014               | 0.25                 | 0.0                | 7.2       | 1157                                 |
| 30.07.2014               | 0.07                 | 0.0                | 7.3       | 1211                                 |
| 19.08.2014               | 0.31                 | 4.0                | 6.8       | 1186                                 |
| 17.09.2014               | 0.19                 | 2.0                | 7.1       | 1141                                 |
| 28.10.2014               | 0.12                 | 0.0                | 7.4       | 1160                                 |
| 18.11.2014               | 0.11                 | 2.0                | 7.5       | 1212                                 |
| <b>MDK*</b>              | 4                    | 20                 | 9         | -                                    |

\*MDK- maksimalna dopuštena količina

Tablica 10. Rezultati određivanja slobodnog klora, oksidativnosti i trihalometana u vodi za kupanje zatvorenog bazena u Orahovici

| Datum uzorkovanja | Slobodni klor (mg/l) | Oksidativnost (mg/l Pt/Co) | Trihalometani (µg/l) |
|-------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
| 24.02.2014        | 0.3                  | 0.63                       | 1.4                  |
| 20.03.2014        | 0.43                 | 0.94                       | 3.5                  |
| 14.04.2014        | 0.43                 | 1.08                       | 10.6                 |
| 21.05.2014        | 0.49                 | 1.22                       | 9.1                  |
| 09.06.2014        | 0.38                 | 0.86                       | 9.6                  |
| 30.07.2014        | 0.28                 | 0.52                       | 4.2                  |
| 19.08.2014        | 0.2                  | 0.87                       | 5.8                  |
| 17.09.2014        | 0.25                 | 0.45                       | 8.4                  |
| 28.10.2014        | 0.32                 | 0.37                       | 10.2                 |
| 18.11.2014        | 0.17                 | 0.32                       | 6.5                  |
| <b>MDK*</b>       | 1,02                 | 5                          | 100                  |

\*MDK- maksimalna dopuštena količina

Tablica 11. Rezultati mikrobiološke analize vode za kupanje zatvorenog bazena u Orahovici

| Datum uzorkovanja | <i>Escherichia Coli</i> (cfu/100 ml) | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (cfu/100 ml) | <i>Legionella pneumophila</i> (cfu/100 ml) | Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija pri 37°C/48h (cfu/ml) |
|-------------------|--------------------------------------|--|--|---|
| 24.02.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| 20.03.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| 14.04.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| 21.05.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| 09.06.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 57.0  |
| 30.07.2014        | 0.0                                  | 0.0  | 0.0  |   |
| 19.08.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| 17.09.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| 28.10.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 96.0  |
| 18.11.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| <b>MDK*</b>       | <1                                   | <1   | <1   | 200   |

\*MDK- maksimalna dopuštena količina

Tablica 12. Rezultati određivanja mutnoće, boje, pH i električne vodljivosti vode za kupanje otvorenog bazena u Virovitici

| <b>Datum uzorkovanja</b> | <b>Mutnoća (NTU)</b> | <b>Boja (mg/l)</b> | <b>pH</b> | <b>Električna vodljivost (µS/cm)</b> |
|--------------------------|----------------------|--------------------|-----------|--------------------------------------|
| 27.06.2014               | 0.14                 | 0.0                | 7.6       | 657.0                                |
| 16.07.2014               | 0.31                 | 2.0                | 7.5       | 686.0                                |
| 17.07.2014               | 0.33                 | 2.0                | 7.4       | 698.0                                |
| 30.07.2014               | 0.1                  | 0.0                | 7.4       | 710.0                                |
| 19.08.2014               | 0.31                 | 7.0                | 7.1       | 715.0                                |
| <b>MDK*</b>              | 4                    | 20                 | 9         | -                                    |

\*MDK- maksimalna dopuštena količina

Tablica 13. Rezultati određivanja slobodnog klora, oksidativnosti i trihalometana u vodi za kupanje otvorenog bazena u Virovitici

| <b>Datum uzorkovanja</b> | <b>Slobodni klor (mg/l)</b> | <b>Oksidativnost (mg/l Pt/Co)</b> | <b>Trihalometani (µg/l)</b> |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 27.06.2014               | 0.28                        | 0.49                              | 5.0                         |
| 16.07.2014               | 0.2                         | 0.77                              | 22.9                        |
| 17.07.2014               | 0.37                        | 0.83                              |                             |
| 30.07.2014               | 0.45                        | 0.63                              | 10.6                        |
| 19.08.2014               | 0.41                        | 0.67                              | 8.0                         |
| <b>MDK*</b>              | 1,02                        | 5                                 | 100                         |

\*MDK- maksimalna dopuštena količina

Tablica 14. Rezultati mikrobiološke analize uzorka vode za kupanje otvorenog bazena u Virovitici

| Datum uzorkovanja | <i>Escherichia Coli</i> (cfu/100 ml) | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (cfu/100 ml) | <i>Legionella pneumophila</i> (cfu/100 ml) | Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija pri 37°C/48h (cfu/ml) |
|-------------------|--------------------------------------|--|--|---|
| 27.06.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| 16.07.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 3.0   |
| 17.07.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| 30.07.2014        | 0.0                                  | 0.0  | 0.0  |   |
| 19.08.2014        | 0.0                                  | 0.0  |  | 0.0   |
| <b>MDK*</b>       | <1                                   | <1   | <1   | 200   |

\*MDK- maksimalna dopuštena količina

Tablica 15. Rezultati određenih analiza vode za punjenje bazena

| Lokacija    | Datum uzorkovanja | Električna vodljivost (μS/cm) | Oksidativnost (mg/l Pt/Co) | Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija pri 37°C/48h (cfu/ml) | <i>Escherichia Coli</i> (cfu/100 ml) | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (cfu/100 ml) |
|-------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------|---|--------------------------------------|--|
| Orahovica   | 30.07.2014.       | 536.0                         | 0.2                        | 12.0  | 0.0                                  | 0.0  |
| Virovitica  | 30.07.2014.       | 569.0                         | 0.44                       | 0.0   | 0.0                                  | 0.0  |
| <b>MDK*</b> |                   | -                             | 5                          | 200   | <1                                   | <1   |

\*MDK- maksimalna dopuštena količina

## 5. RASPRAVA

U tablicama 9, 10 i 11 prikazani su rezultati analize bazenske vode zatvorenog bazena u Orahovici, dok su u tablicama 12, 13 i 14 prikazani rezultati analize bazenske vode otvorenog bazena u Virovitici.

Iz prikazanih rezultata se vidi da je najmanja mutnoća vode izmjerena u Orahovici 30.07.2014. koja je iznosila 0,07 NTU, dok je najveća bila u Virovitici 13.06.2014. i to 1,64 NTU, što je znatno manje od maksimalne dopuštene vrijednosti koja iznosi 4.0 NTU. Što se tiče boje, maksimalna dozvoljena količina je 20 mg/l Pt/Co, najveća je bila u Virovitici 4 mg/l Pt/Co 19.08.2014. što je također dosta manje od dozvoljene količine.

Najmanja izmjerena pH vrijednost bila je 6,8 u Orahovici 19.08.2014, a najveća u Virovitici 27.06.2014. koja je iznosila 7,6 što također zadovoljava jer je pH vrijednost dozvoljena u rasponu od 6,5 do 9.

Što se tiče električne vodljivosti vidi se da se ona kreće od 594 do 1212  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u Orahovici, te od 657 do 715  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u Virovitici. Što se oksidativnosti tiče dozvoljena količina je do 5 mg/l Pt/Co, najmanja količina je izmjerena je 30.07.2014. u Orahovici koja je iznosila 0.52 mg/l Pt/Co, a najveća količina je iznosila 0.63 mg/l Pt/Co u Virovitici 30.07.2014.

Za trihalometane u bazenskoj vodi najveća dozvoljena količina je 100  $\mu\text{g}/\text{l}$ , 24.02.2014 u Orahovici je izmjerena najmanja količina koja iznosi 1.4  $\mu\text{g}/\text{l}$ , dok je najveća količina izmjerena u Virovitici 16.07.2014., a iznosi 22.9  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

Po rezultatima mjerenja električne vodljivosti, oksidativnosti i određivanja trihalometana vidi se da su sve vrijednosti unutar dozvoljenih granica, čak daleko ispod maksimalne vrijednosti.

Količina slobodnog klora u bazenu u Orahovici se kreće od 0,17 mg/l do 0,49 mg/l, dok u bazenu u Virovitici iznosi od 0,2 mg/l do 0,45 mg/l. Slobodni klor je maksimalno dozvoljen u količini do 1,02 mg/l, te stoga i vrijednosti izmjerenog slobodnog klora odgovaraju dozvoljenim količinama.

Što se tiče mikrobiološke analize, iz tablica je vidljivo da su uzorci u potpunosti bez bakterija te njihove mikrobiološke analize sve iznose 0, osim dva dana u Orahovici i to 09.06.2014. (57 cfu/ml aerobnih mezofilnih bakterija) i 28.10.2014. (96 cfu/ml aerobnih mezofilnih bakterija) i jedan dan u Virovitici 16.07.2014. (3 cfu/ml aerobnih mezofilnih bakterija).

U tablici 15 prikazani su rezultati analiza vode za punjenje bazena u Orahovici i Virovitici. Također i voda za punjenje je bila higijenski ispravna za kupanje.

U tablicama je vidljivo da nema većih odstupanja od dozvoljenih količina što pokazuje da je kvaliteta vode za kupanje i u jednom i u drugom bazenu higijenski i zdravstveno ispravna te da se bazeni održavaju i bazenska voda redovito mijenja.



## 6. ZAKLJUČAK

- Proces provjere kvalitete vode za kupanje u bazenima sastoji se od pravilnog uzimanja uzoraka, temeljitog provođenja svih potrebnih analiza, te pravilnog i razumljivog prikazivanja rezultata. Kako bi rezultati bili što točniji sve analize se provode po posebnim propisima.
- Prema provedenim analizama vode za kupanje koja su provedena u periodu od 02. do 11. mjeseca u bazenima u Orahovici (zatvoreni bazen) i od 06. do 08. mjeseca u Virovitici (otvoreni bazen) može se zaključiti da su svi parametri određivanja u dozvoljenim granicama te da je voda higijenski i zdravstveno ispravna.
- Ispitivanja su provedena u periodu od 02. do 11. mjeseca u Orahovici (zatvoreni bazen) i od 06. do 08. mjeseca u Virovitici (otvoreni bazen). Provedene analize su pokazale da se bazeni redovito održavaju i da se redovito mijenja voda u njima jer su sve analize zadovoljavajuće.

## 7. LITERATURA

### Knjige:

1. Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda (2014) NN 88/2014
2. Pravilnik o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda (2012) NN 107/2012
3. Puntarić D., Miškulin M., Bošnjir J. i suradnici (2012) *Zdravstvena ekologija*. Zagreb, Medicinska naklada

### Internet:

1. Anonymous\_1, 04.04.2017  
[https://www.google.hr/search?q=voda+za+pi%C4%87e&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiC17XRzsXOAhVHliwKHRPIDygQ\\_AUIBigB](https://www.google.hr/search?q=voda+za+pi%C4%87e&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiC17XRzsXOAhVHliwKHRPIDygQ_AUIBigB)
2. Anonymous\_2, 04.04.2017  
[https://www.google.hr/search?q=bazeni&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj1jZbFmovTAhXJXiwKHZ45DXoQ\\_AUICCGb&biw=1280&bih=667#tbn=isch&q=viroviti+bazen&\\*&imgcr=ZnhmW8u4tXF\\_6M](https://www.google.hr/search?q=bazeni&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj1jZbFmovTAhXJXiwKHZ45DXoQ_AUICCGb&biw=1280&bih=667#tbn=isch&q=viroviti+bazen&*&imgcr=ZnhmW8u4tXF_6M)
3. <http://www.bazeni.info/hr/bazeni.php?chap=odrzavanje&cat=rucnoodrzavanjevode>
4. <http://www.enciklopedija.hr/>
5. <http://silverstripe.fkit.hr/kui/assets/Uploads/Osvrti-683-685.pdf>

## **POPIS SLIKA**

- Slika 1. Voda za piće
- Slika 2. Gradski bazen Virovitica

## **POPIS TABLICA**

- Tablica 1. Najčešći štetni biološki i kemijski agensi u pitkoj vodi
- Tablica 2. Uvjeti za bazensku vodu
- Tablica 3. Postupci čišćenja bazena
- Tablica 4. Uravnoteženje pH vrijednosti vode
- Tablica 5. Klasična dezinfekcija klorom
- Tablica 6. Dezinfekcija s ALBA SUPER
- Tablica 7. Dezinfekcija aktivnim kisikom
- Tablica 8. Sprječavanje i uništavanje algi
- Tablica 9. Rezultati određivanja mutnoće, boje, pH vrijednosti i električne vodljivosti vode za kupanje zatvorenog bazena u Orahovici
- Tablica 10. Rezultati određivanja slobodnog klora, oksidativnosti i trihalometana u vodi za kupanje zatvorenog bazena u Orahovici
- Tablica 11. Rezultati mikrobiološke analize vode za kupanje zatvorenog bazena u Orahovici
- Tablica 12. Rezultati određivanja mutnoće, boje, pH vrijednosti i električne vodljivosti vode za kupanje otvorenog bazena u Virovitici
- Tablica 13. Rezultati određivanja slobodnog klora, oksidativnosti i trihalometana u vodi za kupanje otvorenog bazena u Virovitici
- Tablica 14. Rezultati mikrobiološke analize vode za kupanje otvorenog bazena u Virovitici
- Tablica 15. Rezultati određenih analiza vode za punjenje bazena

## **POPIS KRATICA**

- NTU- number of transfer units (broj prenesenih jedinica)
- MDK- maksimalna dopuštena količina

## IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Ana-Marija Vlahović** pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom: **Analiza bazenske vode**, te da u navedenom radu nisu na nezadovoljavajući način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 2017. godine

Ime i prezime studenta:

---