

САВРЕМЕНИ ПРИСТУП ТРЕТМАНУ ВОДЕ У БАЗЕНИМА

Анита Петровић¹ Петра Тановић² Миломир Карановић³

Резиме: Вода, поред улоге извора и одржања живота на земљи има бројне друге функције. Једна од тих улога је погодност за рекреацију и спорт који имају благотворан здравствени и социолошки ефекат на људско здравље. Услед великог загађења површинских, првенствено, слаткох вода базени за купање постају неопходни. Међутим, исто тако базени могу да представљају озбиљан ризик по људско здравље ако се не одржавају у складу са хигијенски техничким условима. Вода у базенима за рекреацију мора да буде једнако безбедна како од биолошких штетности тако и од хемијских, као и да задовољава естетске стандарде, односно да осигура одсуство органолептичких својстава воде као што је мутноћа, мирис итд. У свету постоји тежња да се агресивни хемијски третмани за дезинфекцију базенске воде хлор, натријум хипохлорит, хлор-диоксид замене процесима који имају минималне количине штетних хемијских резидуала и нуспроизвода. Овај рад ће поред приказа кључних елемената ризика при купању на базенима показати разлике у физичко хемијском третману воде код нас и у окружењу.

Кључне речи: базени, ризик, третман прераде воде, компарација

A MODERN APPROACH TO WATER TREATMENT IN SWIMMING POOLS

Abstract: Water, in addition to its role as a source and sustain life on earth, has a number of other functions. One of these roles is convenience for recreation and sports that have a beneficial health and sociological effect on humans. Due to the great pollution of surface, primarily fresh water, swimming pools are becoming necessity. However, swimming pools can also become a serious risk to human health if they are not maintained in accordance with hygienic technical conditions. Water in recreational pools must be equally safe from biological and chemical hazards, as well as to meet aesthetic standards, to ensure the absence of organoleptic properties of water such as turbidity, odor, etc. There is a tendency in the world to replace aggressive chemical treatments for disinfection of pool water, chlorine, sodium hypochlorite, chlorine dioxide with processes that have minimal amounts of harmful chemical residues and by-products. In addition to presenting the key elements of risk when swimming in swimming pools, this paper will show the differences in the physical and chemical treatment of water in our country and in the region.

Key words: pools, risk, water treatment treatment, comparison

1. УВОД

Потреба за рекреацијом, као једним од важнијих начина одржавања психофизичког здравља и радне способности је битна потреба савременог човека, те се у развијеном свету данас велика пажња посвећује квалитету воде у спортско рекреативним базенима. Рекреативно дејство пливања у базенској води огледа се у повећању мишићног тонуса и јачању физичке кондиције. Реакција између унутрашње температуре тела купача и температуре воде повећава респираторну размену, такође појачава и варење ради добијања нових калорија потребних за самоодбрану организма од губљења топлоте расхлађивањем

¹ PhD, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду Школска 1, petrovic.a@vtsns.edu.rs

² PhD, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду Школска 1

³ Миломир Карановић, ЈПСпорти и пословни центар Војводина, Сутјеска 2, Нови Сад

Евидентно је да рекреација у базенима има бројне бенефите међутим, постоје и бројне опасности које прете корисницима. Опасности се деле на:

- физичке,
- микробиолошке и
- хемијске.

Како би се вода у базенима учинила здравствено исправном неопходан је њен физички и хемијски третман који се огледа у филтрацији и дезинфекцији воде. Ове операције се обављају коришћењем различите опреме која мора да испуњава техничке стандарде како би након третмана оваква вода била задовољавајућег квалитета. Међутим, неадекватно одржавање или чак непоседовање одговарајућих уређаја у Србији није реткост. Базенска вода чији је квалитет дефинисан Правилником о здравственој исправности базенских вода [1], врло често не испуњава норме, а још је чешћи случај да се и не контролише. Базенима управљају лица која нису стручна за њихов рад или је присутна неодговорност да се не поштују основна правила купања као што је ношење капе, пролазак кроз дезобаријеру и контрола квалитета воде и исправности опреме. Последице купања у хигијенски неисправној базенској води варирају од лакших до тежих болести и обично је на појединцима да прихвате ризик боравка у базенима. Посебно су јавни базени који су одговорни за безбедност купача подложни оваквој анализи.

2. ПАРАМЕТРИ КОНТРОЛЕ БАЗЕНСКЕ ВОДЕ

Приликом доношења Правилника о исправности базенске воде све европске земље користе смернице Светске здравствене организације која је донела Правилник за безбедну воду за рекреацију то у два тома (WHO, 2000), као и Директиву (2006/7/EZ) Европског парламента и већа о управљању квалитетом воде за купање. На нивоу Европске уније не постоји јединствен законодавни оквир по питању квалитета базенских вода, већ је државе чланице регулишу на националној основи, што резултира неуједначеним приступом који се, између осталог, огледа и у различито постављеним критеријумима којима базенске воде морају удовољавати. У Србији је 2017 донет поменути Правилник о здравственој исправности базенских вода: 30/2017-3 и 97/2017-5, који одговара проблематици обраде базенске воде.

Санитарни и здравствени квалитет базенске воде одређује се испитивањем:

- физичко-хемијске исправности и
- бактериолошке исправности.

У наредним табелама 1 и 2. су приказани физичко хемијски и биолошки параметри који се разматрају као показатељи квалитета базенске воде.

Табела бр. 1: Параметри показатељи базенске воде [1].

Параметри	Вредност	Мерна јединица
Укупан број аеробних бактерија на 37 °C/48 часова	≤ 200	cfu/ml
Мутноћа	≤ 5	NTU
Хлорид	≤ 300	mg/l
Утрошак калијум перманганата	≤ 20	mgKMnO ₄ /l
рН вредност	6,5 - 7,8	/
Слободни резидуални хлор	0,1 - 1,0	mg/l
Трихалометани (укупни)	≤ 0,1	mg/l

Хлордиоксид	≤ 0,4	mg/l
Стабилизатор - цијанурична киселина	30 - 50	mg/l
Бромати	≤ 0,01	mg/l
Температура	/	° C

Табела 2. Микробиолошки показатељи здравствене исправности воде базена [1].

Параметри	Број	Мерна јединица
Укупне колиформне бактерије	≤ 10	cfu/100 ml
Escherichia coli	< 1	cfu/100 ml
Legionella pneumophila	< 1	cfu/100 ml
Pseudomonas aeruginosa	< 1	cfu/100 ml
Staphylococcus aureus	≤ 100	cfu/100 ml

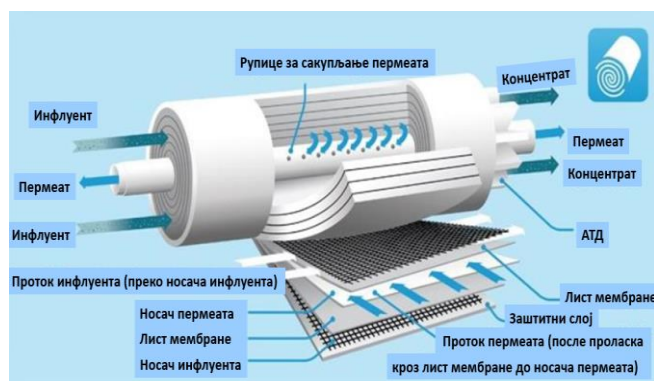
3. ФИЛТРИРАЊЕ БАЗЕНСКЕ ВОДЕ

Филтери за базен филтрирају воду и пречишћавају је тако да пречишћену воду поново враћају у базен . Код нас се користе пешчани филтери и наплавни филтери. У свету се користи трећа генерација филтера, такозвани ултрафилтери који функционишу на принципу реверзне осмозе. Оваквом филтрацијом могу да се уклоне честице величине од 0,2 до 0,001 μm, док наплавни не уклањају честице мање од 20 μm. Ради се о једној варијанти у ствари мембранске филтрације, пошто у зависности од параметра пропусности мембране разликујемо следеће типове мембранске филтрације [2]:

- микрофилтрација,
- ултрафилтрација,
- нанофилтрација,
- реверзна осмоза.

Код реверсне осмозе уз помоћ високог притиска и проласка воде кроз специјалне мембране улазни проток воде се дели на пермеат (деминеализована вода) и концентрат (вода са концентрованим садржајем минерала-соли). Пермеат се транспортује ка потрошачу а концентрат се испушта у канализацију. На слици 1 је приказан принцип реверсне осмозе.

Слика 1 Принцип реверсне осмозе [3]



Мембрана је заправо плочаста мембрана која је спирално увијена око централне перфориране цеви. Вода тече површином мембране под високим притиском. Кроз мембрану пролазе молекули воде који се скупља у носачу пермеата који раздваја две мембране и проласком кроз носач стижу до перфориране централне цеви којом напуштају модул. Молекули растворених соли се концентришу у делу воде која струји површином мембране и тај део се изводи из модула као концентрат који се одбацује. У свету се ове мембране користе за филтрацију базенске воде јер уклањају органске материје, цисте, бактерије, вирусе, гљивице, минерале, соли, оксиде метала, органолептичка својства воде, креме и уља из воде, урин, резидулни хлор итд. Треба напоменути и значај ове методе за десалинизацију морске воде. Међутим, високи инвестициони трошкови ограничавају имплементацију ових постројења у Србији. Избор се обично своди на наплавне или пешчане филтере. Одабир најбољег филтера за базен се спроводи у зависности од карактеристика воде којом ће се пунити базен, затим притиска у водоводној мрежи, величине просторије у којој ће бити смештен филтер, буџета којим се располаже, као и карактеристикама филтера. Поређењем пешчаног и наплавног филтера јасно се види да пешчани филтери заузимају већу површину. Разлог за то се налази у димензијама филтерске површине. Поготово се спиралним увијањем филтерских мембрана код реверсне осмозе драстично смањује потребан простор који заузима филтер, а повећава се количина воде која се пречишћава.

4. ДЕЗИНФЕКЦИЈА БАЗЕНСКЕ ВОДЕ

Дезинфекција је основни процес обраде воде за уклањање патогених микроорганизама, бактерија, вируса, гљивица, те за спречавање заразе и раста алги. Дезинфекција се остварује на више начина:

директном применом топлоте (термичка дезинфекција),

зрачењем (ултраљубичасто, X-зрачење),

применом ултразвука или применом хемијских агенаса (хемијска дезинфекција).

Као дезинфекциона средства се најчешће користе гасни хлор (Cl_2), или хлор у облику раствора натријум хипохлорита ($NaOCl$), произведеног помоћу уређаја који се зове хлороген. Хлор убија патогене тако што разбија хемијске везе у њиховим молекулима. За време рада погона доза хлора се повећава или смањује тако да је у базену увек присутна одређена количина активног хлора од 0,3 до 0,5 mg/l. Главни нуспроизводи хлорисања воде јесу трихалометани. Налазе се растворени у води или у ваздуху изнад базенске воде и њихова концентрације је много већа у затвореним базенима у односу на отворене базене. Настанак трихалометана се може спречити уклањањем прекурсора уз примену водоник пероксида или амонијум-хлорида, преласком на напредније технологије дезинфекције као што је озонизација, затим употребом фракционисаног хлорисања без примене претхлорисања и применом оптималне дозе хлора и времена контакта до 3h са водом[4].

Ултраљубичасто зрачење је још један начин дезинфекције базенске воде, и углавном се користи комбиновано са још неким дезифијенсом. УВЦ-краткоталасно (<280 nm) је најопаснији је део УВ део спектра јер га апсорбују протеини РНК и ДНК што може да доведе до мутације ћелија и канцера. УВЦ зраци наведене таласне дужине мењају генетски ДНК материјал ћелија тако да бактерије, вируси, алге и други микроорганизми губе способност репродукције. Стерилизација воде се одвија тако да вода тече у танком слоју око кварцне цеви у којој се налази УВ лампа при чему вода прима одређену количину енергије.

Озон је једно од најефикаснијих дезинфекционих средстава које је способано за дезинфекцију при малом времену контакта и ниским концентрацијама. Главни механизми за дезинфекцију озонем обухватају уништавање микроорганизама, реакције радикалне оксидације, разградњу нуклеинских киселина (ДНК и РНК) и распад везивања угљеник-

азот који су неопходни у већини органских једињења попут протеина. Органске материје у саставу бактерија, вируса, протозоа, озон оксидише, тако да долази до њиховог цепања и тренутног распадања организма. Улазни гас у генератор озона се додаје у облику атмосферског ваздуха или пречишћеног кисеоника. Потом се озон генерише на различите начине: фотокаталитички, радиохемијски или најчешће коронарним пражњењем.

5. КЉУЧНЕ РАЗЛИКЕ ТРЕТМАНА БАЗЕНСКЕ ВОДЕ У СРБИЈИ И ЕВРОПСКИМ ЗЕМЉАМА

Третман базенске воде разликује у различитим земљама али такође и у оквиру једне државе. Првенствено зависи од економске ситуације у земљи и спремности да се модернизује технологија.

Већ дужи низ година у Европи су у употреби мембрански филтери на бази реверзне осмозе, као далеко најсупериорнији систем за третман филтрирања воде, и озон као најадекватније средство за дезинфекцију базенске воде. У Србији су филтери на бази реверсне осмозе у употреби углавном у прехранбеној индустрији и у појединим местима за филтрацију воде за пиће, а готово нигде се не употребљавају за филтрацију базенске воде. Ту још увек доминирају пешчани филтери и понегде су инсталирани наплавни филтери.

Кад је о дезинфекцији реч у Србији убедљиво доминира дезинфекција хлором или хлорним једињењима. Експанзија озона као дезифијенца у развијеним земљама је узрокована открићем трихалометана код базенске воде дезинфиковане помоћу хлора, 1973. године. Други проблем који се јавио јесте пораст органских микрозагађивача (ПОМ) које се тешко уклањају из површинских вода, и који се много боље и брже оксидују помоћу озона. Показало се да озон успева да деактивира више микроорганизама него хлор и хлорна једињења, као и оне микроорганизме који развијају отпорност на дезинфекциона средства као што је *Cryptosporidium* [5]. Међутим у нашој земљи мењање целокупних система и њихово осавремењивање је финансијски превелики посао. У другим, развијеним земљама, примена озона се и даље осавремењује тако што се излазни ваздух прочишћава пре пуштања у атмосферу. Предности озонизације стално се потврђују и у пракси.

6. ЗАКЉУЧАК

Вода у базенима за рекреацију мора да буде једнако безбедна како од биолошких штетности тако и од хемијских штетности, као и да задовољава естетске стандарде односно да осигура одсуство органолептичких својстава воде као што је мутноћа, мирис итд. Физичко-хемијска биолошка исправност воде у базенима је прописана законом и њени се параметри морају испоштовати. Обрада базенске воде подразумева припрему воде, филтрацију и дезинфекцију и системи се могу разликовати по ефикасности, економичности, безбедности, габаритности, утицају на животну средину и другим факторима.

Последњих година у Европи се поклања све већа пажња унапређењу базенске технологије за физичко-хемијску обраду воде, као и коришћење безбеднијих средстава која се користе при обради исте.

Иако је неоподна дезинфекција базенске воде не сме се занемарити и штетан утицај хлора и његових једињења који је откривен последњих деценија те се са хлором мора изузетно одговорно манипулисати. Непобитна је предност озонизације над хлорисањем чак и употреба УВ зрака али кад се узму у обзир финансијски трошкови или комплексност постројења јасно је да ће хлор остати још дуго незамљиво средство поготово у приватним базенима. За јавне базене неопходно је улагање у адекватну опрему и запошљавање стручних лица која би радила на

одржавању базена као и переманентна контрола квалитета базенске воде која је у Србији и поред правилника из 2017 године и даље неажурна и сувише флексибилна. Јавни базени контролишу воду једном недељно, а најчешћи разлози неисправности воде су повећан садржај хлорида или повећан број колиформних бактерија.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Министарство здравља (2017). *Правилник о здравственој исправности базенских вода*, Службени гласник РС, бр. 30/2017 и 97/2017
- [2] *Филтери за базене опрема за базене*. (2021). Преузето 15. марта 2021, са http://www.izgradnjabazena.net/oprema_za_bazene_filteri_za_bazene.html
- [3] Кукучка, М. (2016). *Уклањање високог садржаја органских и неорганских полутаната из подземних вода Војводине применом нанофилтрације*, Нови Сад: Технолошки факултет.
- [4] Тричковић, Ј. (2016). *Дезинфекциони нуспроизводи*. Презентација ПМФ Нови Сад.
- [5] *Commercial swimming pool water treatment*. (2021). Преузето 25. априла 2021, са <https://www.ozonetech.com/water-treatment/commercial-swimming-pools>