

DOI 10.7251/VETJSR2001050K

UDK 543.3:579.68]:628.1.03

Оригинални научни рад

## МИКРОБИОЛОШКА ИСПРАВНОСТ ВОДЕ У ПРИМАРНОЈ ПРОИЗВОДЊИ ХРАНЕ

Весна КАЛАБА<sup>1\*</sup>, Бојан ГОЛИЋ<sup>1</sup>, Тања ИЛИЋ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ЈУ Ветеринарски институт Републике Српске „Др Васо Бутозан“ Бања Лука, БиХ

\* Коресподентни аутор: Доц.др Весна Калаба: vesna.kalaba@virs-vb.com

**Кратак садржај:** Здравствено безбједна вода представља основу здравог живљења и један је од приоритета у примарној здравственој заштити. Безбједност подразумијева микробиолошки, физичкохемијски и радиолошки исправну воду, довољне количине воде и њену континуирану испоруку. Због великог епидемиолошког значаја воде, чији је утицај непосредан и путем које се могу добити разне заразне болести, или унијети штетне и опасне хемијске материје, неопходно је, у циљу заштите здравља људи, контролисати здравствену исправност воде за пиће.

Циљ истраживања је утврђивање микробиолошке исправности воде која се користи за потребе прехранбене индустрије, као и за напајање животиња.

У периоду 2015-2017. године, 26,20% узорака воде није задовољило регулативу (Пропис, 2010; Пропис, 2015). Највећи број незадовољавајућих узорака био је због повећаног броја микроорганизама на 22°C (63,40%) и 37°C (54,90%), а када су у питању патогени микроорганизми, због присуства цријевних ентерокока (58,80%). Најмањи ризик од присуства колиформа и *E. coli* је у води из водовода, док је он унатно већи у бунарској и изворској води. Присуство цријевних ентерокока значајно у све три врсте воде за пиће, а присуство сулфидоредукујућих кластридија утврђено је само у изворској води.

**Кључне ријечи:** вода за пиће, водоснабдијевање, микробиолошка исправност

### УВОД

Изградња првих водоводних система помиње се 3000 година п.н.е. Системи су се градили ради планског и рационалног кориштења воде за пиће и за друге потребе. У старом Египту су били копани зденци дубине веће од 200 метара и вода се вадила вједрима, а разводила керамичким, дрвеним или оловним цијевима. Најпознатији старовјековни водоводи су ирански канали и римски аквадукти. У Грчкој и Риму су постојали већи централизовани системи за снабдијевање водом. Крајем XIX вијека и код нас почињу да се граде први водоводи (Ђукић и Ристановић, 2005).

Вода је један од основних услова за живот на нашој планети, јер је неопходна за одвијање свих виталних процеса у биосфери. Незамјенива је њена улога у размјени материја у човјековом организму, у одржавању личне и опште хигијене, у производњи намирница и у задовољењу бројних потреба у природи, пољопривреди и индустрији. Али, вода је и вектор за преношење не само веома заразних болести, већ и опасних хемикалија, канцерогених, радиоактивних и других материја. Стога је разумљиво што многе државе, па и међународна заједница, настоје да заштите воде, а прије свега воду за пиће, од било ког облика загађивања (Калаба и сар., 2015; Калаба, 2014).

Вода мора бити здравствено исправна ако се користи као вода за пиће, вода за одржавање личне и опште хигијене, вода за припрему и обраду хране или као вода за исхрану животиња. У данашње вријеме често се срећемо са загађењем изворишта воде, тако да је добијање хигијенски исправне воде за пиће велики проблем савременог човјека. (Панић, 2009; Рајковић, 2010)

Напредак технике и технологије, индустријализација и урбанизација дала је свој допринос побољшању квалитета живота људи, али је такође, допринијело и великој деградацији природе, односно контаминацији воде, ваздуха и земљишта, уништавањем биоценозе, озонског омотача, који су основни предуслови опстанка живота на земљи (Гавриловић и Љешевић, 1999). Због тога се сматра да је вода ресурс који ће обиљежити XXI вијек, на још драматичнији начин него што је нафта обиљежила XX вијек (Todd, 1970).

Због великог епидемиолошког значаја воде, чији је утицај директан и путем које се могу пренијети разне заразне болести или унијети штетне и опасне хемијске материје, неопходно је, у циљу заштите здравља људи и животиња, контролисати здравствену исправност воде за пиће (Гржетић, 1999).

У савременој технологији све намирнице се прије прераде перу, да би се уклонила земља и прашина са њихове површине, а у производњи се подузимају мјере да не дође до контаминације прашином.

Природна вода има своју микрофлору, која се може подијелити у двије групе. У прву групу спадају микроорганизми којима је вода природно станиште, а то су разни сапрофити. У другу групу спадају контаминенти воде за пиће. То су разни микроорганизми из ваздуха и земље, са биљака, животиња и човјека. Из земље у воду, поред сапрофитских врста, могу доспјети и патогене врсте. Ако је земља контаминирана фецесом људи и животиња, онда могу са земље доспјети у воду непатогени и патогени цријевни микроорганизми. Фекална контаминација воде за пиће представља највећу опасност за здравље људи, па према томе има и највећи медицински значај (Калаба и сар., 2015).

У прехранбеној индустрији користе се велике количине воде за прање радних просторија, радних површина, машина, уређаја и прибора за одржавање личне хигијене радника, затим за прање сировине, за бланширање и за хлађење

загријаваних производа. Вода мора бити хигијенски исправна, јер непосредно или посредно долази у контакт с намирницама (Калаба, 2014).

Циљ истраживања је утврђивање микробиолошке исправности воде која се користи за пиће, али и за потребе прехранбене индустрије, као и за напајање животиња.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Материјал за испитивање су узорци воде за пиће који потичу са фарми и из погона прехранбене индустрије, достављени у оквиру самоконтроле и службене контроле, у периоду 2015-2017. година. Укупно су анализирана 584 узорака, и то 515 у оквиру самоконтроле и 69 у оквиру службене контроле.

Микробиолошко испитивање и интерпретација резултата испитивања вршени су у Јавној установи Ветеринарски институт Републике Српске „Др Васо Бутозан“ Бања Лука, према захтјевима регулативе (Пропис, 2010; Пропис, 2015).

Вода је узоркована у асептичним условима, у стерилне боце запремине 1000 ml, те у одговарајућем временском перидуу и условима транспорта допремљена у лабораторију.

Да би се одредила микробиолошка исправност воде кориштена је метода мембранске филтрације (*Escherichia coli*, колиформи, тријевне ентерококе, сулфиторедукујући анаероби) и метода засијавања на чврсту храњиву подлогу техником залијевања (Слика 1. и 2.), у складу са захтјевима ISO стандарда, како слиједи:

1. Детекција и бројање *Escherichia coli* и колиформних бактерија (ИСБИХ, 2015)
2. Детекција и бројање тријевних ентерокока (ИСБИХ, 2003а)
3. Детекција и бројање спора сулфиторедукујућих анаероба (кlostридија) (ИСБИХ, 2003б)
4. Бројање узгојених микроорганизама - одређивање броја колонија цијепљењем агар храњиве подлоге за гајење (ИСБИХ, 2003в)



Слика 1. Систем за мембранску филтрацију

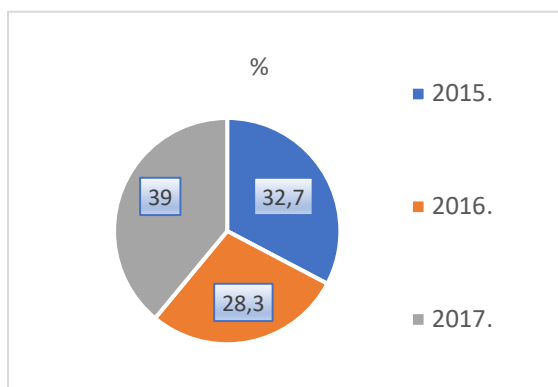
Слика 2. Очитавање раста тријевних ентерокока на Slanetz Bartley agaru

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У Табели 1. и Графикону 1. приказан је број и процентуална заступљеност анализираних узорака воде за период 2015-2017. година.

**Табела 1.** Број анализираних узорака воде по годинама

Година	Број узорака
2015.	191
2016.	165
2017.	228
Укупно:	584



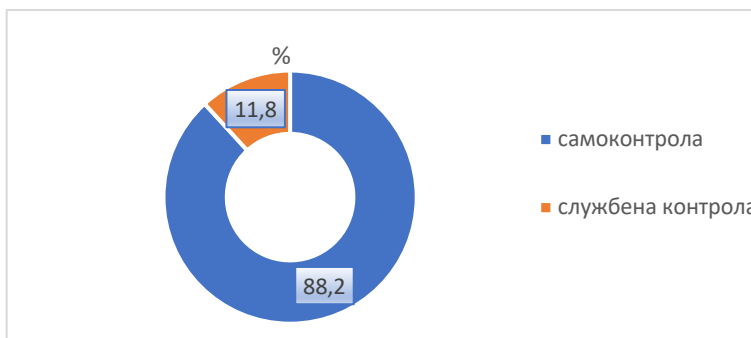
**Графикон 1.** Процентуална заступљеност анализираних узорака за период 2015-2017. година

У периоду 2015-2017. година укупно су анализирана 584 узорка. Процентуална заступљеност анализираних узорака за период 2015-2017. година износи 28,30-39% у односу на укупан број узорака.

У Табели 2. и Графикону 2. приказани су анализирани узорци воде у односу на начин контроле.

**Табела 2.** Узорци воде у односу начин контроле

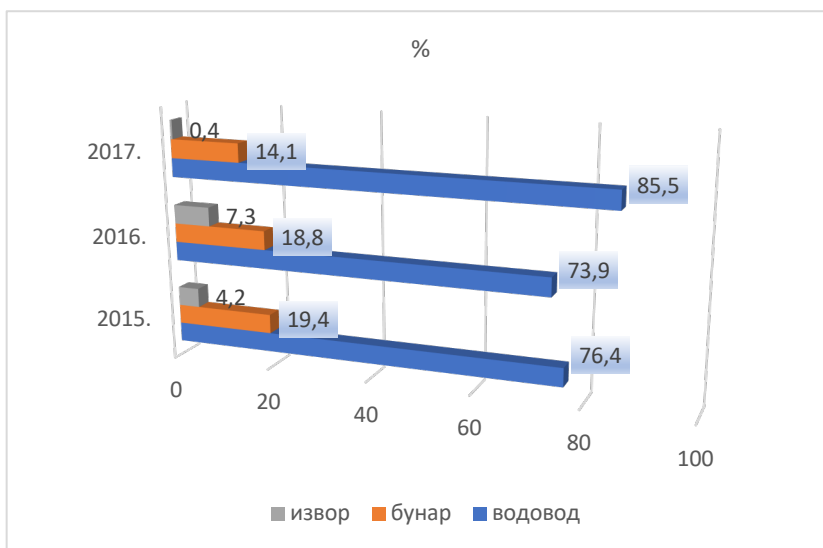
Година	%	
	Самоконтрола	Службена контрола
2015.	88	12
2016.	84,80	15,20
2017.	90,80	9,20



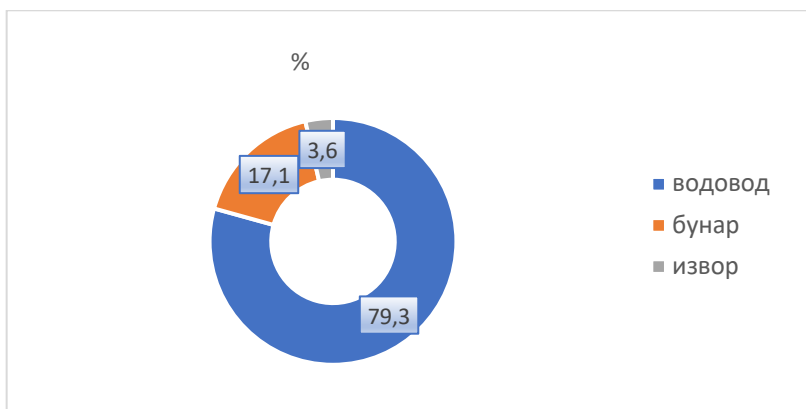
**Графикон 2.** Узорци воде у односу на начин контроле за период 2015-2017. година

Највећи дио анализираних узорака потиче из самоконтроле и он за период 2015-2017. година износи 88,20% док је 11,80% узорака достављено у оквиру службене контроле.

У Графиконима 3. и 4. приказани су анализирани узорци воде према поријеклу.



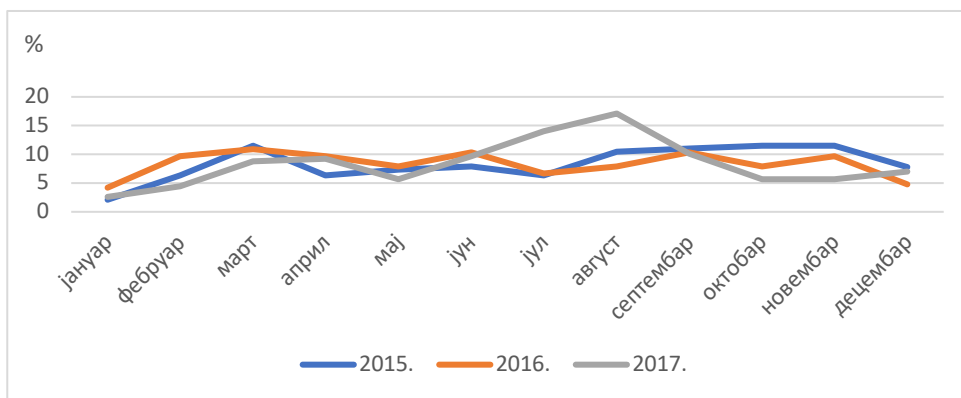
**Графикон 3.** Узорци воде у односу на поријекло



**Графикон 4.** Узорци воде у односу на поријекло за период 2015-2017. година

У односу на поријекло, анализирани узорци потичу из водовода, бунара и извора. За посматрани период, највише анализираних узорака потиче из водовода (79,30%), затим бунара (17,10%), док је намањи број узорака изворска вода (3,60%). У овом периоду примјетно је смањење броја узорака поријеклом из бунара и извора, а пораст броја узорака поријеклом из водовода.

У Графикону 5. приказана је дистрибуција анализираних узорака воде по мјесецима.



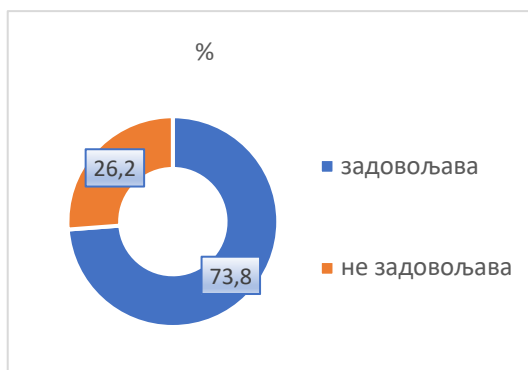
**Графикон 5.** Дистрибуција анализираних узорака воде по мјесецима

Посматрано по мјесецима, може се закључити да је узорковање вршено неравномјерно, без утврђеног плана узорковања. Међутим, није утврђен сезонски утицај на узорковање, с тим да је нешто мањи број анализираних узорака био почетком све три календарске године.

У Табели 3. и Графикону 6. приказани су резултати испитивања узорака воде у односу на микробиолошке критеријуме.

**Табела 3.** Резултати испитивања узорака воде у односу на микробиолошке критеријуме

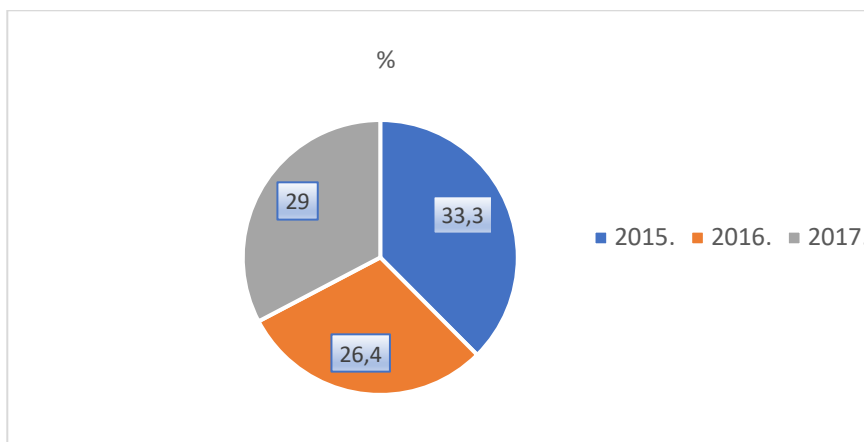
Година	%	
	Задовољава	Не задовољава
2015.	70,70	29,30
2016.	77,60	22,40
2017.	73,70	26,30



**Графикон 6.** Резултати испитивања узорака воде за период 2015-2017. година

Од укупног броја испитаних узорака воде у периоду 2015-2017. година, 26,20% узорака није задовољило одредбе регулативе (Пропис, 2010; Пропис, 2015), при чему је број незадовољавајућих узорака био у распону 22,40-29,30%. Највише незадовољавајућих узорака било је у 2015. години (29,30%), а најмање у 2016. години (22,40%).

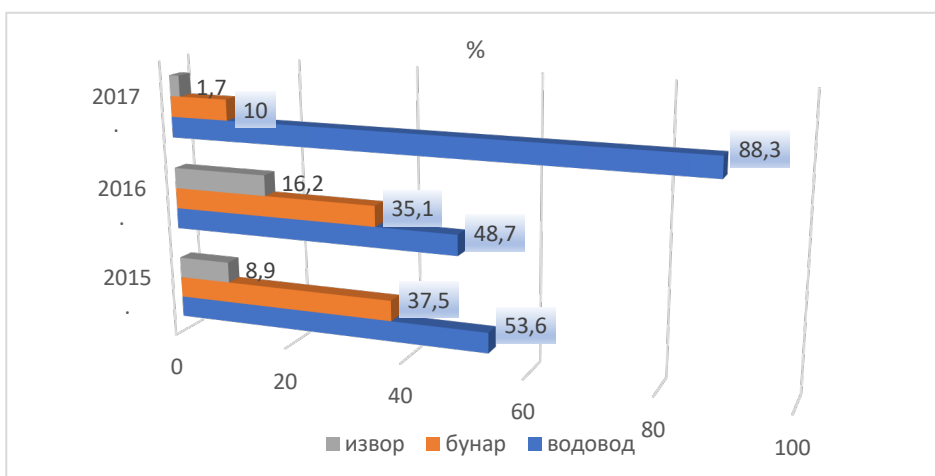
Сви узорци достављени у оквиру службене контроле били су задовољавајући, док је учешће незадовољавајућих узорака достављених у оквиру самоконтроле приказано у Графикону 7.



**Графикон 7.** Незадовољавајући узорци поријеклом из самоконтроле

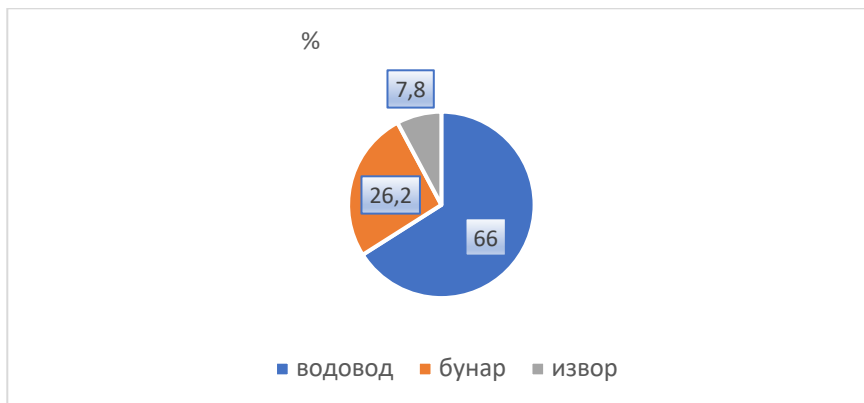
Број незадовољавајућих узорака поријеклом из самоконтроле, посматрајући по годинама, био је подједнак и кретао се у распону 26,40-33,30%.

У Графикону 8. и 9. приказани су незадовољавајући узорци воде према поријеклу.



**Графикон 8.** Незадовољавајући узорци воде у односу на поријекло

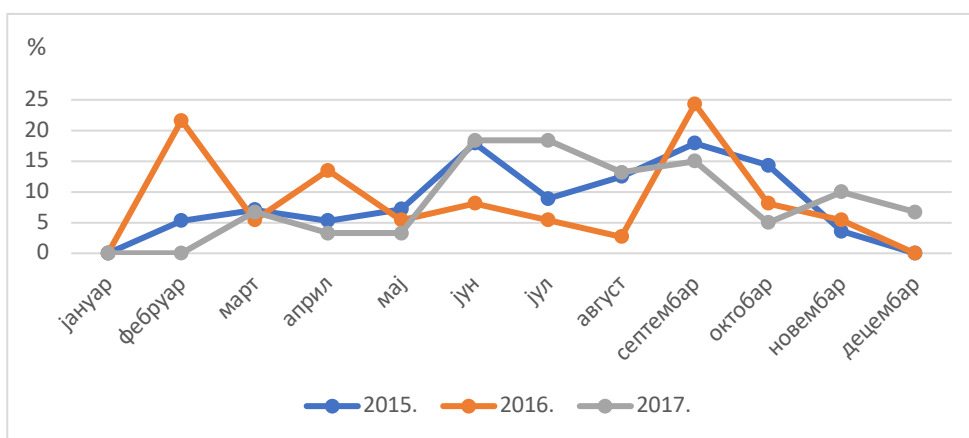




**Графикон 9.** Незадовољавајући узорци воде у односу на поријекло за период 2015-2017. година

Посматрајући незадовољавајуће узорке у односу на поријекло, највећи број односи се на воду поријеклом из водовода. Ово је и очекивано јер је и највећи број анализираних узорака поријеклом из водовода. За посматрани трогодишњи период он износи 66% незадовољавајућих узорака поријеклом из водовода, 26,20% из бунара, а 7,80% из извора. У овом периоду примјетно је смањење броја незадовољавајућих узорака поријеклом из бунара и извора, а пораст броја незадовољавајућих узорака поријеклом из водовода.

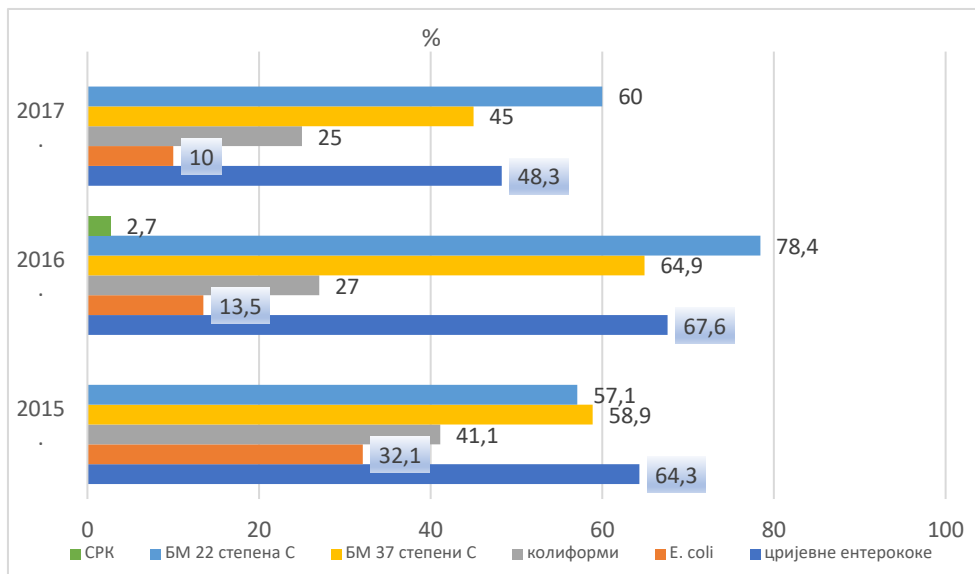
У Графикону 10. приказана је дистрибуција незадовољавајућих узорака воде по мјесецима.



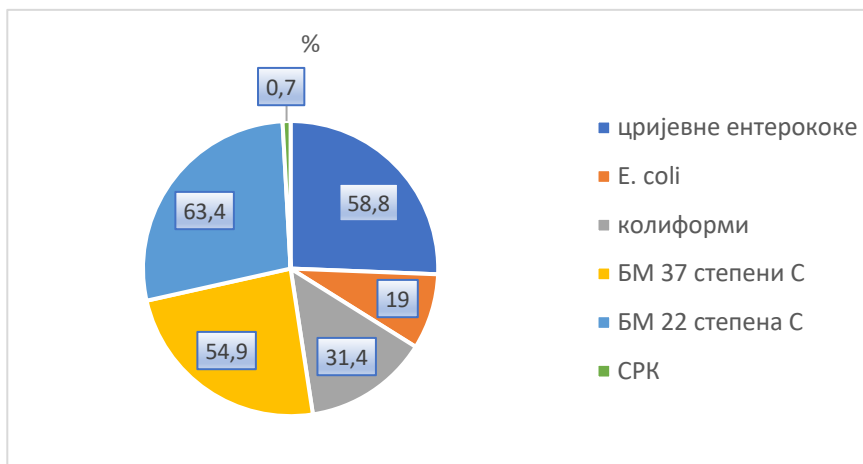
**Графикон 10.** Дистрибуција незадовољавајућих узорака воде по мјесецима

Посматрано по мјесецима, може се закључити да не постоји сезонски утицај на број незадовољавајућих узорака, с тим да почетком и крајем све три календарске године долази до смањења броја незадовољавајућих узорака.

У Графикону 11. и 12. приказани су незадовољавајући узорци воде по испитиваним параметрима.



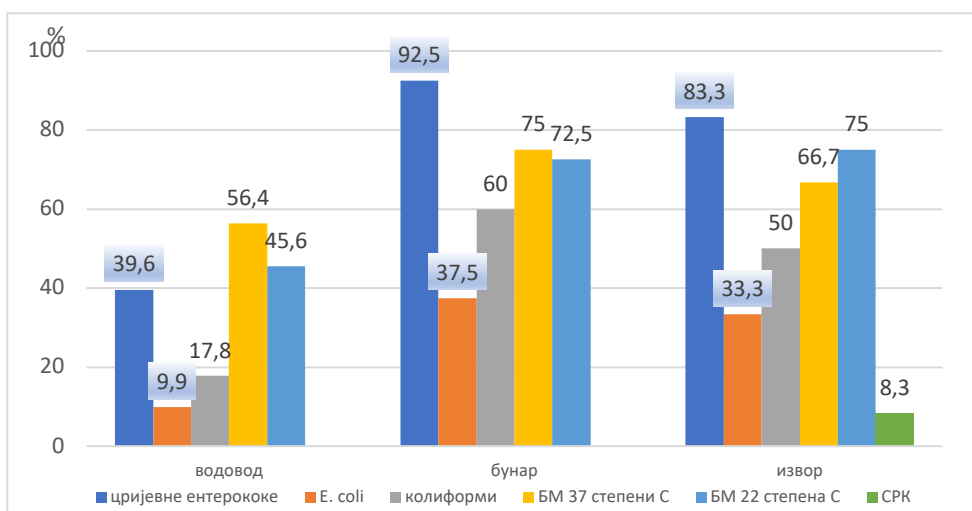
Графикон 11. Незадовољавајући узорци воде у односу на испитиване параметре



Графикон 12. Незадовољавајући узорци воде у односу на испитиване параметре за период 2015-2017. година

Посматрајући незадовољавајуће узорке у односу на испитивани параметар, за период 2015-2017. година, уочава се да је највећи број незадовољавајућих узорака био због повећаног броја микроорганизама на 22°C (63,40%) и 37°C (54,90%), а када су у питању патогени микроорганизми, на првом мјесту је присуство цријевних ентерокока (58,80%). Сулфиторедукујуће кластридије утврђене су у узорцима воде у 2016. години (2,70%), док у 2015. и 2017. нису утврђене, што за посматрани трогодишњи период укупно износи 0,70% незадовољавајућих узорака. Значајно је напоменути да се из године у годину, почев од 2015. до 2017., број колиформа и *E. coli* значајно смањује, са 41,10% на 25% за колиформе и са 32,10% на 10% за *E. coli*. Насупрот овоме, број цријевних ентерокока константно се одржава на високом нивоу, с мањим варијацијама из године у годину.

У Графикону 13. приказани су незадовољавајући узорци воде по испитиваним параметрима и поријеклу за период 2015-2017. година.



**Графикон 13.** Незадовољавајући узорци воде у односу на испитиване параметре и поријекло за период 2015-2017.

Уколико се посматрају незадовољавајући узорци воде према поријеклу у односу на испитивани параметар, уочава се да је најмањи ризик од присуства колиформа и *E. coli* у води из водовода, док је он знатно већи у бунарској и изворској води. Када су у питању цријевне ентерококе, њихово присуство је значајно у све три врсте воде за пиће, с тим да су у бунарској и изворској води присутне у преко 80% незадовољавајућих узорака. Ризик од сулфиторедукујућих кластридија, односно њихово присуство, утврђено је само у изворској води (8,30%).

Снабдијевање становништва водом за пиће, за производњу намирница или за напајање стоке зависи од поријекла и квалитета воде, односно квалитета изворишта и броја потрошача. Локално водоснабдијевање задовољава потребе мањег броја потрошача. Ови објекти ријетко обезбјеђују квалитетну и сигурну воду за пиће. Централно водоснабдијевање задовољава потребе већег броја потрошаћа. Та вода се узима из ријека или језера и обрађује се тако да буде у складу са захтјевима за питку воду. Сваки водовод мора да има уређено и заштићено извориште, каптажу, резервоар и водоводну мрежу, а квалитет водоводне мреже мора стално да се контролише (Марјановић, 2010).

Најзначајнију групу микроорганизама у цјелокупном бактериолошком прегледу воде за пиће представљају бактерије индикатори фекалног загађења. Многе врсте ентерокока су фекалног поријекла и могу бити показатељи фекалне контаминације. Ентерококе спадају у нормалну цријевну флору и њихов патогени потенцијал је мали. Пошто ентерококе много брже ишчезавају из воде од колиформних бактерија, њихово присуство у води показује да је контаминација скоро наступила или да се ради о великом броју ентерокока. Из тих разлога ентерококе могу боље да послуже као индикатори загађења него *E. coli*. Знатно су отпорнији на хлоризацију од ентеробактерија. Праћење броја ентерокока може се користити у процјени успјешности третмана оспособљавања вода (Калаба и сар., 2015).

*E. coli* припада групи ентеробактерија. Фецес људи и животиња обилује овом бактеријом, која живи у доњем дијелу дигестивног тракта сисара и учествује у процесу варења хране, односно, у раду цријевне флоре. *E. coli*, у води, јавља се као последица активности људи, животиња или одређених пољопривредних радова. У односу на многе патогене бактерије, вирусе и протозое, *E. coli* је много више осјетљива на дејство дезинфекционих средстава.

Укупан број колиформних бактерија даје нам информацију о квалитету воде. Присуство колиформних бактерија у води указује на могућност загађења изворишта и потенцијалну дистрибуцију преко воде што може изазвати епидемију (Agrawal и Rajwar, 2010; Калаба и сар., 2015; Ђукић и сар., 2000).

Иако нису индикатори фекалног загађења, присуство знатнијег броја аеробних мезофилних бактерија у води за пиће указује на могућност контаминације људским или животињским органским материјама, на нехигијенски поступак с њом и на недовољну ефикасност њеног пречишћавања. (Singh и сар., 2010; Делевић и сар., 2012; Калаба и сар., 2015)

На анаеробне бактерије у води обраћа се мање пажње него на аеробне. Постоји мишљење да анаеробне бактерије указују на органску декомпозицију и фекално загађење. Клостридије су много резистентније на спољашње услове од других бактерија и зато њихов налаз у води, без присуства *E. coli* или ентерокока, указује да се ради о некој старој контаминацији воде фекалијама, мада *Clostridium perfringens* може да потиче и из земље (Ђукић и Ристовић, 2005).

Њихов налаз у води доказује хигијенску неисправност воде и употреба такве воде је ризичн нарочито ако се користи за припрему животних намирница у којима могу да се размножавају и узрокују тровања храном (Калаба, 2014).

### ЗАКЉУЧАК

На основу резултата истраживања изводи се следећи закључци:

У периоду 2015-2017. година 26,20% узорака воде није задовољило прописе.

У односу на поријекло највећи број незадовољавајућих узорака воде односи се на воду из водовода (66,00%), затим бунара (26,20%) и извора (7,80%);

У односу на испитујуће параметре, највећи број незадовољавајућих узорака био је због повећаног броја микроорганизама на 22°C (63,40%) и 37°C (54,90%), а када су у питању патогени микроорганизми, због присуства цријевних ентерокока (58,80%)

За период 2015-2017. година, број колиформних бактерија се значајно смањио са 41,10% на 25,00% и са 32,10% на 10,00% за *E. coli*. Насупрот овоме, број цријевних ентерокока константно се одржава на високом нивоу.

У односу на патогене микроорганизме, уочава се да је најмањи ризик од присуства колиформа и *E.coli* у води из водовода, док је он знатно већи у бунарској и изворској води. Присуство цријевних ентерокока значајно је у све три врсте воде за пиће, с тим што су у бунарској и изворској води присутне у преко 80% незадовољавајућих узорака. Ризик од сулфиторедукујућих клостридија, односно њихово присуство, утврђено је само у изворској води (8,30%)

У односу на период узорковања и анализу воде, није утврђен сезонски утицај на број незадовољавајућих узорака.

Релативно висок проценат микробиолошки неисправних узорака воде говори о растучем загађењу животне средине отпадним материјама, лошем санитарно-техничком стању водних објеката, недовољном пречишћавању воде за пиће прије употребе и прије дезинфекције. Снабдијевање водом за пиће из локалних водних објеката (бунари и извори) здравствено је несигурна и представља ризик за обољевање од водом преносивих болести и генерира епидемиолошки несигурну ситуацију.

### ЛИТЕРАТУРА

Agrawal A., Rajwar G. (2010): Physicochemical and Microbiological Study of Tehri dam Reservoir, Garhwal, India. Journal of American Science, 2010:65-71.

Гавриловић Љ., Љешевић М. (1999): Вода као услов живота и природни ресурс. Конференција Вода за ХХИ век, Зборник радова, 27-34.

---

- Гржетић И., Брчески И. (1999): Вода, квалитет и здравље. Moll.
- Delević O., Đukić D., Radulović S., Mandić L. (2012): Microorganisms as water quality indicators for the Lim river. Acta Agriculturae Serbica, 17(34):135-141.
- Ђукић А. Д., Ристановић, В. (2005): Хемија и микробиологија вода. Stylos, 447.
- ИСБИХ. (2003а): Квалитет воде - Детекција и бројање пријевних ентерокока - Дио 2: Метода мембранске филтрације. Институт за стандардизацију Босне и Херцеговине, BAS EN ISO 7899-2.
- ИСБИХ. (2003б): Квалитет воде - Детекција и бројање сулфиторедуирајућих анаероба (клостридија) - Дио 2: Метода мембранског филтрацијом. Институт за стандардизацију Босне и Херцеговине, BAS EN 26461-2.
- ИСБИХ. (2003в): Квалитет воде - Бројање узгојених микроорганизама - Одређивање броја колонија цијепљењем агар храниве подлоге за гајење. Институт за стандардизацију Босне и Херцеговине, BAS EN ISO 6222.
- ИСБИХ. (2015): Water quality - Квалитет воде - Бројање Есцхерицхиа коли и колиформних бактерија - Дио 1: Метод мембранске филтрације за воде с ниским природним фоном бактеријске флоре. Институт за стандардизацију Босне и Херцеговине, BAS EN ISO 9308-1.
- Калаба В. (2014): Приручник – санитарна пракса. Висока медицинска школа Приједор.
- Калаба В., Голић Б., Касагић Д., Дојчиновић С., Недић Д. (2015): Утврђивање микробиолошке исправности воде на фармама у Републици Српској. Ветеринарски журнал Републике Српске, 15(2):259-271.
- Марјановић Т. (2010): Карактеристике воде за пиће са аспекта здравственог ризика објеката за централно водоснабдевање у Пожаревцу за период 2005-2009. Медицински факултет Универзитета у Београду.
- Милетић В., Благојевић Б., Рајковић М. Б., Ђорђевић А., Стојановић М. (2012): Испитивање утицаја концентрације олова у ваздуху на квалитет животне средине. XVII Савјетовање о биотехнологији са међународним учешћем, Зборник радова, 17(19):521-525.
- Пропис. (2010): Правилник о здравственој исправности воде за пиће. Службени гласник Босне и Херцеговине, 40/10.
- Пропис. (2015): Правилник о здравственој исправности воде за пиће. Службени гласник Босне и Херцеговине, 75/15.
- Рајковић М. Б., Антић М., Милојковић С., Марјановић Т., Стојановић М. (2014): Испитивања утицаја термоелектране ТЕ „Косалец“ на физичко-хемијску и микробиолошку исправност воде за пиће у сеоским насељима на територији

општине Пожаревац и Костолац. Савјетовање Одрживи развој града Пожаревца и енергетског комплекса Костолац, Зборник радова, 122-138.

Рогожарски З., Марјановић Т. (2012): Сагледавање здравствене исправности воде за пиће на територији града Пожаревца. Савјетовање Одрживи развој града Пожаревца и енергетског комплекса Костолац, Зборник радова, 217-220.

Singh M. (2014): Correlative study of physico-chemical and microbiological parameters of radha and shyam kund govardhan, mathura. The Experiment, 25(3):1726-1735.

Todd D. K. (1970): The Water Encyclopedia. Water Information Center.

Чатовић С. (2006): Санитарна здравствена заштита. Висока здравствена школа Универзитета у Бихаћу.

Рад примљен: 08.12.2019.

Рад прихваћен: 02.05.2020.

---