

НАЦИОНАЛНА СТУДИЈА БРЗЕ ПРОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА ВОДЕ ЗА ПИЋЕ У РУРАЛНИМ СРЕДИНАМА У СРБИЈИ ПРЕМА МЕТОДОЛОГИЈИ СВЕТСКЕ ЗДРАВСТВЕНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ

КАТАРИНА Ж. ПАУНОВИЋ*, ДРАГАНА Д. ЈОВАНОВИЋ**,
ДРАГАН ИЛИЋ

С а ж е т а к. – Национална студија брзе процене квалитета воде за пиће у руралним срединама има за циљ да према методологији Светске здравствене организације испита квалитет воде и водних објеката у брдско-планинским крајевима Србије који до сада нису били предмет стручних и научних истраживања. Истраживање је спроведено у току 2016. године у Моравичком и Златиборском округу. Обухваћене су две врсте објеката за водоснабдевање, и то тзв. мали водоводни системи односно изворишта са дистрибутивном мрежом (укупно 267 објеката) и индивидуални водни објекти односно извори, бунари или бушотине без мреже (укупно 14 објеката). Квалитет воде процењен је на основу микробиолошких и хемијских параметара. Резултати студије показују да вода у брдско-планинским крајевима има одличан хемијски квалитет, али да највећи проблем и велики ризик по здравље људи представља микробиолошка загађеност воде. С обзиром на озбиљност проблема, неопходно је што пре започети систематски третман воде неким дезинфекционим средством и санирати оне објекте на којима су уочени пропусти у току санитарне инспекције. Поред тога, направљене су матрице ризика по загађење воде на основу санитарног надзора над водним објектима. Анализа матрица показује да се у око осамдесет процената испитиваних водних објеката морају хитно применити мере за смањење ризика по квалитет воде. Ова ситуација може се сматрати алармантном јер изискује хитно планирање и спровођење техничких и технолошких поступака за санирање или поправку водних објеката у сарадњи са одговорним лицима, власницима објеката, јавним комуналним предузећима и локалном самоуправом. При решавању приказаних проблема није довољно само радити на здравственом или хигијенском просвећивању становништва нити препустити ситуацију личном залагању појединаца, већ предност треба дати јавно-здравственим мерама које су спровеле шире друштвене

* Институт за хигијену са медицинском екологијом, Медицински факултет, Универзитет у Београду, Београд, katarina.paunovic@mhub.bg.ac.rs

** Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“, Београд, dragana_jovanovic@batut.org.rs

заједнице, односно у договору са заводима за јавно здравље, локалном самоуправом и власницима водовода. На тај начин утицаће се на смањење ризика по здравље људи пореклом од воде за пиће и на побољшање квалитета живота сеоског становништва у брдско-планинским пределима наше земље.

Кључне речи: вода за пиће, микробиолошки квалитет воде, хемијски квалитет воде, матрица ризика, мали водоводни системи, национална студија

УВОД

У априлу 2013. године Србија је ратификовала Протокол о води и здрављу, први међународни легални уговор који обавезује земље потписнице да спроводе све мере неопходне за превенцију и смањење болести повезаних са водом и да обезбеде одрживо управљање водама [1]. Циљ Протокола о води и здрављу је унапређење здравља и благостања људи у националном, прекограничном и међународном контексту, како кроз унапређење управљања водом тако и кроз заштиту водних ресурса [1,2]. Земље потписнице обавезне су да предузму све одговарајуће мере ради превенције, сузбијања и смањења обољења везаних за воду у оквиру интегрисаних водопривредних система којима је циљ одрживо коришћење водних ресурса, квалитет воде у околини који не угрожава здравље људи, те заштита водених екосистема [1]. Како би се Протокол о води и здрављу успешно имплементирао, Министарство здравља Републике Србије је у сарадњи са Светском здравственом организацијом и Институтом за јавно здравље Србије подржало иницијативу о спровођењу националне студије о испитивању квалитета воде за пиће на територији Републике Србије [2]. Будући да се вода из водоводних система у градским срединама редовно контролише, што није случај у сеоским срединама, утврђена је потреба да се ова студија фокусира на квалитет воде за пиће искључиво у руралним подручјима где се становништво снабдева водом из сопствених извора водоснабдевања и малих водоводних система.

Праћење здравствене исправности воде за пиће на територији Републике Србије обављају институти односно заводи за јавно здравље још од 1978. године у оквиру Програма од општег интереса Министарства здравља, Потпрограма VII „Праћење фактора ризика у животној средини који угрожавају здравље“ [2]. Извештаји о здравственој исправности воде за пиће у сеоским срединама са централним начином снабдевања водом односно у тзв. сеоским водоводима објављују се једном годишње у оквиру Програма заштите становништва од заразних болести у Републици Србији. Овај програм се спроводи од 2002. године и потврђен је марта 2016. године [3]. Према подацима из 2014. године, у централној Србији регистровано је око 1700 сеоских централних водовода, при чему је утврђено да су често нестручно грађени, без санитарних зона заштите, без техничког пријема и потребних сагласности, без одговорних лица за одржавање објеката и надзор над објектима, као и без редовног и стручног праћења здравствене исправности воде

за пиће [4]. Систематско испитивање хигијенске исправности воде редовно је обављено у само 277 водовода, повремено је обављено у 268 водовода, а није спроведено у 421 објекту у сеоским срединама [4]. Нажалост, досадашња испитивања воде из сеоских водовода показују високу заступљеност неисправних узорака воде како у погледу микробиолошких особина, тако и у погледу физичко-хемијских параметара (у просеку око 20% узорака) [4].

Захтеви које треба да испуњава вода за пиће у погледу здравствене исправности дефинисани су Правилником о хигијенској исправности воде за пиће из 1998. године [5] и Законом о безбедности хране из 2009. године [6]. Правилником се прописује хигијенска исправност воде за пиће која се користи за јавно снабдевање становништва, што по дефиницији представља снабдевање водом више од пет домаћинстава, односно више од 20 становника. Према овом Правилнику, хигијенски исправна вода за пиће мора да одговара у погледу тачно дефинисаних микробиолошких, физичких, физичко-хемијских, хемијских и радиолошких особина, присуства хемијских супстанција, те остатака коагулационих, флокулационих и дезинфекционих средстава и споредних продуката дезинфекције [5].

Узимајући у обзир горе наведене проблеме у снабдевању водом за пиће, утврђено је да је неопходно извршити систематичан, темељан и свеобухватан надзор над водним објектима у сеоским срединама и испитати квалитет воде односно њену хигијенску исправност. Светска здравствена организација подржава циљана истраживања стања воде у многим земљама, користећи јединствену методологију за такозвану брзу процену квалитета воде за пиће (енгл. rapid assessment of drinking water quality) [7]. Циљ ове студије је да се према методологији Светске здравствене организације изврши брза процена квалитета воде за пиће у руралним срединама у брдско-планинским крајевима Србије који до сада нису били предмет стручних и научних истраживања, а у складу са Протоколом о води и здрављу.

МЕТОДОЛОГИЈА

Ово истраживање је спроведено у брдско-планинским крајевима Србије, и то у Златиборском и Моравичком округу од априла до августа 2016. године. Методологија истраживања детаљно је описана у одговарајућем документу Светске здравствене организације [7]. Укратко, предмет истраживања су тзв. мали водоводни системи (МВС) која снабдевају више од 20 становника или 5 домаћинстава и индивидуални водни објекти (ИВО) у које спадају заштићени извори, бунари и бушотине, који снабдевају мање од 20 становника или 5 домаћинстава. Одређивање броја узорака воде за потребе студије базирано је на примени великог броја података, почевши од броја становника у селима наведених округа према попису из 2011. године [8], преко броја пријављених објеката за водоснабдевање у изабраним окрузима (238 малих водоводних система у Моравичком округу и 463 у Златиборском округу), до пропорције становништва која има приступ одређеном изво-

ру водоснабдевања – при чему постоји податак да се 78,4% сеоског становништва снабдева из малих водоводних система, да се 11,8% снабдева из индивидуалних водних објеката, а да се само 1,1% становништва снабдева из осталих водних објеката који због тога нису постали предмет овог истраживања [9]. Методом примарне и секундарне стратификације израчунато је да студија треба да обухвати 280 малих водоводних система и 16 индивидуалних водних објеката из тих округа. Резултати који су овде представљени добијени су обрадом података од 267 малих водоводних система (96 из Моравичког округа и 171 из Златиборског округа) и од 14 индивидуалних водних објеката (8 из Моравичког округа и 6 из Златиборског округа).

За потребе студије одлучено је да се вода узоркује на сваком водном објекту у сеоској средини, и то узимањем по једног узорка из малих водоводних система и из индивидуалних водних објеката. У узорцима воде су одређивани следећи параметри квалитета односно хигијенске исправности воде: број бактерија типа *Escherichia coli* (у 100 ml воде), концентрације амонијака, нитрата, мангана, арсена и резидуалног хлора (mg/l воде), рН вредност воде, као и органолептичке особине воде: температура (°C), боја (Co-Pt скала), мирис (описно), мутноћа (NTU јединица) и проводљивост воде (mS/cm). Истовремено, над сваким водним објектом извршен је санитарни надзор и процењен је ризик од његове контаминације коришћењем специјално конструисаних упитника. Узимање узорака воде, санитарни надзор над водним објектима и лабораторијску анализу воде вршили су стручњаци Завода за јавно здравље Ужице и Завода за јавно здравље Чачак. Сви испитивани параметри одређивани су стандардним лабораторијским методама. Добијене концентрације наведених хемијских параметара упоређиване су са максимално допуштеним концентрацијама наведеним у Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће, узимајући у обзир и изузетке прописане за мале водоводе до 5000 еквивалент-становника [5].

Процена ризика по квалитет воде извршена је на основу матрице ризика коју је предложила Светска здравствена организација [7,10]. Матрица служи за процену нивоа приоритета за предузимањем одређених активности којима би се смањио ризик од загађења воде у датом водном објекту (табела 1). Матрица је направљена комбиновањем података о микробиолошком квалитету воде (број *Escherichia coli* у 100 ml воде) и података добијених на скали за процену ризика од контаминације водног објекта у току санитарног надзора водног објекта. За мале водоводне системе израђене су две матрице ризика – по једна за изворишта и дистрибутивну мрежу, док је за индивидуалне водне објекте израђена само једна збирна за све типове изворишта.

Табела 1. Тумачење матрице ризика

Симбол у табели	*	**	†	‡
Ниво ризика	Низак	Средњи	Висок	Веома висок
Ниво приоритета активности	Није потребна никаква активност	Активност ниског приоритета	Активност вишег приоритета	Неопходна хитна активност

РЕЗУЛТАТИ

Просечне вредности испитиваних микробиолошких, органолептичких и хемијских параметара узорака воде из малих водоводних система по окрузима приказане су у табели 2. Број бактерија у води је изузетно висок и креће се у распону од 0 до чак 2180 бактерија у 100 ml воде, при чему је само 50,6% узорака у складу са нормативима прописаним Правилником. Иако вода у Златиборском региону има нешто више бактерија, разлике између округа нису статистички значајне.

С друге стране, готово сви параметри хемијског и органолептичког квалитета воде усаглашени су са нормативима прописаним Правилником у више од 95% узорака. Ипак, утврђене су разлике у вредностима појединих параметара између испитиваних округа. Тако, на пример, узорци воде из малих водоводних система из Моравичког округа имају вишу температуру воде, виши степен мутноће, већу проводљивост, вишу рН вредност и већу концентрацију нитрата и мангана у поређењу са узорцима воде из Златиборског округа. Узорци воде из Златиборског округа имају више вредности боје воде, више вредности резидуалног хлора и веће концентрације амонијака и арсена у поређењу са водом из Моравичког округа (табела 2).

Поред тога, важно је напоменути да је утврђено да се вода не хлорише у 259 од 267 испитиваних малих водоводних система. У свих осталих 8 МВС у којима се вода хлорише, вредности резидуалног хлора су у допуштеним границама (табела 2).

Табела 2. Просечне вредности испитиваних параметара узорака воде из малих водоводних система по окрузима

Испитивани параметри у води	Моравички округ	Златиборски округ	Укупно	Број (%) исправних узорака
E. coli (број/100 ml)	17,95±53,87	70,66±312,68	51,71±253,30	135 (50,6)
Температура (°C)	15,77±3,70	11,41±2,67	12,98±3,72	/
Резидуални хлор (mg/l)	0,30±0,14	0,48±0,05	0,39±0,14	8 (100,0)
Боја (Co-Pt скала)	0,68±1,35	2,60±0,83	1,91±1,40	264 (98,9)
Мирис (описно)	Нема	Нема	Нема	267 (100,0)
Мутноћа (NTU)	1,87±6,55	1,44±3,14	1,61±4,66	257 (96,3)
Проводљивост (mS/cm)	448,17±225,76	332,13±142,01	373,85±184,94	266 (99,6)
рН вредност	7,58±0,35	7,18±0,80	7,32±0,70	254 (95,1)
Амонијак (mg/l)	0,04±0,09	0,06±0,04	0,05±0,06	267 (100,0)
Нитрати (mg/l)	9,36±10,08	7,56±11,94	8,21±11,32	262 (98,1)
Манган (mg/l)	0,004±0,003	0,004±0,007	0,003±0,006	266 (99,6)
Арсен (mg/l)	0,002±0,003	0,005±0,001	0,004±0,002	262 (98,1)

Просечне вредности испитиваних микробиолошких, органолептичких и хемијских параметара узорка воде из индивидуалних водних објеката по окрузима приказане су у табели 3. Број бактерија у води је изузетно висок и креће се у распону од 0 до 630 бактерија у 100 ml воде, при чему је само 35,7% узорка у складу са нормативима прописаним Правилником. Није утврђена статистички значајна разлика у броју бактерија у води између два округа.

Узорци воде из индивидуалних водних објеката из Моравичког округа имају значајно већу концентрацију амонијака и значајно нижу концентрацију мангана и арсена у поређењу са узорцима воде из Златиборског округа, док нису утврђене статистички значајне разлике у осталим параметрима квалитета воде између два округа. Поново, утврђено је да се вода не хлорише ни у једном од 14 испитиваних индивидуалних водних објеката. Посматрано у целини, готово сви параметри хемијског и органолептичког квалитета воде усаглашени су са нормативима прописаним Правилником у више од 90% узорка (табела 3).

Табела 3. Просечне вредности испитиваних параметара узорка воде из индивидуалних водних објеката по окрузима

Испитивани параметри у води	Моравички округ	Златиборски округ	Укупно	Број (%) исправних узорка
E. coli (број/100 ml)	7,25±12,23	140,00±252,73	64,14±171,16	5 (35,7)
Температура (°C)	14,64±3,86	14,33±3,50	14,51±3,57	/
Резидуални хлор (mg/l)	/	/	/	/
Боја (Co-Pt скала)	0,50±0,00	2,50±0,00	1,36±1,03	14 (100,0)
Мирис (описно)	Нема	Нема	Нема	14 (100,0)
Мутноћа (NTU)	0,78±1,02	0,65±0,25	0,72±0,76	14 (100,0)
Проводљивост (mS/cm)	609,38±448,05	406,00±177,86	522,21±362,17	12 (85,7)
pH вредност	7,51±0,57	7,35±0,33	7,44±0,47	13 (92,9)
Амонијак (mg/l)	0,06±0,08	0,05±0,00	0,06±0,06	14 (100,0)
Нитрати (mg/l)	23,04±41,30	11,45±16,23	18,07±32,48	13 (92,9)
Манган (mg/l)	0,003±0,000	0,011±0,020	0,006±0,013	13 (92,9)
Арсен (mg/l)	0,002±0,001	0,005±0,000	0,003±0,002	14 (100,0)

Матрица ризика за све типове изворишта за све испитиване мале водне системе у брдско-планинским пределима приказана је у табели 4. Табела показује да само 60 малих водоводних система (22,5%) има таква изворишта која припадају категорији објеката ниског ризика, у којима није неопходно предузети никакву активност на санацији и побољшању квалитета воде. Изворишта 113 малих водоводних система (42,3%) припадају категорији

објеката средњег ризика, за које је неопходно предузети одређене мере санације ниског приоритета. Изворишта 67 малих водоводних система (25,0%) припадају категорији објеката високог ризика, за које је неопходно предузети одређене мере санације вишег приоритета, а изворишта 27 малих водоводних система (10,0%) припадају категорији објеката веома високог ризика, за које је неопходно хитно предузети активности санације изворишта и заштите квалитета воде.

Табела 4. Матрица ризика за све типове изворишта за све мале водоводне системе

Esherichia coli (број/100 ml)	Скор на скали за процену ризика од контаминације водног објекта			
	0–2	3–5	6–8	9–10
<1	60 (22,5%)*	59 (22,1%)**	14 (5,2%)†	2 (0,7%)‡
1–10	27 (10,1%)**	27 (10,1%)**	10 (3,7%)†	5 (1,9%)‡
11–100	15 (5,6%)†	17 (6,4%)†	11 (4,1%)†	3 (1,1%)‡
>100	8 (3,0%)‡	7 (2,6%)‡	2 (0,7%)‡	0‡

Матрица ризика за све типове дистрибутивне мреже за све испитиване мале водоводне системе у брдско-планинским пределима приказана је у табели 5. Табела показује да само 20 малих водоводних система (7,5%) има такву мрежу која припада категорији објеката ниског ризика, у којима није неопходно предузети никакву активност на санацији и побољшању квалитета воде. Мреже 141 малог водоводног система (53,3%) припадају категорији објеката средњег ризика, за које је неопходно предузети одређене мере санације ниског приоритета. Мреже 79 малих водоводних система (29,6%) припадају категорији објеката високог ризика, за које је неопходно предузети одређене мере санације вишег приоритета, а мреже 26 малих водоводних система (9,6%) припадају категорији објеката веома високог ризика, у којима је неопходно хитно предузети активности санације дистрибутивне мреже и заштите квалитета воде.

Табела 5. Матрица ризика за све типове мреже за све мале водоводне системе

Esherichia coli (број/100 ml)	Скор на скали за процену ризика од контаминације водног објекта			
	0–2	3–5	6–8	9–10
<1	20 (7,5%)*	88 (33,0%)**	25 (9,4%)†	2 (0,7%)‡
1–10	5 (1,9%)**	49 (18,4%)**	11 (4,1%)†	4 (1,5%)‡
11–100	7 (2,6%)†	23 (8,6%)†	13 (4,9%)†	3 (1,1%)‡
>100	2 (0,7%)‡	8 (3,0%)‡	6 (2,2%)‡	1 (0,4%)‡

Матрица ризика за све типове изворишта за све испитиване индивидуалне водне објекте у брдско-планинским пределима приказана је у табели 6. Табела показује да само 3 индивидуална водна објекта (21,4%) имају таква изворишта која припадају категорији објеката ниског ризика, у којима није неопходно предузети никакву активност на санацији и побољшању квалитета воде. Извориште једног индивидуалног водног објекта (7,1%) припада категорији објеката средњег ризика, за које је неопходно предузети одређене мере санације ниског приоритета. Изворишта осам индивидуалних водних објеката (57,1%) припадају категорији објеката високог ризика, за које је неопходно предузети мере санације вишег приоритета, а изворишта два индивидуална водна објекта (14,2%) припадају категорији објеката веома високог ризика, за које је неопходно хитно предузети активности санације и заштите квалитета воде.

Табела 6. Матрица ризика за све типове изворишта за све индивидуалне водне објекте

Escherichia coli (број/100 ml)	Скор на скали за процену ризика од контаминације водног објекта			
	0–2	3–5	6–8	9–10
<1	3 (21,4%)*	1 (7,1%)**	1 (7,1%)†	0‡
1–10	0**	0**	4 (28,6%)†	0‡
11–100	1 (7,1%)†	2 (14,3%)†	0†	0‡
>100	1 (7,1%)‡	0‡	1 (7,1%)‡	0‡

ДИСКУСИЈА

Ово је прво истраживање квалитета и хигијенске исправности воде за пиће из малих водоводних система и индивидуалних водних објеката у брдско-планинским пределима Србије по методологији Светске здравствене организације. Резултати показују да вода у брдско-планинским крајевима која служи за снабдевање сеоског становништва има одличан хемијски квалитет, али да највећи проблем и велики ризик по здравље људи представља микробиолошка загађеност воде.

У контексту брзе процене квалитета воде за пиће, Светска здравствена организација увек препоручује коришћење термостабилних колиформних бактерија као индикатора микробиолошког квалитета воде за пиће, док се процене патогених микроорганизама генерално не спроводе рутински већ се узимају у обзир само код процена вишег степена [7, 10]. У овом истраживању коришћен је број *Escherichia coli* у 100 ml воде, јер су тестови за њено детектовање и бројање у води широко распрострањени, поуздани, брзи и једноставни. Познато је да *E. coli* потиче углавном из фекалија људског и животног.

тињског порекла и да су неки сојеви патогени [11]. Микробиолошко загађење воде доводи до појаве хидричних инфекција које карактерише велики број оболелих у кратком временском периоду са клиничком сликом дијареје и других гастроинтестиналних симптома [11]. Пошто не постоји прихватљив број ових микроорганизама у води који би био допуштен у води за пиће, мора се инсистирати на њиховом уништавању. При томе је већина микроорганизама у води осетљива на дејство дезинфекционих средстава и проблем по здравље људи би се могао једноставно избећи редовном дезинфекцијом [11]. У овој студији присуство *E. coli* у води за пиће испитиваних подручја је веома забрињавајуће: у малим водоводним системима *E. coli* је регистрована у једној половини узорака воде, док је у индивидуалним водним објектима *E. coli* присутна у око две трећине узорака воде. Заједно са матрицом ризика, овај податак упућује на проблеме у изградњи и одржавању водних објеката у сеоским срединама, као и на нередовно и неадекватно третирање воде у смислу дезинфекције.

У овом контексту изузетно је значајан податак о нивоу резидуалног хлора у води. Као што је речено, уочено је да се вода не хлорише у 90% малих водоводних система као ни у једном индивидуалном водном објекту који су били предмет ове студије. Хлорисање воде је најважнији поступак у преради сирове воде у воду за пиће јер обезбеђује висок степен заштите воде од секундарне контаминације [11]. Како то очигледно није случај у брдско-планинским крајевима у Србији, намеће се препорука да се вода из тих водних објеката убудуће мора дезинфиковати уз сталну контролу вредности остатака (резидуа) дезинфекционог средства. У том смислу могу се препоручити препарати хлора као јефтин, поуздан и једноставан метод дезинфекције воде који обезбеђује висок степен здравствене безбедности воде за пиће [7, 10, 11].

Новина овог истраживања је прављење матрица ризика из података о микробиолошком квалитету воде и података добијених у току санитарног надзора водног објекта. Санитарни надзор на водним објектима или санитарна инспекција је визуелна процена инфраструктуре и околине објекта за водоснабдевање којом се врши процена ризика од загађења водног објекта [7]. Санитарни надзор се обавља кроз стандардизоване упитнике којима се анализира затечено стање водног објекта и олакшава предвиђање ризика од хемијске или микробиолошке контаминације воде [7]. Матрице ризика за мале водоводне системе у испитиваним подручјима упућују да је на око 200 изворишта и у око 245 дистрибутивних мрежа од укупно 267 објеката неопходно применити мере за смањење идентификованих ризика по квалитет воде. Поред тога, матрица ризика за индивидуалне водне објекте указује да су активност на санацији и побољшању квалитета воде неопходне код 11 од 14 прегледаних водних објеката. Ова ситуација може се сматрати алармантном јер изискује хитно планирање и спровођење техничких и технолошких поступака за санирање или поправку водних објеката у сарадњи са одговорним лицима, власницима објеката, јавним комуналним предузећима и локалном самоуправом.

Хемијске материје у води могу бити природног или антропогеног порекла и у зависности од дубине изворишта могу показивати просторне и временске разлике у свом појављивању и концентрацији. Највише забрињавају хемијске материје чија је појава везана за људске активности (на пример амонијак и нитрати), али се тумачење њиховог присуства у води мора вршити у склопу присуства других параметара у води (микроорганизми, органолептичке особине, друга хемијска једињења) и у склопу карактеристика водног објекта (дубина изворишта, врста материјала, врста цеви, проток воде, ризици процењени санитарном инспекцијом) [7]. За разлику од микробиолошког загађења које доводи до појаве акутних болести, хемијско загађење воде обично узрокује хроничне опасности по здравље после дугорочног уношења тих супстанција у организам [11]. Концентрације хемијских материја у овом истраживању биле су већином у допуштеним границама што указује да није неопходно инсистирати на увођењу поступака пречишћавања воде у тим водним објектима, већ се препоручује редован надзор над квалитетом воде и евентуалне корекције хемијског састава према сезонским варирањима или хигијенско-епидемиолошким индикацијама.

Када се добијени резултати упореде са резултатима ранијих надзора над водним објектима у сеоским срединама увиђа се разлика у пропорцији исправних односно неисправних узорака воде. Наши подаци упућују на већи степен микробиолошке неисправности, а на значајно мањи степен хемијске неисправности воде у поређењу са подацима из Програма заштите становништва од заразних болести у Србији у 2014. години [4]. Те разлике с једне стране потичу од чињенице да приказана студија представља водоснабдевање само у брдско-планинским крајевима Србије, док наведени програм даје збирне податке из којих није могуће издвојити појединачне округе. С друге стране, разлике се могу објаснити другачијим приступом у испитивању водних објеката у сеоским срединама. Наиме, у овом истраживању су мали водоводни системи у селима укључени за студију строгим статистичким поступцима који обезбеђују случајност и непристрасност избора, док се у Програму заштите становништва од заразних болести користе годишњи извештаји окружних института и завода за јавно здравље, у којима се увиђа недоследност спровођења предвиђених активности и извештавања [4]. У пракси се дешава и да су редовним мониторингом обухваћени само они тзв. сеоски водоводи са којима институти и заводи за јавно здравље имају уговорену сарадњу, што никако није био принцип одабира у овој националној студији.

Једно од ограничења представљене студије је релативно мали број водних објеката из изабраних округа (267 МВС-а), односно сваки трећи мали водоводни систем од укупног броја пријављених, као и мали број индивидуалних водних објеката (14 ИВО-а), којих има вишеструко више у овим подручјима Србије. Ипак сматрамо да добијени подаци са извесном поузданошћу могу да се примене на друге водоводне системе у брдско-планинским крајевима као полазна тачка за планирање водоснабдевања, избор врсте водних објеката, изградњу водних објеката и примену мера за унапређење хигијенске исправности и квалитета воде за пиће.

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

На основу изложених резултата студије брзе процене квалитета воде у руралним срединама брдско-планинских предела Србије може се извести неколико закључака. Прво, хемијски квалитет и органолептичке особине воде из малих водоводних система и индивидуалних водних објеката готово у свим узорцима задовољавају критеријуме прописане Правилником о хигијенској исправности воде за пиће тако да није неопходно улагати у скупе техничко-технолошке поступке пречишћавања воде у овим водним објектима. Само уколико се у дужем временском периоду утврди присуство загађујућих материја у високој концентрацији биће неопходно размотрити најбољи и најадекватнији поступак пречишћавања воде у датим условима.

Друго, главни проблем једне половине малих водоводних система и око две трећине индивидуалних водних објеката је микробиолошко загађење фекалног порекла. С обзиром на озбиљност проблема, треба инсистирати на хитном увођењу дезинфекције воде у тим водним објектима. У сарадњи са заводима за јавно здравље, локалном самоуправом и власницима водовода неопходно је што пре санирати водне објекте на којима су уочени пропусти у току санитарне инспекције који се могу сматрати узроком бактеријске контаминације и започети систематску дезинфекцију воде. У међувремену, становништво брдско-планинских предела ових округа Србије треба информисати о резултатима студије и опасностима по здравље од бактериолошког загађења воде и препоручити индивидуалне мере дезинфекције воде, као што су прокување воде и дезинфекција препаратима хлора за кућну употребу. Уколико то није могуће, становништву треба обезбедити воду из безбедних изворишта или флаширану воду за пиће, а у сарадњи са санитарном инспекцијом предузети све неопходне превентивне и корективне мере. Како такви поступци захтевају висок степен здравствене и хигијенске просвећености и мотивисаности становништва и одређене финансијске издатке на неодређено време, предност ипак треба дати јавно-здравственим мерама које спроводе шире друштвене заједнице.

Треће, методологијом Светске здравствене организације направљене су матрице ризика које указују да се мере за смањење ризика по квалитет воде морају применити у око осамдесет процената испитиваних водних објеката. Те матрице омогућавају рангирање водних објеката у сеоским срединама по степену хитности предузимања мера санације, које могу послужити локалној самоуправи за састављање листе приоритета за предузимање мера за побољшање квалитета воде, за процену трошкова санације или поправке водних објеката према идентификованим ризицима и за обезбеђивање интервентних поступака за решавање тог проблема.

Резултати брзе процене квалитета воде за пиће у брдско-планинским пределима Србије могу се тумачити и у контексту јавног здравља и здравствене политике. Ова студија требало би да помогне државним службама и системима одговорним за креирање и спровођење здравствене политике у избору смерница развоја водоснабдевања у Србији у будућности. Тако на

пример, постојећи подаци могу бити основа за избор најпоузданијег начина водоснабдевања у сеоским срединама, за одабир врсте или технологије водоснабдевања према датим условима на терену, за вршење санитарног надзора над водним објектима, за предупредјење ризика од контаминације воде, за одабир адекватних поступака пречишћавања и дезинфекције воде, и слично. На тај начин ће се утицати на смањење ризика по здравље људи пореклом од воде за пиће и на побољшање квалитета живота сеоског становништва у брдско-планинским пределима наше земље.

Захвалност: Аутори срдечно захваљују лекарима и техничарима Завода за јавно здравље Ужице и Завода за јавно здравље Чачак који су учествовали у теренском раду приликом извођења ове студије.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о потврђивању Протокола о води и здрављу уз конвенцију о заштити и коришћењу прекограничних водотокова и међународних језера и амандмана на чл. 25 и 26 Конвенције о заштити и коришћењу прекограничних водотокова и међународних језера. Службени гласник РС, 01/13.
- [2] Министарство здравља, Министарство пољопривреде и заштите животне средине. *Си́ровођење Пројко́ла о води и здрављу у Рејублици Србији – анализа стања*. Министарство здравља Републике Србије, Београд, 2014.
- [3] *Уредба о Пројраму здравствене заштите становништва од заразних болести*. Службени гласник РС 05/2016.
- [4] Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“. *Извештај о си́ровођењу Пројрама заштите становништва од заразних болести за област хијјене за 2014. годину*. Институт за јавно здравље Србије, Београд, 2015.
- [5] *Правилник о хијјенској исправности воде за пиће*. Службени лист СРЈ 42/98.
- [6] *Закон о безбедности хране*. Службени гласник РС 41/09.
- [7] World Health Organization. *Rapid assessment of drinking-water quality: a handbook for implementation*. World Health Organization, Geneva, 2012.
- [8] Републички завод за статистику. *Појис ста́новништва, домаћинстава и ста́нова 2011. у Рејублици Србији. Ста́новништво. Домаћинства према броју чланова. Подаци по насељима*. Републички завод за статистику, Београд, 2013.
- [9] УНИЦЕФ Београд. *Вода и санитације*. У: Србија Истраживање вишеструких показатеља 2014. Србија – ромска насеља Истраживање вишеструких показатеља 2014: праћење стања и положаја жена и деце. УНИЦЕФ, Београд, 2015.

- [10] World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality*, 4th edition. World Health Organization, Geneva, 2011.
- [11] Плећаш Д., Пауновић К., *Вога за љуће*. У: Јорга Ј. (уредник): „Хигијена са медицинском екологијом“. Медицински факултет Универзитета у Београду, Београд, 2014.

Katarina Ž. Paunović, Dragana D. Jovanović, Dragan Ilić

RAPID ASSESSMENT OF DRINKING WATER QUALITY IN RURAL AREAS – A NATIONAL STUDY USING THE WORLD HEALTH ORGANIZATION METHODOLOGY

S u m m a r y

The National study within the project “Rapid assessment of drinking water quality in rural areas in Serbia” was conducted in order to analyze the quality of drinking water from small-scale water supply system in mountainous areas in Serbia using the methodology of the World Health Organization. The study was conducted in 2016 in Zlatiborski and Moravički district which belong to mountainous areas in Serbia. The following two types of water supply technologies were included in the study: piped systems – consisting of a water source with the distribution network (total of 267 water supply facilities) and individual systems – including protected water sources, wells or boreholes (total of 14 water supply facilities). Water quality was evaluated on the basis of the selected microbiological indicators (*Esherichia coli* number per 100 ml of water), chemical parameters – ammonia, nitrates, manganese, arsenic, residual chlorine, pH value, and physical characteristics – temperature, colour odour, turbidity and conductivity.

The results of the study revealed the following: first, drinking water from both types of water supply technologies is of excellent chemical quality and almost all water samples (95% of all piped systems and 90% of all individual systems) comply with national guidelines in terms of physical and chemical characteristics. This reduces the need for investment in expensive technical and technological processes for water treatment in these supply facilities. Only the long-term water pollution with high concentrations of any of these hazards would require the application of some water treatment methods.

Second, the main problem in the investigated water supply systems is bacteriological contamination of water, probably of fecal origin. The number of *Esherichia coli* ranges from zero to more than two thousand per 100 ml of water. Water from about a half of all piped systems, and from about two-thirds of the individual systems does not comply with national guidelines in terms of microbiological quality. In addition, water is not chlorinated in 90% of all piped systems and in none of the examined individual systems in both districts. Given the seriousness of the risk to human health due to microbiological pollution of drinking water, urgent water disinfection is required in these water supply facilities. In cooperation with the public health professionals, local authorities and the owners of the water supply systems it is of prime importance to start repairing the piped systems and individual

supply facilities, to resolve the problems identified by the sanitary inspections which may be the cause of microbial contamination, and to initiate systematic water disinfection and monitoring of disinfectant residues in drinking water as soon as possible.

Meanwhile, the population of mountainous areas of the two investigated districts of Serbia should be warned of the hazard from bacteriological contamination of water and advised to imply other water disinfection measures, such as water boiling and disinfection with chlorine. Otherwise, the population should be provided with drinking water from safe sources or with bottled water, and the use of water from the unsafe water facilities should be prohibited. Knowing that these measures require a high level of health and hygiene education and motivation of the population as well as certain financial resources for an indefinite period, the priority, however, should be given to public health policies implemented by the whole community.

Third, the novelty of the applied methodology was the creation of the risk-to-health matrices, computed by combining microbiological water quality with risks identified by the sanitary inspection of the water supply facilities. Risk matrices for piped systems indicate that 200 water sources and 245 distribution networks (out of 267) and 11 out of 14 individual water sources require the implementation of measures aiming to reduce the risks for water contamination. These matrices allow the ranking of water facilities in rural areas according to the degree of urgency of the management of water supply facilities, thus enabling the local authorities draw up a list of priorities to improve water quality, to assess the investment requirements of the selected water facilities and to provide intervention procedures for resolving the problem.

The results of the rapid assessment of drinking water quality in mountainous regions of Serbia can be interpreted in the context of public health and health policy. This study should assist policy makers in the creation and the implementation of the national health policy related to the future development of water supply in the Republic of Serbia. For example, the presented data could be the starting point for the selection of the most appropriate type of water supply in rural areas, for the selection of the adequate water technology, for the improvement and enforcement of the sanitary inspection and monitoring of water supply facilities in order to prevent water contamination, for the selection of the most appropriate water treatment and disinfection methods, etc. These steps should reduce the risk to human health from drinking water and improve the quality of life of the rural population in the mountainous regions of our country.