

Заштита малих извора пијаћих вода Републике Србије и Републике Српске

Сања Мразовац Курилић

Сажетак: *Извор је тачка на којој подземна вода из водоносног слоја излази на врх Земљине коре (педосфере) и постаје површинска вода. То је компонента хидросфере. Извори су одавно важни за човека ради снабдевања свежеом водом.*

Коришћени су и користе се за различите људске потребе, укључујући воду за пиће, снабдевање водом за домаћинство, наводњавање, млинове, навигацију и производњу електричне енергије.

Савремена употреба укључује: рекреативне активности (пецање, пливање); терапија; вода за стоку; мрестилишта рибе; снабдевање флашираном минералном водом или флашираном изворском водом.

Извори су попримили неку врсту мита о свом квалитету лажним веровањем да су изворске воде увек здраве за пиће. Међутим, они то могу и не морају бити. На простору Републике Србије и Републике Српске постоје бројни мали извори познати само локалном становништву, које их користе за одређене сврхе.

Цитирање: Мразовац Курилић С (2023) Заштита малих извора пијаћих вода Републике Србије и Републике Српске. У: Илић П, Говедар З, Пржуљ Н (уредници) Животна средина. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LV:69–96

Cite as: Mrazovac Kurilić S (2023) Protection of small natural springs with drinking water in Republic of Serbia and Republic of Srpska. In: Ilić P, Govedar Z, Pržulj N (eds) Environment. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LV:69–96

У поглављу је дат преглед територијалног распореда и основних утврђених физичко-хемијских карактеристика одређеног броја природних извора на одабраним подручјима Србије и Републике Српске (Фрушка гора, град Београд, централна Србија, северни део Косова, зоне Сребренице, Чајничка, Добоја, Козарске Дубице и Кисељака).

Кључне речи: Извори, вода, физичко-хемијске карактеристике

3.1. Увод

Многи од проблема са којима се човечанство суочава у двадесет првом веку повезани су са количином воде и питањима квалитета воде. Воду треба схватити суштински значајном супстанцом која омогућава опстанак свих бића на Земљи. Она покрива нешто више од две трећине Земљине површине. Скоро сва вода је у сланим океанима (97%) и не може се користити за пиће. Само око 3% воде на Земљи је слатка вода, а већина те воде је замрзнута. Ово значи да је на Земљи само око 0,5–1% површинске и подземне воде доступно за људску употребу (Presburger Ulnikovic et al. 2017; Илић и сар. 2020; Presburger Ulnikovic and Mrazovac Kurilic 2020). Извесна количина воде загађује се кроз процес кружења и тада се у њој растварају минерали, гасови, микроорганизми, али и радиоактивне материје. То се најинтензивније дешава у површинским водама, а последица је испуштања у водотокове непречишћених отпадних вода које потичу из индустрије или домаћинства. На смањење квалитета површинских вода утичу и падавине са штетним супстанцама у свом саставу. Поменути начини загађивања вода уједно су и потенцијалне опасности смањења квалитета вода у природи, што се може сматрати и претњом опстанку човечанства. Загађење вода је један од највећих проблема биосфере који може да има несагледиве последице за живи свет. Овај проблем ће бити погоршан и климатским променама, које резултирају вишим температурама воде, топљењем глечера и интензивирањем циклуса воде, уз потенцијално веће поплаве и суше (Marković et al. 2020; Vučković et al. 2021).

Пијаћа вода је вода коју је безбедно пити или користити за припрему хране. У развијеним државама вода која се добија из водовода задовољава прописане стандарде квалитета који се односе на воду за пиће. Према угледу на друге државе и Република Србија, посебним правилником, уређује ове стандарде (Правилник 1998, 1999, 2010 и 2019). Овим документом дате су основне смернице за проверу квалитета и исправности воде за пиће. На светском нивоу, до 2015. године 89% људи имало је приступ води из извора

погодних за пиће (WHO, UNICEF 2017). Око 4,2 милијарде људи у свету има приступ води из водовода, а 2,4 милијарде има приступ води из бунара или јавних чесми. Светска здравствена организација сматра приступ безбедној води за пиће основним људским правом. Отприлике једној до две милијарде људи недостаје исправна воде за пиће, што је проблем који узрокује 30 000 смртних случајева сваке недеље (WHO, UNICEF 2017). Више људи умире од воде недовољног квалитета него од рата (UNESCO 2009).

Према извештају Светске здравствене организације за 2017. годину, безбедна вода за пиће је вода која „не представља никакав значајан ризик по здравље током целог животног века конзумирања, укључујући различите осетљивости које се могу појавити између животних стадијума“ (WHO 2017).

Квалитет воде у Србији процењује се кроз физичке, хемијске и биолошке параметре (Правилник 2005 и 2013).

Физичке карактеристике воде: замућеност воде, боја, укус и мирис, температура воде и специфична проводљивост.

Хемијске карактеристике воде: укупан број чврстих и суспендованих честица, рН вредност воде, тврдоћа воде, садржај хлорида, садржај азота, метали и друге хемијске супстанце у води и растворени гасови.

Бактеријске и микроскопске карактеристике воде дефинисане су присуством пет врста паразитских организама: бактерије које не изазивају болести – непатогене бактерије, бактерије које узрокују болест – патогене бактерије; праживотиње; вируси; црви и гљивице.

Заштита пијаће воде подразумева заштиту површинских вода (језера, реке, резервоари које је човек створио) и извора подземних вода (природни извори, ископани бунари и бушени бунари). Док су извори површинских вода директно изложени људским активностима, извори подземних вода често су заштићени слабо пропусним слојевима тла (Dumanski et al. 1998; Mrazovac and Vojinović Miloradov 2011; Mrazovac et al. 2013).

У прошлости се често занемаривала потреба за заштитом извора воде. Последица тога је да су многи извори воде за пиће постали контаминирани, па су мере пречишћавања пре употребе воде постале неопходне. Иако је велика вероватноћа да ће уклањање патогене контаминације дезинфекцијом воде бити успешно, ипак ће неки метали и хемијске супстанце трајно остати у води без могућности да буду уклоњени. Успостављање адекватне заштите извора воде препознато је као најпогоднији и најисплативији метод за спречавање загађења воде за пиће, чинећи непотребним мере пречишћавања воде и изградњу бунара. Спровођење заштите извора воде

захтева план заштите, који дефинише одговорности, специфичне мере заштите и основна правила која се примењују на све чланове заједнице и кориснике извора воде (Marić et al. 2014, 2019)

Генерално, постоје три основне стратегије заштите извора воде (Palaniappan et al. 2010): превенција, третман и враћање екосистема.

За разлику од претходне регулативе у области заштите вода од загађивања, где је могућност коришћења вода била основни критеријум, доношењем Закона о водама у складу са директивама ЕУ, акценат у овој области ставља се на аспект заштите животне средине, односно остваривање циљева животне средине. Усвојен је комбиновани приступ, који обухвата контролу загађивања на месту настанка путем успостављања емисионих граничних вредности и стандарда квалитета животне средине. Уведен је и принцип „загађивач плаћа“, који треба да омогући, осим боље заштите квалитета вода, и већи степен финансирања сектора вода.

Чињеница је да је постојеће стање у области заштите вода од загађивања првенствено последица недостатка средстава, а не одсуства адекватне регулативе. Неопходни су: заштита у оквиру зона санитарне заштите постојећих изворишта и контрола и очување квалитета водних тела.

Мере за достизање циља превенције загађивања подземних вода:

- 1) успоставити и контролисати примену законом прописаних одредаба о забрани испуштања отпадних вода са садржајем загађујућих супстанци изнад прописаних вредности;
- 2) административним мерама стимулисати виšekратно коришћење пречишћених отпадних вода;
- 3) извршити санацију и ремедијацију локација контаминираних због историјског загађивања;
- 4) унапредити и интензивирати истраживања недовољно проучених извора загађивања (пољопривредне површине, индустрија, рударство, саобраћајнице).

Мере за достизање циља смањења притисака на квалитет подземне воде:

- 1) формирати, пратити и одржавати зоне санитарне заштите изворишта воде за пиће;
- 2) формирати и пратити стање на подручјима намењеним захватању воде за људску потрошњу која имају карактер заштићених области;
- 3) контролисати унос загађења од пољопривреде кроз систем праћења употребе ђубрива и контролисану употребу пестицида.

Да би се извор заштитио од уласка загађујућих материја, може се применити неколико специфичних мера. Треба поставити зоне санитарне заштите (у радијусу од најмање 100 m). Величина радијуса зависи од дубине извора и врсте слојева покривног тла. Радијус се повећава ако је извориште близу површине и ако је тло веома пропусно (Meuli and Wehrle 2001). Ограде изграђене око извора воде означавају прву зону санитарне заштите и спречавају животиње да уђу близу извора.

3.2. Извори у Републици Србији

На простору Републике Србије постоји велики број природних малих извора у шумским пределима, мањим сеоским насељима и у градским срединама. Хидрографске прилике у Националном парку Фрушка гора од великог су значаја за укупан привредни развој овог подручја. Састав стена, њихова пропустљивост и дубина и површинско извирање воде има велики утицај на сам квалитет извора, али и на вегетативно окружење настанка извора.

3.2.1. Фрушкогорски извори

Фрушка гора представља јединствен простор, непоновљив према свом природном богатству јер обилује флором и фауном, а посебно раритетима, смештен између река Саве и Дунава, у северном делу Срема. Укупна површина Фрушке горе је 255 km², дужине око 75 km и ширине 15 km. Њена природна богатства испољавају се и кроз бројне изворе воде, који имају посебну вредност.

Нарочито значајни извори су термални извори. Међу изворима термалне и минералне воде истичу се извори Стари Сланкамен, Врдник, Кулина и Старо Хопово са сумпорном водом.

Врдник је део планинског дела фрушкогорског насеља, припада општини Ириг, на надморској висини између 181 m и 260 m, док се највиши брежуљак налази на 382 m надморске висине. Био је рударски град до 1968. године. Још у том периоду назирали су се извори са термоминералном водом. Касније је изграђена бања на простору од 520 ha. Ова бања спада и праву термалну бању, јер је од 1951. године у оквиру самог рударског окна почела да избија термална вода температуре 38° С, да би се касније температура усталила на 32,5° С. Ова вода спада у хомеотермне, нискоминерализоване воде (Петровић Пантић и сар. 2017).

Стари Сланкамен је такође познати термални извор и спада у најстарије изворе бањског третмана. Налази се у општини Инђија, а његово простирање је на алувијалној равни Дунава и на обронцима планине Фрушке горе. Стари Сланкамен се налази на 101 m надморске висине. Лековита својства овог термалног извора позната су још из турског периода. Тада је најпознатији извор био Сланача. Када се сагледа геолошка грађа места изласка овог извора, приметно је да доминирају пешчари и конгломерати. Изнад се налазе пешчари, кречњаци, глина и песак, а све је прекривено наслагама леса. Вода излази из већих дубина, па се врши њена инфилтрација, испирају се насlage које су терцијарне и богате натријум-хлоридом. Ту се у садржају воде налази фосилна морска вода, високоминерализована субартерског типа. Овакав специфичан састав води даје назив „слањача“. Изворна температура воде је 18,5° С, са повишеним садржајем јода, док је минерализација 6,8 g/l, а постоје и слободни гасови, угљен-диоксид и метан (Петровић Пантић и сар. 2017). Проучавањем хемијског састава овог извора уочени су подаци о његовој повезаности са нафтним водама.



Сл. 3.1. Извор код манастира Хопово

Fig. 3.1. Spring near monastery Hopovo

Још један од значајнијих термалних извора, који има вишеструки значај, јесте извор који је смештен у непосредној близини манастира Хопово. Вода са овог извора избија код палеозојских шкриљаца и стена које су магматске, покривене шљунком (Петровић Пантић и сар. 2017). Карактеристика ове воде јесте да је сумпорна, што јој даје посебну вредност. Овај извор има

издашности од 0,4 l/s, а појављује се непосредно у кориту Липовог потока. Температура му је од 18,5° C, а по хемијском саставу садржи HCO_3 , Mg и Na, али и повишен садржај гаса H_2S (Петровић Пантић и сар. 2017).

Међу значајнијим изворима термалне воде у Фрушкој гори треба напоменути и извор Терма Кулина. Он се налази у окружењу и између села Љуба и Ердевик. У близини самог извора је кречњачки каменолом. Вода истиче на више места. Када се анализира хемијски састав, приметна је највећа количина HCO_3 , Mg и Ca. Вода садржи и јодиде и бромиде.

Осим поменутих значајних термалних извора, Фрушка гора обилује стотинама малих природних извора погодних за водоснабдевање локалног становништва и туриста. У оквиру овог поглавља помињу се неки најзначајнији по доступности и капацитету.

Извор Бабина налази се у шуми у близини је језера Бели камен, на само два километра од манастира Бешеново.



Сл. 3.2. Извор Видраковац

Fig. 3.2. Spring Vidrakovac

Извор Видраковац налази се у шуми, у непосредној близини манастира Старо Хопово. Карактеристичан је по врло хладној води, истовремено квалитетној за пиће.

Извор Источник, у долини Шуљамачке главице, скривен у шуми на путу према Летенци, свој пун изражај добија у току Фрушкогорског маратона, када је добар избор освежења маратонцима.

Извор Кумпула, смештен је недалеко од бајк парка Буковац. Налази се у неприступачном делу, али му то свакако не умањује вредност, већ даје посебну драж јер је у делу где је очувана и нетакнута природа Фрушке горе.

Извор Зјелина смештен је у Врдничком насељу Стара колонија, има и назив Добра вода. О самом квалитету воде могу да посведоче и сами мештани у околини, јер ову воду већ деценијама користе за пиће. Веома је богат извор воде, која се скупља у базен.

Извор Бабин гуз, у близини потока Дубочаш, налази се на путу ка Змајевцу, северозападно од Врдника. Карактеристика овог извора јесте да капље из стене, па је ради лакшег коришћења ископан бунар у који се сакупља вода. Овај извор је урбанистички сређен са одмориштима и излетничким столовима и клупама.

Извор Врањаш спада у старије изворе, помиње се још у другом веку п.н.е. Вода из овог извора била је важна за водоснабдевање Сремске Митровице, а временом је извор добијао и свој духовни карактер, јер су се ту окупљали верници. Значајно је напоменути да је извор богат водом, што се показује у сушним периодима, када извор има и даље велику количину воде.

Извор Светог Ђорђа још је један извор посвећен светитељу и чесма на њему потиче још из 19. века (2012. године је реконструисана). Положај му је према долини, па је зато слабије уочљив, што утиче и на његову слабију посећеност. Вода је ниске температуре, а сам извор слабе издашности.

На један и по километар према манастиру Ђипша, на рубу шуме, налази се извор Јелица, а у самој близини је и рибњак. Рибњак је приватно власништво, а вода се користи из извора, што је такође доказ чисте и здраве воде, која је својеврстан природни ресурс Фрушке горе. Овај извор, богат чистом водом, понекад, у току јаких суша, пресуши, што може да укаже да је његова издашност мања од неких других поменутих извора.

У Чортановцима, недалеко од плаже, у близини планинарског дома, налази се извор Четири камена, који је становницима Чортановаца и насеља у близини важан за водоснабдевање, као и још један извор у близини – Козарица.

Извор Стари мајдан смештен је на 1,4 km од Змајевца, где је само извориште озидано, а своју популарност добија због близине пута. Оно што је за њега карактеристично јесте да често у току летњих суша пресуши.

Извор Јазак налази се у урбаном амбијенту приватног поседа, где је улаз слободан. Квалитет саме изворске воде је препознатљив, што и сами мештани потврђују свакодневно је користећи за пиће.

Поред спомен-обележја Лепињица смештен је извор Широки до. До овог извора забрањен је прилаз у оградањеном делу, јер је то део где се налазе цеви које су спроведене како би се вода усмерила према корисницима.

Извор Краљевац налази се у близини Црвеног чота, где првобитни извор није функционалан и није усмерена вода кроз цеви, већ слободно избија из земље. Тако овај извор делује веома импровизовано и недовољно сређен за свакодневну употребу.

Хајдучки извор налази се у веома шумовитом делу Фрушке горе. Некада се веровало да је био погодан за окупљање хајдука, па је отуда и његов назив.

Између села Бингула и Дивош протеже се извор Виреви, где се слива вода из других извора из околине. Сви извори се спуштају као слапови и формирају поток.

Извор Јабука, у близини истоименог излетишта, веома је уређен. Ово је специфичан објекат који је изграђен тако што је благо укопан, са степеништем које води до самог извора. Мештани околних насеља веома су поносни на овај извор, због његове уређености али и због изузетног квалитета воде (Фрушкаћ 2021).

3.2.1.1. Основне карактеристике извора Фрушке горе

Комплетна хидролошка слика фрушкогорских вода је до сада значајније изучена. Тиме су потврђени њихова вредност и квалитет, али и уочени недостаци (Николић и сар. 2013).

Приметна је углавном густа мрежа водотока на Фрушкој гори, где је до сада пронађено 185 извора. Они се манифестују на различитим надморским висинама (Николић и сар. 2013):

- 18 извора је на надморској висини изнад 400 m,
- 22 извора су од 300 m до 400 m надморске висине,
- 61 извор је од 300 m до 200 m надморске висине,
- 74 извора су од 200 m до 100 m надморске висине.

Издашност свих ових фрушкогорских извора је од 1 l/min до 60 l/min, што спада у релативно издашне и у континуитету присутне водене ресурсе.

Осим поделе ових извора према надморској висини, они се сврставају и према температурном распону, који се мери на основу средње годишње температуре (Видић 2007):

- температуру од 8° С до 9° С имају извори који су непосредно близу фрушкогорског била и ту спадају извори који су у Великим лединама и на Црвеном хоту,
- температуру од 10° С имају извори који су на приближној надморској висини као и извори са мањом температуром, а где спада извор Камен Добоаш, који се налази на путу Врдник-Змајевац,
- температура воде извора око 11° С јавља се углавном на 380 m надморске висине, а то је на пример Безимени извор, који је на путу Змајевац-Бранковац,
- температура изворске воде од 12° С углавном је на јужним падинама, а налази се у оквиру фрушкогорског била, где имамо на пример извор Бешка код манастира Раваница.

У националном парку Фрушка гора има и крашких извора (Николић и сар. 2013):

- извор Куштиљ код Лежимира,
- извор Врело, западно од Врдника, у долини Црног потока.

Могу се издвојити још неки извори који су распоређени у оквиру излетишта, а ту спадају (Видић 2007):

- Вилина водица, код Сремске Каменице,
- Козарица, код Чортановачке шуме,
- извор код манастира Мала Ремета,
- извори при манастиру Старо Хопово: Добра вода и Црвени хот,
- извор Ледена вода код Змајевца,
- извори Поповица и Тестера,
- извори код Стражилова,
- извори код Краљевих столица.

3.2.2. Извори града Београда

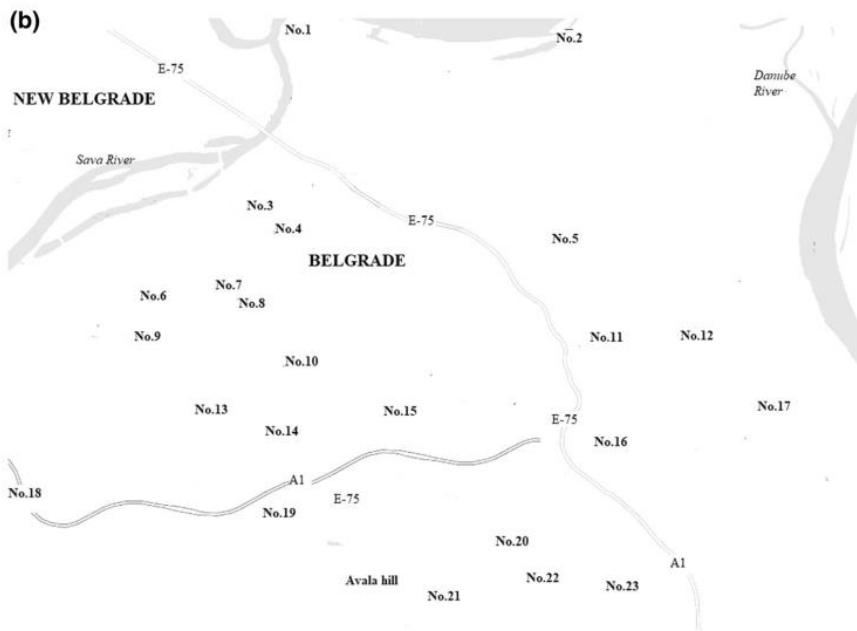
Међу природним богатствима на територији града Београда свакако су значајни бројни природни извори воде. Нажалост, њихово коришћење је занемарљиво у односу на њихов природни потенцијал.

Редовна контрола здравствене исправности воде на 30 извора овог типа врши се у оквиру програма мониторинга подземних вода на територији

Београда. Да би се користила за пиће, изворска вода мора бити безбедна за здравље, то значи исправних физичко-хемијских и микробиолошки карактеристика и мора испуњавати услове важећег Правилника о хигијенској исправности воде за пиће у Србији (1998, 1999 и 2019).

Изворска вода на београдским изворима углавном не пролази третман пречишћавања и завршне дезинфекције, па су најчешћи проблеми који се евидентирају микробиолошка неприкладност и физичко-хемијска одступања.

Резултати анализа спроведених у 2017. години показали су да је 41,8% узорка физички и хемијски неисправно, а 64,4% узорка су бактериолошки неисправна (Presburger Ulnikovic and Mrazovac Kurilic 2020).



Сл. 3.3. Мапа положаја извора града Београда
Fig.3.3. Map of springs in Belgrade City

Лоше стање исправности изворске воде настало је зато што за већину изворишта нису утврђене зоне санитарне заштите, зато што нема власника који би бринули о уређењу и одржавању ових извора и зато што је велики број корисника који не поштују основне хигијенске принципе приликом коришћења ове воде. Чињеница је да многобројна изворишта годинама уназад нису грађевинско-технички одржавана, што би подразумевало

редовно чишћење и дезинфекцију захвата и одржавање околног простора. Због овакве небриге квалитет изворске воде на територији Београда је веома променљив и нестабилан.

Пречишћене третиране изворске воде су најекономичнији начин снабдевања становништва питком и хигијенски исправном водом.

На територији Београда регистровано је 30 извора: 15 на ужој територији града и 15 у приградској зони. Узорци анализирани изворске воде узети су у периоду 2010–2016. године из 23 одабрана извора.



Сл. 3.4. Извор Хајдучка чесма у Београду

Fig. 3.4. Spring Hajducka cesma in Belgrade

3.2.2.1. Основне карактеристике извора града Београда

Резултати добијени испитивањем узорака воде на садржај 11 тешких метала и металоида у води са 23 извора града Београда приказани су у Таб. 3.1. За сваки од 11 испитиваних елемената дата је максимално дозвољена концентрација (МДК), према српском законодавству (Правилник 1998, 1999 и 2019) и према Светској здравственој организацији (WHO 2008)

Таб. 3.1. Физичко-хемијске карактеристике 23 извора у Београду
 Table 3.1. Physical and chemical characteristics of 23 springs in Belgrade

Параметар	Јед. мере	МДК	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
рН	-	6,8-8,5	5	7,4	7,3	7,2	7,3	7,3	7,3	7,2	7,3	7,2	7,1	7,1
TDS	mg/l	-	676	448	706	582	1077	535	542	568	448	462	569	662
Мутноћа	NTU	1	0,6	0,5	0,1	0,1	4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5
ЕС	μS/cm	1000	1010	670	1055	870	1610	800	810	850	670	690	850	990
Нитрати	mg/l	50	63,2	39,4	53,9±	38,5	10,3	44	13,9	33,7	19,3	12,4	29	26,7
NH ₄	mg/l	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Укупни Fe	mg/l	0,3	0,0771	0,0209	0,0038	0,001	0,08	0,0084	0,028	0,0159	0,0038	0,003	0,0057	0,0072
HCO ₃	mg/l	-	352	407,5	505,4	459,9	502	370,9	249	454,4	355,6	237	298	566,7
Cl	mg/l	200	106,8	9,8	133,4	41,3	182	50,6	47,9	37,8	33	28,2	19,6	64,9
SO ₄	mg/l	250	87,5	53	80,8	62,2	199	0	56,5	93,6	55	38	54,2	83,1
Ca	mg/l	200	97,5	62,1	119	119	180	107,7	107	114,7	92,3	97,7±	113	110
Mg	mg/l	50	20,7	53,9	65,3	43,6	93,3	35,5	49,5	44,6	30,7	36,6	47,2	57,2
Na	mg/l	150	65,3	15,5	29,3	26,5	47,9	29,1	17,1	23	18,5	15,2	26,9	41,2
K	mg/l	12	65,1	0,55	1,2	0,6	1,46	57	0,94	0,52	0,4	0,34	0,48	1,27

Илић П, Говедар З, Пржуљ Н (уредници) Животна средина

Параметар	Јед. мере	МДК	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
pH	-	6,8-8,5	7,1	5	7,1	8,2	7,3	7	7,1	7,2	7,3	7,5	7,3
TDS	mg/l	-	475	481	642	608	454	528	561	622	522	308	642
Мутноћа	NTU	1	0,2	0,1	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2
ЕС	μS/cm	1000	710	720	960	910	680	790	840	930	780	460	960
Нитрати	mg/l	50	17,6	25,2	31	20,6	31,2	18,4	63,1	80,1	25,1	27,4	112,6
NH ₄	mg/l	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Укупни Fe	mg/l	0,3	0,0022	<0,05	0,0021	0,0032	0,0022	<0,0006	0,0036	0,0059	<0,05	0,0046	<0,0006
HCO ₃	mg/l	-	417,2	514	260	685	447,7	570,3	453	448	305	280	541,2
Cl	mg/l	200	22,5	5,5	18,2	0	10,7	24,4	0	0	106,5	5,6	66,3
SO ₄	mg/l	250	0,5	21,6	124,5	10,4	32,6	20,8	58,1	69,3	47,8	31,7	13
Ca	mg/l	200	1,6	53,7	115	32,3	101	114	126	149	134	72,79	56,4
Mg	mg/l	50	0,79	74,7	66,3	133	35	40,4	38,2	36,5	20,9	17,89	97,9
Na	mg/l	150	5	14,2	25,4	11	13,2	16,2	21,8	16,1	9,41	13,5	20
K	mg/l	12	0,16	0,64	0,48	1,45	0,888	0,91	2,58	0,974	1	1,77	0,45

3.2.3. Извори централне Србије

Мапирање природних извора воде спроведено је на 36 пажљиво одабраних локација у четири општине у централној Србији (Крушевац, Трстеник, Блаце и Куршумлија) (Сл. 3.5).

Према подацима пописа из 2011. године, општина Крушевац заузима површину од 842 km² са 131.368 становника. Град Крушевац (Н:43°34' Е:21°19') налази се у долини реке Расине и има 73.316 становника. Општина Трстеник заузима површину од 448 km² са 42.898 становника, док град Трстеник (Н:43°37' Е:21°00') има 15.329 становника и смештен је на обалама Западне Мораве. Општина Блаце обухвата површину 306 km² и има 14.759 становника. Урбано подручје Блаца (Н:43°17' Е:21°17') налази се на реци Блатишници и има 5.465 становника. Општина Куршумлија простире се на површини од 952 km² са 19.011 становника. Град Куршумлија (Н:43°08' Е:21°16'), са 13.200 становника, смештен је на три реке: Косаница, Топлица и Бањска река.



Сл. 3.5. Мапа положаја 36 извора у четири општине Централне Србије
Fig. 3.5. Map of 36 springs in 4 municipalities of Central Serbia

3.2.3.1. Основне карактеристике извора централне Србије

Током мапирања биле су измерене температура и рН вредност вода централне Србије. Подаци показују да је температура вода овог подручја у распону од 11° С на локалитету 14 до 19° С на локалитету 26, са просечном вредношћу 14,1° С. Процењено је да ове воде спадају у групу хладних вода.

Што се вредности рН тиче, варирала је између 5,82 (локација 15) до 8,00 (локација 27). Вода је углавном била алкална (22 узорка) са рН вредностима вишим од 7 (Vučković et al. 2021).

3.2.4. Извори северног дела Косова и Метохије

Мапа 15 мерних места која се налазе у окружењу рударских и индустријских делатности приказана је на Сл. 3.6. Три локације су у близини рударско-металуршког и хемијског комбината „Трепча“ (општина Звечан), шест од њих налази се у близини рудника који су богати рудама олова и цинка: Црнац, Жута Прла, Копориће, Бело Брдо (општина Лепосавић) у северном делу Косова. Шест истражених локација налази се у рударском подручју општине Ново Брдо, у југоисточном делу Косова. Централно место ове општине је рудник Ново Брдо, који је богат минералима олова, цинка, сребра и злата.



Сл. 3.6. Мапа извора на северу Косова и Метохије

Fig. 3.6. Map of springs on the north of Kosovo and Metohija

3.2.4.1. Основне карактеристике извора северног дела Косова и Метохије

Резултати добијени испитивањем узорака воде на садржај девет тешких метала и металоида у води са 15 извора на територији северног дела Косова и Метохије приказани су у Таб. 3.2.

Таб. 3.2. Садржај тешких метала у изворским водама на северу Косова и Метохије

Table 3.2. Content of heavy metals in spring water on the north of Kosovo and Metohija

µg/l	Звечан			Лепосавић			Ново Брдо		
	Мин.	Макс.	Про.	Мин.	Макс.	Про.	Мин.	Макс.	Про.
As	0,411	1,451	1,012	0,9755	33,74	6,5793	0,11135	8,596	3,3578
Cd	0,4372	0,493	0,4699	0,0848	0,8984	0,4781	0,0064	0,4879	0,1063
Cr	0,0196	11,48	4,4949	0,1954	12,47	3,1464	0,7529	6,887	4,8563
Cu	1,071	2,178	1,4547	0,444	17,14	3,8142	0,585	0,9411	0,4878
Fe	0,8895	7,21	3,1658	0,5686	255,9	55,0023	0,4028	50,16	9,8284
Mn	0,4688	0,5562	0,504	0,3901	4,237	1,6272	0,8542	3,919	1,7669
Ni	0,7274	6,605	2,7272	0,2793	38,19	7,1731	0,1332	0,8167	0,4133
Pb	1,999	41,72	25,513	0,2906	8,781	2,2145	1,61	6,65	1,1305
Zn	1,684	13,76	5,886	1,286	6,006	1,955	0,0031	122,3	21,434

3.3. Извори у Републици Српској

Природни извори воде у Републици Српској углавном су на подручјима општина Сребреница (Губер), Нови Град (Љешљани), Козарска Дубица (Мљечаница), Петрово (Велика Прења, Бољанићи), Зворник (Козлук, Кисељак), те на подручју општине Чајнице.

3.3.1. Извори на подручју Сребренице

Студијско подручје Сребреница налази се у планинском подручју северо-источне Босне и Херцеговине. Урбани део Сребренице смештен је у долини реке Крижевице на 448 m надморске висине. Град је окружен брдима

планине Сушице. Удаљен је око 160 km од Сарајева, а 120 km од Тузле. У близини Сребренице, на 560 m надморске висине, налази се Губер, најпознатије бањско лечилиште у том крају. Клима је умерено континентална субпланинска (Бећировић 2004).

Подручје Сребренице познато је по својој дугој рударској историји и по изворској води специфичног састава (Dangić and Dangić 2007). Лековити извори бање Губер у Сребреници једини су извори ове врсте у Босни и Херцеговини. Велики је број раније објављених радова о извору Црни Губер (Михолић 1954; Рађагић et al. 2006; Благојевић и сар. 2008; Lenoble et al. 2013), који су окарактерисали ову изворску воду и одредили њен непроцењив квалитет. Ернст Лудвиг, бечки хемичар, објавио је прву хемијску анализу сребреничке минералне воде 1890. године у „*Die Mineralkuellen Bosniens – Die arsenhaltigen Eisenquellen von Srebrenica*”.



Сл. 3.7. Губер вода
Fig. 3.7. Guber spring

3.3.1.1. Основне карактеристике извора на подручју Сребренице

Минерализација ових вода је различита. Очна вода има укупну минерализацију 5,568 g/l, док Црни Губер има свега 0,778 g/l. Издашности минералних извора Сребренице су веома различите: Очна вода Q = 0,05 - 0,4 l/s; Љепотица Q = 0,2 – 0,4 l/s; Мали Губер Q = 0,04 – 0,14 l/s; Велики Губер Q = 5,00 l/s; Нови Губер Q = 2,50 l/s.

Осцилације издашности извора директно зависе од падавина које се инфилтрирају у пукотинске системе. Све воде су сулфатне. Обогаћења микрокомпонентама су велика (посебно гвожђем и арсеном), па тако нпр. Очна вода има више од 55,6 mg/l Al и 2,5 mg/l As.

Температурне варијације су директно зависне од температуре ваздуха, па је тако температура Малог Губера зими између 6 и 8° С, а лети 12–15° С. Температура Очне воде је 7–9° С зими, и 10–15° С лети.

Сви извори су веома киселе рН вредности, а најнижи рН утврђен је код Очне воде (1,67), где је пронађен садржај сулфата (2486 µg/ml). Висока концентрација сулфата, који потиче од оксидације сулфида, резултира ниском рН вредношћу ових изворских вода. Та ниска рН вредност доводи до растварања минерала, који затим обогаћује воду различитим елементима, понекад и прекомерних концентрација (Lenoble et al. 2013). Ово је уобичајен сценарио у активним или напуштеним рудницима због дренажне воде. Сматра се да те прекомерне концентрације имају штетан утицај на водени свет, мада се могу наћи и микроорганизми који су се томе прилагодили. Садржај хлорида у свим узорцима је значајно мањи од прописаних граничних вредности (Правилник 2010).

Према Правилнику о природним минералним и природним изворским водама БиХ (2010), гранична вредност за хемијску потрошњу кисеоника је 5,00 µg/ml. Значајно веће вредности добијене су за све анализиране изворе овог подручја. Најнижа вредност за хемијску потрошњу кисеоника одређена је у Очној води (111 µg/ml), док је највећа вредност од 323 µg/ml пронађена у Синусној води. Ово се вероватно може објаснити присуством фулвинске киселине, док се присуство хуминске киселине не очекује при тако ниском рН.

Тешки метали Mn, Zn, Cu, Cr, Pb, Cd, Ni, Co, Sb, Au и Ag анализирани су пламеном атомском апсорпцијом спектрометрије у изворским водама бање Губер Сребреница. Садржај гвожђа, одређен волуметријском методом, био је веома висок. Варирао је од 148 mg/ml (Мали Губер) до 2.069 mg/ml (Очна вода). Добијени резултати показују да су концентрације гвожђа у узорцима

изворских вода Губера знатно изнад граничних вредности. Висока концентрација гвожђа је главно обележје ових лековитих извора. Према количина гвожђа, Очна вода је рангирана на трећем месту међу европским минералним изворима (Hasić et al. 1976). Сребреничке минералне воде које садрже FeSO_4 и сумпорне киселине нестабилне су у контакту са атмосферским кисеоником. Вода брзо постаје жута и мутна, стварајући браон талог $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Осим тога, док се приликом оксидације троши FeSO_4 до $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, повећава се количина слободне сумпорне киселине приликом таложења $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (Михолић 1954). Таложење $\text{Fe}(\text{OH})_3$ почиње већ из слабог раствора киселине ($\text{pH}=3$), што је карактеристика изворске воде свих Губера. Након краткотрајног излагања ваздуху, почиње да се таложи гвожђе (III) хидроксид и зато је неопходно сачувати вредности ове воде, на пример витамином С. Губер воде губе скоро све своје лековите особине за здравствене сврхе после дужег временског периода, са изузетком Очне воде, која има нижу рН вредност, која износи 1,67.

Концентрација тешких метала варира. Узимајући то у обзир, хемијски елементи су у различитим изворима воде распоређени као следеће опадајуће серије:

Мали Губер: $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Co} > \text{Sb}$

Очна вода: $\text{Fe} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Pb} > \text{Sb} > \text{Co} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Cr}$

Синусна вода: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Sb} > \text{Ni} > \text{Co} > \text{Cd}$

Љепотица: $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Sb} > \text{Ag} > \text{Ni} > \text{Co}$.

Обогаћења микроелементима су значајна: $\text{Mn} = 14,06 \mu\text{g}/\text{ml}$ и $\text{Pb} = 1,42 \mu\text{g}/\text{ml}$ у Синусној води, $\text{Zn} = 13,20 \mu\text{g}/\text{ml}$ у Малом Губеру, $\text{Cu} = 22,39 \mu\text{g}/\text{ml}$ Очна вода.

Концентрације неких тешких метала у изворским водама упоређене су са граничним вредностима прописаним Правилником о природним минералним и природним изворским водама БиХ (2010). Добијена концентрација за већину метала била је изнад граничних вредности. Уочене концентрације већине анализираних параметара биле су највише у извору Очна вода. Иако је Сребреница одувек била позната по лежиштима сребра, садржај овог метала у концентрација од $0,11 \mu\text{g}/\text{ml}$ пронађен је само у извору Љепотица. Посебно је извор Љепотица популаран међу женама, јер његова вода чисти кожу лица и тен постаје здравији и лепши. Штавише, многи корисници ове воде лечили су и уклонили акне и митесере на лицу (Пашагић 2008). Научне студије су показале да колоидно сребро брзо „убија бактерије“. Присуство сребра у овој води може бити и један од разлога за њену ефикасну примену у лечењу кожних болести (Dangić and Dangić 2001).

3.3.2. Извори на подручју Љешани – Козарска Дубица

Минералне воде које се јављају у подручју Сводне, Прусца, Стригове, Јеловца, Хајдереваца и Мљечанице имају вредности издашности од 0,1 до 0,5 l/s, па све до 1,0 l/s. Температура воде је 14,7° С, са минерализацијом од 2.900 mg/l.

3.3.3. Извори на подручју Велика Прења – Бољанић

У општинама Добој и Петрово извори минералних вода јављају се у подручју Озрена (Велика Прења) и Бољанића.

На основу резултата проведених лабораторијских истраживања ове воде су: без боје, мириса и укуса, а рН је 11,6, што указује на њихов висок алкалитет. Испитивана вода припада средње меким водама са тврдоћом од 8,6° dН. Укупна минерализација је око 200 mg/l.

3.3.4. Извори на подручју Јасеница – Кисељак

Минералне воде са овог подручја експлоатишу се у фабрици минералне воде „Витинка“ д.о.о. Козлук. На основу анализа утврђено је да минерална вода „Витинка“ спада у хидрокарбонатно-натријум-хлоридне воде, минерализације 3.726 - 5.556 mg/l, температуре 12° С, рН 6,5 и са есхалацијама Н₂S, СО₂ и О₂.

Минералне воде у Кисељаку код Зворника такође спадају у хидрокарбонатно-натријум-хлоридне воде. Њихова минерализација је 2.959 – 7.634 mg/l, температура 12° С, рН-6,5 са есхалацијама СО₂, СО и О₂ и са повећаним садржајем сумпора и гвожђа.

3.3.5. Извори на подручју Чајнице – Стакорина

Минерални извори у зони Чајнице – Стакорина налазе се у шкриљцима, пешчару и конгломерату са кварцним жицама. Појава ових вода утврђена је на подручју Лука (два извора), Заборка (извори у Хусовићима), Домјешаћа, Кривача, Миштара, Међурјечја (извори у Окосовићима и Димовићима).

Воде су високоминерализоване у распону 1,00 – 10,00 g/l. Уз минералну воду на изворима у овом подручју регистроване су и есхалације гаса угљен-диоксида различитог интензитета. На појединим местима уз изворе ових вода уочено је таложеење наслага гвожђе-хидроксида. Температуре вода су

10° С на изворима у Међурјечју, Окосовићима и Димовићима, а 14° С на изворима у Лукама.

Воде су хидрокарбонатно-натријумске на изворима у Димовићима, Домјешаћима и Миштару, а хидрокарбонатно-калцијумске на изворима у Лукама, Кривачама и Хасовићима. Извор у Окосовићима има високу минерализацију – око 10 g/l, највероватније изазвану врло спором филтрацијом и водозаменом воде кроз гипсана и слана лежишта. Издашност извора је мала и углавном се креће око 0,1 l/s, док је на извору у Димовићима измерен капацитет од око 0,5 l/s. Вредности рН воде на овим појавама варирају од 6,3 до 7,8, што их сврстава у благо киселе до неутралне воде.

3.4. Дискусија

Када је реч о Националном парку Фрушка гора, треба напоменути да се извори по квалитету воде углавном могу користити за пиће, док се детаљније анализе изворских вода централног дела Србије нису радиле у скорије време.

Већина изворских вода на територији града Београда не пролази никакав технолошки процес, осим извора бр. 1 и извора бр. 14.

У случају узорак сирове воде узетих са 23 извора на територији града Београда већина концентрација била је изузетно ниске вредности и испод МДК прописаних за воду за пиће (Правилник 1998, 1999 и 2019).

Концентрације анализираних елемената потврдиле су физичко-хемијски квалитет изворске воде који је генерално задовољавајући са становишта концентрације тешких метала и металоида.

Одступања су уочена само на неколико извора:

- извориште бр. 20 за садржај арсена, где је концентрација арсена била 1,2 пута већа од МДК вредности;
- извор бр. 16 за садржај хрома, где је његова концентрација била 2,54 пута већа од МДК;
- извор бр. 22, где је садржај арсена био 8,3 пута већи од МДК;
- извор бр. 1 за садржај арсена, где је његова концентрација била 2 пута већа од МДК;
- извори бр. 7 и бр. 10, где је концентрација живе била 10 пута већа од МДК;
- извор бр. 14, где је садржај хрома био 1,92 пута већи од МДК и

- извор бр. 21, где је концентрација арсена била 2,5 пута већа од МДК (Таб. 3.1).

Концентрација алуминијума у свим узорцима изворске воде била је испод МДК (0,2 mg/l). Највећи садржај алуминијума је у узорку воде са изворишта бр. 5, где је измерено 0,119 mg/l (Таб. 1).

Измерене концентрације хрома указују на чињеницу да је изворска вода углавном доброг квалитета. Пошто нема индустријског загађења, низак је ниво хрома у узорцима на различитим локацијама, осим на изворима бр. 14 и бр. 16 (Таб. 3.1).

Вредности мангана мерене у узорцима воде показују да изворска вода града Београда не садржи већу концентрацију овог тешког метала. Максимална концентрација мери се на извору бр. 21 у количини од 0,05 mg/l (Таб. 3.1).

Анализом резултата садржаја никла у узорцима уочено је да нема већих одступања у концентрацијама овог тешког метала. Концентрације су у релативно уском опсегу, од 0,005 до 0,008 mg/l. Највиша концентрација је била у узорку са извора бр. 16 – 0,008 mg/l (Таб. 3.1).

У већини анализираних узорака изворске воде концентрација бакра била је ниска, измерено је од 0,002 до 0,004 mg/l (Таб. 3.1).

Концентрације цинка у испитиваним узорцима воде биле су у распону од 0,0007 до 0,0190 mg/l. Највиша концентрација била је у узорку са извора бр. 13 (Таб. 3.1).

Концентрација арсена у највећем броју узорака била је испод МДК. Забележен је висок садржај арсена у изворској води на извору бр. 1, извору бр. 20, извору бр. 21 и извору бр. 22. Претпоставља се да арсен у изворској вода потиче из слојева земљишта кроз које вода пролази (Таб. 3.1).

Садржај кадмијум је у већини узорака био нижи од МДК. Највећа концентрација измерена је у узорку изворске воде на извору бр. 21 (0,0014 mg/l), а најмања у узорцима на извору бр. 15, извору бр. 16 и извору бр. 20 (0,0005 mg/l) (Таб. 3.1).

Концентрације олова у свим узорцима биле су у распону од 0,009 до 0,01 mg/l (Таб. 3.1).

Концентрација гвожђа била је значајно нижа од МДК у свим узорцима (Таб. 3.1).

Концентрација живе у највећем броју узорака била је испод МДК. Висок садржај живе у изворској води уочен је на изворима бр. 7 и бр. 10 (Таб. 3.1).

Концентрације тешких метала вода северног дела Косова и Метохије у односу на МДК нису у складу са дозвољеним вредностима на свим мерним местима (1–15).

Олово у узорку 2 има 3,2 пута већу концентрацију, а у узорку 3 има четири пута већу концентрацију од препоручене вредности од 10 µg/l. У узорку 4 никал је скоро два пута већи од препоручене вредности од 20 µg/l.

Концентрације осталих испитиваних елемената на свих 15 одабраних мерних места не одступају значајно од препоручених вредности или се ти елементи налазе само у траговима (Marković et al. 2020).

Минералне воде Републике Српске су изразито високих концентрација појединих елемената, што оправдава њихову контролисану употребу у лековите сврхе.

3.5. Закључак

Република Србија и Република Српска су територије изразито богате водним ресурсима изузетног квалитета.

Извори су били одувек једна од природних одлика овог терена на коју се слабо обраћала пажња, а који временом, са повећањем потражње за здравом природном водом, добијају све више на значају. Ипак, само адекватно понашање корисника воде и лица одговорних за одржавање извора може осигурати очување квалитета ових вода и сигурну дугорочну употребљивост извора воде. Овај задатак укључује: преглед и чишћење извора, мониторинг и одржавање зона санитарне заштите.

Веома значајан корак у одржавању безбедности и чувању здравља корисника воде малих извора јесте редовно спровођење мониторинга ових вода, јер су оне често занемариване због слабе издашности самих извора, док се не уважава много значајнији податак, а то је број корисника воде са тог извора.

С обзиром на раштрканост малих извора, углавном по шумским и рубним шумским пределима, извођење редовног мониторинга, који укључује лабораторијске анализе, било би превише захтевно. За такве случајеве може се препоручити сензорско праћење, у реалном времену, одређеног броја параметара који би указивали на значајну промену квалитета воде и били сигнал контаминације. Тиме би се лакше контролисали извори и успоставио би се систем управљања овим изузетно значајним природним ресурсима.

Литература

- Бећировић Е (2004) Бањско климатска мјеста и минералне столне воде Босне и Херцеговине (2nd Ed.) Print Com.
- Благојевић ДД, Лазић Д, Шкундрић Б, Шкундрић Ј, Вукић Љ (2008) Утицај амбалажирања и услова складиштења на састав минералне воде Губер Сребреница. Хемијска индустрија. 62(1):25–30. doi:10.2298/HEMIND0801025B
- Видић Н (2007) Специфичне туристичке вредности Фрушке горе, Српско географско друштво, Београд
- Вучковић В, Marković S, Stević S, Mrazovac Kurilić S, Nikolić-Bujanović S, Jokić A, Todorović N, Nikolov J, Radovanović D, Srećković Batočanin D (2021) An Overview of the Radiation Properties of Spring Water in the rural areas of Central Serbia. Environ. Anal. Chem. doi:10.1080/03067319.2021.1890060
- Dangić A, Dangić J (2001) Geochemical mineralogical characteristics of spring sediment of the iron-sulfate mineral water Ljepotica near Srebrenica (RS). Ann. Géol. Péninsule Balkanique. 64:221–31. doi:10.2298/GABP0264221D
- Dangić A, Dangić J (2007) Arsenic in the soil environment of central Balkan Peninsula, southeastern Europe: occurrence, geochemistry, and impacts. Trace Met. other Contam. Environ. 9:207–236. doi:10.1016/S1875-1121(06)09007-9
- Dumanski J, Gameda S, Pieri C (1998) Agriculture and Agri-Food Canada. Indicators of land quality and sustainable land management: an annotated bibliography. Доступно на: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/487661468739557843/pdf/multi-page.pdf>, Приступљено: 10. децембра 2022
- Илић И, Анђелковић М, Пухарић М (2020) Анализа стања и исправности површинских вода у Србији са посебним освртом на квалитет воде реке Дунав, Факултет за информационе технологије и инжењерство Универзитет „Унион – Никола Тесла“, Факултет за пословне студије и право Универзитета „Унион - Никола Тесла“
- Lenoble L, Omanovic D, Garnier C, Mounier S, Donlagic N, Le Poupon C, Pizeta I (2013) Distribution and chemical speciation of arsenic and heavy metals in highly contaminated waters used for health care purposes (Srebrenica, Bosnia and Herzegovina). Sci. Total Environ. 443(15):420–428. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.10.002
- Marić N, Mrazovac Kurilić S, Matić I, Sorajić S, Zarić J (2014) Groundwater quality on the territory of Kikinda municipality (Vojvodina, Serbia). Environ. Earth Sci. 72:525–534. doi:10.1007/s12665-013-2973-z
- Marić N, Štrbački J, Mrazovac Kurilić S, Beškoski VP, Nikić Z, Ignjatović S, Malbašić J (2019) Hydrochemistry of groundwater contaminated by petroleum hydrocarbons: the impact of biodegradation (Vitanovac, Serbia). Environ. Geochem. Health. 42:1921–1935. doi:10.1007/s10653-019-00462-9

- Marković S, Vučković B, Nikolić Bujanović Lj, Mrazovac Kurilić S, Todorović N, Nikolov J, Jokić A, Đokić B (2020) Heavy metals and radon content in spring water of Kosovo. *Sci. Rep.*10(1):10359. doi:10.1038/s41598-020-67371-1
- Meuli C, Wehrle K (2001) Spring Catchment–Series of Manuals on Drinking Water Supply. Swiss Center for Development Cooperation in Technology and Management–SKAT, Suiza. Доступно на: <http://apasan.skat.ch/wp-content/uploads/2017/08/Spring-Catchment-Series-of-Manuals-on-Drinking-Water-Skat-2001.pdf>, Приступљено: 10. децембра 2022
- Михолић С (1954) Кемијска анализа минералног врела Велики Губер код Сребренице. Гласник Друштва хемичара НР БиХ 3:5–22.
- Mrazovac S, Vojinovic-Miloradov M (2011) Correlation of main physicochemical parameters of some groundwater in northern Serbia. *J. Geochem. Explor.* 108(3):176–182. doi:10.1016/j.gexplo.2011.01.005
- Мразовац S, Vojinović-Miloradov M, Matić I, Marić N (2013) Multivariate statistical analyzing of chemical parameters of groundwater in Vojvodina. *Geochemistry.* 73(2):217–225. doi:10.1016/j.chemer.2012.11.002
- Николић В, Плужаревић К, Летић Љ (2013) Извори Фрушке горе. Зборник радова: у спомен на проф. др Милана Стојшића, стр 14–22.
- Palaniappan M, Gleick PH, Allen L, Cohen MJ, Christian-Smith J, Smith C, Ross N (2010) Clearing the waters: a focus on water quality solutions. Доступно на: https://stg-wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7906/-Clearing%20the%20Waters_%20A%20focus%20on%20Water%20Quality%20olutions%20-2010Clearing_the_Waters.pdf?sequence=3, Приступљено: 10. децембра 2022
- Пашагић А (2008) Босански бисер међу минералним изворима свијета: Губер, љековита вода из Сребренице, Сребреница, Општина Сребреница.
- Rašagić A, Rašagić O, Jatić Z, Trninić S, Omerspahić S (2006) Research of Iron-Rich Natural Mineral Water from Srebrenica as Corrective Therapy Against Iron Deficiency Anaemia, in Proceedings of the Conference: Wonca Firenze.
- Петровић Пантић Т, Вељковић Ж, Томић М, Самолов К (2017) Хидрогеологија и рањивост подземних вода у подручју националног парка „Фрушка гора“. *Водопривреда.* 49 (289–290):287/295. Доступно на: www.vodoprivreda.net/wp-content/uploads/2018/02/11-Tanja-Petrovic-Rantic-i-saradnici.pdf, Приступљено: 10. децембра 2022
- Правилник о квалитету и другим захтевима за природну минералну воду, природну изворску воду и стону воду (Службени лист Србије и Црне Горе, бр. 53/05, Службени гласник Републике Србије, бр. 43/13)
- Правилник о природним минералним и природним изворским водама (Службени гласник Босне и Херцеговине, бр. 26/10)
- Правилник о хигијенској исправности воде за пиће (Службени лист Савезне Републике Југославије, бр. 42/98 и 44/99 и Службени гласник Републике Србије, бр. 28/19)

- Presburger Ulniković V, Mrazovac Kurilić S (2020) Heavy metal and metalloid contamination and health risk assessment in spring water on the territory of Belgrade City, Serbia. *Environ. Geochem. Health.* 42:3731–3751. doi:10.1007/s10653-020-00617-z
- Presburger Ulniković V, Mrazovac Kurilić S, Trifunović M, Cibulić V, Staletović N (2017) Systematization of sediments contamination degree estimation by heavy metals and ecological risk in aquatic environment. In National Conference of the Serbian Society for Water Protection with International Participation „Water 2017“. pp 193 –200
- UNESCO (2009) The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. Paris/New York: UNESCO Доступно на: <https://digitallibrary.un.org/record/3895839>, Приступљено: 10. децембра 2022
- Фрушкаћ: Доступно на: www.fruskac.net/rs/lokacije/izvori?page=2, Приступљено: 10. децембра 2022
- WHO (2008) Guidelines for drinking water quality, 3rd edn. Vol. 1, Recommendations. Geneva: World Health Organization. Доступно на: www.who.int/publications/i/item/9789241547611, Приступљено: 10. децембра 2022
- WHO (2017) Guidelines for Drinking-water Quality. Доступно на: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf;jsessionid=DA6171D77279042976C951FA548B1900?sequence=1>, Приступљено: 10. децембра 2022
- WHO, UNICEF (2017) Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene. Доступно на: apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258617/9789241512893-eng.pdf?sequence=1, Приступљено: 10. децембра 2022

Protection of small natural springs with drinking water in Republic of Serbia and Republic of Srpska

Sanja Mrazovac Kurilić

Summary

A spring is a point of exit at which groundwater from an aquifer flows out on top of Earth's crust (pedosphere) and becomes surface water. It is a component of the hydrosphere. Springs have long been important for humans as a source of fresh water. Springs have been used for a variety of human needs - including drinking water, domestic water supply, irrigation, mills, navigation, and electricity generation. Modern uses include recreational activities such as fishing, swimming, and floating; therapy; water for livestock; fish hatcheries; and supply for bottled mineral water or bottled spring water. Springs have taken on a kind of mythic quality in that some people believe, falsely, that springs are always healthy sources of drinking water. They may or may not be.

On the territory of the Republic of Serbia and the Republic of Srpska, there are numerous occurrences of small springs known only to the local population who use them for certain purposes. The chapter provides an overview of the territorial distribution as well as the basic established physical and chemical characteristics of several natural springs in selected parts of the territory (Fruška gora, City of Belgrade, Central Serbia, northern part of Kosovo, Srebrenica, Čajniče, Doboj, Kozarska Dubica and Kiseljak).

Keywords: Springs, water, physical and chemical characteristics