

ГЕОСРЕДИНА И САДРЖАЈ НЕКИХ ЕЛЕМЕНАТА У ВОДИ КОД ПРЕГРАДНОГ МЕСТА ХИДРОАКУМУЛАЦИЈЕ "ГРЛИШТЕ" У ПЕРИОДУ 1991-2004. ГОДИНЕ

ЗОРАН НИКИЋ
МИЛИЦА НАДЕЖДИЋ
РАТКО РИСТИЋ

Извод: У раду је анализиран тренд садржаја раствореног бакра (Cu) и цинка (Zn) и укупног фосфора (P) у води хидроакумулације "Грлиште" која је изграђена за потребе водоснабдевања становништва Зајечара и околних насеља. За период мерења од 1991. до 2004. године, садржај раствореног бакра и цинка и укупног фосфора у узорцима воде, са профила код бране, са три тачке по вертикали воденог профила, приказан је на упоредним дијаграмима. Коментарисана је уочена тенденција садржаја појединих елемената у језерској води, за период од четрнаест година. Дата је препорука извођења одређених истражних радова и предузимања мера превентивног деловања којима би се смањио унос елемената чије је порекло из геосредине сливног подручја хидроакумулације "Грлиште" и тиме допринело заштити и очувању квалитета ујезерених вода.

Кључне речи: квалитет воде, вештачко језеро, геосредина, ерозија, рудне минералне сировине.

GEOLOGY AND SOME ELEMENTS IN THE WATER OF THE GRLIŠTE RESERVOIR FROM 1991 TO 2004

Abstract: This work analyses the trend in the dissolved copper (Cu) and zinc (Zn) and total phosphorus (P) concentrations in the Grlišhte storage reservoir constructed for water supply to Zaječar and its suburban communities. Concentrations of dissolved copper and zinc and total phosphorus in the reservoir were measured from 1991. to 2004. in water samples taken from three depth points at the dam and given in comparative diagrams. The intake chamber of the water supply system is located close by the dam. Some elements concentrations in the lake over a period of fourteen years are being discussed. Recommendations are given for certain investigations and preventive actions to reduce the supply of these elements from the Grlišhte drainage area, and to protect and maintain the lake-water quality.

Key words: water quality, artificial lake, geological environment, erosion, ore minerals.

*др Зоран Никић, доцент; др Рајко Ристић, доцент; Шумарски Факултет
Универзитета у Београду.*

*дипл. инж. Милица Надеждић, Републички хидрометеоролошки завод Србије,
Београд.*

Рад је реализован у оквиру пројекта: НПВ-23А Контрола водне ерозије и уређење бујица у функцији заштите водопривредних објеката и квалитета вода, који је финансиран од стране Министарства науке и заштите животне средине Владе Републике Србије.

1. УВОД

У источној Србији, на Грлишкој реци, 1990. године изграђена је брана и формирана хидроакумулација "Грлиште". Основна намена ове хидроакумулације јесте обезбеђивање квалитетне воде за потребе водоснабдевања становништва Зајечара и околних насеља.

Грлишка река настаје спајањем Ласовачке и Ленувачке реке у подножју северних обронака Тупижнице и представља једну од значајних десних притока Белог Тимока. Површина топографског сливног подручје формираног вештачког језера износи 181 km². Просторе се између Бољевца на западу, Књажевца на југу, Зајечара на северу и Белог Тимока на истоку. Брана је насута од камена са армирано-бетонским застором-екраном са узводне стране, дужине у круни 101,3 m, висине 27 m. При максималној коти успора запремина воде у вештачком језеру износи 10,9x10⁶ m³ воде, површина водног огледала је око 250 ha, а просечна дубина језера износи 6 m (Табачки, *Z., et al.*, 1992).

У сливном подручју не постоје индустријски, туристички и војни објекти. Становништво, чији број је у сталном опадању, претежно се бави пољопривредом и сточарством. Путна инфраструктура је веома лоша, и осим пар локалних асфалтних, осталу путну мрежу чине макадамски путеви.

Специфичност хидроакумулације "Грлиште", која је изграђена као извориште за потребе водоснабдевања становништва, представља геолошка грађа односно регистроване појаве више разних рудних минералних сировина у терену њеног сливног подручја (Никић, *Z., et al.*, 2006). На присуство значајних количина минералних сировина указује да су крајем шездесетих година прошлог века на сливном подручју била у експлоатацији два рудника металних и један рудник енергетских минералних сировина. Такође, у сливу је регистрована и минерална појава фосфата. Ови елементи упућују на реалну претпоставку да природни фактор, исказан са аспекта геолошке грађе и еродибилности терена посматрано у дужем временском периоду, може утицати на квалитет вода овог вештачког језера.

За воде хидроакумулације "Грлиште" извршена је упоредна анализа тренда раствореног бакра (Cu) и цинка (Zn) и укупног фосфора (P), за период мерења од 1991 до 2004. године. У анализу су укључени резултати хемијских анализа вода за профил код преградног места, где се у непосредној близини налази водозахват (Слика 1). Такође, разматрано је присуство лежишта и појава минералних сировина на сливном подручју. Добијени резултати представљали су основ за доношење одређених закључака и препорука које су саопштене у закључним разматрањима.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

За анализу квалитета вода хидроакумулације "Грлиште", на профилу код бране, употребљени су резултати хемијских анализа вода приказани у изворном облику у "Хидролошким годишњацима 3. Квалитет вода" (Колектив аутора 1991-2004). Квалитет вода хидроакумулације "Грлиште" континуирано прати Републички хидрометеоролошки завод Србије од 1991.

године. Ову активност Завод обавља на основу Закона о водама ("Сл. гласник РС", бр. 46/91, 53/93, 67/93 и 48/94), а у складу са Уредбом о систематском испитивању квалитета вода коју доноси Влада Републике Србије. Узорковање вода у периоду 1991-2004. година обављено је у једној серији, и то само током летњег периода године. Захватање узорака воде извршено је увек са приближно исте микролокације, са три дубине од површине језера по висини воденог стуба: непосредно испод површине воде, средина профила и изнад дна језера. Висина воденог стуба на месту узорковања износила је 20 до 22 m. Из познатих објективних разлога, испитивање квалитета није обављено 1999. године. Одређивање концентрације анализираних елемената обављено је различитим аналитичким техникама за анализирани временски период (1991-2004). Примењиване методе и добијени резултати допуштају доношење одређених закључака.



Слика 1. Брана и водозахват хидроакмулације "Грлиштије" (Фото З. Никич)
Figure 1. Grlišće Dam and intake chamber (Photo by Z. Nikić)

На основу доступне документације извршена је анализа геолошке грађе и појава рудних минералних сировина на сливном подручју а, затим, је реализовано геолошко рекогносцирање терена и старих рударских радова. За анализиране елементе логичком провером извршена је контрола вредности резултата хемијских анализа приказаних у Хидролошким годишњацима. Обављено је израчунавање и приказ добијених вредности на одговарајућим графицима. Урађена је анализа тренда раствореног бакра и цинка и укупног фосфора, на профилу код бране, за сва три места узорковања воде по дубини, за период 1991-2004. година. Истом методологијом је обрађен тренд за сваки анализирани елеменат. Добијени резултати приказани су на упоредним дијаграмима.

3. ПОЈАВЕ НЕКИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА НА СЛИВНОМ ПОДРУЧЈУ

На површини Земље све стенске масе, па тиме и рудне минералне сировине, изложене су физичком распадању и хемијском растварању. У повољним геолошким, хидрогеолошким, климатским и морфолошким условима, деструктивним дејством егзогених сила формира се кора распадања. Дебљина и састав ове коре распадања зависи од низа фактора (литолошки састав и склоп, дужина трајања и карактер процеса распадања, климатски услови, хидрогеолошки односи, процес ерозије и друго). Најчешће, водном ерозијом долази до покретања уситњеног стенског материјала са места настајања, његовог транспорта и одлагања у зонама где слаби транспортна моћ агенса. Прелине, пукотине и раседи представљају места инфилтрације вода са површине терена, циркулације подземних вода, места интензивнијег хемијског растварања стена и изношења раствора на површину терена (Nikić, Z., 1996). Ред интензивности изношења водом хемијских елемената, односно јачину миграционе способности појединих елемената одређује валентност јона (Шварцев, С. Л., 1982). Уситњен стенски материјал (фрагменти) и раствори распадања (јонски, колоидни), доспевају у водотоке а, затим, заједно са речним водама у вештачко језеро, где долази до њиховог таложења на дно басена.



Слика 2. Стара дейонија затвореног рудника звожђа и бакра код Марковог камена у сливу хидроакумулације "Грлиште" (Фото З. Никић)

Figure 2. The abandoned iron and copper mine tailing at Markov Kamen in the Grlišće catchment (Photo by Z. Nikić)

Уобичајено је да се хидроакумулације намењене водоснабдевању становништва граде у високопланинским подручјима првенствено из потребе

да се загађење вода антропогеног порекла елиминише. Међутим, добар квалитет проточне воде реке која се преграђује не мора да гарантује и добар квалитет ујезерене воде после изградње бране (Nikić, Z., 1994). Изградњом бране и формирањем вештачког језера радикално се мења природни режим свих елемената речног протицаја (Никић, З., 1998). Ономогућавањем проноса наноса долази до његовог таложења у акумулационом басену. Хемијски састав муља је у тесној генетској вези са геолошком грађом терена сливног подручја. Са аспекта квалитета ујезерене вода, проблем постаје сложнији ако у топографском и/или хидрогеолошком сливном подручју постоје лежишта и/или појаве металичних, енергетских и нуклеарних рудних минералних сировина (Nikić, Z., 1997).

На терену сливног подручја хидроакумулације "Грлиште" регистровано је више појава разних металичних и енергетских минералних сировина (Слика 2). Такође, у сливу је регистрована и минерална појава фосфата. Приказ врста рудних минералних сировина и њихове локације у сливу, урађен је на основу доступне фондурске документације (ОГК 1:100 000, лист "Зајечар") и рекогносцирања терена.

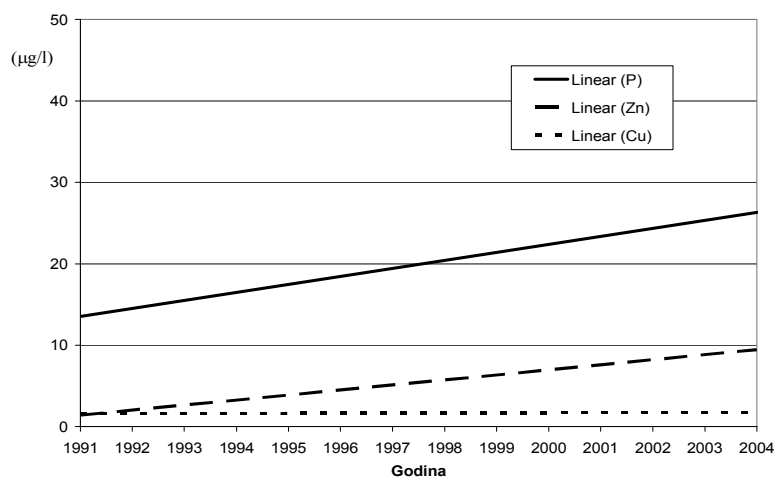
Појаве бакра регистроване су на више локација у сливном подручју. На основу парагенезе присутних минерала и начина појављивања ове руде, лежишта су подељена у две формације. Прва формација се карактерише већим садржајем бакра и њој припада локалитет Марков крш у изворишној зони Врбовачке реке и локалитет узводно од Бачевица у сливу Бачевичке реке, где је вршена експлоатација бакра и гвожђа. Поред бакра, на овим локалитетима се јављају асоцијације минерала: ковелина (CuS), халкозина (Cu_2S), борнита (Cu_5FeS_4) и халкопирита (CuFeS_2). Другу формацију карактерише мањи садржај бакра и пратећих асоцијација минерала (Veseliновић, М., *et al.*, 1967). Регистроване су у сливу на следећим локацијама: Мечији вис у изворишном делу Ласовачке реке, Шумлатица у сливу Бачевичке реке, Букова глава у сливу Ласовачке реке, у изворишној зони Бачевичке реке и Жевице у изворишној зони Баносавичке реке. Све наведене појаве спадају у групу сулфидних минералних лежишта.

Од енергетских минералних сировина је констатовано лежиште угљалигнита. Експлоатација угља у сливном подручју хидроакумулације "Грлиште" вршена је на локалитету северно од Леновца у сливу Леновачке реке. Појава фосфата регистрована је у изворишној челенци Митровске реке, на крајњем југу сливног подручја хидроакумулације (слив Ласовачке реке), у оквиру вулканокластита горње креде. Садржај P_2O_5 на овом локалитету се креће око 2,3 % (Veseliновић, М., *et al.*, 1967).

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

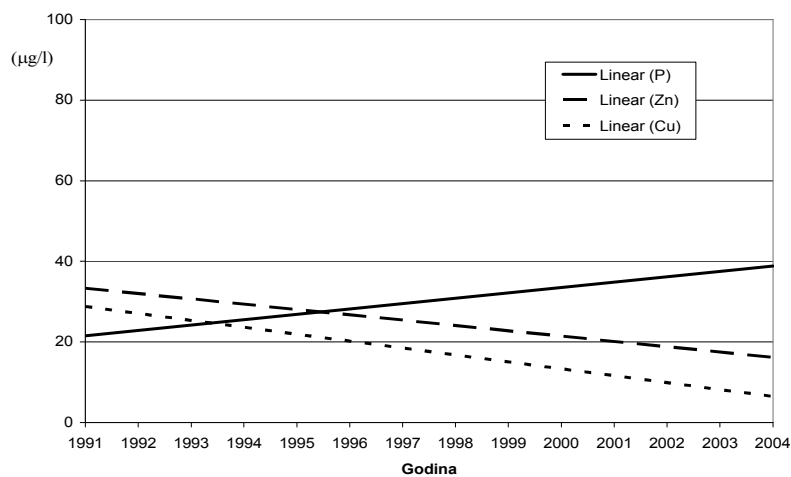
Тренд садржаја раствореног у води бакра (Cu) и цинка (Zn) и укупног фосфора (P) на профилу код бране хидроакумулације "Грлиште" за период од 1991. до 2004. године приказан је на сликама 3, 4 и 5. Приказ је извршен посебно за сва три места узорковања воде по висини воденог стуба. На слици 3 је приказан упоредни дијаграм тренда анализираних елемената непосредно испод површине воде језера (A1), на слици 4, са средине вертикале воденог стуба (A2) и на слици 5 непосредно изнад дна језера (A3).

На основу анализе приказаних резултата (слика 3, 4 и 5) може се констатовати тренд пораста укупног фосфора у ујезереној води на сва три места узорковања по висини воденог профила код бране.



Слика 3. Промена тренда раствореног бакра и цинка и укупног фосфора у води хидроаккумуляције "Грлиштије", на профилу код бране, са површине језера (A1)
 Figure 3. Change in the dissolved copper and zinc and total phosphorus concentrations at the lake surface (A1) near the Grlišće Dam

Садржај раствореног цинка у води је са трендом пораста у тачкама узорковања на површини језера (A1) и непосредно изнад дна језера (A3), а са трендом пада на средини воденог стуба (A2).

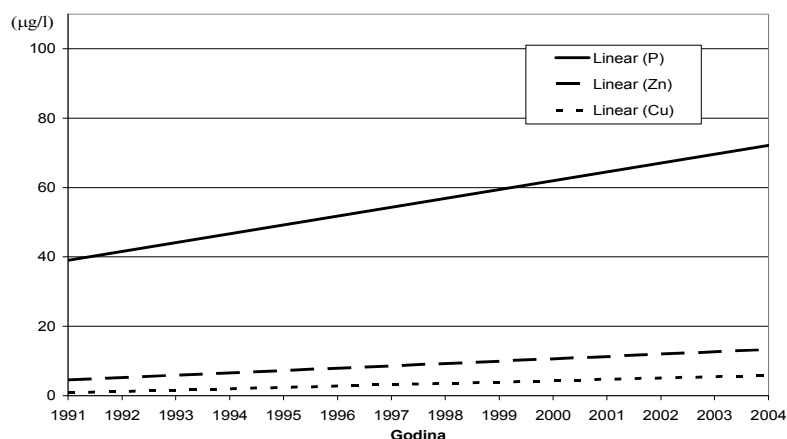


Слика 4. Промена тренда раствореног бакра и цинка и укупног фосфора у води хидроаккумуляције "Грлиштије", на профилу код бране, са средине воденог профила (A2)
 Figure 4. Change in the dissolved copper and zinc and total phosphorus concentrations in the lake mid-depth (A2) near the Grlišće Dam

Садржај раствореног бакра у води хидроакумулације "Грлиште" код преградног места је са трендом пораста у тачки узорковања непосредно изнад дна језера (А3). У тачки А2, средина воденог профила, присутан је тренд пада раствореног бакра, а у тачки А1, на површини језера, је током целог периода без изражене промене тренда.

С обзиром на то да је на терену сливног подручја хидроакумулације регистровано више појава рудних металичних, енергетских и неметаличних минералних сировина, постоји одређен степен ризика њиховог нежељеног утицаја на квалитет ујезерених вода током времена. Реална је претпоставка да ће се у наредним годинама, са повећавањем количине муља у акумулационом басену, повећавати и количина елемената у муљу, чије је порекло из геосредине сливног подручја.

Посебно треба имати у виду да се највећа потреба за водом из хидроакумулације временски подудара са најнижим нивоом воде у језеру (летњи период), односно када се водозахватним објектом прихватају воде ближе дну језера. Због тога, ради очувања и заштите квалитета вода, потребно је предузимати мере активног превентивног деловања на терену у сливном подручју хидроакумулације "Грлиште" како би се спречио, смањило или елиминисао унос елемената чије је порекло из геосредине.



Слика 5. Промена тренда раствореног бакра и цинка и укупног фосфора у води хидроакумулације "Грлиште", на профилима код бране, непосредно изнад дна језера (А3)
 Figure 5. Change in the dissolved copper and zinc and total phosphorus concentrations near the lake bottom (A3) at the Grlišće Dam

5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Хидроакумулација "Грлиште" изграђена је 1990. године за потребе водоснабдевања становништва Зајечара и околних насеља. У геолошкој грађи дела терена сливног подручја хидроакумулације присутна су лежишта и појаве различитих рудних минералних сировина, што на одређени начин представља њену специфичност.

Анализа тренда раствореног бакра (Cu) и цинка (Zn) и укупног фосфора (P) у води хидроакумулације "Грлиште", на профилима код бране, за

сва три места узорковања по висини воденог стуба за период од 1991. до 2004. године, показује следеће:

- изражен је тренд раста концентрације укупног фосфора на сва три места узорковања по висини воденог стуба,
- концентрација раствореног цинка је са трендом раста у површинској зони (А1) и при дну језера (А3), а са трендом пада на средини воденог стуба (А2),
- концентрација раствореног бакра је са трендом раста у зони при дну језера (А3), без изражене промене тренда на површини језера (А1) и са трендом пада на средини воденог стуба (А2).

Тренд раста укупног фосфора у води хидроакумулације вероватно је значајним делом последица и антропогеног фактора у сливном подручју. Констатованом продуктивнијег извора фосфора било би могуће предузети мање адекватних мера у његовом елиминисању.

Прогноза квалитета вода хидроакумулације "Грлиште" у наступајућем периоду је веома деликатна. За квалитет вода важно је да у геолошкој грађи терена сливног подручја постоје регистроване појаве и лежишта минералних сировина. Због тога се предлаже извођење истражних радова на делу сливног подручја који је изграђен од вулканогено-седиментних творава ради детаљног сагледавања постојања лежишта минералних сировина. Сугерише се хитно предузимање превентивних мера којима би се спречио или умањено утицај рудних минералних сировина на квалитет ујезерених вода.

ЛИТЕРАТУРА

- Veselinović, M., Antonijević, I., Lončarević, Č., Kalenić, M., Rajčević, D., Krstić, B., Banković, V., Rakić, B. (1967): OGK 1:100 000 list Zaječar i Tumač. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Tabački, Z., Vukčević, N. (1992): Razvojna studija slivnog područja akumulacije "Grlište" sa delom planinskog venca Tupižnice, knjiga 3, prirodne karakteristike projektovanog područja. DP "PKB-Agroinženjering", Beograd.
- Коллектив аутора, (1992-2004): Хидролошки годишњак – 3. квалитет вода. Републички хидрометеоролошки завод Србије, Београд.
- Никић, З. (1998): Утицај вештачких површинских акумулација на геосредину. "Заштита природе", бр. 48-49, стр. 223-232, Београд.
- Никић, З. (1997): Prilog metodologiji hidrogeoloških istraživanja za potrebe prognoze i očuvanja kvaliteta vode u površinskim akumulacijama. Naučni simpozijum: 100 godina hidrogeologije u Jugoslaviji, Zbornik radova, str. 227-233, Beograd.
- Никић, З. (1996): Kvalitet vode u veštačkim površinskim akumulacijama kao posledica geološkog okruženja. Konferencija "Zaštita voda 96", Zbornik radova, str. 422-427, Ulcinj.
- Никић, З. (1994): Značaj hidrogeoloških i geoloških podloga kod sagledavanja i očuvanja kvaliteta vode u površinskim akumulacijama namenjenih vodosnabdevanju. X Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Zbornik radova, str. 143-146, Kikinda.
- Никић, З., Видовић М., Надеждић М. (2006): Rizik geosredine slivnog područja hidroakumulacije "Grlište" na kvalitet ujezerene vode. "Voda 2006", Zbornik radova, str. 379-384, Zlatibor.
- Шварцев, С. Л. (1982): Хидрогеохемија, Сибирское Отделение, Новосибирск.

GEOLOGY AND SOME ELEMENTS IN THE WATER OF THE "GRLIŠTE"
RESERVOIR FROM 1991 TO 2004

*Zoran Nikić,
Milica Nadeždić,
Ratko Ristić*

Summary

Grište Dam was built in 1990. to impound water for supply to Zaječar and the surrounding local communities. Geology of the area drained into the storage reservoir includes deposits and occurrences of different minerals that largely characterize it. Two metallic and one energy-producing mineral mines were worked in the late sixties, and there was a phosphate occurrence. Concentrations of dissolved copper and zinc and total phosphorus in Grište reservoir, measured from 1991. to 2004. (3. Water Quality, in: Hydrologic Yearbooks), were compared. Water was sampled for chemical analysis from three depth points: immediately beneath the lake surface, mid-depth and at the lake bottom near the dam and the intake chamber. Analytical results indicated total phosphorus increasing in each sampling place; dissolved zinc increasing at the lake surface (A1) and bottom (A3) but decreasing at mid-depth (A2); and dissolved copper increasing in A3, decreasing in A2 and unchanged in A1. Any prediction of the water quality in the Grište Lake is tricky. To make it more reliable, some investigations in the volcanogenic-sedimentary part of the catchment are recommended for a better insight in the presence of mineral deposits. Also urgent preventive steps are advised against the mineral contamination of the lake water.

