



ANALIZA KVALITETA VODE JEZERA KOP ŠIČKI BROD

PROJEKAT: Spasimo naša jezera

IZDAVAČ:

Centar za ekologiju i energiju

Filipa Kljajića 22, 75000 Tuzla, BiH

tel: +387 35 249 311

www.ekologija.ba

Autor:

Dr.sc. Vedran Stuhli, dipl.ing.tehn.

Koordinatorica projekta:

Amra Skramončin, Centar za ekologiju i energiju

Oktobar 2021.

SADRŽAJ

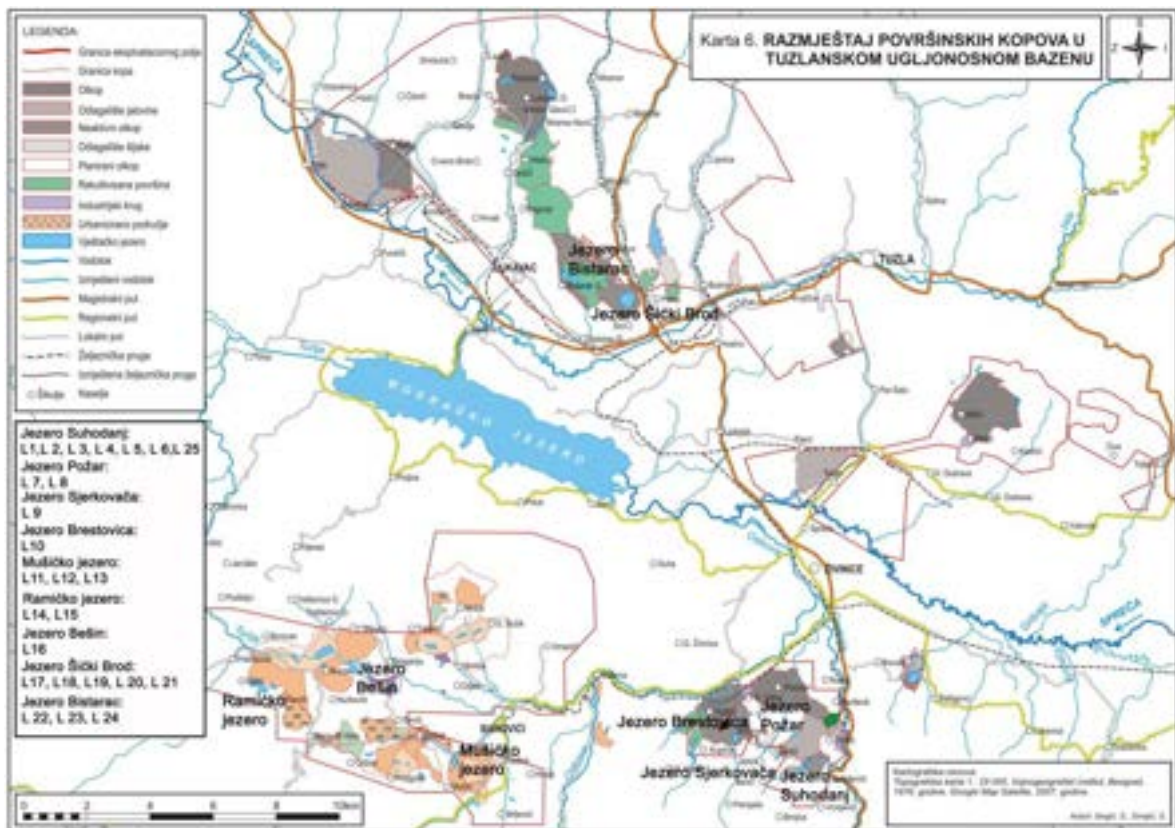
1. UVOD	1
2. JEZERO KOP ŠIČKI BROD	4
3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	7
4. PARAMETRI KVALITETA POVRŠINSKIH VODA.....	8
5. METODOLOGIJA RADA	12
5.1. Vrijeme uzorkovanja	14
5.2. Metode istraživanja	15
6. REZULTATI ISPITIVANJA FIZIČKO-HEMIJSKIH PARAMETARA.....	17
7. ZAKLJUČAK.....	26

1. UVOD

Na području Tuzlanskog kantona postoji nekolicina prirodnih jezera. Ona malobrojna, koja su nastala prirodnim putem su vrlo mala, naprimjer jezero Gorsko oko (ili Paučko) na planini Konjuh ili malo jezerce u naselju Humci na planini Majeveci.

Međutim, na području kantona postoji nekoliko većih vještačkih jezera, nastalih izgradnjom brana kojim su pregrađene rijeke, a iza njih se formirala vodena akumulacija. Vode ovih jezera se uglavnom koriste za industrijske i energetske potrebe, dok se vode pojedinih jezera koriste i za vodosnabdijevanje. Takva su jezera: Modrac na rijeci Spreči (treće po veličini površine u Bosni i Hercegovini), Sniježnica na Majeveci, te Vidara i Hazna kod Gradačca.

Na degradiranim površinama područja u, ali i oko Tuzle (slika 1.), uslijed površinske eksploatacije uglja, formirana su vodena tijela u vidu „kopovskih jezera“. Ova jezera čine specifičnu vrstu vještačkih akumulacija, koje nastaju punjenjem završnog kratera vodom po prestanku drenažnog i eksploatacionog procesa, ili pregrađivanjem površinskih tokova vode jalovinskim materijalom. Obalne površine ovako nastalih jezera su nepravilne, sa velikim nagibima, odronima i lokalnim depresijama (Oruč i Arnautalić, 1996).



Slika 1. Lokacije i raspored kopovskih jezera na području Tuzlanskog kantona

Kopovska jezera nastaju na dva načina. Prava kopovska jezera (engl. pit lake) se formiraju doticanjem vode iz prekinutih površinskih i podzemnih tokova u završni krater površinskog kopa, po završetku eksploatacionih radova. Drugi način formiranja je pregrađivanje površinskih tokova vode nasipima jalovišnog materijala, čime nastaju pliće vještačke vodene akumulacije.

Oba tipa akumulacija, kroz proces prirodne progradacije vegetacije, pokazuju osobine močvarnih staništa (Kamberović, 2010).

Od prije nekoliko decenija, podzemne vode i mali izvori i potoci su dna napuštenih rudarskih kopova napunile vodom i tako se širom kantona formiralo više manjih i većih jezera.

Na satelitskim snimcima, može se uočiti oko 40 jezera i bara, ograničenih na područje površinskih kopova tuzlanskog bazena. Među najvećim kopovskim jezerima šire okoline Tuzle, izdvaja se sedam jezera u krekanskom ugljunosnom bazenu (ukupne površine 37 ha), četiri jezera u banovićkom (22,5 ha) i sedam jezera u đurđevićkom bazenu (Smajić, 2007).

Takva jezera su: Šićki Brod kod Tuzle, Bistarac i Smoluća kod Lukavca, Bešin, Mušičko i Ramičko kod Banovića, Brestovača, Sjerkovača, Suhodanj i Požar kod Živinica....

Neka od ovih jezera imaju promjenljiv karakter, jer se njihov ukupni izgled uslijed promjena na kopu mijenja, a neka i nestanu. Takvo je jezero na površinskom kopu Dubrave, kod naselja Vršani, koje je prije nekoliko godina i potpuno nestalo.

Kako jezera obezbjeđuju stalno prisustvo vlage zraka i podloge, procesom povratka biljnih i životinjskih vrsta na degradirana staništa i realizacijom bioloških interakcija, ovdje se tokom vremena uspostavljaju tipični močvarni ekosistemi (Barudanović i Kamberović, 2008).

Stepen istraženosti biodiverziteta kopovskih jezera u Bosni i Hercegovini nije na zadovoljavajućem nivou. To pokazuju hidrobiološka istraživanja vršena na kopovskom jezeru Šićki Brod. Utvrđeno je da u akumulaciji dominiraju organizmi indikatori betamezosapobnog-oligosapobnog kvaliteta vode, što potvrđuje i sadržaj organskih materija u vodi, odnosno relativno niske koncentracije soli azota i fosfora. Prema stepenu čistoće vode, akumulacija Šićki Brod se može svrstati u I-II klasu vode, ukoliko se izdvoji utvrđena vrijednost suhog ostatka filtrirane vode, što je posljedica visokog sadržaja sulfata u vodi (Oruč i Arnautalić, 1996).

Proučavanja strukture i dinamike makrofitocenoza na kopovskim jezerima područja Tuzle do sada nisu vršena.

Istraživanja fizičko-hemijskih karakteristika vode kopovskih jezera, također nisu na zadovoljavajućem nivou. Analiza uticaja jalovišta na kvalitet voda tekućica i kopovskog jezera na đurđevićkom ugljonosnom bazenu (Habul i sar., 2005), pokazuje da voda jezera ima neutralnu reakciju, a da procesi zakiseljavanja i neutralizacije teku paralelno. Naime, jalovišni materijal sa visokim sadržajem karbona djeluje kao pufer, koji neutralizira kiseline sumpora taložeći ih kao soli kalcija i magnezija.

Zbog stalne melioracije i isušivanja, ova staništa, pa i čitavi močvarni ekosistemi su ograničeni na male površine. Kako sadrže vrijedan genofond, u sistemu održive konzervacije imaju puni prioritet (Redžić i sar., 2008). Zbog toga, svako očuvano, kao i stvoreno močvarno stanište predstavlja mogućnost više za opstanak najugroženijih biljnih i životinjskih vrsta i ekosistema koji od njih direktno i indirektno ovise (Barudanović i Kamberović, 2008).

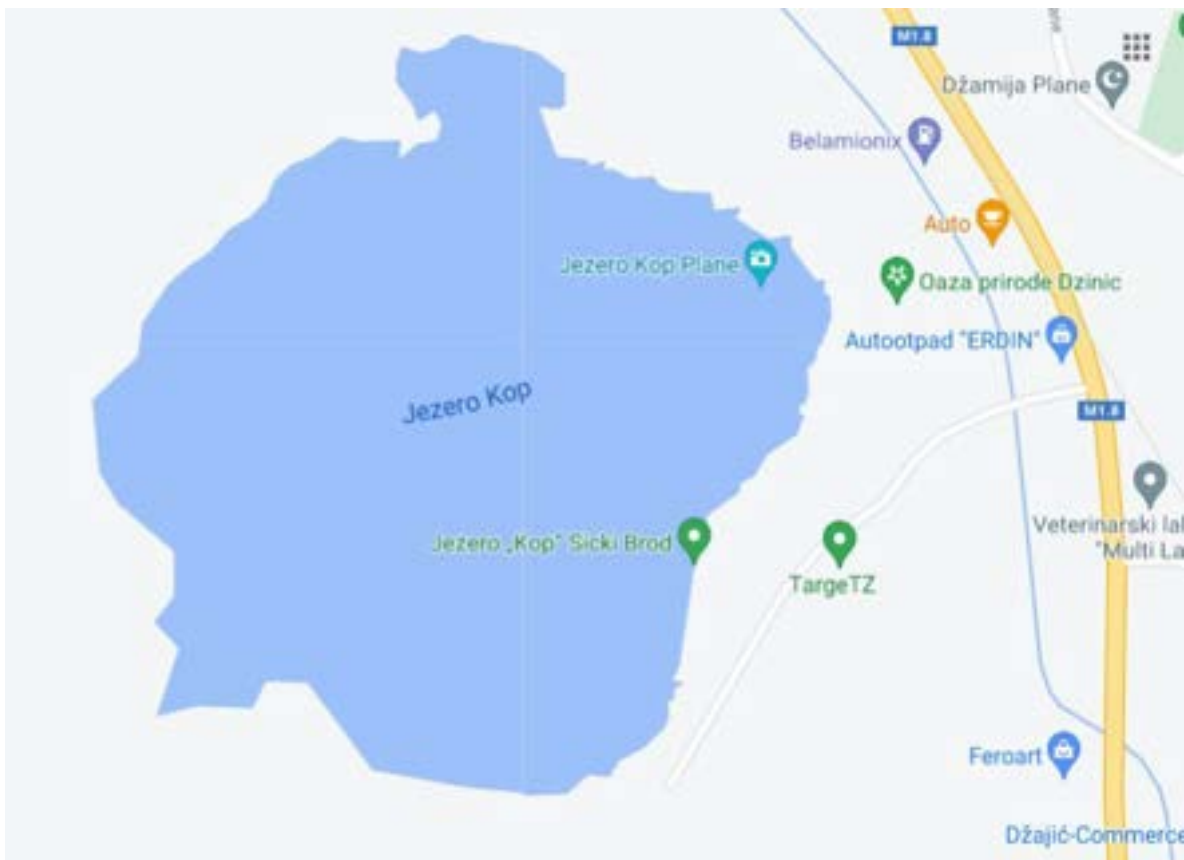
2. JEZERO KOP ŠIČKI BROD

Akumulacioni prostor jezera Kop Šićki Brod (Koordinate: 44.5258°N 18.5882°E) je u svom sadašnjem obliku rezultat eksploatacije uglja na površinskom kopu Šićki Brod, odlaganja otkrivke i djelimično rekultivacije ovog prostora.

Jezero je formirano 1987. godine, po prestanku površinske eksploatacije, kada je ostao završni krater, na kome nije rađena tehnička rekultivacija prostora. Ovo jezero spada u akumulacijska jezera. Dugo je 800 metara u najdužem dijelu, a u najširem dijelu je široko 400 metara. Prema nekim informacijama najveća dubina ovog jezera iznosi 35 metara. Zbog navedenih dimenzija vrlo je pogodno za rekreacijski i sportski ribolov. Obala jezera Kop je razvedena malim uvalama (Slika 2a i 2b).



Slika 2a. Satelitski prikaz lokacije jezera Kop Šićki brod



Slika 2b. Lokacija jezera Kop Šićki brod

Jezero Kop Šićki brod formirano je od podzemnih voda i nalazi se na istoimenom kopu za koji Rudnici Kreka imaju okolinsku dozvolu da raspolažu sa 300 ha rekultivisanog zemljišta. Od toga Lukavcu pripada 250, a Tuzli 50 ha.

Dno nije jednake konfiguracije, ali samo dno pokriva šljunak. U litološkom pogledu, sastavljeno je od više vrsta materijala karakterističnih za ugljeni bazen. To su slojevito raspoređeni pijesci svih granulacija, prah, glina i ugalj (Mujačić, ND, dostupno na www.bistrobih.com).

Nakon otkopavanja krovinskih naslaga i formiranja unutrašnjeg odlagališta, formiran je sekundarni litološki član, koji predstavlja mješavinu pijeska, praha i gline u približnom odnosu 70:20:10 koji tvori veći dio unutrašnjeg prostora jezera Šićki Brod.

Iako ove naslage ne predstavljaju prirodno geološki član, u hidrogeološkom smislu igraju značajnu ulogu kao hidrogeološki kompleks sa pretežno kolektorskom funkcijom. Po prestanku površinske eksploatacije, nije bilo potrebe za daljnim odvodnjavanjem i

snižavanjem nivoa podzemnih voda, tako da je završni krater ispunjen vodom, dubine do 33,8 metara. Površina jezera iznosi 208770 m², za kotu nivoa vode 207,8 m.n.v., a najniža tačka jezera je na koti 174 m.n.v. (Oruč i Arnautalić,1996).

Morfološke karakteristike užeg obalnog područja i okolnog terena su rezultat rudarskih radova u završnoj fazi eksploatacije, a ne ciljane tehničke rekultivacije. To se posebno očituje napravnim i strmim obalama nagiba 25°- 33°, sa izraženom abrazijom. Ukupna slivna površina jezera iznosi 1,73 km².

Jezero je protočnog tipa. U kontinuitetu u njega dotiče sedam poznatih izvora vode. Izvjesno je da ga napaja nekolicina podvodnih izvora, što potvrđuje činjenica da zimi dijelove jezera gdje su vjerovatni podvodni izvori nikad nije pokrio led. Višak vode iz jezera se prelijeva u Mramorski potok.

Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja (Kamberović i sar. 2015) jezero Kop Šićki Brod ima vodu II klase kvaliteta.

Floru čine vodeno raslinje. Fauni je pridonijelo plansko poribljavanje. Poribljavanje se vrši planski od 2000-ih, a dotad je poribljavanje vršeno povremeno i mjestimično. Od 2000. uređuje se za sportski ribolov i ima uređenu ribočuvarsku službu.

Kvalitet ulovljene ribe pokazuje kvalitet vode i količinu prirodne hrane u jezeru. Jezero Kop Šićki Brod poribljeno je somom, babuškom, šaranom i amurom. Pored ubačenih šarana, jezero ima i "starosjediteljske" ribe, koje su preživjele ribolove. Većinom su to ljuskari (Savski vretenci, divljaci) koje su unijeli mjesni ribari. Obilje bijele ribe u jezeru: crvenperke, bjelice i deverike, pogoduje populaciji ranije unesene predatorske štuke (Mujačić, ND, dostupno na www.bistrobih.com).

Podvodni svijet jezera nedavno je istraživani, te je zabilježeno i nekoliko fotografija koje prikazuju ne samo veoma bogat biljni i životinjski spektar već i vrlo dobru vidljivost na dubini od 30 metara koja iznosi cca 7 m. Poređenja radi u jezeru Modrac vidljivost je na sličnoj dubini između 10 i 30 cm.

Jezero Kop Šićki Brod nalazi se u neposrednoj blizini putne komunikacije Tuzla –Orašje u blizini naseljenog mjesta Plane. Od Tuzle je udaljeno oko 6 km. U posljednjih nekoliko godina na obali jezera formirana su vikend naselja koja se odlikuju uglavnom izgrađenim montažnim objektima privremenog karaktera. Na osnovu toga uglavnom se u posljednje

vrijeme koristi kao izletišta građana Tuzle i Lukavca, ali i kao potencijal za sportski i rekreativni ribolov. U ljetnim mjesecima jezero Kop Šićki Brod koristi se i kao kupalište sa veoma izraženom posjetom lokalnog stanovništva. Na užem i širem dijelu ovog područja djeluje i nekoliko udruženja i neformalnih grupa građana sve sa ciljem zaštite jezera od mogućeg zagađenja, ali i uništenja.

Lokacija jezera je bila a i danas je, predmet velikih polemika, jer je bila predviđena za odlagalište pepela i šljake iz Termoelektrane Tuzla, posebno po izgradnji Bloka 7.

Mještani Lukavca i Tuzle više puta su iskazivali svoje nezadovoljstvo čime do sada nisu dozvolili uništavanje jezera koje bi bilo neminovno ukoliko se na neposrednoj lokaciji počne odlagati otpadni tok Termoelektrane Tuzla.

S tim u vezi, po izmjenama i dopunama Prostornog plana 2005-2025. za područje Tuzlanskog kantona, jezero nije predviđeno da bude odlagalište šljake i pepela iz Termoelektrane Tuzla.

3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Dosadašnja istraživanja po pitanju kvaliteta vode i stanja okoline na jezeru Kop Šićki Brod uglavnom su išla u pravcu ispitivanja bioloških karakteristika vode i drugih aspekata okoline, tj. razmatrano je ekološko stanje.

Jasmina Kamberović (2010) u okviru magistarskog rada istraživala je antropogena močvarna staništa kao konzervacijski potencijal područja Tuzle.

Kamberović i Barudanović (2012) u radu pod nazivom Alge i makrofiti kopovskih jezera šireg područja Tuzle, utvrđivali su kvalitativni sastav i relativne brojnosti algi i makrofita u litoralnom području sedam umjetnih jezera, između ostalog i jezera Kop Šićki Brod.

Dedić i Mašić (2014) u radu pod nazivom Marshland vegetation of the order *Phragmitetalia* on shores of mine pit lakes in north-eastern Bosnia and Herzegovina, na obalama četiri kopovska jezera šireg područja Tuzle, između ostalih i jezera Kop, određivali su dvije biljne zajednice, te zabilježili prisustvo 33 biljne vrste.

Hodžić i saradnici (2011) u radu Microbiological characteristics of the water in mine pit lakes in the Tuzla coal basin, istražili su mikrobiološko stanje nekoliko jezera na području Sjeveroistočne Bosne i Hercegovine.

Nurić i saradnici (2012) su ispitivali mogućnost razvoja turizma na području napuštenih rudnika u Bosni i Hercegovini.

Od ostalih istraživanja treba izdvojiti Studiju ranjivosti prostora (IPSA Institut Sarajevo, 2016) za period od 2016. do 2036.godine. U okviru studije „Prostorni plan područja posebnih obilježja dijela slivnog područja akumulacije Modrac“ pored generalnih informacija izvršena je Analiza postojećeg stanja, Analiza mogućih opasnosti, te Procjena ranjivosti prostora.

Istraživanja hemijskog kvaliteta vode nisu dostupna tako da bi ova studija mogla predstavljati jedan vid procjene nultog stanja.

4. PARAMETRI KVALITETA POVRŠINSKIH VODA

Procjena hemijskog aspekta kvaliteta površinskih voda obavlja se putem definiranja vrijednosti odgovarajućih parametara. Preporučena vrijednost predstavlja maksimalnu koncentraciju određene materije u vodi ili drugih parametara pri kojoj nema negativnih posljedica po zdravlje, ili je rizik za zdravlje prihvatljiv. Metode analiza vode i ocjene kvaliteta voda obično se vrše prema standardnim metodama za ispitivanje kvaliteta vode.

Parametri kvaliteta vode mogu biti organoleptički, hemijski, fizički, fizičko-hemijski i mikrobiološki.

Najvažniji fizički parametri prirodnih voda su:

- temperatura
- elektrovodljivost
- miris i ukus
- boja
- mutnoća
- prozirnost

Temperatura vode

U idealnim slučajevima temperatura vode je konstantna ili sa manjim varijacijama koje su u direktnoj vezi sa promjenom godišnjeg doba i geografskog položaja (8-14°C). Male varijacije ukazuju na fizički zaštićeno izvorište vode, koje je uglavnom podzemno.

Elektrovodljivost

Elektrovodljivost predstavlja ukupnu količinu rastvorenih soli ili iona u vodi, a u direktnoj je ovisnosti od vrste prisutnih iona u vodi, koncentracije iona, pokretljivosti i naelektrisanja iona.

Tabela 1. Prosječna elektrovodljivost voda različitog porijekla

vrsta vode	elektrovodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
potpuno čista voda	0,055
dejonizovana voda	0,1
destilovana voda	0,5-3,0
voda iz česme	500-800
voda za piće	max 1055
morska voda	56000

Miris i ukus

Miris i ukus prirodne vode potiče od prisustva organskih i neorganskih kontaminanata, iz bioloških izvora i procesa, kontaminacije sintetičkim hemikalijama, korozije, ili mogu biti posljedica tretmana vode.

Boja vode

Boja vode predstavlja optičko svojstvo vode, posljedica je apsorpcije i refleksije svjetlosti određene talasne dužine, bez skretanja talasnih dužina. Određivanje boje vode vrši se spektrofotometrijskom metodom.

Mutnoća vode

Mutnoća vode je mjera finih suspendiranih materija u vodi, najčešće prouzrokovana koloidnim i grubodisperznim primjesama prisutnim u uzorku. Izražava se u nefelometrijskim jedinicama mutnoće (NTU-nephelometric turbidity units). Uređaji za određivanje mutnoće vode su turbidimetri.

Prozirnost vode

Čista voda je transparentna za vidljivu i UV svjetlost. Providnost se mjeri pomoću Sekijeve ploče, bijele okrugle ploče prečnika 30 cm, koja se uranja u vodu. Dubina na kojoj se Sekijeva ploča ne vidi predstavlja providnost vode.

Uobičajne vrijednosti providnosti vode su:

- čista destilovana voda oko 80 m
- okeanska pučina oko 50 m
- jezera oko 4 m
- rijeke oko 10 cm

Najvažniji hemijski parametri prirodnih voda su:

- pH vrijednost
- alkalitet vode
- tvrdoća vode
- sadržaj otopljenog kisika
- BPK (biohemijska potrošnja kisika)
- HPK (hemijska potrošnja kisika)
- TOC (ukupni organski ugljik)

pH vrijednost

Vrijednost pH u prirodnim čistim vodama u direktnoj je ovisnosti od karbonata i hidrogenkarbonata, koncentracije otopljenog CO₂ iz atmosfere, od bioloških procesa ili otapanja karbonatnih stijena. Niski pH u čistim vodama posljedica je otopljenog proizvoda biljne razgradnje kao što su humus, fluvijiska kiselina i druge organske kiseline, te

industrijskog otpada. Na pH vrijednost utiču temperatura, tvrdoća, alkalitet i drugi faktori, a mjeri se direktno pomoću pH-metra.

Alkalitet vode

Voda u kontaktu sa kiselinom uzrokuje smanjenje broja slobodnih iona čime se kiselina neutralizira, do procesa dolazi i kada je voda potpuno neutralna. Ova osobina vode predstavlja alkalitet. Najčešći ioni koji pridonose alkalitetu vode su hidrogenkarbonati, karbonati i hidroksidi. Alkalitet se izražava u mg/l CaCO_3 , a nije ograničen normama za prirodnu i pitku vodu.

Tvrdoća vode

Tvrdoća vode je određena prisutnošću iona kalcija (Ca^{2+}) i magnezija (Mg^{2+}), koji su ujedno i veoma važni minerali za ljudsko zdravlje, ali i metalnih kationa poput željeza (Fe^{2+}), mangana (Mn^{2+}), stroncija (Sr^{2+}) i aluminijska (Al^{3+}), iako je njihov uticaj skoro pa zanemariv s obzirom na malu zastupljenost u vodi. S obzirom na to kako se ioni vežu, ukupna tvrdoća vode može biti karbonatna, koju čine kalcijevi i magnezijevi ioni tvoreći karbonate i bikarbonate, te nekarbonatna koju uzrokuju ioni kalcija i magnezija tvoreći sulfate, hloride, nitrata, ali i u puno manjoj tvore borate, jodide i neke druge spojeve.

Sadržaj otopljenog kisika

Kisik je najrasprostranjeniji element koji dopijeva u vodu otapanjem iz zraka i fotosintezom. Neophodan je za respiraciju aerobnih bakterija i mnogobrojnih organizama u vodi. Kisik u vodu dopijeva apsorpcijom iz atmosfere ili kao produkt fotosinteze vodenih algi. Raspadanjem organskih materija u vodi koncentracija kisika opada, a što je ujedno i pokazatelj zagađenosti vode.

Pri niskim koncentracijama otopljenog kisika nastaju neugodni mirisi zbog anaerobne razgradnje i nastanka plinova metana, sumporovodika i amonijaka. Porastom temperature i koncentracije hloridnih iona smanjuje se topivost, a samim tim i koncentracija otopljenog kisika u vodi.

BPK (biohemijska potrošnja kisika)

Biohemijska potrošnja kisika predstavlja količinu kisika koja se utroši za oksidaciju organskih materija pod dejstvom aerobnih mikroorganizama u izmjerenoj zapremini ispitivane površinske ili otpadne vode u toku pet dana na temperaturi od 20°C.

Voda zasićena kisikom na 20°C sadrži 9,2 mg O₂/l rastvorenog kisika. Pošto se oksidacija organskih materija u zagađenoj vodi potroši u toku 5 dana na 20°C više od ove količine kisika, uzorak treba razblažiti potrebnom količinom destilovane vode koja je prethodno zasićena kisikom i kojoj su dodate male količine soli potrebne za razvoj mikroorganizama.

HPK (hemijska potrošnja kisika)

Hemijska potrošnja kisika (HPK) predstavlja količinu kisika koja je ekvivalentna količini dihromata utrošenog na oksidaciju otopljenih i suspendiranih materija u uzorku vode, kada je on tretiran ovim oksidansom unutar definiranih uslova. Pokazatelj je tereta zagađenja organskim komponentama i dijelom neorganske materije koji se može oksidirati. Kao i BPK vrijednost, i HPK se izražava u jedinicama mg O₂/l, ali je ova vrijednost za isti uzorak uvijek veća ili jednaka vrijednosti BPK.

TOC (ukupni organski ugljik)

Ukupni organski ugljik predstavlja mjeru sadržaja organski vezanog ugljika u vodi. TOC u površinskim vodama potiče od prirodnog razlaganja organske materije, ali potiče i iz antropogenih izvora.

Odlukom o karakterizaciji površinskih i podzemnih voda, referentnim uslovima i parametrima za ocjenu stanja voda i monitoringu voda (Službene novine Federacije BiH br. 1/14) definirane su komponente kvaliteta vode koje trebaju biti analizirane u cilju procjene kvaliteta površinskih voda.

5. METODOLOGIJA RADA

Sva istraživanja, po svom obimu, radi valjane komparacije pojedinih istraživanja obavljena su prema standardnoj metodologiji na akumulaciji.

Istražni prostor obuhvata jezero Kop Šićki Brod, sa svim karakteristikama koje definiraju jezero i sliv jezera.

Lokaliteti istraživanja su planirani kako bi rezultati bili uporedivi i to:

lokalitet A - Lokacija „sjever“ $44^{\circ}31'42.6''N$ $18^{\circ}34'39.4''E$,

lokalitet B - Lokacija „sredina“ $44^{\circ}31'36.5''N$ $18^{\circ}34'37.5''E$

lokalitet C - Lokacija „jug“ $44^{\circ}31'32.5''N$ $18^{\circ}34'37.2''E$.

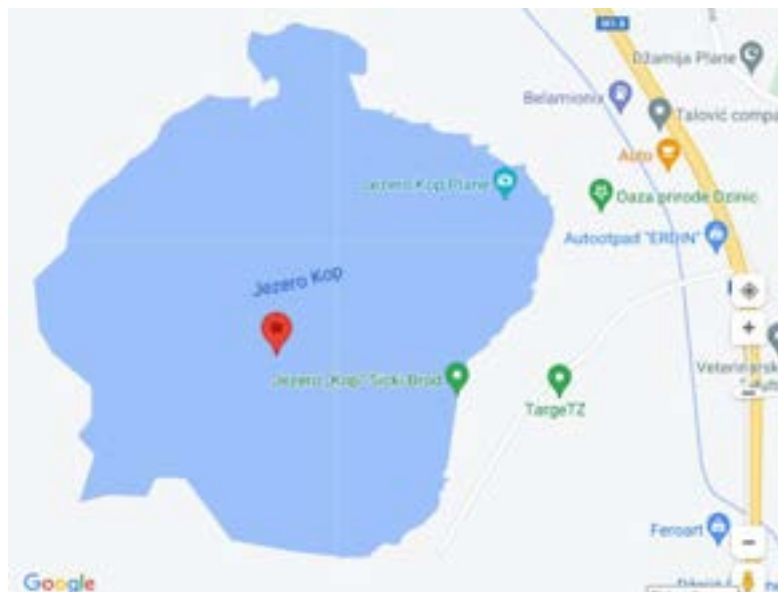
Broj uzimanja uzoraka vode po dubinama lokaliteta unaprijed je definiran, a ovisio je o pojedinim lokalitetima odnosno od dubine akumulacije u vrijeme terenskih istraživanja i uzimanja uzorka vode.

Na osnovu navedenog, uzorkovanje je vršeno na dubinama 0,3 m i 2,0 m za sva tri ispitivana lokaliteta, te na lokalitetu B (sredina jezera) izvršeno je dodatno uzorkovanje na 5,0 m i 10,0 metara dubine.

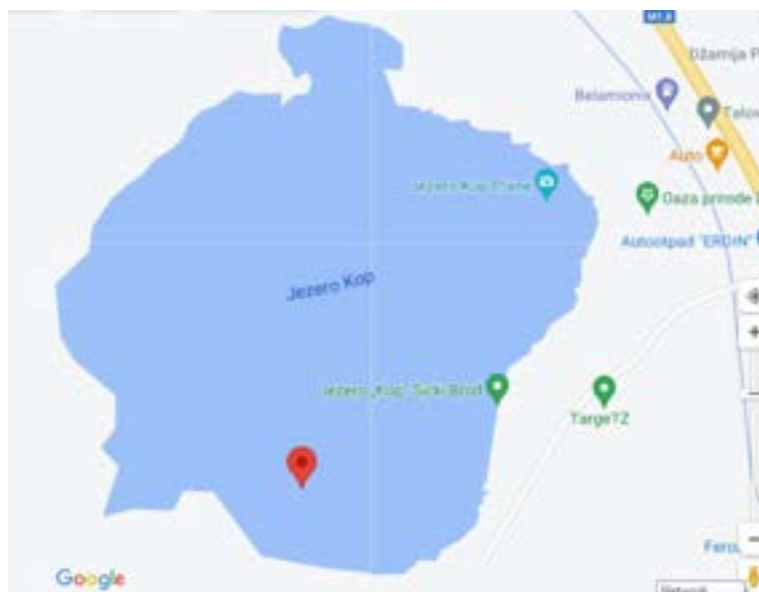
Pregled lokaliteta - mjesta terenskih mjerenja i uzorkovanja dati su na slikama 3a, 3b i 3c - Situacija jezera Kop Šićki Brod sa položajem istraživačkih lokaliteta.



Slika 3a. Situacija jezera Kop Šićki Brod sa položajem istraživačkog lokaliteta A



Slika 3b. Situacija jezera Kop Šićki Brod sa položajem istraživačkog lokaliteta B



Slika 3c. Situacija jezera Kop Šićki Brod sa položajem istraživačkog lokaliteta C

5.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje je izvršeno u avgustu 2021. godine, od strane akreditirane laboratorije Instituta za hemijsko inženjerstvo Tuzla.

5.2. Metode istraživanja

Sama organizacija rada istraživanja, odnosno sakupljanje uzoraka sa mjernih lokaliteta, obavljena je u organizaciji izvršioca usluga - Instituta za hemijsko inženjerstvo Tuzla, uz prisustvo Stručnog eksperta za izradu Analize kvaliteta vode jezera Kop Šićki Brod.

Obzirom na obim parametara koji su ispitivani za svaki, prethodno definiran uzorak, uzorkovana je zapremina od 3 litra, te hladnim lancem izvršen transport do laboratorijskog prostora izvršioca.

Uzorci vode za fizičko-hemijska mjerenja i analize uzimani su na utvrđenim lokalitetima akumulacionog jezera. Uzorci voda uzimani su propisanim metodama, i to sa površine vode (0,2 m) direktnim zahvatanjem, a po dubini uzorkivačem (Zullig i General oceanic Niskin) zapremine 2 i 12 litara (Slika 4a, 4b i 4c).





Slika 4. Uzorkovanje na dubinama 2,0; 5,0 i 10 metara

Kod uzimanja uzoraka obavljena su fizička mjerenja, a uzorci namijenjeni hemijskim analizama propisano su stabilizirani. Hemijske analize voda, na utvrđivanje pokazatelja voda, rađene su u Laboratoriju Instituta za hemijsko inženjerstvo Tuzla.

Fizičko-hemijske analize rađene su po Direktivama Evropske unije i Američkim standardima za vode (APHA) i propisanim metodama za ispitivanje površinskih i pitkih voda u skladu sa važećim standardima naše zemlje (Tabela 2).

6. REZULTATI ISPITIVANJA FIZIČKO-HEMIJSKIH PARAMETARA

Rezultati mjerenja i određivanja fizičko-hemijskih parametara koji definiraju kvalitet vode u jezeru Kop Šićki Brod prikazani su u narednim tabelama.

Tabela 3. Rezultati ispitivanja fizičko-hemijskih parametara kvaliteta vode jezera Kop Šićki
Brod za lokalitet A (sjever)

Redni broj	Ispitivani parametar	Jedinica	dubina 0,3 m	dubina 2,0 m
1	Temperatura vode	°C	25,0	24,5
2	pH vrijednost	-	8,03	8,04
3	Otopljeni kisik	mgO ₂ /l	8,51	8,41
4	Zasićenost kisikom	%	108	105
5	Elektroprovodljivost	μS/cm	775	766
6	Boja		bez	bez
7	Mutnoća		1,8	2,0
8	Alkalitet ukupni	mg CaCO ₃ /l	140	150
9	Karbonatna tvrdoća	^o nj	7,80	8,4
10	Nekarbonatna tvrdoća	^o nj	16,0	15,1
11	Ukupna tvrdoća	^o nj	23,8	23,5
12	Karbonati CO ₃	mg/l	0,00	0,00
13	Bikarbonati HCO ₃	mg/l	171	183
14	Biološka potrošnja kisika, BPK ₅	mgO ₂ /l	1,96	1,42
15	Utrošak KMnO ₄	mgO ₂ /l	3,44	2,50
16	Ukupno suspendirane materije	mg/l	0,4	0,0
17	Amonij ion, N-NH ₄ ⁺	mg/l	0,26	0,22
18	Taložive materije	ml/l	0,00	0,00
19	Ukupni azot, N	mg/l	0,28	0,25
20	Nitrati, N-NO ₃	mg/l	0,000	0,000
21	Nitriti, N-NO ₂	mg/l	0,004	0,005
22	Ortofosfati (P)	mg/l	0,005	0,007
23	Kalcij (Ca)	mg/l	106	106
24	Magnezij (Mg)	mg/l	38,9	37,8
25	Slobodni CO ₂	mg/l	0,00	0,00
26	Vezani CO ₂	mg/l	84,0	90,0
27	Hloridi Cl ⁻	mg/l	4,6	4,6
28	Sulfati SO ₄	mg/l	279	263
29	Silikati (SiO ₂)	mg/l	9,24	10,9
30	Ukupni isparni osatak	mg/l	662	642
31	Ukupni fosfor, P	mg/l	0,007	0,008
32	Bakar (Cu)	mg/l	0,000	0,000
33	Cink (Zn)	mg/l	0,003	0,003
34	Hrom ukupni (Cr)	mg/l	0,000	0,000
35	Kadmij (Cd)	mg/l	0,000	0,000
36	Mangan (Mn)	mg/l	0,006	0,007
37	Nikl (Ni)	mg/l	0,034	0,036
38	Olovo (Pb)	mg/l	0,000	0,000
39	Željezo (Fe)	mg/l	0,033	0,035
40	Natrij (Na)	mg/l	7,473	7,399
41	Kalij (K)	mg/l	6,390	6,375
42	Aluminij (Al)	mg/l	0,000	0,000
43	Arsen (As)	mg/l	0,000	0,000
44	Providnost	m	4,5	4,5

Tabela 4. Rezultati ispitivanja fizičko-hemijskih parametara kvaliteta vode jezera Kop Šiški
Brod za lokalitet B (sredina)

Redni broj	Ispitivani parametar	Jedinica	dubina 0,3 m	dubina 2 m	dubina 5 m	dubina 10 m
1	Temperatura vode	°C	25,0	24,5	21,0	14,0
2	pH vrijednost	-	8,07	8,11	8,01	7,85
3	Otopljeni kisik	mgO ₂ /l	8,28	8,51	9,14	10,9
4	Zasićenost kisikom	%	104	105	112	127
5	Elektroprovodljivost	μS/cm	761	762	764	768
6	Boja		bez	bez	bez	bez
7	Mutnoća		1,7	1,7	1,6	1,6
8	Alkalitet ukupni	mg CaCO ₃ /l	140	140	145	155
9	Karbonatna tvrdoća	⁰ nj	7,80	7,80	8,1	8,7
10	Nekarbonatna tvrdoća	⁰ nj	15,7	15,7	15,7	15,1
11	Ukupna tvrdoća	⁰ nj	23,5	23,5	23,8	23,8
12	Karbonati CO ₃	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Bikarbonati HCO ₃	mg/l	171	171	177	189
14	Biološka potrošnja kisika, BPK ₅	mgO ₂ /l	1,08	1,22	1,06	1,28
15	Utrošak KMnO ₄	mgO ₂ /l	2,20	2,38	2,15	2,50
16	Ukupno suspendirane materije	mg/l	0,0	0,0	0,0	0,0
17	Amonij ion, N-NH ₄ ⁺	mg/l	0,21	0,18	0,24	0,31
18	Taložive materije	ml/l	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Ukupni azot, N	mg/l	0,24	0,20	0,25	0,35
20	Nitrati, N-NO ₃	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000
21	Nitriti, N-NO ₂	mg/l	0,006	0,004	0,007	0,006
22	Ortofosfati (P)	mg/l	0,004	0,003	0,004	0,005
23	Kalcij (Ca)	mg/l	107	107	108	110
24	Magnezij (Mg)	mg/l	37,7	37,7	37,6	36,4
25	Slobodni CO ₂	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00
26	Vezani CO ₂	mg/l	84,0	84,0	87,0	93,0
27	Hloridi Cl ⁻	mg/l	4,8	4,7	5,3	5,0
28	Sulfati SO ₄	mg/l	275	262	270	268
29	Silikati (SiO ₂)	mg/l	12,1	13,6	10,2	8,41
30	Ukupni isparni osatak	mg/l	649	653	658	653
31	Ukupni fosfor, P	mg/l	0,006	0,005	0,006	0,007
32	Bakar (Cu)	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000
33	Cink (Zn)	mg/l	0,004	0,006	0,005	0,009
34	Hrom ukupni (Cr)	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000
35	Kadmij (Cd)	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000
36	Mangan (Mn)	mg/l	0,009	0,012	0,010	0,016
37	Nikl (Ni)	mg/l	0,049	0,044	0,037	0,056
38	Olovo (Pb)	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000
39	Željezo (Fe)	mg/l	0,021	0,025	0,022	0,018
40	Natrij (Na)	mg/l	7,388	7,360	7,370	7,163
41	Kalij (K)	mg/l	6,377	6,381	6,388	6,385
42	Aluminij (Al)	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000
43	Arsen (As)	mg/l	0,000	0,000	0,000	0,000
44	Providnost	m	6,0	6,0	6,0	6,0

Tabela 5. Rezultati ispitivanja fizičko-hemijskih parametara kvaliteta vode jezera Kop Šiški
Brod za lokalitet C (jug)

Redni broj	Ispitivani parametar	Jedinica	dubina 0,3 m	dubina 2,0 m
1	Temperatura vode	°C	25,0	24,5
2	pH vrijednost	-	8,12	8,12
3	Otopljeni kisik	mgO ₂ /l	8,44	8,57
4	Zasićenost kisikom	%	104	106
5	Elektroprovodljivost	μS/cm	767	769
6	Boja		bez	bez
7	Mutnoća		1,8	1,8
8	Alkalitet ukupni	mg CaCO ₃ /l	150	145
9	Karbonatna tvrdoća	⁰ nj	8,4	8,1
10	Nekarbonatna tvrdoća	⁰ nj	15,4	15,4
11	Ukupna tvrdoća	⁰ nj	23,8	23,5
12	Karbonati CO ₃	mg/l	0,00	0,00
13	Bikarbonati HCO ₃	mg/l	183	177
14	Biološka potrošnja kisika, BPK ₅	mgO ₂ /l	1,12	1,28
15	Utrošak KMnO ₄	mg/l	2,10	2,36
16	Ukupno suspendirane materije	mg/l	0,2	0,0
17	Amonij ion, N-NH ₄ ⁺	mg/l	0,30	0,35
18	Taložive materije	ml/l	0,00	0,00
19	Ukupni azot, N	mg/l	0,35	0,38
20	Nitrati, N-NO ₃	mg/l	0,000	0,000
21	Nitriti, N-NO ₂	mg/l	0,009	0,006
22	Ortofosfati (P)	mg/l	0,002	0,002
23	Kalcij (Ca)	mg/l	105	105
24	Magnezij (Mg)	mg/l	38,8	38,2
25	Slobodni CO ₂	mg/l	0,00	0,00
26	Vezani CO ₂	mg/l	90,0	87,0
27	Hloridi Cl ⁻	mg/l	4,5	4,9
28	Sulfati SO ₄	mg/l	275	272
29	Silikati (SiO ₂)	mg/l	10,0	10,0
30	Ukupni isparni osatak	mg/l	655	651
31	Ukupni fosfor, P	mg/l	0,005	0,005
32	Bakar (Cu)	mg/l	0,000	0,000
33	Cink (Zn)	mg/l	0,000	0,000
34	Hrom ukupni (Cr)	mg/l	0,000	0,000
35	Kadmij (Cd)	mg/l	0,000	0,000
36	Mangan (Mn)	mg/l	0,002	0,007
37	Nikl (Ni)	mg/l	0,036	0,039
38	Olovo (Pb)	mg/l	0,000	0,000
39	Željezo (Fe)	mg/l	0,023	0,029
40	Natrij (Na)	mg/l	7,397	7,410
41	Kalij (K)	mg/l	6,354	6,319
42	Aluminij (Al)	mg/l	0,000	0,000
43	Arsen (As)	mg/l	0,000	0,000
44	Providnost	m	6,0	6,0

Iz dobivenih rezultata istraživanja kvaliteta vode jezera Kop Šićki Brod posmatrajući akumulaciju u cjelini, dati komentari kvaliteta vode odnose se na ljetno razdoblje istraživanja, obzirom da su uzorci uzimani jednokratno u naprijed navedenom terminu.

Prema Odluci o karakterizaciji površinskih i podzemnih voda, referentnim uslovima i parametrima za ocjenu stanja voda i monitoringu voda (Službene novine FBiH br: 1/14) akumulacija Kop Šićki Brod spada u mala jezera (do 0,5 km²), na prelazu sa ravničarskog u brdski tip, te veoma duboko jezero(>15 m). Odlukom o karakterizaciji površinskih i podzemnih voda, referentnim uslovima i parametrima za ocjenu stanja voda i monitoringu voda nije propisana tipizacija i karakterizacija jezera za duboka jezera.

Ukoliko se analiziraju rezultati fizičko-hemijskih parametara koji daju potpunu sliku kvaliteta vode u jezeru Kop Šićki Brod jasno je vidljivo da ne postoje izraženi ekstremi u rezultatima (Tabela 3, 4 i 5) niti po jednom parametru, što ukazuje na ujednačenost kvaliteta vode u akumulaciji.

Vrijednosti pH i alkaliteta nisu u koliziji, te se da zaključiti da je voda u jezeru Kop blago alkalna, ali ne prelazi vrijednost pH koja je granica za I klasu vodotoka prema zakonskoj regulativi na osnovu koje je moguće izvršiti kategorizaciju površinskih vodnih tijela u FBiH.

Sasvim očekivano temperatura vode opada sa povećanjem dubine i dostiže minimalnu vrijednost 14 °C na najvećoj dubini na kojoj je vršeno ispitivanje (10,0 m na sredini jezera).

Vrijednosti parametara boja, mutnoća, elektrovodljivost, isparni ostatak i tvrdoća su sasvim ujednačene za cijelu zapreminu akumulacije sa veoma malim odstupanjima od srednjih vrijednosti.

Za pokazatelje koji se odnose na režim kisika (sadržaj otopljenog kisika, zasićenost kisikom, BPK₅, utrošak KMnO₄) vrijednosti ukazuju na ujednačen kvalitet po ovim parametrima kvaliteta na cijeloj površini akumulacije, kao i na dubinama koje su obahvaćene istraživanjem. Pored toga, svi analizirani parametri se nalaze unutar granica propisanih u zakonskoj regulativi za I klasu vodotoka (Tabela 6).

Tabela 6. Propisane vrijednosti parametara kvaliteta vode

Pokazatelj	Jedinica mjere	I klasa*	II klasa*
Otopljeni kisik, najmanje	mg/l	8	6
Zasićenje kisikom, saturacija	%	90-105	75-90
HPK, KMnO ₄	mgO ₂ /l	10	12
BPK ₅	mgO ₂ /l	2	4
Suspendirane materije	mg/l	10	30
pH vrijednost		6,8-8,5	5,8-8,5

* - Uredba o klasifikaciji vodotoka (Službeni list SR BiH br. 19/80)

Vrijednost utroška KMnO₄ koji predstavlja opterećenje organskom materijom izražena je na lokalitetu sjever na dubini od 0,3 m (3,44 mg/l) u odnosu na ostale ispitivane uzorke, što se može povezati sa prisustvom leteće prašine i/ili polena koje se zadržava na površini akumulacije. Slična situacija je i sa sadržajem suspendiranih materija koje su prisutne samo na uzorcima koji su uzeti neposredno na površini jezera (0,3 m).

Međutim, niti najveća zabilježena vrijednost utroška KMnO₄ ne prelazi propisanu vrijednost za vodu za piće (5 mg/l, Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, Sl. glasnik BiH 40/10).

Za pokazatelje nutrijentnih spojeva (ukupni azot, amonijak, nitrati, nitriti, ukupni fosfor i fosfati), može se konstatovati da je fosfor pretežno zastupljen preko ortofosfata, dok je za slučaj azota dominantan uticaj amonij iona. Izražen je nešto veći sadržaj amonij iona, a samim tim i ukupnog azota na lokalitetu C, tj. sa južne strane jezera. Sadržaj amonij iona međutim i pri najvećoj zabilježenoj koncentraciji 0,35 mg/l (jug jezera na dubini 2,0 m) u skladu je sa dozvoljenim sadržajem amonij iona u vodi za piće, tj. <0,5 mg/l (Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, Sl. glasnik BiH 40/10). Udio nitrita i nitrata kao neorganske komponente azota je zanemariv u svim analiziranim uzorcima koje oslikavaju kvalitet vode u akumulaciji.

Vrijednosti sadržaja alkalnih i zemnoalkalnih metalnih elemenata (natrij, kalij, kalcij, magnezij) su znatno veće u odnosu na vrijednosti sadržaja teških metala u cijeloj akumulaciji, tj. za sve ispitivane uzorke, bez izuzetaka. Prisustvo navedenih elemenata u koncentracijama koje nisu zanemarive može se objasniti i njihovim prisustvom u okolnom sedimentu. Naime, područje oko same akumulacije, ali i na njenom dnu je pokriveno pijeskom i stijenama u čijem sastavu se nalaze alkalni i zemnoalkalni elementi. Otapanje podloge i matičnih stijena u vodi uzrokovalo je da se elementi nalaze u vodi u nešto većem sadržaju, što ni u kom slučaju ne utiče negativno na kvalitet vode u jezeru Kop, jer se spojevi natrija, kalija, kalcija i magnezija ne ubrajaju u toksične spojeve.

Konstatacija se može potvrditi činjenicom da prisustvo navedenih elemenata nije posebno tretirano u domaćoj, ali ni evropskoj zakonskoj regulativi kada su u pitanju površinske, podzemne, kao i vode za piće. Izuzetak predstavlja natrij za koji je propisana identična maksimalno dozvoljena koncentracija za vode za piće (200 mg/l) prema domaćoj (Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, Sl. glasnik BiH 40/10) i evropskoj regulativi (Direktiva o pitkoj vodi" - Direktiva 98/83/EC o kvalitetu vode namijenjene ljudskoj upotrebi).

Međutim, vrijednost koncentracije za natrij na području cijele akumulacije nema niti približnu vrijednost propisanoj tj. dozvoljenoj i kreće se između 7 i 7,5 mg/l.

Obzirom da relevantna zakonska regulativa kada su u pitanju površinske vode (u ovom slučaju jezera) ne tretira veliki broj fizičko-hemijskih parametara, za parametre hloridi (Cl⁻), sulfati (SO₄) i slično, moguće je izvršiti usporedbu sa važećim pravilnikom koji se odnosi na potpuno suprotnu kategoriju vode, i to vodu za piće.

Naime, prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, Sl. glasnik BiH 40/10, 43/10, 30/12 granična vrijednost za hloride i sulfate iznosi 250 mg/l. Ako se analiziraju vrijednosti za hloride iz tabela 3, 4 i 5 jasno je da vrijednosti nisu niti blizu granične vrijednosti i kreću se između 4 i 5 mg/l. Međutim, koncentracija sulfata koja se također kreće u prilično uskom intervalu vrijednosti (260-280mg/l) je nešto veća od propisane granice za vodu za piće (250 mg/l). I ovi pokazatelji ukazuju na veoma visok kvalitet vode kada su u pitanju fizičko-hemijski parametri u akumulaciji, dok se nešto povećan sadržaj sulfata može pripisati relativno velikoj topivosti većeg broja ovih spojeva (izuzetak su sulfati barija, stroncija, olova, te žive i kalcija) u vodi.

Kada je u pitanju sadržaj otopljenih plinova koji su analizirani (kisik, te slobodni i vezani CO₂) jasno je vidljivo da se koncentracija otopljenih plinova povećava sa smanjenjem temperature, tj sa povećanjem dubine na kojoj je vršeno uzorkovanje. Kako je prethodno u tekstu navedeno sadržaj otopljenog kisika, kao i zasićenje ovim plinom, je u skladu sa vrijednostima za I klasu površinske vode (Uredba o klasifikaciji vodotoka Sl. list SR BiH br. 19/80). S druge strane, koncentracija slobodnog CO₂ je ispod granice detekcije metode kojom je vršeno mjerenje ovog parametra, dok se sadržaj vezanog CO₂ kreće od 84 do 93 mg/l.

Kada su u pitanju prisustvo i koncentracije teških metalnih elemenata zabilježeno je prisustvo cinka i mangana u veoma malim koncentracijama, te željeza i nikla u nešto većim koncentracijama. Koncentracija mangana raste sa dubinom akumulacije i dostiže maksimalnu vrijednost od 16 µg/l na najvećoj dubini uzorkovanja (10,0 m). Granica za ovaj element ukoliko se voda koristi za piće je 50 µg/l (Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, Sl. glasnik BiH 40/10, 43/10, 30/12) te je koncentracija mangana na dnu jezera manja od granične vrijednosti mangana u vodi za piće dok je na površinskim dijelovima jezera znatno niža i na lokalitetu jug iznosi 2 µg/l. Od ranije je opštepoznato da izvori i vode na području između Tuzle i Lukavca imaju povećan sadržaj mangana i željeza.

Prisustvo željeza u akumulaciji je također znatna, a njegova koncentracija kreće se od 18 do 35 µg/l. Međutim, ako se izvrši usporedba sa vrijednostima iz pravilnika za pitke vode (200 µg/l) vidno je da koncentracija željeza u jezeru Kop nije iznad granične.

Granična vrijednost za cink nije propisana niti u vodama za piće, a koncentracija ovog elementa u akumulaciji se kreće od 3 do 9 µg/l i raste sa povećanjem dubine uzorkovanja.

Jedini metalni element čija koncentracija ne odgovara graničnoj vrijednosti kvaliteta vode za piće je nikel. Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, Sl. glasnik BiH 40/10, 43/10, 30/12 koncentracija nikla pri kojoj je voda zadovoljavajuća za upotrebu iznosi 20 µg/l. Sadržaj nikla u akumulaciji se kreće u relativno uskom području vrijednosti (34 do 56 µg/l) sa izraženim maksimumom na najvećoj dubini uzorkovanja tj. 10 metara na sredini jezera.

Ako se sagleda cjelokupna situacija kada su u pitanju teški metali tj njihovo prisustvo i količine u akumulaciji određenom broju metala povećava se koncentracija sa povećanjem dubine uzorkovanja. S druge strane metalni elementi koji su okarakterisani kao veoma

toksični (hrom, kadmij, arsen) uz bakar i aluminij nisu prisutni u vodi na području jezera Kop
Šićki Brod.

7. ZAKLJUČAK

Jezero Kop Šićki Brod, kao i nekolicina sličnih jezera na području regije nastalo je kao posljedica rudarskih aktivnosti nakon završetka eksploatacije uglja.

Prema relevantnoj zakonskoj regulativi Kop Šićki Brod spada u mala jezera, na prelazu sa ravničarskog u brdski tip, te je veoma duboko jezero, dok se voda u jezeru može klasificirati u **I kategoriju površinskih voda**.

Analizirani su parametri kvaliteta vode i to od strane ovlaštene i akreditirane laboratorije, dok je uzorkovanje kao i tehnike analize i mjerenja vršeno u skladu sa standardnim metodama. Uzorkovanje je izvršeno jednokratno te oslikava kvalitet vode koji vlada u jezeru u ljetnom razdoblju.

Ukoliko se izanaliziraju rezultati analize vode po svim tačkama i profilima uzorkovanja jasno je vidljivo da nema izraženih ekstrema u rezultatima što ukazuje na ujednačenost kvaliteta vode u akumulaciji.

Vrijednosti analiziranih parametara pokazuju da nema izraženih onečišćenja vode u akumulaciji po pitanju organskih i/ili neorganskih komponenti sa okolnog prostora.

Obzirom na sve veći nedostatak pitke vode kako u svijetu, tako i na našem području, akumulacija Kop Šićki Brod dobiva na značaju kao održivi resurs koji može biti rezervoar pitke vode za okolno stanovništvo. Naime, ukoliko se izvrši usporedba parametara kvaliteta vode u jezeru Kop Šićki Brod sa graničnim vrijednostima propisanim u važećim aktima za kvalitet vode za piće konstatujem da dva parametra i to koncentracija nikla i sulfata ne zadovoljavaju propisane vrijednosti.

Naime, uporedbom dobijenih vrijednosti sa graničnim vrijednostima koncentracija sulfata ima neznatno povećanu vrijednost od propisane, dok je koncentracija nikla kao teškog metalnog elementa veća dva do tri puta od granične za upotrebu kao pitke vode.

Kako ostali parametri zadovoljavaju kriterije upotrebe vode za piće uz korištenje određenih tehnologija uklanjanja navedenih štetnih komponenti iz vode jasan je potencijal akumulacije za vodosnadbijevanje okolnog stanovništva.

Pored toga korištenjem vode u akumulaciji, ali i cjelokupnog prostora jezera kao izletišta i sportsko rekreativni centar je već odavno u upotrebi, s tim da je izmjenama i dopunama Prostornog plana 2005-2025 za područje Tuzlanskog kantona predviđena namjena jezera kao zona za sport i rekreaciju.

Ukoliko se na području jezera započne sa aktivnostima odlaganja bilo kakve vrste otpadnih tokova jasno je da će Tuzla, Tuzlanski kanton, ali prije svega građani izgubiti veliki resurs. Pored toga potrebno je apelirati na očuvanje akumulacije i šireg okolnog prostora od grupa i pojedinaca koji namjerno ili nenamjerno ugrožavaju ovo područje.



Studija je izrađena uz podršku projekta „Misli o prirodi!“ koji implementira Centar za promociju civilnog društva, a finansijski podržava Švedska. Sadržaj studije je isključiva odgovornost Centra za ekologiju i energiju i ne odražava nužno stavove Centra za promociju civilnog društva i Švedske.

