

BIODIVERZITET JEZERA KOP ŠIĆKI 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

Autori:

Dr. sc. Avdul Adrović, biolog

Dr.sc. Jasmina Kamberović, biolog

MA Radenko Nešković, biolog

MA Zorana Lukić, biolog

BA Amela Jusufović, biolog

Koordinatorica projekta:

Amra Skramončin, Centar za ekologiju i energiju

Partner na projektu:

Udruženje za zaštitu prirode i biodiverziteta "Via naturae"

Novembar, 2021.

Sadržaj

Uvod	2
Opći podaci o jezeru Kop Šićki Brod	3
Dosadašnja istraživanja biodiverziteta jezera Kop Šićki Brod	4
Metodologija rada	5
Metodologija istraživanja biodiverziteta algi	5
Metodologija određivanja kvaliteta vode na osnovu algi kao bioloških indikatora	6
Metodologija istraživanje diverziteta flore i vegetacije	6
Metodologija istraživanja riba	7
Metodologija istraživanja vodozemaca	7
Biodiverzitet jezera Kop	8
Diverzitet algi	8
Diverzitet flore	13
Biološke karakteristike predstavnika akvatične flore	16
Akvatična vegetacija jezera Kop	19
Riparijalna vegetacija jezera Kop	22
Invazivne biljne vrste	25
Diverzitet riba jezera Kop	26
Osnove biologije ulovljenih vrsta riba	29
Pregled postojećih podataka o ihtiopopulacijama jezera Kop	29
Zakonska regulativa	30
Diverzitet vodozemaca	31
Osnovne biološke i ekološke odlike utvrđenih vrsta vodozemaca	32
Zastupljenost ostalih životinjskih skupina	35
Ocjena kvaliteta vode jezera Kop po osnovu algi kao bioindikatora	36
Potencijal zaštite jezera Kop	37
Zaključak	39
Literatura	40

Uvod

Tuzlanski kanton je karakterističan po eksploataciji uglja. Kao posljedica ove djelatnosti, pored velikih površina degradiranog zemljišta, dolazi do formiranja kopovskih jezera. Ova jezera nastaju punjenjem završnog kratera vodom po prestanku drenažnog i eksploatacionog procesa ili pregrađivanjem površinskih tokova vode jalovinskim materijalom (Kamberović, 2010).

Na kopovskim jezerima uslijed dugogodišnjeg postojanja dolazi do prirodne progradacije, čime se uspostavljaju funkcionalni jezerski ekosistemi sa karakteristikama močvara u obalnim područjima, a sve zahvaljući procesima prirodnog obrastanja. Formiranje močvarnih staništa na kopovskim jezerima predstavlja suprotan proces trendu iščezavanja močvara u svijetu. Močvare i vodenjare danas čine najugroženije ekosisteme u Bosni i Hercegovini. Kako sadrže vrijedan genofond (različite biljne i životinjske vrste) u sistemu zaštite imaju puni prioritet.

Restauracijom vodenih ekosistema na kopovskim jezerima je moguće osigurati očuvanje i zaštitu akvatičnog i močvarnog biodiverziteta. Ekološka restauracija degradiranih ekosistema je jedan od najvažnijih alata za rješavanje štetnih uticaja klimatskih promjena, gubitka staništa i nestanka vrsta, dok u isto vrijeme pruža održivi opstanak (Barudanović i sar. 2014). Iako nastaju degradacijskim procesima, kopovska jezera u svijetu posjeduju rekreativnu i komercijalnu upotrebu, a koncept uključivanja napuštenih kopova i kopovskih jezera u planove zaštite je relativno nov (Otchere i sar. 2004). Najznačajnije koristi koje savremeni čovjek može dobiti od kopovskih jezera su uspostava staništa za biljne i životinjske organizme, razvoj akvakulture, rekreacija, turizam i uspostava baza za naučna istraživanja (Barudanović i sar., 2014).

U Tuzlanskom kantonu prisutno je oko 40 jezera i bara nastalih na ovaj način u krekanskom, đurđevićkom i banovičkom bazenu (Smajić, 2007). Hidrobiološka istraživanja na devet kopovskih jezera su rađena od strane Kamberović (2010) i ukazuju na potencijal zaštite nekoliko jezera, koja su specifična po sastavu biljnih zajednica, kvalitetu vode i ukupnom diverzitetu vrsta. U toj studiji se posebno ističe potencijal za očuvanje jezera Kop Šićki Brod zbog dobrog odnosa kvaliteta vode i prisutnih vegetacijskih tipova. Dosadašnja istraživanja faune na jezeru Kop Šićki Brod za razliku od istraživanja flore nisu publikovana u naučnim studijama, ali su prezentirana kroz aktivnosti podvodne fotografije. S obzirom da su vještačka jezera pod uticajem konstantnih promjena, neophodna su hidrobiološka istraživanja novijeg datuma. Studija o biodiverzitetu jezera Kop Šićki Brod ima za cilj istražiti biodiverzitet vrsta i staništa u cilju procjene potencijala za dugoročnu zaštitu jezera. Ova studija je usmjerena na istraživanje diverziteta algi kao pokazatelja kvaliteta vode, vegetacije vodenih i obalnih staništa i istraživanje faune vodozemaca, riba i ptica.

Opći podaci o jezeru Kop Šićki Brod

Jezero Kop Šićki Brod je jedno od najvećih kopovskih jezera u tuzlanskom bazenu. Locirano je u neposrednoj blizini grada Tuzla (sjeverna geografska širina 44°31'38", istočna geografska dužina 18°34'38"). 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). Jezero je formirano 1987. godine, po prestanku površinske eksploatacije uglja, kada je ostao završni krater, na kome nije vršena tehnička rekultivacija prostora. Završni krater je ispunjen vodom čime je formirano tipično kopovsko jezero (engl. pit lake). 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 nepravilnim i strmim obalama nagiba 25°-33°, sa izraženom abrazijom obala. Ukupna slivna površina jezera iznosi 1,73 km² (Oruč i Arnautalić, 1996).

Jezero se napaja vodom iz podvodnih izvora i površinskih tokova, dok voda iz jezera otiče konstantno u Mramorski potok. Jezero se koristi u rekreacijsko-turističke svrhe i u nekoliko navrata je poribljavano. Na jezeru djeluju udruženja građana sa ciljem njegove zaštite. Iako je bilo namjera u proteklom periodu da se jezero koristi kao odlagalište šljake iz TE Tuzla, naporima organizacija civilnog društva i lokalnih vlasti uz neophodne izmjene i dopune Prostornog plana 2005-2025. za područje Tuzlanskog kantona, ova mogućnost je isključena, te se jezero Kop Šićki Brod planira koristiti kao sportsko-rekreacijska zona.



Slika 1. Jezero Kop

Dosadašnja istraživanja biodiverziteta jezera Kop Šićki Brod

Jezero Kop Šićki Brod je istraživano u nekoliko navrata u zadnjih 25 godina. U okviru izrade *Elaborata za ispitivanje potencijala korištenja ovog jezera kao rezervoara pitke vode* (Oruč i Arnautalić, 1996), fokus istraživanja je bio na fizičko-hemijskim karakteristikama vode. Utvrđeno je da se vrijednosti pH vode kreću od 8,5-7,5 i da nema značajnijih promjena u toku godine, niti promjena po dubinskom profilu vode.

Hidrobiološka istraživanja Kamberović (2010) u magistarskom radu *Antropogena močvarna staništa kao konzervacijski potencijal područja Tuzle* po osnovu fizičko-hemijskih analiza vode kategorišu jezero u prvu klasu kvaliteta, osim u pogledu ukupnog alkaliteta i elektroprovodljivosti. U kontekstu biološke ocjene kvaliteta vode jezera u odnosu na količinu i intenzitet biološki razgradivih organskih materija, tj. saprobnosti, istraživanja navedene autorice ukazuju na oligo–betamezosaprobnosti status vode (I-II klasa sa veoma malo organskog opterećenja). Jezero Kop Šićki Brod se karakteriše prisustvom algi-pršljenica (*Chara* spp.) i u uspješnom je procesu oporavka degradiranog staništa kroz razvoj vrbovih šuma u priobalnoj zoni, što mu daje odličan potencijal za očuvanje močvarnog diverziteta, na što upućuje nekoliko naučnih radova (Kamberović, 2010, Kamberović i sar., 2008; Kamberović i Barudunović, 2012; Kamberović i sar., 2015).

U obalnom području jezera Kop, Kamberović i Barudanović (2012) navode prisustvo 46 taksona različitih algi, najviše predstavnika silikatnih algi (*Bacillariophyceae*, 65,21%), zatim konjugatoficeja (*Zygnematophyceae*, 15,21%), modrozelenih algi (*Cyanobacteria*, 17,39% sa dominacijom alge *Lyngbya aeruginosa-coerulea*) i zelenih algi (*Chlorophyceae*, 2,17%). Među silikatnim algama jezera Kop u dosadašnjim istraživanjima najzastupljenije su: *Cymbella affinis*, *Diatoma tenue*, *Fragillaria construens*, *Navicula pupula*, *Navicula radiosa*, *Rhopalodia gibba* i *Gyrosigma attenuatum* (Kamberović i Barudanović, 2012), zatim *Cyclotella* sp., *Navicula cryptotenella*, *Brachysira vitrea*, *Epithemia adnata*, *Ulnaria capitata* i *Cymbopleura amphicephala* (Kamberović i sar., 2015).

Mikrobiološka istraživanja jezera Kop od strane Mašala (2009) su ukazala na prisustvo indikatora fekalnog zagađenja.

Malo je pisanih podataka o diverzitetu i ekologiji vodozemaca Tuzle i okoline (Tanović i Adrović, 2009). Dosadašnjim istraživanjima je registrirano prisustvo devet vrsta iz pet familija i dva reda, među kojima s tri vrste dominira familija *Ranidae*, zatim slijede porodice *Salamandridae* i *Bufo* sa po dvije i *Hylidae* i *Bombinatoridae* s po jednom vrstom.

U zadnje vrijeme popularizirane su aktivnosti ronjenja i podvodne fotografije na jezeru Kop zbog dobre providnosti vode. Iz objavljenih fotografija podvodnog svijeta uočava se prisustvo riba i bogate vodene flore.

Zadnja istraživanja fizičko-hemijskih parametara jezera Kop prezentirana su u studiji Centra za ekologiju i energiju Tuzla, autora Stuhli (2021), u kojoj se navodi da se jezero klasificira u prvu klasu kvaliteta za sve ispitivane parametre, osim za parametre koncentracije sulfata i nikla, koje su povišene (<http://ekologija.ba/publikacije/voda/>).

Metodologija rada

Metodologija istraživanja biodiverziteta algi

Alge su biološki indikatori ekološkog potencijala i ekološkog stanja vode. Po osnovu njihove brojnosti i sastava moguće je biološki ocijeniti kvalitet vode. Alge jezera Kop Šićki Brod su uzorkovane u ljetnoj sezoni 2021. godine u julu i septembru na tri lokaliteta jezera (L1, L2, L3) sa ciljem utvrđivanja biodiverziteta i indikacije kvaliteta vode na osnovu njihovog sastava i zastupljenosti. Uzorkovan je fitoplankton i algalni obraštaj u obalnoj zoni. Uzorkovanje fitoplanktona je urađeno pomoću fitoplanktonske mreže sa porama promjera 20 µm na dubini od 50 cm. Uzorci perifitona (obraštaja) su prikupljeni sa vodenog bilja zajedno s jezerskom vodom na dubini od 30 cm, nakon čega su homogenizirani, propisno označeni i konzervirani. Tokom istraživanja, analiziran je također uzorak sa dna jezera na dubini od 1,8 m koji je uzorkovan u blizini podvodnog izvora uz pomoć ronilaca društva Udruženja Eko-Sport Šićki Brod. Uzorci obraštajnih algi u cilju procjene ekološkog statusa fokusirani su na silikatne alge, jer su dobar indikator kvaliteta vode. Nakon uzorkovanja uslijedila je obrada uzoraka, određivanje vrsta i njihove brojnosti, hemijska obrada uzoraka primjenom metodom hladne oksidacije (Krammer i Lange-Bertalot 1986) i priprema trajnih algoloških preparata. Identifikacija algi je urađena primjenom literaturnih ključeva (Krammer i Lange-Bertalot 1985., 1986., 1988., 1991., Krammer, 1997., 1997.a, 2000., 2002., 2003.). Relativna brojnost taksona u uzorcima obraštaja je izražena procentualnom zastupljenošću frustula silikatnih algi svakog pojedinačnog taksona u odnosu na 400 izbrojanih frustula na trajnom preparatu (Round 1991., 1993). Fotografije algi snimljene su korištenjem digitalne mikro-kamere. Fitoplankton je određivan kvalitativno u mrežnim uzorcima.



Slika 2. Lokacije istraživanja algi (foto: Google Earth, 2021)

Metodologija određivanja kvaliteta vode na osnovu algi kao bioloških indikatora

U Odluci o karakterizaciji površinskih i podzemnih voda, referentnim uslovima i parametrima za ocjenu stanja voda i monitoringu voda u Federaciji Bosne i Hercegovine (Službene novine Federacije BiH 1/14) nije utvrđena metodologija za određivanje ekološkog potencijala vještačkih vodnih tijela. Zbog toga su u svrhu procjene kvaliteta vode po osnovu algi kao bioindikatora upotrijebljeni dijatomi indeksi izračunati u softveru OMNIDIA 6.0., a sve po osnovu sastava vrsta u uzorcima i vrijednosti njihove brojnosti u datom uzorku. Od 18 indeksa za izračun kvaliteta vode koji se koriste u svijetu i Evropi, odabrani su indeksi koji imaju visoko učešće indikatora (preko 80% u uzorcima):

1. IPS – Indeks osjetljivosti na polutante (Cemagref 1982, Coste 1982);
2. IBD - Biološki dijatomi indeks (Lenoir i Coste 1996, Coste i sar., 2009);
3. EPI – D Dijatomi indeks eutrofikacije ili zagađenja (Dell’Uomo 2004);

S obzirom da je postojeća legislativa u Bosni i Hercegovini još uvijek u proceduri prilagodbe protokola ocjene kvaliteta vode po osnovu algi kao bioindikatora za jezera, za ocjenu kvaliteta vode korištena je aproksimovana skala dobijenih vrijednosti indeksa od 1 do 20, dostupna u softverskom programu Omnidia, a granice klasa kvaliteta vode po osnovu dobivenih vrijednosti su poređene sa skalom prema Leclercq i Maquet (1987) i Prygiel i Coste (2000), prikazanih u Tabeli 1.

Tabela 1. Očitavanje kvaliteta vode prema skali vrijednosti dijatomnih indeksa

Vrijednosti indeksa	Klase	Kvalitet vode/stanje
1 - 4	5	veoma loše
5 – 8	4	loše
9 – 12	3	umjereno ili srednje
13 - 16	2	dobro
17 - 20	1	veoma dobro

Metodologija istraživanje diverziteta flore i vegetacije

Akvatična vegetacija je istraživana u transektima u dužini od 100 metara na tri lokacije na jezeru Kop u ljetnom periodu 2021. godine (avgust i septembar), pri čemu je na svakom transektu rađen floristički popis vrsta, uz uzorkovanje potopljenih vodenih biljaka na svakih 20 metara transektnog poteza pod uglom od 90° u odnosu na obalu, označenih abecednim slovima od A do E za svaki lokalitet. Brojnost vrsta je određivana skalom 1, 3 i 5, odnosno od slabo brojnih (1), umjereno brojnih (3) do jako zastupljenih individua (5).

Biljne vrste riparijalne (priobalne) zone jezera Kop su u vrijeme istraživanja u ljetnom periodu bile optimalno razvijene. Uzorkovanje je vršeno metodom transekta na površini koja se pruža od vodenog ogledala jezera ka obali u širini 5 m i dužini do 100 m uz obalu jezera, na mjestima obraslim močvarnom vegetacijom. Prikupljeni biljni materijal je identifikovan upotrebom literaturnih ključeva Tutin i sar., (1964-1993) i Domac (2002), kao i

ikonografije Javorka i Csapody (1979). Nomenklatura je usklađena sa *The Euro+Med PlantBase*. Status ugroženosti makrofitskih vrsta određen je prema crvenim listama Federacije Bosne i Hercegovine (Đug i sar. 2013) i IUCN kriterijuma datim u verziji 3.1 iz 2001. godine. Za popis invazivnih biljnih vrsta korištena je preliminarna lista invazivnih vrsta biljaka u BiH (Maslo, 2016) i Prvi nacionalni izvještaj o biodiverzitetu Bosne i Hercegovine (Redžić i sar., 2008). Sintaksonomski pregled vegetacije istraživanog područja prati smjernice Mucina i sar. (2016) za više sintaksonomske kategorije (klasa i red), dok je nomenklatura biljnih zajednica određena prema Chytrý (ed) (2011). Zabilježene vrste biljaka su fotodokumentovane. Stanišni tipovi određivani su primjenom smjernica Habitat Direktive (Council Directive 92/43/EEC), a ugroženost stanišnih tipova primjenom smjernica Crvene liste staništa po Bernskoj konvenciji (Rezolucija No. 4, 1996 - Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats), koju je Bosna i Hercegovina ratifikovala - Konvencija o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa/Bernska konvencija („Službeni glasnik Bosne i Hercegovine“ – Međunarodni ugovori, broj 8/08).

Metodologija istraživanja riba

Istraživanje ihtiofaune jezera Kop Šićki Brod je provedeno s ciljem utvrđivanja trenutnog stanja diverziteta ihtio populacija istraživanog područja. Istraživanja su provedena prema odredbama projektnog zadatka, a na osnovu Rješenja broj: 04/2-19-2-542/21 koje je izdalo Federalno ministarstvo okoliša i turizma, od 02.09.2021. godine.

Terenska istraživanja su provedena krajem septembra i početkom oktobra tekuće godine, kada su na tri odabrane lokacije postavljene mreže. Prilikom postavljanja mreža prisustvovali su članovi Udruženja građana sportskog ribolovnog društva „Rudar-Kreka“ iz Tuzle i Federalni poljoprivredni inspektor. Za izlov riba upotrijebljene su mreže tipa popunice dužine 30 m s promjerom okaca 10-30 mm i barakude s promjerom okaca 40 mm, koje su postavljane poslijepodne između 16 i 17 sati, a podizane sutradan između 9 i 10 sati. Pri tome smo vodili računa da vrijeme uzorkovanja traje najmanje 12 sati. Analiza ostvarenih uzoraka na terenu je obuhvatila determinaciju vrsta, mjerenje totalne i standardne dužine i mase tijela svake jedinke iz uzorka. Utvrđene vrijednosti su unesene u unaprijed pripremljen terenski obrazac. Za potrebe mjerenja totalne i standardne dužine korišten je ihtiometar, dok je vaganje vršeno na digitalnoj vagi „Kern“ 3000-1, preciznosti 0,1 g. Sva mjerenja su obavljena na živim ribama, koje su nakon toga vraćene natrag u jezero. Za potrebe identifikacije i determinacije vrsta korišteni su ključevi za determinaciju riba Vuković i Ivanović (1971), Vuković (1977) i Simonović (2001). Korištena je i druga stručna literatura (Sofradžija, 2009).

Metodologija istraživanja vodozemaca

Vodozemci se odlikuju sezonskom, ali i dnevnom dinamikom aktivnosti. Vodozemci se mogu naći na različitim staništima. Neke vrste su vezane za vlažna staništa, dok druge u vodu zalaze samo u vrijeme reprodukcije i više preferiraju suha staništa. Podaci o prisustvu vodozemaca potvrđeni su posmatranjem, pri čemu su pojedine individue ulovljene rukom, a nakon identifikacije i fotografisanja su puštene. Identifikacija je provedena uz pomoć ključa za identifikaciju (Đurović, Vuković i Pocrnjić, 1979), a taksonomija vrsta i viših sistematskih jedinica je usklađena sa Spybroeck i sar. (2010).

Pri istraživanju vodozemaca jezera Kop, provedenih tokom jula i avgusta tekuće godine, primijenjena je metoda transekta, pri čemu, zbog male površine, granice nisu određivane.

Biodiverzitet jezera Kop

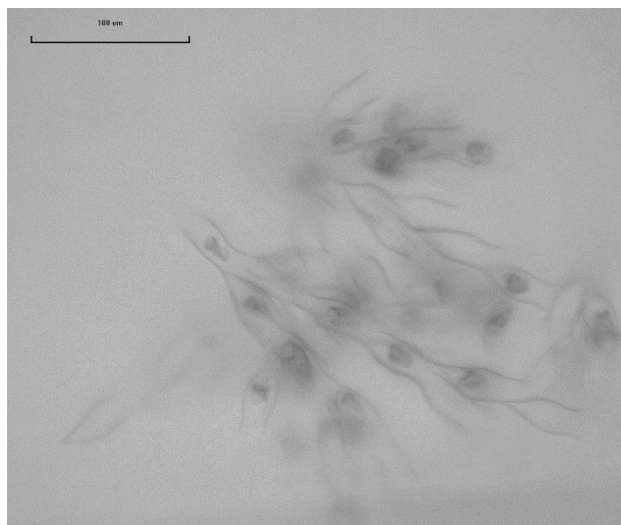
Diverzitet algi

Alge su veoma važan biološki pokazatelj stanja za stajaće vode (jezera, akumulacije), jer njihov položaj u osnovi lanca ishrane daje informacije o promjenama u vodenom ekosistemu. Zbog kratkog životnog ciklusa, alge odgovaraju brzo na promjene u vodenoj sredini i zato su važan indikator kvaliteta vode.

Uzorkovanje fitoplanktona je urađeno u julu i septembru 2021. godine. U uzorcima fitoplanktona jezera Kop Šićki Brod su zastupljene zlatnožute alge – *Chrysophyceae* (*Dinobryon* sp.), vatrene alge – *Dinophyceae* (*Ceratium hirundinella*), predstavnici porodice konjugatoficeja *Zygnemataceae* (*Zygnema* sp., *Mougeotia* sp. i *Spirogyra* sp.), modrozeleno alge – *Cyanobacteria* (*Oscillatoria* sp.) i predstavnici silikatnih algi – *Bacillariophyceae* (*Ulnaria ulna*, *Ulnaria capitata*, *Navicula* sp. *Cymbella* sp. i dr.).

Zlatnožuta alga *Dinobryon* je specifična za oligo-mezotrofne vode (nizak do srednji sadržaj hranljivih biogenih materija), iako povremeno dolazi i u eutrofnim vodama (veliki sadržaj hranljivih biogenih materija, posebno azota i fosfora). *Ceratium* (*Ceratium hirundinella*) pripada grupi vatrene alge, odnosno dinoflagelata (*Dinophyceae*). Ima pancir stalnog oblika sa koga polazi više rogolokih izraštaja zbog kojeg je olakšano lebdenje u vodi. U uslovima onečišćenja vode potiče se brži rast populacije *Ceratium* sp. što dovodi do cvjetanja, što može rezultirati ugibanjem riba usljed nedostatka rastvorenog kiseonika u vodi, koji je uslovljen ovom pojavom. Osim toga, ovi organizmi zbog prenamnožavanja mogu i fizički naštetiti ribama, tako što se veliki broj jedinki, svojim šiljastim izraštajim zadržavaju u škrgama i onemogućuju njihovo funkcionisanje.

Na jezeru Kop produktivnost fitoplanktonskih algi je jako niska i u mrežnim uzorcima pronađeni su malobrojni primjerci fitoplanktonskih vrsta.



Slika 3. *Dinobryon* sp.
(Foto: Zorana Lukić)



Slika 4. *Ceratium* sp.

Bentoske alge (perifiton ili fitobentos) su vezane za supstrat, te su podložne fizičko-hemijskim i biološkim uticajima, zbog čega su također pouzdani indikatori kvaliteta vode.

Analizom uzoraka obraštajnih zajednica iz mjeseca jula i septembra 2021. godine utvrđeno je prisustvo 69 taksona silikatnih algi u uzorcima epifitona iz tri jezerska područja (L1, L2, L3) od kojih su najzastupljeniji: *Achnanthydium pyrenaicum*, *A. minutissimum*, *Ulnaria ulna*, *Ulnaria acus*, *Rhopalodia gibba* var. *parallela*, *Cymbella lange-bertalotii*, *Fragilaria tenera*, *Epithemia gibba*. Obraštaj naseljavaju indikatori mezotrofnog statusa vode, vrste tipične za litoralno/obalno područje, koje indiciraju povišeni sadržaj elektrolita u vodi. U Tabeli 2 je prikazan sastav vrsta silikatnih algi u obraštaju jezera Kop sa prikazanim procentualnim učešćem u uzorcima.

Tabela 2. Sastav i procentualna zastupljenost silikatnih algi u uzorcima obraštaja jezera Kop Šićki Brod

Takson	L1	L2	L3
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i> (Hustedt) H.Kobayasi	11.48	9.15	8.23
<i>Achnanthydium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	1.97	2.37	0.77
<i>Achnanthydium affine</i> (Grunow) Czarnecki	1.64	1.36	1.03
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	14.10	12.20	6.17
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	0.33		0.77
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	0.66	0.34	0.26
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	0.33		0.51
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer	0.33		
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) R.Ross	3.28	2.37	2.06
<i>Caloneis limosa</i> (Kützing) R.M.Patrick	0.33		
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot	0.33		
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	0.33	0.34	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	0.33		
<i>Cymatopleura apiculata</i> W.Smith	0.33	0.34	0.26
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	3.61	1.36	2.06
<i>Cymbella compacta</i> Østrup	4.59	3.05	3.34
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	0.33	0.34	1.03
<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	3.28	4.41	1.80
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	0.33	0.34	0.26
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	0.33	1.02	1.80
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	0.33	0.34	
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	0.98	0.34	0.26
<i>Encyonema</i> sp. Kützing	0.33		0.26
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	0.33		
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	0.33	0.68	0.26
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	0.98	1.02	0.51
<i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) Kützing	4.92	4.07	3.60
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg		0.34	
<i>Fragilaria austriaca</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0.98	1.69	3.86

Takson	L1	L2	L3
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	2.30	3.39	7.71
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	0.33	5.08	2.31
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	0.33	0.34	0.26
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	0.33	0.68	0.00
<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot	0.33	0.68	0.26
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	0.33		
<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg		0.34	0.26
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0.33	0.34	0.26
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0.33	0.34	0.26
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	0.33	0.34	0.26
<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Bukhtiyarova			0.51
<i>Lindavia comta</i> (Kützing) T.Nakov & al.	0.33	0.34	
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	0.33	0.00	
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse	0.33	1.02	0.51
<i>Navicula cryptofallax</i> Lange-Bertalot & G.Hofmann	0.33	0.34	0.26
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	1.97	2.37	1.03
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	0.98	0.68	0.51
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	2.62	3.73	1.80
<i>Navicula salinarum</i> Grunow	1.64	2.37	1.80
<i>Navigeia decussis</i> (Østrup) Bukhtiyarova	0.66	1.36	3.60
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve	0.33	0.68	1.29
<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst	0.33		
<i>Nitzschia denticula</i> Grunow	4.92	2.03	2.31
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	0.33	0.00	0.00
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	0.98	1.36	1.80
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow			0.26
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	0.33	0.34	0.77
<i>Placoneis gastrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky			5.14
<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova			4.63
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	0.66		0.26
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>parallela</i> (Grunow) Holmboe	3.61	3.39	5.14
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg		0.34	
<i>Stauroneis pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round			
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	0.33		
<i>Surirella angusta</i> Kützing	0.33		
<i>Surirella librile</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0.33	0.34	0.26
<i>Tryblionella hantzschiana</i> Grunow	0.33		
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	8.20	10.85	7.71
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	3.93	4.75	2.57
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	5.25	7.12	9.00



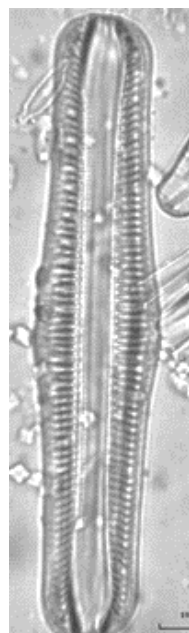
Karayevia laterostrata



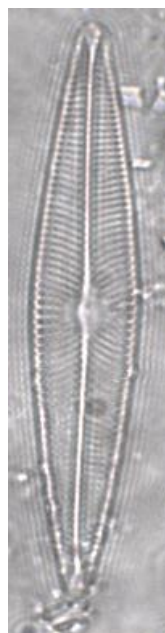
Navigeia decussis



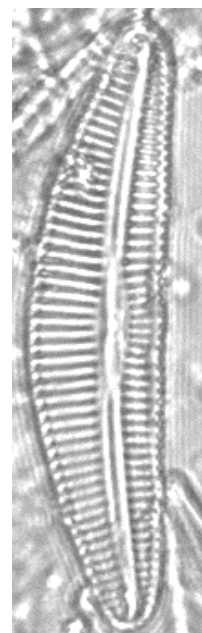
Stauroneis smithii



Rhopalodia gibba var. *parallela*



Navicula radiosa



Cymbella lange bertalotii



Anomoeoneis sphaerophora



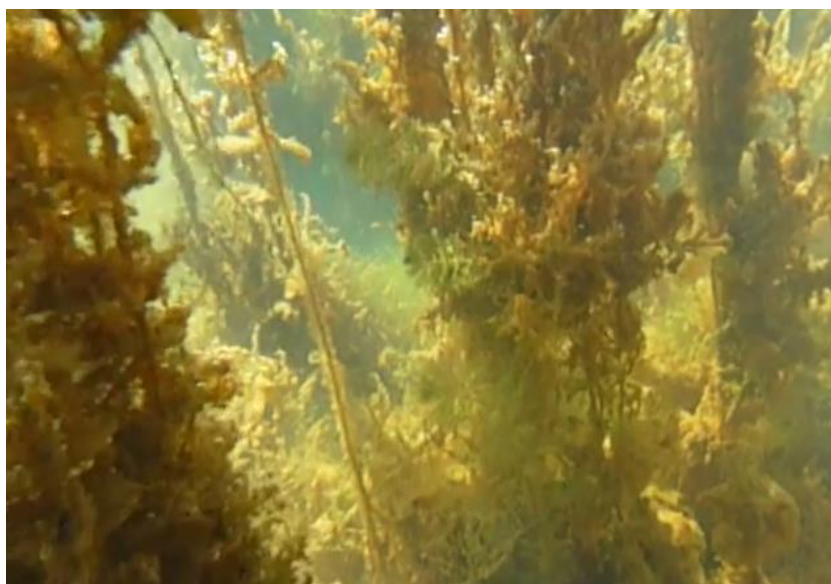
Placoneis gastrum



Diploneis elliptica

Slika 5. Silikatne algena trajnim preparatima - uvećanje 1000x (Foto: Zorana Lukić)

U uzorku uzetom na dubini jezera od 1,80 m pri jednom od podzemnih izvora zabilježeni su predstavnici fam. *Zygnemataceae* (*Zygnema* sp.; *Mougeotia* sp. i *Spirogyra* sp.), koji pripadaju grupi zelenih algi (*Charophyta*). U istom uzorku zabilježene su cijanobakterije roda *Oscillatoria*. Za razliku od drugih vrsta fitoplanktona, modrozelenih algi ili cijanobakterije se mogu razvijati u uslovima manje količine svjetla, gdje su pronađene *Oscillatoria* sp. i *Merismopedia* sp.. Pigmenti cijanobakterija apsorbiraju svjetlost u zelenom, žutom i narančastom dijelu spektra (500-650 nm). Mogu preživjeti ekstremno visoke i niske temperature. Cvjetanje (prenašavanje) cijanobakterija je okolišni problem, zbog povećanog unosa nutrijenata, posebno fosfora i azota, pri čemu nastupa eutrofikacija jezera. Zbog toga je neophodno nadzirati i spriječiti ulivanje otpadnih voda u jezero, jer dovode kako do direktnog narušavanja kvaliteta vode, tako i indirektno do mogućnosti razvoja cijanobakterija i posljedično produkcije cijanotoksina. Cijanotoksini su iznimno opasni po zdravlje ljudi. Postoji nekoliko stotina različitih tipova, ali se cijanotoksini iz grupe mikrocistina najčešće analiziraju u vodi za piće prema preporukama svjetske zdravstvene organizacije. Mogu izazvati akutna trovanja ako djeluju na nervni sistem, ali su najčešće posljedice trovanja oboljenja jetre i oboljenja kože zbog iritacije. Jezero Kop se odlikuje niskom produkcijom algi i samo mjestimično dolazi do razmnožavanja zelenih algi, koje su praćene razvojem nitastih oblika cijanobakterija. Ne očekuje se razvoj cijanobakterija u jezeru Kop u skorijem vremenu i produkcija cijanotoksina s obzirom na nisku produkciju modrozelenih algi u fitoplanktonu.



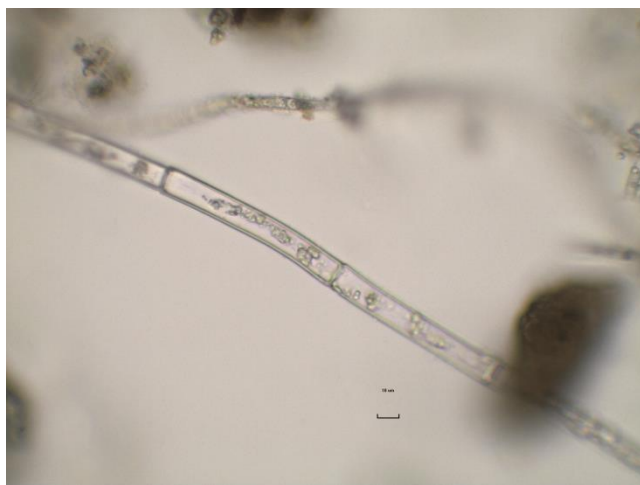
Slika 6. Sporadični razvoj algi konjugatoficeja i cijanobakterija u blizini podvodnog izvora u jezeru Kop (Foto: Senad Isaković)



Slika 7. *Oscillatoria* sp.



Slika 8. *Spirogyra* sp.



Slika 9. *Mougeotia* sp.



Slika 10. Epifitske silikatne alge na nitastim zelenim algama

Diverzitet flore

Flora na jezeru Kop Šićki Brod istraživana je u vodenoj i riparijalnoj (obalnoj) sredini, pri čemu je identificirano ukupno 50 biljnih vrsta iz 29 biljnih porodica (uključujući tu i dvije vrste algi iz razdjela harofita ili pršljenčica). Akvatičnu floru čini 7 vrsta (krhka pršljenčica, suprostavljena pršljenčica, klasasti krocanj, plivajući mrijesnjak, vodena leća, češljasti mrijesnjak i kovrdžavi mrijesnjak). Riparijalna flora je značajno bogatija i čine je 43 vrste. Razdjelu rastavića pripada jedna vrsta, razdjelu harofita dvije, a sve ostale vrste pripadaju razdjelu skrivenosjemenica, pri čemu dominiraju biljke iz klase dikotila sa 34 vrste u odnosu na biljke iz klase monokotila sa 13 vrsta. Floristički popis vrsta vodene i priobalne zone prikazan je tabelarno (Tabela 3).

Najveći broj biljnih vrsta istraživanog područja pripada porodici glavočika (5), porodici trava (4), leptirnjača (3) i mrjesnjakovki (3), dok su sve ostale porodice zastupljene samo sa jednom do dvije biljne vrste.

U nastavku je prikazan floristički popis u kome su identifikovane vrste razvrstane po porodicama.

Pri analizi flore utvrđivan je stepen ugroženosti (CR - kritično ugrožene, EN - ugrožena, VU - ranjiva vrsta, NT - skoro ugrožena, LC - najmanje zabrinjavajuća, DD - nedovoljno poznata, NE - nije procjenjivana).

Analizom flore istraživanog područja nisu zabilježene vrste koje se nalaze na crvenim listama FBiH. Vodeći se kriterijumima ugroženosti na globalnom nivou prema IUCN-u, 33 identifikovane biljne vrste nalaze se u kategoriji LC (najmanje zabrinjavajućih taksona).

Prilikom istraživanja zabilježena je alohtona biljna vrsta kultivara, unešena na područje jezera, lopoč *Nymphaea Xiaofei*. Trend unošenja stranih hortikulturnih vrsta je jako primjetan na jezeru Kop i trebao bi biti pod sistemom monitoringa. Ove vrste nisu specifične za područje sjeveroistočne Bosne i teško je predvidjeti njihov uticaj u lancima ishrane i ulozi u ekosistemima vještačkih jezera.



Slika 11. Lopoč - *Nymphaea Xiaofei* (Foto: Ema Kamberović)

Tabela 3. Flora jezera Kop Šićki Brod

Porodica, Klasa	Vrsta – Naučni naziv	Narodni naziv	Ugroženost po IUCN:
RASTAVIĆI			
Equisetaceae	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.		LC
SKRIVENOSJEMENICE DIKOTILEDONE			
Apiaceae	<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	Cjevasta trbulja	LC
Betulaceae	<i>Betula pendula</i> Roth	Obična breza	LC
	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Crna joha	LC
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Rusomača	LC
Caryophyllaceae	<i>Silene latifolia</i> Poir.	Bijela pucavica	-
Cannabaceae	<i>Humulus lupulus</i> L.	Hmelj	-
Cucurbitaceae	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. & A. Gray	Ježasti krastavac	-
Compositae	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Ambrozija	-
	<i>Bidens frondosus</i> L.	Kozji rogovi	-
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	Jednogodišnja krasolika	-
	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	Resnik	-
	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Divlji pelin	-
Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Bagrem	LC
	<i>Medicago lupulina</i> L.	Sitna lucerka	LC
	<i>Lathyrus sylvestris</i> L.	Crveni grahor	LC
	<i>Vicia cracca</i> L.	Ptičja grahorica	LC
Juncaceae	<i>Juncus articulatus</i> L.	Svježa gola sita	LC
	<i>Juncus inflexus</i> L.	Čađava šumska sita	LC
Lamiaceae	<i>Lycopus europaeus</i> L.	Vučja noga	LC
	<i>Mentha aquatica</i> L.	Vodena metvica	LC
Onagraceae	<i>Epilobium palustre</i> L.	Vrbolika	LC
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	Ženska bokvica	LC
Polygonaceae	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	Paprac	LC
	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	Štavelj	
Primulaceae	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	Pogleli protivak	LC
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i> L.	Obična pavitina	
	<i>Ranunculus repens</i> L.	Puzavi ljutić	
Rubiaceae	<i>Galium palustre</i> L.	Barska broćika	LC
Rosaceae	<i>Rubus idaeus</i> L.	Malina	LC
Salicaceae	<i>Salix purpurea</i> L.	Rakita, crvena vrba	LC
	<i>Salix alba</i> L.	Bijela vrba	LC
Solanaceae	<i>Solanum dulcamara</i> L.	Paskvica	
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Pajasen	
MONOKOTILEDONE			
Alismataceae	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Vodena bokvica	LC

Cyperaceae	<i>Carex elata</i> All.	Busenasti šaš	LC
Haloragaceae	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Klasasti krocanj	LC
Lemnaceae	<i>Lemna minor</i> L.	Vodena leća	LC
Poaceae	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	Trska	LC
	<i>Poa pratensis</i> L.	Prava livadarka	LC
	<i>Holcus lanatus</i> L.	Pahuljasta medunika	
	<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.	Divlji pirinač	LC
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton natans</i> L.	Plivajući mrijesnjak	LC
	<i>Potamogeton crispus</i> L.	Kovrdžavi mrijesnjak	LC
	<i>Stuckenia pectinata</i> (L.)	Češljasti mrijesnjak	LC
	<i>Sparganium erectum</i> L.	Ježinac	LC
	<i>Typha latifolia</i> L.	Širokolosni rogoz	LC
	<i>Typha angustifolia</i> L.	Uskolisni rogoz	LC
ALGE (Harofite)			
Characeae	<i>Chara globularis</i> Thuiller	Krhka pršljenčica	
	<i>Chara contraria</i> A.Braun ex Kützing	Nasuprotna pršljenčica	

*LC – najmanje zabrinjavajuća kategorija ugroženosti

Biološke karakteristike predstavnika akvatične flore

Klasasti krocanj (*Myriophyllum spicatum*) ima glatke, slabo razgranate stabljike duge do 200 cm. Listovi su podvodni i skupljeni po četiri u pršljenove, dugački do 35 mm. Cvjetovi su skupljeni u klasaste cvasti dužine do 15 cm koje izviru iz vode. Često se sreće u stajaćim i sporotekućim vodama. Uslijed većeg priliva nutrijenata može doći do njegovog prerazmnožavanja, što ne pogoduje razvoju krupne ribe i što dugoročno može dovesti do smjene vegetacije u jezeru ili suksecije. Ova vrsta smjenjuje pionirsku vegetaciju algi hara. Upoređujući podatke istraživanja flore od prije deset godina, sukcesija na jezeru u pogledu akvatične vegetacije nije izražena i korovska vrsta klasastog krocnja se ne prerazmnožava u jezeru Kop brzinom kako je za nju inače karakteristično. To znači da vrsta ovim tempom rasta ne predstavlja potencijalnu opasnost za prebrzo obrastanje jezera.

Vodena leća (*Lemna minor*) je trajna vodena biljka koja pluta na površini vode, a 1 do 2 cm dugi korjenčići slobodno lebde u vodi. Listovi su svjetlozeleni i ovalni. Naseljava stajaće vode poput bara, ribnjaka i jezera. Značajna je za fitoremedijaciju vode.

Plivajući mrijesnjak (*Potamogeton natans*) je relativno česta flotantna biljna vrsta stajaćih voda. Stablo joj je okruglo i razgranato, može da naraste do nekoliko metara u dužinu. Rizom je jak i dug. Odlikuje se sa dvije vrste listova, podvodni su lancetasti, a u vrijeme cvjetanja često nedostaju, a drugi plutaju na površini vode i imaju ovalno – duguljasti oblik.

Krhka pršljenčica (*Chara globularis*) je makroskopska alga visine do 60 cm. Široko je rasprostranjena vrsta slatkih i brakičnih voda, prisutna u kanalima ili vještački formiranim vodenim tijelima. Obično naseljava dno jezera do 2

metra dubine, ali se mjestimično javlja i na dubinama do 12 metara. Prilagođena je na variranje kiselosti vode, a dolazi u mezotrofnim i eutrofnim vodama. U jezeru Kop formira guste podvodne livade sa primjesom drugih vrsta algi i makrofita.

Nasuprotna pršljenčica (*Chara contraria*) je makroskopska alga visine do 50 cm, sivo-zelene boje, koju je teško golim okom razlikovati od krhke pršljenčice. U Evropi je zastupljena u vještački formiranim jezerima, a formira guste podvodne livade prostirući se do 5 metara dubine mezotrofnih voda na pjeskovitom ili muljevitom dnu ili kalkaroznoj gitji. Česta je u vodi sa velikom količinom jona kalcija i sklona je kalcifikaciji habitusa. Na jezeru Kop dolazi u zajednici sa krhkom pršljenčicom, krocnjem i mjestimično mrijesnjakom.



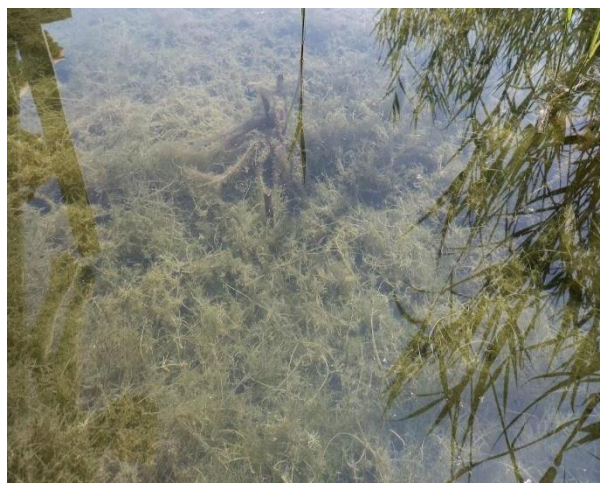
Vodena leća *Lemna minor*



Klasasti krocanj *Myriophyllum spicatum*



Plivajući mrijesnjak *Potamogeton natans*



Pršljenčice *Chara globularis* i *Chara contraria*

Slika 12. Biljne vrste akvatične flore (Foto: Ema Kamberović)

Najdominantnije biljne vrste na obali jezera Kop su trska i rogoz (slika 13). To su tipični predstavnici močvarne flore. Na istraživanom području izgrađuju biljne zajednice u kojima u odnosu na druge vrste dominiraju po brojnosti i pokrovnosti koju zauzimaju.

Trska (*Phragmites australis*) je trajna zeljasta biljka iz porodice trava. Ima šuplje, glatke i uspravne stabljike i može da dostigne visinu i do 6 m. Listovi su lancetasti, glatki, zelene do plavkastozelene boje, dugački do 50 cm. Cvjetovi su skupljeni u duge metličaste cvasti. Kako obično raste u jako velikim skupinama predstavlja vrlo važno stanište za mnoge vrste ptica, riba, vodozemaca, insekata.

Širokolisni rogoz (*Typha latifolia*) je zeljasta trajnica. Naraste i do 3 m visine i na vrhu nosi prepoznatljive smeđe skupine cvatova u obliku klipova. U gornjem dijelu smješteni su muški, a u donjem ženski cvjetovi. Listovi su naizmjenični, plavkasto zeleni dugi i do 2 m. Lako se razmnožava sjemenom i rizomom. Kao i trska na močvarnim staništima često raste u veliki skupinama i predstavlja mjesto za sklošte mnogim vrstama ptica, riba, insekata i drugih organizama.



Trska *Phragmites australis*



Širokolisni rogoz *Typha latifolia*



Metvica *Mentha aquatica*



Ježinac uspravni *Sparganium erectum*

Slika 13. Biljne vrste riparijalne zone (Foto: Radenko Nešković)

Akvatična vegetacija jezera Kop

Vodeći se smjernicama Habitat Direktive Evropske unije, u analizi akvatične vegetacije ustanovljena su dva stanišna tipa:

- stanišni tip Natura kod 3140: Tvrde oligo-mezotrofne vode sa submerznom bentoskom vegetacijom parožina *Chara* spp.

- stanišni tip 3150: Eutrofne stajaće vode sa vegetacijom sveze Magnopotamion ili Hydrocharition.

U tabeli 4 je prikazan je sastav akvatične flore u rađenim transektima na tri lokacije (1, 2, 3). Urađeno je ukupno 15 transekata u vodenoj sredini koji su okomiti u odnosu na obalu, 5 po svakoj lokaciji na svakih 20 metara dubine. Svaki transekt je označen abecednim slovima A, B, C, D, E. Brojnost vrsta u okviru transekata je procjenjivana skalom 1, 3 i 5, od slabo brojnih do jako zastupljenih.

Tabela 4. Pregled akvatične vegetacije jezera Kop

Biljna vrsta vodene vegetacije	Narodni naziv	1 A	1 B	1 C	1 D	1 E	2 A	2 B	2 C	2 D	2 E	3 A	3 B	3 C	3 D	3 E
Identificirani stanišni tip		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	<i>Chara globularis</i> Thuiller	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	1	5	3	5	2
	krhka pršljenčica															
2	<i>Chara contraria</i> A.Braun ex Kützing Leonhardi	3			3	3	3									
	brzo rastuća pršljenčica															
3	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	3	3	1	1	1	1	1	3		1	5	2	5	1	3
	klasasti krocanj															
4	<i>Potamogeton natans</i> L.	1	1			1	1		1	1	1	1	1	1		1
	plivajući mrijesnjak															
5	<i>Lemna minor</i> L.					1										
	vodena leća															
6	<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner						1					3				
	češljasti mrijesnjak															
7	<i>Potamogeton crispus</i> L.															1
	kovrdžavi mrijesnjak															

Stanište 3140 se prema Priručniku za interpretaciju tipova staništa Evropske unije opisuje kao jezera i depresije s vodom u kojoj ima mnogo otopljenih baza (pH je često 6-7) s pretežno plavom do zelenom, vrlo bistrom vodom s malo do umjereno nutrijenata, bogatom bazama (pH često iznad 7,5). Dna tih nezagađenih voda su obrasla tepihom parožina (*Characeae*). Tu se također ubrajaju i mali bazenčići i jaružice s tvrdom vodom uz eutrofne cretove, čije je dno gusto obraslo parožinama/pršljenčicama. Biljne vrste za raspoznavanje staništa su: *Chara* spp., *Nitella* spp., *Tolypella* spp. Sintaksonomski se ovaj tip staništa diferencira u klasu *Charetea fragilis* F. Fukarek 1961. Na jezeru Kop zastupljena je sveza *Charion fragilis* sa indikatorskim vrstama za ovaj stanišni tip: krhkom pršljenčicom *Chara globularis* Thuiller i nasuprotnom pršljenčicom *Chara contraria* A. Braun ex Kützing.

Prema interpretaciji CEPRES-a (Protection of Biodiversity of the Sava River Basin Floodplains), tip staništa tvrdih oligotrofnih voda sa bentoskom vegetacijom parožina/pršljenčica na prostoru Bosanske Posavine je zastupljen u ravničarskim predjelima i uglavnom zauzima bare i manje močvare, vodene depresije u zoni riječnih rukavaca koje usko korespondiraju sa zajednicama vodenjara (*Potamion eurosibiricum*). Zajednice sa *Chara* spp. predstavljaju važna staništa za razmnožavanje mnogih vrsta reptila, amfibija i riba u kompleksnim lancima ishrane, te za očuvanje mnogih vrsta algi i invertebrata, naročito molusaka.

Kao i većina tipova močvarne vegetacije, tako su i zajednice sa *Chara* spp. potencijalno veoma ugrožene. Ugroženost je uvjetovana naglašenom fragmentacijom staništa, drenažama i eutrofikacijom iz vještačkih izvora, kao što su farme domaćih životinja, promjenama pH vrijednosti, prilivu nutrijenata te mehaničkim transformacijama močvarnih zemljišta. Potrebne su mjere posebne zaštite za očuvanje ovog stanišnog tipa. Kao još uvijek slabo proučeni tipovi staništa i zajednica, kako u florističkom tako i sintaksonomskom pogledu, trebaju uživati puni prioritet u narednim istraživanjima i naglašeniju zaštitu u integralnom upravljanju močvarnim staništima (Protection of Biodiversity of the Sava River Basin Floodplains). Ovaj stanišni tip se navodi kao ugrožen u Rezoluciji 4 Bernske konvencije, čija je potpisnica i Bosna i Hercegovina (European Commission, 2019) pod nazivom „Tepisi podvodnih harofita u mezotrofnim vodama“ (*Charophyte submerged carpets in mesotrophic waterbodies*) - EUNIS kod C1.25. Prisustvo ovog ugroženog stanišnog tipa indicira potrebu očuvanja jezera Kop (Slika 14).



Slika 14. Stanišni tip Natura 3140 sa algama pršljenčicama ili parožinama (Foto: Ema Kamberović)

Na jezeru Kop je u rukavcima i mjestimično u dubljoj vodi razvijen akvatični stanišni tip 3150, koji prema Priručniku za interpretaciju tipova staništa Evropske unije (EUR 27) naseljava slobodno plutajuća vegetacija sveze *Hydrocharition* ili ukorijenjena submerzna vegetacija sveze *Magnopotamion* u manje ili više providnoj vodi, ponekad alkalnog karaktera. Na jezeru Kop zastupljena je sveza *Magnopotamion* sa dominacijom vrsta klasastog krocnja i plutajućeg mrijesnjacka. Ovaj stanišni tip često smjenjuje pionirski stanišni tip sa pršljenčicama. **Krocanj (*Myriophyllum spicatum*) se smatra korovskom vrstom koja se jako brzo razmnožava u plitkim vodama. Na jezeru Kop je zastupljen u priobalnoj zoni i potrebno je nadzirati njegov razvoj i širenje, jer može u kratkom periodu da se proširi na staništa sa ugroženim stanišnim tipom sa parožinama (Slika 15).**



Slika 15. Stanišni tip 3150 sa klasastim krocnjem (Foto: Ema Kamberović)

Riparijalna vegetacija jezera Kop

Istraživanjem vegetacije priobalnog pojasa/riparijalne zone jezera Kop identifikovane su dvije biljne zajednice: zajednica sa trskom (*Phragmitetum australis*) i zajednica sa širokolisnim rogozom (*Typhaetum latifoliae*) u okviru vegetacijske klase močvara (*Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et. Novák 1941.)

Sintaksonomski pregled vegetacije:

Klasa *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941 - vegetacija bara i močvara

Red *Phragmition communis* W. Koch 1926

1. Ass. *Phragmitetum australis* Schmale 1939 - zajednice sa trskom
2. Ass. *Typhaetum latifoliae* Lang. 1973 - zajednice sa širokolisnim rogozom.

Pri obodu jezera dolazi do formiranja šumske vegetacije vrbovih šuma koje su u izraženoj progradacijskoj fazi, što značajno doprinosi povećanju ekosistemskih regulatornih servisa jezera.

U tabeli 5 je prikazan diverzitet flore po biljnim zajednicama riparijalne zone.

Tabela 5. Prikaz biljnih zajednica po transektima

Biljne zajednice		Transekt 1 <i>Typhaetum latifoliae</i> Lang.1973	Transekt 2 <i>Phragmitetum australis</i> Schmale 1939	Transekt 3 <i>Phragmitetum australis</i> Schmale 1939
R.	Naziv vrste			
br.				
1.	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	2	5	4
2.	<i>Lycopus europaeus</i> L.	2	1	1
3.	<i>Bidens frondosus</i> L.	1		
4.	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	2	2	
5.	<i>Medicago lupulina</i> L.	1		
6.	<i>Plantago major</i> L.	1		
7.	<i>Epilobium palustre</i> L.	1		1
8.	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	1		1
9.	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	1		1
10.	<i>Ranunculus repens</i> L.	1		
11.	<i>Poa pratensis</i> L.	1		1
12.	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	2		
13.	<i>Typha angustifolia</i> L.	2		
14.	<i>Juncus articulatus</i> L.	1		
15.	<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	1		
16.	<i>Carex elata</i> All.	1		
17.	<i>Typha latifolia</i> L.	4		
18.	<i>Mentha aquatica</i> L.	2		1
19.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	2		
20.	<i>Rubus idaeus</i> L.	2		
21.	<i>Lathyrus sylvestris</i> L.			
22.	<i>Vicia cracca</i> L.	1		
23.	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	1		
24.	<i>Salix purpurea</i> L.	2		
25.	<i>Humulus lupulus</i> L.	2	1	
26.	<i>Holcus lanatus</i> L.	1	1	1
27.	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	1		
28.	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1		
29.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	1		
30.	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. & A. Gray	2	1	2
31.	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	1		1
32.	<i>Clematis vitalba</i> L.	2		
33.	<i>Salix alba</i> L.	2	1	1
34.	<i>Gallium palustre</i> L.	1		
35.	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	1		

36.	<i>Solanum dulcamara</i> L.	1	1	
37.	<i>Juncus inflexus</i> L.	2		1
38.	<i>Betula pendula</i> Roth		1	1
39.	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.		1	2
40.	<i>Silene latifolia</i> Poir.			1
41.	<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.			1
42.	<i>Sparganium erectum</i> L.	1		
43.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.			1

*Brojevima od 1 do 5 predstavljena je brojnost pojedinačnih vrsta u okviru biljne zajednice, od vrsta koje su rjetko zastupljene (1), do jako brojnih vrsta (5)

Biljna zajednica sa širokolisnim rogozom (*Typhetum latifoliae* G. Lang 1973) na jezeru Kop dolazi u vidu vrlo kratkog i uskog pojasa na sjeveroistočnoj obali. U florističkom sastavu dolazi 37 vrsta, od kojih dominantnu ulogu ostvaruje širokolisni rogoz (*Typha latifolia*). Znatno veće površine riparijalne zone jezera obrasta zajednica sa trskom (*Phragmitetum australis* Schmale 1939). U florističkom sastavu ove zajednice dolazi 20 biljnih vrsta, pri čemu je potpuno dominantna vrsta trska (*Phragmites australis*) dok su sve ostale vrste zastupljene sa izrazito malim stepenom pokrovnosti. Zajednica naseljava staništa sa plitkom vodom, nastavlja se na akvatične biljne zajednice i prodire u zajednice prema kopnu, s obzirom na široku ekološku amplitudu za vlažnost dominantne vrste *Phragmites australis*. Ove zajednice nisu prepoznate kao izdvojen stanišni tip u priručniku za identifikaciju staništa prema Habitat Direktivi. Međutim, jako su značajne kao staništa drugim vrstama, posebno pticama i vodozemcima. Dobro razvijene zajednice sa trščacima i rogozima na jezeru Kop doprinose da jezero Kop u svojoj priobalnoj zoni poprima karakteristike močvarnih ekosistema koje su jako ugrožene na globalnom nivou.



Slika 16. Zajednica sa trskom u riparijalnoj zoni (Foto: Ema Kamberović)

U zoni koja se nadovezuje na tršćake i rogoze, zastupljeni su progradacioni stadiji sa prisustvom drvenastih vrsta vrba, topola, ali i sa značajnim učešćem invazivnih vrsta. Stanište se vrbama se u Evropskoj Uniji smatra kao prioritetan stanišni tip 91EO* i zahtijeva zaštitu. Na jezeru Kop, zbog specifičnog nastanka jezera, ovaj stanišni tip ne doseže značajan razvoj strukture i funkcije, ali bi uz kontrolu rasta invazivnih vrsta imao potencijal daljnjeg razvoja.

Invazivne biljne vrste

Kao jedan od najznačajnijih faktora koji ugrožavaju močvarne ekosisteme i biodiverzitet u cjelini, navode se alohtone invazivne biljne vrste. Prema definiciji koja se navodi u Uredbi EU, invazivne vrste su strane vrste za koje je utvrđeno da njihovo unošenje ili širenje ugrožava ili štetno djeluje na biodiverzitet i povezane usluge ekosistema (Uredba EU 1143/2014).

Na istraživanom području identifikovano je ukupno šest invazivnih biljnih vrsta vodeći se preliminarnom listom invazivnih biljnih vrsta u BiH (Maslo, 2016) i Prvim nacionalnim izvještajem o biodiverzitetu Bosne i Hercegovine (Redžić i sar., 2008) i to: pajasen (*Ailanthus altissima*), ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*), kozji rogovi (*Bidens frondosus*), jednogodišnja krasolika (*Echinocystis lobata*), ježasti krastavac (*Echinocystis lobata*) i bagrem (*Robinia pseudoacacia*).

Od šest identifikovanih invazivnih vrsta biljaka na istraživanom području pet su porijeklom iz S. Amerike, a jedna iz Azije. Tri vrste su iz porodice glavočika (*Compositae*), a po jedna iz porodica gorkuničevki (*Simaroubaceae*) i tikvi (*Cucurbitaceae*).

Od svih invazivnih biljnih vrsta na istraživanom području naročito je raširena vrsta ježasti krastavac (*Echinocystis lobata*) koja se vrlo brzo širi i uspješno kolonizuje, posebno riparijalne, poplavne zone jezera i rijeka. Prilikom introdukcije biljnih vrsta na jezero Kop neohodno je obratiti pažnju na porijeklo vrsta i potencijalnu invazivnost. Primjer nekontrolisanog širenja pajasena je vidljiv u riparijalnim zonama rijeka u Tuzlanskom kantonu. Ove vrste se još uvijek zbog slabe educiranosti koriste kao hortikulture, ali njihova introdukcija može imati nesagledive posljedice na prirodnu sukcesiju.

Tabela 6. Alohtone invazivne vrste biljaka riparijalne zone jezera Kop

Naziv vrsta	Porijeklo	Porodica
Ambrozija	S. Amerika	glavočike
Pajasen	Azija	gorkuničevke
Kozji rogovi	S. Amerika	glavočike
Jednogodišnja krasolika	S. Amerika	glavočike
Ježasti krastavac	S. Amerika	tikve
Bagrem	S. Amerika	leptirnjače



Slika 17. Kozji rogovi (*Bidens frondosus*) i ježasti krastavac (*Echinocystis lobata*)
(Foto: Radenko Nešković)

Diverzitet riba jezera Kop

Studija biodiverziteta jezera Kop Šićki Brod u pogledu faune usmjerena je na istraživanje riba i vodozemaca. Za ihtiološka istraživanja korištene su različite mreže ukupne dužine od oko 100 m, visine 1,5 m, veličine okaca od 16 mm do 80 mm. Korištene mreže za uzorkovanje su propisane EIFAAC (European Inland Fisheries and Aquaculture Advisory Commission) propisom (2005) i europskim standardom EN 14757:2005(E).

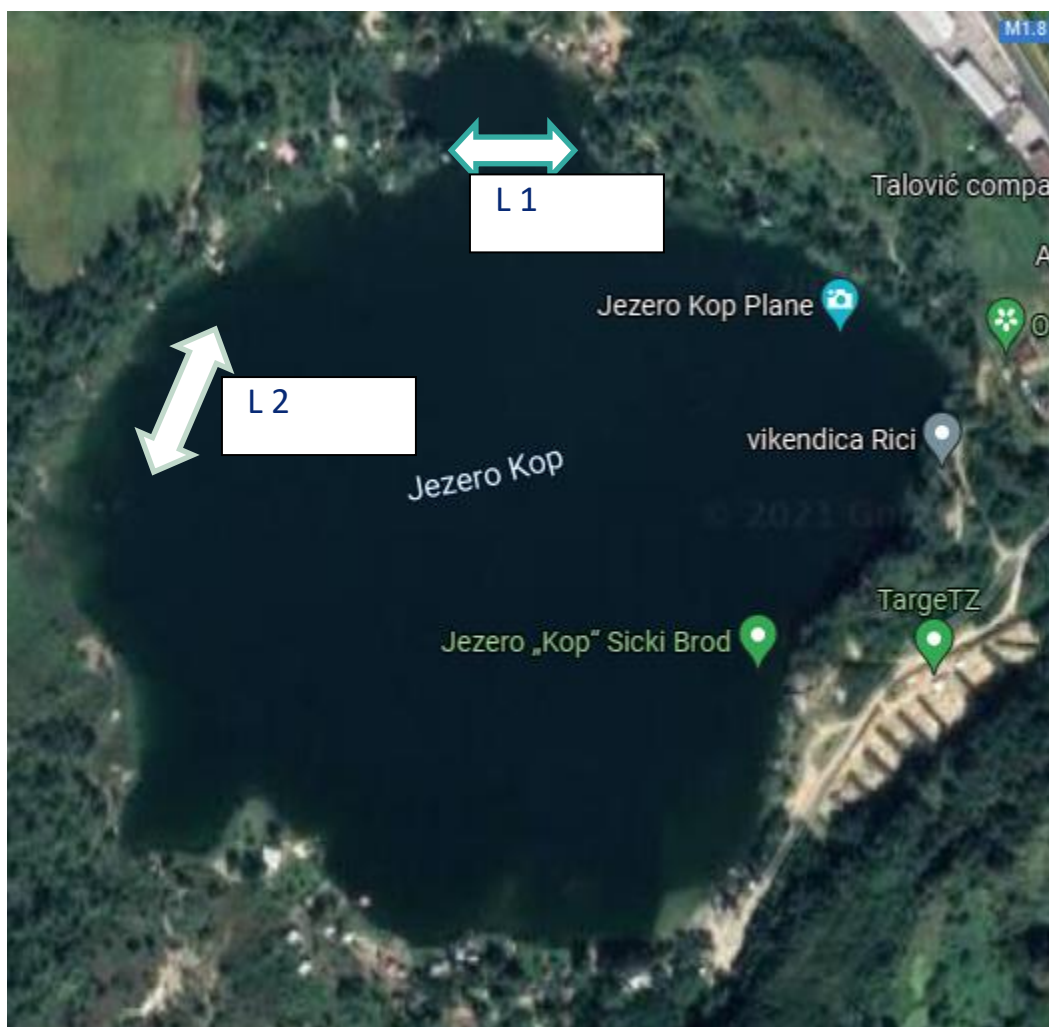
Mreže su postavljene iz čamca između 16:00 i 17:00 sati u oktobru mjesecu, a podignute sutradan između 8:00 i 9:00 sati, pri čemu smo nastojali da u vodi provedu najmanje 12 sati.

Prilikom podizanja mreža je konstatovano da je ulov riba jako slab. U mreži postavljenoj na prvoj lokaciji (L1), ulovljene su svega tri jedinke i to jedan šaran (*Cyprinus carpio*) i dvije crvenperke (*Scardinius erythrophthalmus*). U drugoj mreži, postavljenoj na lokalitetu L2, ulov je bio još slabiji, jer je u mreži nađena samo jedna crvenperka. Sve ulovljene ribe pripadaju porodici šranki Cyprinidae. Ulovljenim ribama je izmjerena totalna dužina tijela (dužina tijela od vrha njuške do zadnje ivice repnog peraja), standardna dužina tijela (dužina tijela od vrha njuške do početka osnove repnog peraja). Za mjerenje osnovnih tjelesnih mjera je korišten ihtiometar. Digitalnom vagom „Kern“ (Kern PFB Version 2,2) s tačnošću $\pm 0,01$ g je izmjerena tjelesna masa riba. Starost ulovljenih riba je određena brojanjem skleritnih prstenova na krljuštima koje su uzete sa sredine tijela iznad bočne linije i ispod leđne peraje. Rezultati ulova i biometrijski podaci ulovljenih riba su prikazani u tabeli 7.

Tabela 7. Rezultati ihtioloških istraživanja

Vrsta ribe	TDT* (cm)	SDT* (cm)	Ihtiomasa (g)	Starost
<i>Cyprinus carpio</i>	57,50	48,00	3250,00	4+
	28,30	23,50	296,00	9+
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	23,80	20,00	174,00	6+
	30,00	24,80	397,00	10+

TDT - totalna dužina tijela; SDT - standardna dužina tijela



Slika 18. Lokaliteti na kojima su postavljene mreže za ribolov

Zbog malog uzorka i zbog obaveze naglašene u dozvoli za ribolov, da sve ribe moraju biti žive vraćene u jezero, ulovljenim ribama nije utvrđivan spol, a ribe su, nakon uzimanja neophodnih biometrijskih podataka, žive vraćene u jezero.

Iz prezentiranih podataka je vidljivo da je šaran dužine 57,50 cm bio težak 3250,00 g, a da je starost jedinke bila 4+. Fultonov kondicioni faktor (masa ribe u kubiku njene dužine) je imao visoku vrijednost $CF=1,71$ ($> 1,50$), što ukazuje na opće stanje riba ulovljenih riba.

Crvenperke su imale srednju vrijednost totalne dužine tijela $\bar{x} = 27,37$ cm, dok je srednja vrijednost standardne dužine tijela $\bar{x} = 22,77$ cm. Ukupna ihtiomasa crvenperki je iznosila 867,00 g, ($\bar{x} = 289,00$ g).

Na osnovu tjelesne mase i dužine tijela riba, izračunat je Fultonov faktor kondicije (CF) ili kubični faktor kondicije (K) koji se računa prema formuli:

$$CF = W L^{-3} 100$$

Ovaj faktor dobro pokazuje opće stanje riba, kao i promjene koje se događaju zavisno od lokacije i fizioloških ciklusa u životu riba.

Dobivene vrijednosti CF za crvenperke su: 1,306, 1,29 i 1,47 ($\bar{x} = 1,33$) i niže su od ($< 1,50$) što ukazuje na njihov njihov negativni alometrijski rast (stanje kada ribe dobijaju više na dužini nego na masi).



Slika 19. Šaran iz jezera Kop (Foto: Avdul Adrović)



Slika 20. Crvenperka iz jezera Kop (Foto: Avdul Adrović)

Obje ulovljene vrste riba pripadaju porodici Cyprinidae. Objе vrste pripadaju reproduktivnoj skupini fitofilnih vrsta, to jest vrsta koje svoju ikru lijepe za vodene biljke.

Niti jedna od ribljih vrsta koje su ulovljene u jezeru Kop se ne nalazi na Aneksima Direktive 92/43/CEE, ali imaju značaj i ulogu bioindikatora stanja vodenih tijela.

Na osnovu uvida u IUCN kategorizaciju ugroženih vrsta/podvrsta riba, kao i u Crvenu listu faune Federacije Bosne i Hercegovine (Škrijelj i sar. 2013), zaključujemo da su ulovljene vrste različito kategorizirane u odnosu na evropsku IUCN kategorizaciju (Tabela 8).

Tabela 8. Status ugroženosti ulovljenih riba

Vrsta ribe	Evropski status	Verzija 3.1 BiH
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	LC	LC
<i>Cyprinus carpio</i>	VU	LC

*LC – najmanje zabrinjavajuća, VU – ranjiva vrsta.

Obje vrste riba imaju široko rasprostranjenje u vodama Bosne i Hercegovine i naseljavaju Crnomorski sliv ali i Jadranski sliv (Sofradžija, 2009). Prisutne su u Modracu, (Adrović, 2012), Spreči (Adrović i sar. 2020), Sniježnici (Škrijelj i sar. 2005), Drini (Mikavica i Savić, 1999), Savi (Simonović i sar. 2014), Vrbasu (Radević, 2000), Bardači (Vuković i sar. 2008).

Osnove biologije ulovljenih vrsta riba

Crvenperka ima visoko tijelo pokriveno krupnim srebrastim krljuštima. Usta su joj terminalna, postavljena koso, a njihov zadnji ugao ne doseže nivo prednje ivice oka. Vrh vilica je iznad nivoa sredine zjenice oka. Leđa su joj zelenkasta, bokovi su boje bronzne, a trbuh žućkast ili bjeličast. Grudna peraja su crvenkasta, a trbušna krvavo-crvena. Naraste do 45 cm i dostigne težinu do 2 kg. Naseljava nizijske vode dunavskog sliva, kao što su sporotekuće rijeke, jezera i bare. To je jatna riba, koja se zadržava u mirnim dijelovima vode gusto obraslim vegetacijom. Ima je i u jadranskom slivu.

Hrana su joj vodena vegetacija, mekušci i larve insekata. Mrijesti se tokom maja i juna. U plićacima obraslim vegetacijom polaže do 200 hiljada komada ikre, čija inkubacija traje 5-8 dana. Spolnu zrelost stiče u drugoj ili trećoj godini starosti. Crvenperka ima mali privredno-ribolovni značaj, ali je cijenjena u sportskom ribolovu.

Šaran je prepoznatljiva toplovodna riba. Boja tijela je varijabilna i zavisi od staništa i može biti žućkasto-zlatna, srebrno-zelenkasta i gotovo crna. Prva tvrda, bodljasta žbica leđnog peraja je sa zadnje strane testerasto nazubljena. Šaran naraste preko 1 m i dostiže masu tijela do 27 kg. Naseljava nizijske sporotekuće i stajaće vode oba sliva. Zadržava se u mirnijim dijelovima staništa koja su obrasla vegetacijom, ali i u vodenoj struji. Hrani se faunom dna, biljnim materijalom, a odrasli i sitnom ribom. Mrijesti se grupno (jedna ženka s više mužjaka (3 ili 4). Mrijest počinje od druge polovine aprila (kada temperatura vode pređe 18°C) do jula, pa čak i avgusta. Šaran se mrijesti porciono, na plitkim, zatravnjenim dijelovima plavne zone. Polaže do 1,6 miliona komada ikre, čija inkubacija traje 3-6 dana. Spolnu zrelost dostiže od druge do četvrte godine. Šaran ima veliki privredni i sportsko-ribolovni značaj. Smatra se da su ga Rimljani donijeli u Evropu početkom Nove Ere.

Među "divljim" oblicima šarana razlikujemo četiri varijeteta: *tipicus*, *gibbosus*, *oblongus* i *hungaricus*. Ovi varijeteti se razlikuju po visini i stepenu bočne spljoštenosti tijela. Osim šarana s krljuštima na čitavom tijelu, koji se naziva šupner, uzgojem su dobijeni varijeteti, koji se susreću i u prirodnim staništima: veleljuskavi – cajler, koji ima red krljušti uz leđa, po bočnoj liniji i trbuhu; malokrljuskavi – špigler, koji ima red krljušti uz leđa i pojedinačne krljušti uz osnove peraja; goli – lederer, koji je potpuno bez krljušti.

Pregled postojećih podataka o ihtiopopulacijama jezera Kop

Jedine pisane podatke o ihtiofauni jezera Kop, nalazimo u Ribarstveno-gospodarskoj osnovi za Ribolovno područje I – sliv jezera Modrac (Banovići, Živinice, Lukavac i Tuzla) (Škrijelj i sar. 2011). I tada, kao i sada, ulov riba je bio izuzetno slab. Spomenuti autori su postavili devet mreža ukupne dužine oko 60 m, ali su ulovili svega dvije jedinke riba i to jednu deveriku (*Abramis bama*) i jednu babušku (*Carassius gibelio*).

Iako su pisani podaci o prisustvu drugih vrsta riba u jezeru Kop vrlo oskudni, treba uvažiti činjenicu da su lokalni ribolovci, članovi Sportsko ribolovnog udruženja „Rudar-Kreka“ kao i članovi Udruženja građana „Eko-sport“ iz Tuzle, višestruko poribljavali ovo jezero različitim vrstama riba o čemu svjedoče brojni videozapisi, TV priloge i napisi na web stranici ww.bistrobih.ba/nova/jezero-sicki-brod/, itd. Tako se mogu vidjeti podaci o poribljavanju jezera, šaranom, kalifornijskom pastrmkom, somom, babuškom i amurom koji su kupljeni na ribnjaku Prnjavor.

Osim spomenutih vrsta, ribolovci su u jezero unosili i štuku *Esox lucius*, te linjaka (*Tinca tinca*). Ukupni efekti provedenih poribljavanja su vrlo slabi, na što ukazuje i slab ulov riba. Razlozi za slab uspjeh poribljavanja su kompleksni i mogli bi se razmatrati na različite načine, ali ćemo navesti neke vlastite projekcije.

Pretpostavljamo da prilikom poribljavanja nije unesena dovoljna količina ribe. Poribljavanje nije provedeno od strane adekvatne naučne institucije, niti je poribljavanju prethodila izrada plana poribljavanja koja bi, u skladu s odredbama Zakona o slatkovodnom ribarstvu, propisala količinu ribe i druge neophodne parametre i procedure. Osim toga, jezero nije poribljeno planski, to jest nije poribljeno adekvatnom vrstom ribe, niti je nakon provedenih poribljavanja imalo adekvatnu zaštitu. Također, ostaje otvoreno pitanje uspjeha adaptacije unesenih riba na nove uslove života koje nudi jezero. Postavlja se pitanje koliko su unesene vrste bile uspješne da brzo pronađu hranu, nova mrijestilišta, nova skloništa od predatora, da se aktivno i uspješno uključe u novoformirane lance ishrane, uz uticaj brojnih drugih poznatih ili manje poznatih faktora koji su uticali ili su mogli uticati na njihov opstanak.

Jedna od temeljnih grešaka koja je prilikom provedenih poribljavanja napravljena jeste unos predatorskih piscivornih vrsta kao što je štuka, koja je (vjerovatno) pojela unesenu količinu ribe naknadno. Lokalni ribolovci i aktivisti ukazuju na činjnicu da nije bilo zaštite ribe koja je unesena u jezero, već je nakon unosa nekontrolisano izlovljena. Stoga smatramo da su to temeljni razlozi za slab ulov riba tokom istraživanja koja su provedena 2011. godine, ali i ovih sadašnjih.

Činjenica je također, da je jezero Kop relativno mlado, jer je formirano 1987. godine na površinskom kopu Šićki Brod po kojem je i dobilo naziv i da se populacije riba u njemu tek uspostavljaju. Sporom uspostavljanju ihtiocenoza doprinosi i činjenica da jezero ni danas nema adekvatnu ribočuvarsku službu, pa su ihtiopopulacije izložene svakodnevnom izlovu različitim ribolovnim alatima, pa i mrežarskim. Zbog svega toga, kasnije nije došlo do prirodne reprodukcije riba u jezeru, pa je količina riba danas izuzetno mala, na što ukazuje i odsustvo većeg broja ihtiofagnih ptica, koje su npr. na jezeru Modrac prisutne u velikom broju.

Sve nabrojane aktivnosti su se vrlo negativno odražavale i odražavaju na stanje populacija riba u ovom jezeru. Konačno, ništa od provedenih aktivnosti nije bilo u skladu s važećom zakonskom legislativom, pa je uloženi trud, kad govorimo o ribama, doslovno bio uzaludan. Zbog toga navodimo samo neke članove aktuelnog Zakona o slatkovodnom ribarstvu Federacije Bosne i Hercegovine, koji reguliše poribljavanje.

Zakonska regulativa

Zakon o slatkovodnom ribarstvu Federacije Bosne i Hercegovine, u Članu 3. Stav 22. definira poribljavanje kao plansko unošenje riba u ribolovne vode na osnovu ribolovno privredne osnove i godišnjeg programa.

Član 3. Stav 46. definira kontinuirano poribljavanje, a to je poribljavanje koje su dužni provesti vlasnici hidrotehničkih objekata čija izgradnja je ugrozila migraciju i reprodukciju određenih ribljih vrsta, a provodi se svake godine na osnovu izrađenog programa.

Član 41. Godišnji program sadrži: 1. procjenu količine ribe i njihovog prirasta u ribolovnom području/zoni; 2. dozvoljeni godišnji i dnevni ulov pojedinih vrsta riba; 3. program poribljavanja prema količinama i vrstama ribe; 4. mjere i način zaštite ribolovnog područja/zone; 5. planirane sportsko-ribolovne aktivnosti; 6. planirana novčana sredstva i namjenu korištenja tih sredstava.

Član 71. Održivo korištenje ribljeg fonda podrazumijeva provođenje ribolova do te mjere da način i vrijeme korištenja omogućavaju njegovo prirodno samoobnavljanje i/ili s posebnim mjerama upravljanja dugoročno očuvanje ribljeg fonda, a da se pri tome ne ugrožava povoljno stanje biljnog i životinjskog svijeta.

Osim navedenih činjenica, treba naglasiti da višenamjensko korištenje kopnenih voda rezultira nepovoljnim učincima na funkcioniranje vodenih ekosistema. Pri tome se razlikuju tri glavna uzroka stalnog smanjivanja ribljih resursa u našim kopnenim vodama, a time i narušavanja biološke raznolikosti ribljih populacija, a to su: nedovoljno poznavanje međuočnosa između vrsta riba i njihovog staništa, slaba valorizacija slatkovodnog ribarstva u odnosu na druge oblike eksploatacije istog vodenog resursa i izoliranost upravljanja slatkovodnog ribarstva u odnosu na upravljanje ostalih korisnika istoga vodenog resursa.

Nakon sagledavanja iznesenih činjenica, nameće se logičan zaključak, da populacijama riba ovog interesantnog i vrijednog akvatorija, odmah treba posvetiti zasluženu pažnju. Treba odmah primjeniti savremene metode, tehnike i zakonske akte, koji bi omogućili relativno brzo i djelotvorno uspostavljanje normalnih i samoodrživih ihtiopopulacija, koje bi u bliskoj i daljoj budućnosti predstavljale značajan ihtiorekurs s aspekta sportskog, ekoturističkog, ali i privrednog ribolova. Na taj način bi se spriječio postojeći nered i kontinuirano uništavanje rezultata rada lokalnih aktivista i članova udruženja sportskih ribolovaca.

Diverzitet vodozemaca

Standardnim herpetološkim metodama su istraživani vodozemci (Amphibia). Po završetku terenskih istraživanja, sastavljen je popis utvrđenih vrsta, koji je prezentiran u tabeli 9. Tokom istraživanja je utvrđeno prisustvo običnog daždevnjaka iz familije Salamandridae i šest vrsta žaba iz familija Bombinatoridae, Hylidae, Bufonidae i Ranidae.

Tabela 9. Diverzitet vodozemaca okoline jezera Kop

Red	Familija	Vrsta
Caudata	Salamandridae	<i>Salamandra salamandra</i> (Linnaeus, 1758) – pjegavi daždevnjak LC
Anura	Bombinatoridae	<i>Bombina variegata</i> (Linnaeus, 1758) – žuti mukač NT - gotovo ugrožena
	Hylidae	<i>Hyla arborea</i> (Linnaeus, 1758) – gatalinka, kišnica, kreketuša LC
	Bufonidae	<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758), smeđa žaba krastača LC
		<i>Bufo viridis</i> (Laurenti, 1768) – evropska zelena krastača LC
Ranidae		<i>Perlophylax ridibundus</i> (Palas, 1771) – velika zelena žaba LC
		<i>Rana dalmatina</i> Bonaparte, 1842 – šumska žaba LC

Istraživanjem je dokazano da faunu vodozemaca istraživanog područja trenutno broji sedam vrsta vodozemaca, što je oko 39% od ukupnog broja (18) vrsta vodozemaca (Adrović, 2015) koje naseljavaju Bosnu i Hercegovinu. Stoga se istraživano područje može smatrati kao područje koje nije bogato vrstama vodozemaca, te da ga naseljavaju vrste koje imaju najšire rasprostranjenje na području Bosne i Hercegovine, ali i šire.

Ako posmatramo stanje ugroženosti prisutnih vrsta vodozemaca navedenog područja (Škrijelj i sar. 2013) vidimo da samo žuti mukač ima status NT (gotovo ugrožena vrsta), dok su sve ostale vrste u kategoriji LC.

Uvažavajući iznesene činjenice i još jednom naglašen nedostatak podataka o diverzitetu vodozemaca ovog, ali i drugih područja Bosne i Hercegovine, nameće se potreba uspostavljanja redovnog monitoringa populacija vodozemaca na istraživanom području ali i šire. Spomenuto područje je izloženo intenzivnim antropogenim pritiscima, što se izuzetno negativno odražava na populacije vodozemaca.

Uvažavajući činjenicu da ne znamo dovoljno o rasprostranjenju i ekologiji naših vodozemaca, postaje jasno zašto je teško procijeniti njihovu ugroženost. To je temeljni razlog zbog koga treba pristupiti sistematskom istraživanju diverziteta i kartiranju areala utvrđenih vrsta na području Bosne i Hercegovine. Pošto su vodozemci životinje s promjenjivom tjelesnom temperaturom njihova aktivnost ovisi o godišnjem dobu. Hladni dio godine vodozemci provode u zimskom mirovanju zbog čega se tada ne mogu provoditi terenska istraživanja i prikupljati podaci o njihovim arealima rasprostranjenosti. Period razmnožavanja vodozemaca je zato najbolje vrijeme za njihovo proučavanje, jer su tada najaktivniji i lako ih je uočiti.

Osnovne biološke i ekološke odlike utvrđenih vrsta vodozemaca

Obični daždevnjak (*Salamandra salamandra*) ima zdepasto, do 30 cm dugo tijelo. Osnovna boja je crna sa brojnim žutim mrljama različite veličine i oblika – aposemična obojenost. Živi u stelji na vlažnim mjestima i na nadmorskoj visini do 2000 m. Hrani se puževima, glistama i račićima. Oplodnja je unutrašnja. Ženke rađaju do 30 larvi, a ponekad odlažu jaja u kojima je već završen embrionalni razvoj i iz njih se ubrzo razvijaju larve. Šareni daždevnjak je široko rasprostranjen kako u Evropi, tako i u našoj zemlji.

Žuti (žutotrbi) mukač (*Bombina variegata*) ima zdepasto, do 50 mm dugo tijelo. U koži dorzalne strane tijela se nalaze izražene bradavice s crnim trnolikim završetkom. Dorzalna strana tijela je siva, braon ili maslinastosmeđa, a ventralna sivoplava ili crnoplava sa izraženim žutonarandžastim poljima. Koža luči materiju neprijatnog okusa. Kada su u opasnosti izvrnu se na leđa, umire se i pokažu žuto obojeni trbuh. Prsti prednjih ekstremiteta mužjaka, naročito prvi prst, u vrijeme parenja zadebljaju. Parenje se odvija tokom proljeća i ljeta (od maja do septembra). Ženke polažu do 100 jaja iz kojih se, nakon 10 – 12 dana izvaljuju punoglavci. Žuti mukač naseljava mirne, stalne i povremene vode, brdskih i planinskih područja zapadne a dijelom i istočne Evrope. U Bosni i Hercegovini je široko rasprostranjena vrsta.

Gatalinka (*Hyla arborea*) naraste do 5 cm. Dorzalna strana tijela je obojena izuzetno lijepom zelenom bojom, koja se prema potrebi i prema okolini može mijenjati od žute do sive. Ventralna strana je obojena žućkastobijelo. Od nosnih otvora preko očiju, bubnih opni i duž bokova tijela se pruža crno obojena linija. Zjenice su vodoravne. Živi na grmovima i drveću između lišća, gdje se zbog svoje boje teško primjećuje. Aktivna je i tokom dana. U doba parenja mužjak može napuhati donji dio ždrijela koji služi za pojačavanje zvuka. Hrane se insektima. Parenje se

odvija u vodi tokom aprila i maja, gdje ženke polažu do 1000 jaja. Metamorfoza traje 2 – 3 mjeseca. Zimu prezimljuju zakopane u zemlju, u šupljinama stabala i sličnim mjestima. Areal obuhvata veći dio centralne i južne Evrope, a široko je rasprostranjena i u Bosni i Hercegovini.

Obična krastava žaba (*Bufo bufo*) koja naraste do 20 cm i najkrupnija je žaba u Evropi. Mužjaci su nešto manji i na prednjim nogama imaju izražena tamna rožna zadebljanja. Tijelo je prljavo - sivo - smeđe boje, koja nalikuju boji zemlje. Razmnožavaju se u proljeće, kada se okupljaju u veliku grupu. Pri tome, ženke na leđima nose čvrsto priljubljene mužjake. Oplodnja je vanjska, a jaja odlažu u nizu i kače ih za podvodne biljke i korijenje. Mužjaci se bore za ženke. Noge su joj gotovo iste dužine, zbog čega ne skače već se kreće sporim hodanjem ili gegajući se. Krastače su noćne životinje koje žive u šumama. Hrane se različitim beskičmenjacima od insekata do glista. Areal krastače je veoma širok, tako da obuhvata gotovo čitavu Evropu izuzev krajnjeg sjevera. Široko je rasprostranjena i u Bosni i Hercegovini, gdje se može naći i na većim nadmorskim visinama.



Slika 21. Obični daždevnjak
Salamandra salamandra



Slika 22. Žuti mukač
Bombina variegata



Slika 23. Gatalinka *Hyla arborea*



Slika 24. Krastava žaba *Bufo bufo*

Zelena krastača (*Bufo viridis*) je nešto manja od prethodne vrste i naraste do 10 cm. Glava je široka, a interokularni prostor je mali i ima dužinu gornjeg očnog kapka. Zjenice su vodoravno postavljene. Dorzalna strana tijela je posuta sitnim bradavicama, obojena je tamnosivo i prošarana svijetlozelenim pjegama. Prednji dio ventralne strana tijela je bijele boje koja prema zadnjem kraju prelazi u sivu, a po njoj su sitne tamne mrlje.

Noge su relativno kratke, zbog čega se kreće hodanjem - rijetko skakanjem. Ova vrsta nastanjuje pjeskovita staništa; otvorene prostore uključujući i šume, a često se nađe i u blizini kuća. Rasprostranjena je u čitavoj Evropi, sjevernoj Africi i jugozapadnoj Aziji. O rasprostranjenju ove vrste u Bosni i Hercegovini postoje oprečni podaci, ali sigurno da je ima.

Velika barska žaba (*Perlophylax ridibundus*) naraste do 17 cm. Tijelo je dosta zdepasto. Njuška je tupa, a bubne opne su jasno izražene. Leđna strana tijela je prljavo žuto zelene boje sa izraženim tamno maslinastim pjegama. S obje strane leđa se nalaze uzdužni žljezdani kožni nabori. Ventralna strana tijela je svijetla i prošarana smeđom bojom. Na stražnoj strani butova nema žute boje. Mužjaci imaju rezonatore za pojačavanje zvuka. Zadnje noge su duge i kada se butovi postave pod pravim uglom u odnosu na uzdužnu osu tijela, tada se pete preklapaju. Veći dio života provode u vodi, a zimu provode zarivene u mulj. Hrani se različitim beskičmenjacima, insektima, račićima, a ponekad i mladim ribama. Rasprostranjene su u čitavoj Evropi od nizina pa do 3000 metara nadmorske visine. Široko rasprostranjenje ima i u Bosni i Hercegovini.

Ženke šumske žabe narastu do 9 cm, dok su mužjaci nešto sitniji. Glava je izdužena, na prednjem kraju zašiljena i ima jednaku dužinu i širinu. Na glavi je izražena tamna sljepoočna mrlja i velika bubna opna. Tijelo je vitko i na zadnjem dijelu suženo. Zadnji ekstremiteti su dugi što im omogućava kretanje velikim skokovima. Između prstiju zadnjih nogi se nalaze opne za plivanje koje ne dopiru do njihovih vrhova. Boja gornje strane tijela je svijetlo smeđa do narandžasto smeđa, a trbuha bijela. Naseljava svijetle šume do 1500 metara nadmorske visine, ali je u blizini vode. Pari se od februara do maja, a najčešće u aprilu i maju. Zimski san je prilično kratak i mužjaci ga provode u mulju na dnu bare, dok su ženke obično u nekom skrovištu na kopnu. Široko je rasprostranjena kako u Evropi tako i u Bosni i Hercegovini.



Slika 25. Zelena krastača
Bufo viridis



Slika 26. Velika barska žaba
Perlophylax ridibundus



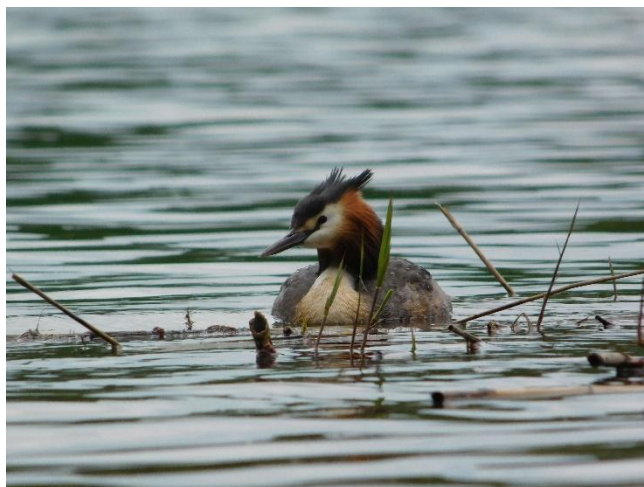
Slika 27. Šumska žaba
Rana dalmatina

Raspoloživi literaturni podaci pokazuju (Blaunstein, i sur. 1995, Gardner, 2001) da se brojnost vrsta i jedinki vodozemaca smanjuje na svjetskom nivou, a kao ključni razlozi se navode nestanak staništa, promjena uslova staništa, zagađenje okoline i povećanje antropogenog pritiska. Osim navedenog, vodozemci su važni bioindikatori koji ukazuju na negativne promjene u okolišu zbog propusnosti kože i života u vodenim i kopnenim staništima. Vodozemci održavaju prirodnu ravnotežu ekosistema i važni su članovi hranidbenih mreža u kojima regulišu brojnost svog plijena, a i oni su hrana većim organizmima. Vodozemci u datom ekosistemu dominiraju svojim brojem i gustoćom i predstavljaju značajan udio biomase.

Zastupljenost ostalih životinjskih skupina

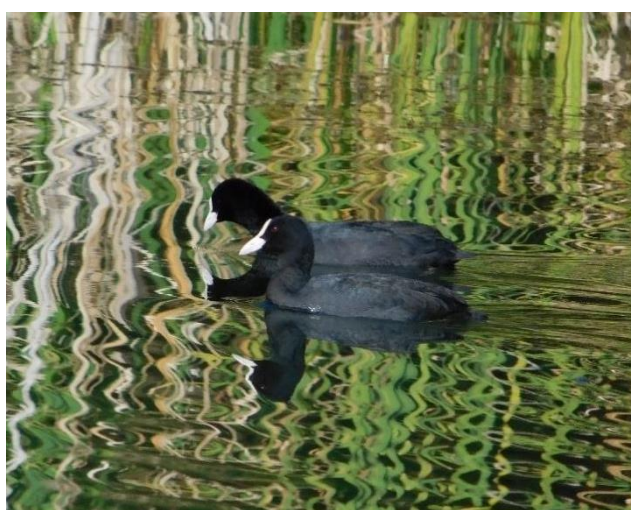
Pored spomenutih vrsta vodozemaca, svakako treba spomenuti i neke vrste gmizavaca i ptica čije prisustvo je registrovano na jezeru Kop.

Tokom istraživanja smo uočili zmiyu ribaricu (*Natrix tessellata*). To je najčešća vrsta zmiye u našoj zemlji. Prisutna je, kako i ime kaže, tamo gdje ima dosta ribe kojom se hrani. Od ostalih gmizavaca je prisutan zidni gušter (*Porarcis muralis*) i zelembać (*Lacerta viridis*). U oba slučaja se radi o vrstama koje imaju široko rasprostranjenje. Takođe smo uočili i različite vrste ptica, od kojih svakako treba spomenuti ćubastog gnjurca (*Podiceps cristatus*), koji se tokom posljednjih nekoliko godina redovno pojavljuje na ovom jezeru.



Slika 28. Ćubasti gnjurac *Podiceps cristatus*
(Foto: Ema Kamberović lijevo i Senad Isaković desno)

Takođe treba spomenuti plovku (*Anas platyrhynchos*), koja se gnijezdi unutar vodene vegetacije na jezeru Kop i lisku (*Fulica atra*) prisutnu u jatima u jesenskom aspektu.



Slika 29. Patka gluhara (*Anas platyrhynchos*) i liska (*Fulica atra*)
(Foto: Ema Kamberović lijevo i Senad Isaković desno)

U jezerskoj vodi je više puta uočeno prisustvo slatkovodne meduze (*Craspedacusta sowerbyi* Lankaster, 1880), koja na izvjestan način predstavlja naročitu atrakciju kod ribolovaca i ronilaca, ali i kod lokalnog stanovništva koje gravitira na jezeru. Njeno pojavljivanje je gotovo uobičajeno u različitim stajaćicama na širem prostoru oko Tuzle. Nalazili smo je u jezeru Bistarac, u Modracu i u kopovskim jezerima na Dubravama.

Ovo je jedina slatkovodna meduza u slatkim vodama Evrope, koja je registrovana i na nekoliko lokacija u Hrvatskoj (Kranjčev, 2016). Tijelo ove meduze je promjera oko 2 cm, četverorežnjevito i sluzavo. Pojavljuje se u barama i vodenim akumulacijama. Ponekad je vrlo brojna.



Slika 30. *Craspedacusta sowerbyi*
(Foto: Senad Isaković)

Ocjena kvaliteta vode jezera Kop po osnovu algi kao bioindikatora

Po osnovu korištenih dijatomnih indeksa (IPS, IBD, EPI-D) koji su imali učešće sa preko 80% indikatorskih vrsta u uzorcima algi, jezero ima veoma dobar i dobar kvalitet vode (prva do druga bonitetna klasa). Vrijednosti korištenih indeksa sa ekološkim statusom su prikazane u tabeli 10.

Tabela 10. Kvalitet vode jezera Kop po osnovu algi kao bioindikatora

Indeks	Vrijednost indeksa			Kvalitet vode
	L1	L2	L3	
IPS	17,1 (I)	16,8 (I)	16,6 (I)	Veoma dobar(I)
IBD	17,9 (I)	17,1 (I)	17,1 (I)	Veoma dobar (I)
EPI-D	15,7(II)	15,4 (II)	15,7 (II)	Dobar (II)

Primjenom van Damovih indikatorskih vrijednosti (van Dam i sar. 1994), utvrđeno je da najveći broj vrsta pripada alkalifilnim taksonima, oligohalobnim vrstama sa visokim zahtjevima za kisikom, beta - mezosaprobim i mezotrofnim indikatorima. Uzimajući u obzir navedeno, prema bioindikatorskim vrijednostima, jezero ima veoma dobar kvalitet vode po osnovu dva korištena indeksa i dobar kvalitet vode po osnovu EPI-D indeksa.

Potencijal zaštite jezera Kop

Novi pristup u zaštiti i očuvanju biodiverziteta u svijetu vodi računa o ljudskom blagostanju i potrebama, kao jednom od osnovnih motiva konzervacijskih aktivnosti. Stoga se i u zaštiti jezerskih i močvarnih staništa nastoje uspostaviti ekonomski tokovi sa ciljem ostvarenja profita paralelno sa očuvanjem okoliša. Idealno, restaurirana kopovska jezera mogu biti u potpunosti funkcionalna ukoliko se omogući kolonizacija ovih izuzetno zanimljivih ekosistema sa makrobeskičmenjacima, ribama, močvarnim pticama, vodenim makrofitama i algama. Jezero Kop po osnovu ovih parametara pokazuje izuzetno dobar potencijal kolonizacije biološkim vrstama, s obzirom da je formirano u završnom krateru eksploatacije uglja.

Dobra zastupljenost ugroženog stanišnog tipa sa Habitat Direktive sa submerznom bentoskom vegetacijom parožina *Chara* spp. (Natura kod 3140) koji se prema Bernskoj konvenciji nalazi na Crvenoj listi staništa, prisustvo predatornih vrsta ptica (gnjurac, divlja patka), diverzitet vodozemaca i algi i vrlo dobar kvalitet vode ukazuju na visok potencijal očuvanja ovog staništa. Također je značajno prisustvo močvarne vegetacije sa trskom i rogozom, progradacionih staništa sa drvenastom vegetacijom topola i vrba sveze *Salicion albae* (Natura kod 91E0*), čiji razvijeni stadiji predstavljaju prioritet u zaštiti u zemljama Evropske unije.

Vegetacija sa algama pršljenčicama se ovdje zadržava više decenija, što je utvrđeno poređenjem rezultata ranijih i ovih istraživanja. Ovo indicira da se na jezeru Kop, ovaj inače slabo zastupljen stanišni tip u Bosni i Hercegovini ne pojavljuje samo pionirski, nego opstaje u kontinuitetu, što govori da jezero u dužem periodu održava vrlo dobar kvalitet vode. S tim u vezi bi upravljanje priobalnim pojasom jezera i očuvanje ovog stanišnog tipa trebalo biti pod kontrolom.

Šumska vegetacija sa vrbama (Natura kod 91E0*) se javlja kao progradacioni stadij, sa dobrim potencijalom razvoja strukture u funkciji vremena. Imajući u vidu diverzitet vrsta, područje jezera Kop pokazuje odličan potencijal za očuvanje močvarnog biodiverziteta, posebno vegetacije vodenjara. Tome svakako doprinosi i ustanovljen vrlo dobar kvalitet vode određen po osnovu algi kao indikatora kvaliteta vode, te rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja vode u ranijim studijama.

Biodiverzitet različitih vrsta životinja u i oko jezera Kop pruža važnu osnovu za brojne aspekte savremenog ekoturizma. Bogati specijski i ekosistemski diverzitet imaju veliki značaj za razvoj ekonomije turizma, čemu doprinose brojna pitanja koja su na globalnom nivou razmatrana u okviru Konvencije o biološkoj raznovrsnosti, a koja direktno utiču na ekoturizam. Ekoturizam na ovom jezeru u budućnosti može značajno doprinijeti održavanju i povećanju populacija životinjskih vrsta i vrijednosti biodiverziteta kroz prihode ostvarene od ekoturizma. To se može postići razvojem pozitivnog doprinosa ekoturizma u pogledu biološke raznovrsnosti, zaštićenih područja, restauracije staništa, ali i kroz angažman lokalnih zajednica i mobilizacije raspoloživih prirodnih resursa. Značajna korist od održivog ekoturizma se ogleda u uspostavljanju integracije biodiverziteta i

održivosti u lokalni okvir razvojne politike i poslovnih modela koji uključuju ekoturizam. U tom smislu, treba istražiti slične primjere pozitivne prakse iz okruženja, ali i šire, a rezultate prilagoditi i primijeniti na konkretnom primjeru jezera Kop.

U procesu upravljanja ovim akvatorijem je od posebnog značaja neophodno istaći da unošenje novih bioloških vrsta, poribljavanje, ozelenjavanje površina, izgradnja objekata, te korištenje vodnih plovila treba biti pod stručnim nadzorom što bi jasno trebalo biti precizirano planom upravljanja. Na jezeru su primjetni primjeri unošenja stranih vrsta, korištenja različitih motorizovanih plovila, kao i neplanskog korištenja priobalnog prostora. Ove aktivnosti u budućnosti mogu značajno narušiti formirane biološke zajednice i doprinijeti pogoršanju kvaliteta voda.

Zaključak

Jezero Kop Šićki Brod po osnovu analize biodiverziteta karakteriše prisustvo 69 vrsta algi, sedam vrsta vodenih biljaka, 43 vrste biljaka u obalnom području, sedam vrsta vodozemaca i dvije vrsta riba.

Posebno je značajno prisustvo stanišnog tipa sa Habitat Direktive sa submerznom bentoskom vegetacijom parožina *Chara* spp. (Natura kod 3140) koji se prema Bernskoj konvenciji, koju je potpisala Bosna i Hercegovina nalazi na Crvenoj listi staništa, što ukazuje na visoku potrebu očuvanja jezera.

Zastupljenost močvarne vegetacije sa trskom i rogozom, progradacionih staništa sa drvenastom vegetacijom topola i vrba sveze *Salicion albae* (Natura kod 91E0*), čiji razvijeni stadiji predstavljaju prioritet u zaštiti u zemljama Evropske unije, prisustvo ptica kao vršnih predatora i indikatora uspostavljene biološke ravnoteže jezerskog ekosistema i raznolikost vodozemaca ukazuju dodatno na potrebu očuvanja jezera.

Biološka ocjena kvaliteta vode po osnovu algi indicira na vrlo dobar (I kategorija) kvalitet vode po osnovu dva korištena dijatoma indeksa i na dobar kvalitet vode po osnovu jednog korištenog indeksa. Jezero nema visoku produkciju fitoplanktonskih vrsta.

Diverzitet ihtiofaune nije visok i neopohno je plansko i kontrolisano poribljavanje ovog područja.

Zaštita vodenih područja danas nalazi svoje mjesto prvenstveno kroz razvoj održive eko-turističke industrije. Restaurirana staništa, sa uspostavljenim funkcijama ekosistema močvara su optimalno upotrebljiva u turističke i rekreativne svrhe. Značaj kopovskih jezera se iz tog razloga ne smije posmatrati samo sa aspekta deponovanja rudarskog otpada, nego i sa aspekta očuvanja biodiverziteta, razvoja eko-turizma, razvoj akvakulture i uspostavljanja baze za naučna istraživanja. Osim toga, sama činjenica da vještačka jezera mogu biti potencijalni izvori snadbijevanja stanovništva pitkom vodom, značaj očuvanja ovakvih hidroakumulacija je time i veći. U toku terenskih istraživanja, primijećena je i znatna količina otpada koji posjetioci i izletnici ostavljaju iza sebe, kako na obalama jezera tako i u vodi te je potrebno učiniti sve napore kako bi se spriječila dalja kontaminacija komunalnim otpadom prostora jezera i oko jezera. Također, potrebno je vršiti nadzor nad unošenjem alohtonih vrsta biljaka i životinja koje u znatnoj mjeri utiču na narušavanje biodiverziteta i prirodne progradacijske procese na jezeru.

Po osnovu istraživanja diverziteta, jezero Kop ima ogroman potencijal za očuvanje biodiverziteta akvatičnih biljaka, faune vodozemaca i ptica. Korištenje ovog jezera za potrebe deponovanja jalovišnog materijala ili šljake bi u kratkom vremenu u potpunosti narušilo prirodni put oporavka ovog područja, uspostavljenu biološku ravnotežu jezerskog ekosistema i zastupljene ugrožene stanišne tipove sa pripadajućim vrstama.

Literatura

1. Adrović, A. (2015): Status of amphibians of Bosnia and Herzegovina. *Amphibian Biology, Volume 11 Part 4 Status of Conservation and Decline of Amphibians: Europe and Turkey*, Chapter: Status of amphibians in Bosnia and Herzegovina, Publisher: Pelagic Publishing, Editors: Harold Heatwole, John W Wilkinson, pp.62 – 66.
2. Barudanović, S. & Kamberović, J. (2011): Weed vegetation on the shores of artificial reservoirs of surface mining pits in the area of Tuzla. *Herbologia*. Vol. 12, No. 3:1-14.
3. Barudanović, S. & Kamberović, J. (2008): Potencijali turizma i okoliša Bosne i Hercegovine - restauracija napuštenih površinskih kopova. Zbornik radova Međunarodne konferencije „Zaštićena područja u funkciji održivog razvoja“, Bihać, Fram Ziral, 497 – 507.
4. Barudanović, S. Mašić, E., Kamberović, J. (2014): Druga šansa za močvare - Nove vrste još nastaju (II dio). *Fondeko svijet*. Naučno popularna revija o prirodi, čovjeku i ekologiji. Sarajevo 2014., broj 38, godina XVIII. pp. 17-19.
5. Barudanović, S., Mašić, E., Kamberović, J. (2013): Kopovska jezera – Čuvari močvarnog biodiverziteta (I dio). *Fondeko svijet*. Naučno popularna revija o prirodi, čovjeku i ekologiji. Sarajevo 2013., broj 37, godina XVIII. pp. 42-43.
6. Blaustein, A. R., Wake, D. B. (1995). The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American* 272: 52 – 57.
7. Cronk, K.J, Fennessy, M.S. (2001): *Wetland Plants Biology and Ecology*. Lewis publishers, Washington.
8. Chytrý, M. ed. (2011). *Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace*, Academia Praha, 385-579.
9. European Commission (2019): *Convention on the conservation of european wildlife and natural habitats; Group of Experts on Protected Areas and Ecological Networks; Interpretation manual of the habitats listed in Resolution No. 4 (1996) listing endangered natural habitats requiring specific conservation measures*.
10. Kamberović, J. Barudanović, S. (2012): Algae and macrophytes of mine pit lakes in the wider area of Tuzla, Bosnia and Herzegovina. *Natura Croatica*. Vol. 21, No 1: 101-118.
11. Kamberović, J., Širanović, S., Lukić, Z., Zlatić, E., Kesić, A. (2015): Mikrofitska flora i mikrobiološke osobine vještačkih jezera područja Tuzle. Zbornik radova Treći međunarodni naučno-stručni simpozij „Poljoprivredna proizvodnja i zaštita okoliša u funkciji razvoja ruralnih područja“. Centar za tehnologiju, ekologiju i zdravu hranu. BMG.
12. Kamberović, J., Barudanović, S., Lonić E., Ferizbegović, J. (2013): Biomonitoring kopovskog jezera Šićki Brod u funkciji očuvanja močvarnog biodiverziteta. Zbornik radova 1. Šesti međunarodni kongres „Ekologija, zdravlje, rad, sport“ Banja Luka 5.-8.9. 2013. p. 537-544.
13. Kamberović, J. (2016): Kopovska jezera tuzlanskog kantona. Baština sjeveroistočne Bosne. VII. 226-238.
14. Kamberović, J. (2010): Antropogena močvarna staništa kao konzervacijski potencijal područja Tuzle. Magistarski rad. Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet.

-
15. Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1985): Naviculaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen.- U: Bibliotheca Diatomologia, Band 9 (CRAMER, J., ed.). J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 230 pp.
 16. Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1986): Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D, editors. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 1-876.
 17. Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1988): Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D, editors. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Vol. 2/2. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1-596.
 18. Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991): Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolate) und Gomphonema. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.). Süßwasser flora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart & New York. 437 pp.
 19. Krammer, K. (1997): Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part. Bibl. Diatomol. 36: 1-382.
 20. Krammer, K. (1997a): Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. Encyonema part., Encyonopsis and Cymellopsis. Bibl. Diatomol. 37: 1-469.
 21. Krammer, K. (2000): The genus Pinnularia. In: Lange-Bertalot H, editor. Diatoms of Europe, Volume 1. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 1-703.
 22. Krammer, K. (2002): Cymbella. In: Lange-Bertalot H, editor. Diatoms of Europe, Volume 3. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 1-584.
 23. Krammer, K. (2003): Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybela. Vol. 4. In: Diatoms of Europe: Diatoms of European Inland Waters and comparable habitats. Lange-Bertalot, H. (ed.). Gantner Verlag, Rugegeßell, 530 pp.
 24. Kranjčev, R. (2016): Neki predstavnici živog svijeta Drave i njezinog zaobalja. Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici, God. 25, 2 Croatian Natural History Museum.
 25. Oruč, E., Arnautalić, Z. (1996): Elaborat o režimu i kvalitetu vode u jezeru „Šićki Brod“, Rudarski institut u Tuzli, Tuzla
 26. Otchere, F.A., Veiga, M.M., Hinton, J.J., Farias, R.A., Hamaguchi, R. (2004): Transforming open mining pits into fish farms: moving towards sustainability. Nat. Resources Forum, 28: 216-223.
 27. Richardson, J. C., (1994). Ecological functions and human values in wetlands: a framework for assessing forestry impacts, Wetlands. 14(1): 1-9.
 28. Redžić, S., Barudanović, S., Radević, M. (ed.), (2008): Bosna i Hercegovina – Zemlja raznolikosti, Pregled i stanje biološke i pejzažne raznolikosti Bosne i Hercegovine, Prvi izvještaj BiH za CBD, Bemust, Sarajevo.
 29. Round, F.E. (1991): Diatoms in River Water-Monitoring Studies, J. Appl. Phycol. 3: 129-145.
 30. Round, F.E. (1993): A review and methods for the use of epilithic diatoms for detecting and monitoring changes in river water quality: Methods for the Examination of Waters and Associated Materials. Her Majesty's Stationary Office HMSO), London, 65 pp.
 31. Ruggiero, M.A., Gordon, D.P., Orrell, T.M., Bailly, N., Bourgoin, T., Brusca, R.C., et al. (2015): A Higher Level Classification of All Living Organisms. PLoS ONE 10(4): e0119248. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119248>.

-
32. Hodžić, S., Kamberović, J., Širanović, S., Subašić, F., Bašić, J., Mušić, A. (2011): Microbiological characteristics of the water in mine pit lakes in the Tuzla coal basin. *Technologica Acta*. 4. 1: 5-16.
 33. Turner, R.K., van den Bergh, J.C.J.M., Barendregt, A., Maltby, E. (1998): Ecological-economic analysis of wetlands: Science and social science integration. *Global Wetlands Economics Network*.
 34. van Dam, H., Mertens, A., Sinkeldam, J. (1994): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28: 117-133.
 35. Mašala, A. (2009): Bacteriological characteristics of lake waters in the area of Tuzla canton. *Veterinaria*, 58, 3-4, Sarajevo, p.219-228
 36. Đurović, E., Vuković, T., Pocrnjić, Z. (1979). *Vodozemci Bosne i Hercegovine (ključ za određivanje)*. Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine, Sarajevo.
 37. Škrijelj R., Sofradžija A., Korjenić E., Hadžiselimović R., Spahić M., Adrović A., Skenderović I., Mitrašinović M., Šljuka S., Gajević M. (2011): Ribarska osnova za ribolovno područje I – sliv jezera Modrac (Banović, Živinice, Lukavac i Tuzla). Centar za ihtiologiju i ribarstvo, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
 38. Škrijelj, R., Sofradžija, A., Hadžiselimović, R., Spahić, M., Korjenić, E., Guzina, N., Muhamedagić, S., Muzaferović, Š., Adrović, A., Drešković, N. (2005): Hidrološke i ihtiološke karakteristike jezera Sniježnica. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu*. God. L, broj 56/2: 63-74.
 39. Škrijelj, R., Lelo, S., Drešković, N., Sofradžija, A., Trožić – Borovac, S., Korjenić, E., Lukić – Bilela, L., Mitrašinović - Brulić, M., Kotrošan, D., Šljuka, S., Gajević, M., Karačić, J. (2013): Crvena lista Federacije Bosnia i Hercegovine. Knjiga 3. Nacrt izvještaja – prijedlog. Greenway Sarajevo i Prirodno- matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu:
www.fmoit.gov.ba/download/Crvena%20lista%20Faune%20FBiH.pdf (local red list).
 40. Mikavica, D., Savić, N. (1999): *Ribe rijeke Drine (drugo dopunjeno i prerađeno izdanje)*, Poljoprivredni fakultet Banja Luka, Banja Luka.
 41. Radević, M. (2000): "Ekološki i cenotički odnosi faune riba u srednjem i donjem toku Vrbasa i ribnjaku Bardači". *Mnogografija, Prirodno-matematički fakultet, Banja Luka*, 1-250.
 42. Vuković, D., Tursi A., Carlucci, R. Dekić R. (2008): Ichthyofauna of the wetland ecosystem in the Bardača area. *Ribarstvo* 66, 2008, (3), 89—103.
 43. Sofradžija, A. (2009). *Slatkovodne ribe Bosne i Hercegovine*. Vijeće Kongresa bošnjačkih intelektualaca. Sarajevo.
 44. Simonović, P., Povž, M., Piria M., Treer T., Adrović A., Škrijelj R., Nikolić V., Simić V. (2014): Ichthyofauna of the River Sava System. R. Milačić, et al. (Eds.), *The Sava River, The Handbook of Environmental Chemistry*, Vol. 31, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2015), pp. 361-400.



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

