

Hidrološke promjene u slivu Skadarskog jezera

PROTOKOL ZA BIOMONITORING



ENVPRO



FOREST SERVICE
INTERNATIONAL
FOUNDATION

Projekat:

Vodeni bilans - Stabilizacija sliva Skadarskog jezera

Realizuje:

Program za životnu sredinu (EnvPro)¹

Finansijska podrška:

Forest Service International Foundation²

Naziv dokumenta:

Hidrološke promjene u slivu Skadarskog jezera - Protokol za biomonitoring

Datum:

Novembar 2025.

Autor:

Dr Bogić Gligorović – nastavnik i istraživač

Projektni tim:

Mr Ana Katnić – izvršna direktorica EnvPro

Dr Bogić Gligorović – nastavnik-istraživač

BSc Nataša Ilinčić – projektna saradnica

Stavovi izraženi u ovoj publikaciji isključiva su odgovornost NVO Program za životnu sredinu i ne odražavaju nužno stavove donatora.

¹ <https://envpro.me/>

² <https://www.forestsserviceinternational.org/>

Sadržaj

Uvod.....	4
Hidrološke pojave	4
Biodiverzitet makroinvertebrata.....	5
Ciljevi protokola.....	5
Bioindikatorske vrste.....	5
Materijali i metode	6
Dodatne bioindikatorske vrste.....	23
Zaključak.....	24
Literatura	24

Uvod

Sliv Skadarskog jezera, površine 5.490 km² (82% Crna Gora, 18% Albanija), izuzetno je važno područje za biodiverzitet zbog raznovrsnih slatkovodnih staništa – izvora, potoka, rijeka, močvara, bara i jezera – koja omogućavaju opstanak brojnih vrsta makroinvertebrata. Ovo područje ugroženo je hidrološkim promjenama koje negativno utiču na ekosisteme i lokalne zajednice, uključujući smanjenje prinosa vode, povećanu evapotranspiraciju, smanjenje skladištenja vode u tlu, flash poplave, eroziju, sedimentaciju i negativan vodni balans jezera (-1.52×10^8 m³ godišnje), prema dokumentu *Skadar Lake Basin - Critical Hydrological Imbalance & Watershed Instability* (2025). Dodatne prijetnje obuhvataju zagađenje, isušivanje, eutrofikaciju i invazivne vrste (*Dreissena polymorpha*, *D. blanci*), kako navodi *Analiza biodiverziteta invertebrata drenažnog basena Skadarskog jezera* (2025). Ovaj protokol koristi makroinvertebrate kao bioindikatore za praćenje ovih promjena i procjenu zdravlja ekosistema, omogućavajući građansku nauku kroz jednostavne metode za volontere/ke, student/kinje, učenike/ce i lokalne zajednice, uz integraciju stručnih analiza za složenije vrste. Za monitoring su odabrane vrste koje su osjetljive na hidrološke promjene, brojne, krupne i lako prepoznatljive, poput *Cordulegaster bidentata*, *Austropotamobius torrentium*, *Onychogomphus forcipatus*, *Hirudo verbena*, *Viviparus mamillatus* i *Astacus astacus* pogodne za građansku nauku zbog upadljivih morfoloških karakteristika. Pored njih, predložene su vrste s visokim bioindikatorskim potencijalom, koje zahtijevaju stručnu identifikaciju i praćenje. Odabir vrsta zasnovan je na njihovoj sposobnosti da reaguju na promjene u okolini, konzervacionom statusu prema nacionalnom zakonodavstvu (NZ), Habitatnoj direktivi (HD), Bernskoj konvenciji (BK) i IUCN Crvenoj listi, te ograničenom rasprostranjenju, posebno za endemske vrste. Protokol podržava konzervacione mjere, poput reforestacije i regulacije oticanja, u skladu s EU direktivama (WFD, HD) i Bernskom konvencijom, osiguravajući dugoročno očuvanje biodiverziteta Skadarskog jezera.

Hidrološke pojave

Na osnovu analize hidrološkog balansa date u dokumentu *Skadar Lake Basin - Critical Hydrological Imbalance & Watershed Instability* (2025), identifikovani su ključni problemi: Smanjenje prinosa vode - Ograničen protok rijeka (npr. Sušica, Zeta, gornja Morača) u LSU područjima (21, 26, 134, 145, 110, 115, 149, 138, 153, 175). Povećana evapotranspiracije - Do

60% u LSU 66, 107, 108, 109, 170, 172, 173, što dovodi do isušivanja vodnih tijela I suše u okolini. Smanjenje skladištenja vode u tlu - Povećava rizik od suše u LSU područjima. Flash poplave - Visoki koeficijenti oticanja (>0.5) u sjevernim i sjeverozapadnim područjima. Erozijska i sedimentacija - Do 55 t/ha/god u suhim poljoprivrednim područjima (CRDY). Negativan vodni balans jezera - -1.52×10^8 m³ godišnje, kumulativno -8.24×10^9 m³ do 2049 godine.

Biodiverzitet makroinvertebrata

Na osnovu podataka datih u dokumentu *Analiza biodiverziteta invertebrata drenažnog basena Skadarskog jezera (2025)* na području sliva Skadarskog jezera evidentirano je prisustvo 386 taksona u 182 akvatična habitata: 119 izvora, 8 potoka, 11 rijeka, 37 močvara/bara/lokvi i 7 jezera. U različitim tipovima istraženih vodenih staništa identifikovane su sledeće prijetnje: zagađenje, isušivanje, eutrofikaciju i invazivne vrste.

Ciljevi protokola

Cilj ovog protokola je standardizovanje metodologije za prikupljanje podataka o makroinvertebratima u slivu Skadarskog jezera, omogućavanje dugoročnog praćenje trendova njihovih populacija i identifikacija prijetnji u različitim akvatičnim ekosistemima. Protokol je fokusiran na praćenje hidroloških promjena, poput smanjenja prinosa vode, povećane evapotranspiracije, smanjenja skladištenja vode u tlu, flash poplava, erozije i sedimentacije, kroz praćenje stanja populacija makroinvertebrata koji služe kao pouzdani bioindikatori zdravlja ekosistema. Protokol uključuje i ključne prijetnje, zagađenje, isušivanje, eutrofikaciju i invazivne vrste i podržava građansku nauku kroz jednostavne metode, poput vizualnog posmatranja i ručnog sakupljanja, uz minimalnu obuku za volontere/ke, student/kinje, učenike/ce i lokalne zajednice. Protokol je u korelaciji sa hidrološkim modelima i GIS mapiranjem za preciznu analizu hidroloških podataka i mapiranje ugroženih područja i može značajno doprinijeti konzervacionim mjerama poput reforestacije i regulacije oticanja u skladu s EU direktivama (WFD, HD) i Bernskom konvencijom. i IUCN Crvenom listom.

Bioindikatorske vrste

Bioindikatorske vrste su odabrane na osnovu osjetljivosti na hidrološke promjene, imaju značajnu ekološku ulogu i konzervacioni status. Glavne bioindikatorske vrste su odabrane za građansku nauku zbog lake prepoznatljivosti, dok dodatne vrste zahtijevaju stručnu identifikaciju i analizu.

Tabela 1: Bioindikatorske vrste

Vrsta	Tip staništa	Konzervacioni status	Osjetljivost na hidrološke promjene	Ekološka uloga	Pogodnost za građansku nauku
<i>Cordulegaster bidentata</i> (Dvozubi potočar)	Izvori, potoci	Endem; Predložena za zaštitu u CG, IUCN - NT	Smanjenje prinosa vode, evapotranspiracija, erozija (LSU 134, 145, 153, 175).	Predator larvi insekata. Indikator čiste vode.	Visoka: Karakteristič na boja
<i>Austropotamobius torrentium</i> (Potočni rak)	Potoci, rijeke oko Skadarskog jezera	HD II; BK I/III; NZ, IUCN - VU	Flash poplave, smanjenje soil water storage, erozija/sedimentacija (LSU 21, 26).	Detritojed i predator; indikator čiste vode.	Visoka: Veliki oklop
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Crno-žuti konjic)	Rijeke, veliki potoci	Predložena za zaštitu u CG, IUCN - NT	Flash poplave, smanjenje prinosa vode, turbidnost (LSU 110, 115).	Predator; regulator Diptera.	Visoka: Karakteristič na boja
<i>Hirudo verbana</i> (Mađarska pijavica)	Močvare/bare/ra vničarske rijeke	Zaštićena u CG, IUCN - NT	Isušivanje, evapotranspiracija, eutrofikacija (LSU 170, 172, 173).	Predator; indikator organskog zagađenja.	Visoka: Vidljiva boja
<i>Viviparus mamillatus</i> (Skadarski jezerski puž)	Jezera, revničarske rijeke (Skadarsko, Šasko, Matica)	Endem; Predložena za zaštitu u CG, IUCN - NT	Negativan balans jezera, eutrofikacija, sedimentacija.	Regulator algi; filtrator. Indikator sedimenta cije	Visoka: Karakteristič na ljuštura
<i>Astacus astacus</i> (Riječni rak)	Rijeke, rijeke, kanali, jezera (Nikšić)	HD II; Zaštićena u CG, IUCN - VU	Smanjenje prinosa vode, erozija/sedimentacija, flash poplave, urbano zagađenje.	Detritivor; indikator zagađenja.	Visoka: Karakteristič an izgled

Materijali i metode

Monitoring je standardizovan, fokusiran na LSU hotspots (21, 26, 66, 107, 108, 109, 170, 172, 173, 134, 145, 110, 115, 149, 138, 153, 175). Sprovodi se sezonski I u skladu sa ekološkim karakteristikama vrsta:

Proljeće/jesen: Suša, smanjenje soil water storage.

Kišni periodi: Flash poplave, erozija/sedimentacija.

Cijela godina: Negativan balans jezera, eutrofikacija.

Koriste se transekti (100 m za rijeke/potoke, 3x2 m poligoni za jezera/močvare), minimalno 3 po lokaciji. Mjeriti: turbidnost (NTU ili vizualno), sedimentacija (% mulja), pH, temperatura, rastvoreni kiseonik (DO), konduktivnost. Dezinfekcija oprema (7% formalin ili sušenje) u slučaju korišćenja mreža i vrša za sakupljanje rakova je obavezna zbog gljivica (*Aphanomyces astaci*).

Sakupljanje i posmatranje bioindikatorskih vrsta vrši se različitim metodama. Za terensko istraživanje, potrebno je korišćenje sledeće opreme: mreža, vrša, aplikacije, fotoaparata (telefona) i mjernog instrumenta za određivanje fizičko-hemijskih parametara vode (Slika 1).



Slika 1. Mjerenje fizičko – hemijskih parametara Foto: Bogić Gligorović



Slika 2. Planktonska „kick net“ mreža Foto: Bogić Gligorović

Rakovi se mogu sakupljati rukama, vršama i mrežama. Odrasli vilini konjici se sakupljaju entomološkim mrežama. Larve vilinih konjica uzorkuju se planktonskim mrežama. Mađarska pijavica se sakuplja „kick net“ (Slika 2), planktonskom mrežom. Skadarski puž se sakuplja rukama ili „kick net“ planktonskom mrežom.

***Hirudo verbana* Carena, 1820 – Mađarska pijavica**



Slika 3. *Hirudo verbana* Carena, 1820

Foto Leach Academy

Konzervacioni status: Vrsta je u kategoriji skoro ugrožena na IUCN Crvenoj listi. Vrsta je zaštićena u Crnoj Gori.

Konzervacioni značaj: Vrsta je ugrožena zbog osjetljivosti na gubitak staništa.

Ekološka uloga: Vrsta je predator u stajaćim vodama.

Biologija vrste: Mađarske pijavice žive u stajaćim i sporotekućim vodama sa velikim biljnim obraštajem. Osjetljive su na isušivanje staništa..

Prijetnje: Gubitak staništa..

Stanište: Bare, močvare, sporotakuće ravničarske rijeke.

Prepoznatljivost: Vrsta je prepoznatljiva zbog karakteristične obojenosti.

Metodologija

Praćenje vrste *Hirudo verbana* se sprovodi pored vode. Jedinke se sakupljaju ručno ukoliko su vidljive, a mogu brojati sa površine. Prilikom sakupljanja/brojenja jedinki potrebno je mrežom, štapom ili blago udarati po površini vode, da bi pijavice izašle iz skloništa i krenule ka izvoru vibracija. Sakupljanje ili brojanje se izvodi duž transekta do 30 m, na tri poligona udaljena po 5 m, čija je dužina 3 m, a širina 2 m. Ukoliko je veličina odgovarajućeg staništa manja, dužina transekta i dimenzije poligona se smanjuju. Istraživanje se sprovodi tokom ljetnjih mjeseci. Po utvrđivanju vrste i utvrđivanju karakteristika (jedinka se vraća u vodu. Prilikom sakupljanja uzoraka neophodno je voditi računa da se se pijavice ne dođu u dodir sa otvorenim dijelovima tijela jer mogu izazvati povrede ujedom. Iz istog razloga se preporučuje se korišćenje mreža za sakupljanje ove vrste. Monitoring vrste *Hirudo verbana* se sprovodi jednom godišnje (Tabela 14). Uzorkovanje se može sprovoditi tokom ljetnjih mjeseci, ukoliko je vodostaj odgovarajući.

Tabela 1. Period monitoringa za Skadarskog Mađarske pijavice *Hirudo verbana*

Period monitoringa												
Jednom godišnje												
Vrsta /Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<i>V.mamillatus</i>												

Tabela 2. Formular za monitoring

Istraživač / Posmatrač				
Adresa				
Kontakt				
Vodotok				
Lokalitet (naselje)				
Datum/vrijeme				
Vrsta (Latinski i domaći naziv)				
Koordinate				
Tip staništa				
Površina poligona				
Okolina	Šuma	Livada	Grmlje	Ostalo
Struktura dna	Stijene/ Kamen	Šljunak	Pijesak	Mulj

0 – 25%				
26 – 50%				
51 – 75%				
76 – 100%				
Obraštaj vodenim makrofitama	0 – 25%	26 – 50%	51 – 75%	76 – 100%
Broj poligona	Broj jedinki			
I				
II				
III				
Ukupan broj jedinki				
Broj sakupljenih jedinki/m²				
Fotografije jedinki	Fotografije staništa			
Prijetnje:				
Prisutne vrste:				
Invazivne vrste:				
Napomene (uginule jedinke...)				
Fizičko-hemijski parametri vode				
Konduktivitet	pH	Temperatura °C		Rastvorene materije

***Viviparus mamillatus* (Küster, 1852) – Skadarski jezerski puž**



Slika 3. *Viviparus mamillatus* (Küster, 1852)

Foto Bogić Gligorović

Konzervacioni status: Vrsta je u kategoriji ugrožena EN na IUCN Crvenoj listi. Vrsta je endem i predložena je za zaštitu u Crnoj Gori.

Konzervacioni značaj: Vrsta je ugrožena zbog osjetljivosti na gubitak staništa.

Ekološka uloga: Vrsta je regulator brojnosti algi stajalim vodama.

Biologija vrste: Skadarski jezerski puž živi u stajalim i sporotekućim vodama sa velikim biljnim obraštajem. vrsta je osjetljiva na isušivanje i velike temperaturne oscilacije vode i eutrofikaciju..

Prijetnje: Gubitak staništa..

Stanište: Jezera, bare, močvare, sporotakuće ravničarske rijeke.

Prepoznatljivost: Vrsta je prepoznatljiva zbog karakteristične morfologije ljuštore.

Metodologija

Praćenje vrste *Viviparus mamillatus* se sprovodi na dnu jezera Jedinke se sakupljaju ručno ukoliko je prisutna vodena vegetacija. Ukoliko su vidljive, jedinke se mogu brojati sa površine. Sakupljanje ili brojanje se izvodi duž transeкта do 30 m, na tri poligona udaljena po 5 m, čija je dužina 3 m, a širina 2 m. Ukoliko je veličina odgovarajućeg staništa manja, dužina transeкта i dimenzije poligona se smanjuju. Istraživanje se sprovodi tokom ljetnjih mjeseci. Po utvrđivanju vrste i utvrđivanju karakteristika (veličina, boja, starost, oštećenja i sl), jedinka se vraća u vodu. Prilikom sakupljanja uzoraka neophodno je voditi računa da se što manje narušava stabilnost podloge. Iz istog razloga ne preporučuje se korišćenje mreža za sakupljanje ove vrste. Takođe se prebrojavaju i prazne ljuštore na istim poligonima. Monitoring vrste *Viviparus mamillatus* se sprovodi jednom godišnje (Tabela 14). Uzorkovanje se može sprovoditi tokom cijele godine, ukoliko je vodostaj odgovarajući.

Tabela 3. Period monitoringa za Skadarskog jezerskog puža *Viviparus mamillatus*

Period monitoringa												
Jednom godišnje												
Vrsta /Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<i>V.mamillatus</i>												

Tabela 4. Formular za monitoring

Istraživač / Posmatrač	
Adresa	
Kontakt	
Vodotok	
Lokalitet (naselje)	
Datum/vrijeme	
Vrsta	
(Latinski i domaći naziv)	
Koordinate	
Tip staništa	

Sedimentacija: [% mulja]				
Turbidnost: [NTU ili bistra/mutna]				
Dužina transekta/Površina poligona				
Okolina	Šuma	Livada	Grmlje	Ostalo
Struktura dna	Stijene/ Kamen	Šljunak	Pijesak	Mulj
0 – 25%				
26 – 50%				
51 – 75%				
76 – 100%				
Obraštaj vodenim makrofitama	0 – 25%	26 – 50%	51 – 75%	76 – 100%
Broj poligona	Broj jedinki			
	Mladih		Odraslih	
I				
II				
III				
Ukupan broj jedinki				
Broj sakupljenih jedinki/m ²				
Fotografije jedinki	Fotografije staništa			
Prijetnje:				
Prisutne vrste:				
Invazivne vrste:				
Napomene (oštećenja, broj praznih ljuštura):				
Fizičko-hemijski parametri vode				
Konduktivitet	pH	Temperatura °C	Rastvorene materije	

***Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803) – Potočni (kameni) rak**



Slika 5. *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803)

Foto Bogić Gligorović

Konzervacioni status: Vrsta je na Aneksu II i IV HD i Dodacima I i III BK. Vrsta je predložena za zaštitu u Crnoj Gori.

Konzervacioni značaj: Vrsta je ugrožena zbog osjetljivosti na gubitak staništa.

Ekološka uloga: Vrsta je predator i lešinar i značajna je za trofičkim odnosima u malim tekućim vodnim tijelima.

Biologija vrste: Kameni rak živi u manjim tekućim vodama sa kamenim dnom i biljnim obraštajem. Predator je i lešinar.

Prijetnje: Gubitak staništa..

Stanište: Potoci i male rijeke.

Prepoznatljivost: Vrsta je prepoznatljiva zbog karakterističnog izgleda.

Metodologija

Tokom terenskih istraživanja rakovi se sakupljaju ručno i vršama (mreže). Vrše se postavljaju uz rub vodotoka, ispod kamenja i/ili korijenja priobalne vegetacije i ostavljaju u vodi preko noći, a provjeravaju sat vremena prije svitanja zore. Aktivnost rakova je intenzivnija u jesen kada se pripremaju za parenje, ili u proljeće kada se pojačano hrane nakon smanjene aktivnosti koja traje tokom zime. Ženke su tokom perioda nošenja jaja (od kasne jeseni do kasnog proljeća) manje aktivne i sakupljanje ih (konkretnije vađenje iz vode, eventualno mjerenje i sl.) može uznemiriti, što može dovesti do odbacivanja jaja. (Tabela 6). Zato je posebno važno, prilikom lova ženki sa jajima postupati pažljivo, ne vaditi ih iz vode, odnosno osloboditi ih iz vrša. Transekt na kojem se vrši sakupljanje je dužine 100 m i širine 2 m. Isto tako treba naglasiti da vrše koje se koriste u jednom vodotoku treba nakon upotrebe ili ostaviti da se dobro i potpuno osuše na suncu ili ih dezinfikovati (u 7%-tnom formalinu). Na taj način se uništavaju eventualni uzročnici bolesti i sprečava njihovo potencijalno prenošenje u drugi vodotok. Za svaki istraživani lokalitet bilježi se prisutnost/odsutnost rakova, a svaka jedinka se određuje do nivoa vrste (Ključ za određivanje vrsta rakova iz rodova *Astacus* i *Austropotamobius*). Zatim se određuje pol (na osnovu prisutnosti/odsutnosti prvih trbušnih nogu (pleopoda), ženke ih nemaju, a kod mužjaka su preobražene u gonopode – organe za kopulaciju) (Slika 18), kao i faza presvlačenja (rakovi su prije presvlačenja prljavi, oklop im je mekan, neposredno nakon presvlačenja rakova oklop je i dalje mekan, dok presvučeni rakovi imaju čist i čvrst oklop). Svi podaci se upisuju u formular (Tabela 8).

Monitoring rakova se vrši svake godine, u periodu od početka juna do kraja oktobra. (Tabela7).

Monitoring sprovode, sekretarijati za biodiverzitet lokalne uprave, Upravljači zaštićenih područja, NVO I zainteresovani pojedinci/ke. Aktivnosti prikupljanja i obrade podataka na terenu vrše timovi od više istraživača koje čine entomolozi/škinje, rendžeri/ke, volonteri/ke, zainteresovani građani/ke, studenti/kinje i učenici/ce.

Prikupljanje podataka vrši se sezionski, a da bi se dobili korisni rezultati potrebni su podaci o broju odraslih (mužjaci, ženke, kopule), larvama, kvalitetu vode, vegetaciji, vremenskim uslovima i prijetnjama. Neophodno je sprovesti minimalno 10 transekta po sezoni. Adulti i egzuvije se prate od juna do avgusta, dok se larve prikupljaju jednom u dvije godine (jun-jul).

Rezultati istraživanja koji se dobijaju tokom monitoring pokazuju brojnost adultnih i malih jedinki kao i ženki sa jajima i mladim jedinama, što ukazuje na reproduktivni uspjeh, kvalitet vode, vodene vegetacije i okoline vodnih tijela. Na osnovu rezultata monitoringa se utvrđuje intezitet prijetnji poput zagađenja, isušivanja, na osnovu čega se predlažu i sprovode konzervacione mjere za očuvanje brakičnih vodenih ekosistema.

Tabela 5. Period monitoringa za odabrane vrste

Period monitoringa												
Jednom godišnje												
Vrsta/ Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<i>A. torrentium</i>												

Tabela 6. Formular za monitoring *A. torrentium*

Istraživač / Posmatrač				
Adresa				
Kontakt				
Vodotok				
Lokalitet (naselje)				
Koordinate				
Tip staništa				
Dužina i širina transekta				
Sedimentacija: [% mulja]				
Turbidnost: [NTU ili bistra/mutna]				
Pozicija vodotoka	Šuma	Livada	Grmlje	Ostalo
Sastav dna	Stijene	Kamen	Šljunak	Pijesak/mulj
0 – 25%				
26 – 50%				
51 – 75%				
76 – 100%				
Dostupnost skloništa				
Prisustvo velikog kamenja na transektu	0 – 25%	26 – 50%	51 – 75%	76 – 100%

Prisustvo korijenja riparijskog drveća na transektu		0 – 25%	26 – 50%	51 – 75%	76 – 100%
Obraštaj vodenim makrofitama		0 – 25%	26 – 50%	51 – 75%	76 – 100%
Zasijenjenost % (odokativno)					
Vrsta/pol		Σ	♂	♀	
Pretraga rukama / Broj osoba		Broj ulovljenih rakova/m2			
Broj mreža/vrša i udaljenost		Broj ulovljenih rakova/m2			
Fotografije rakova		Fotografije staništa			
Prijetnje (alohtone vrste rakova, antropogeni uticaji, smanjenje protoka, zagađenje vode...)					
Napomene (presvlačenje, bolesti, povrede, ženka sa jajima, uginule jedinke...)					
Prisutne vrste:					
Invazivne vrste:					
Fizičko-hemijski parametri vode					
Konduktivitet	pH	Temperatura °C		Rastvorene materije	

***Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) – Riječni rak**



Slika 6. *Astacus astacus*

Foto: Bogić Gligorović

Konzervacioni status: Vrsta je na Aneksu II i IV HD i Dodacima I i III BK. Vrsta je predložena za zaštitu u Crnoj Gori.

Konzervacioni značaj: Vrsta je ugrožena zbog osjetljivosti na gubitak staništa.

Ekološka uloga: Vrsta je predator i lešinar i značajna je za trofičkim odnosima u malim tekućim vodnim tijelima.

Biologija vrste: Riječni rak živi u rijekama i jezerima sa mozaičnim dnom i biljnim obraštajem. Predator je i lešinar.

Prijetnje: Gubitak staništa..

Stanište: Rijeke i jezera.

Prepoznatljivost: Vrsta je prepoznatljiva zbog karakterističnog izgleda.

Metodologija

Tokom terenskih istraživanja rakovi se sakupljaju ručno i vršama (mreže). Vrše se postavljaju uz ivice vodotoka, ispod kamenja i/ili korijenja priobalne vegetacije i ostavljaju u vodi preko noći, a provjeravaju sat vremena prije svitanja. Aktivnost rakova je intenzivnija u jesen kada se pripremaju za parenje, ili u proljeće kada se pojačano hrane nakon smanjene aktivnosti koja traje tokom zime. Ženke su tokom perioda nošenja jaja (od kasne jeseni do kasnog proljeća) manje aktivne i sakupljanje ih može uznemiriti, što može dovesti do odbacivanja jaja. Zato je posebno važno, prilikom lova ženki sa jajima postupati pažljivo, ne vaditi ih iz vode, odnosno osloboditi ih iz vrša. Transekt na kojem se vrši sakupljanje je dužine 100 m i širine 2 m. Vrše koje se koriste u jednom vodotoku treba nakon upotrebe ili ostaviti da se dobro i potpuno osuše na suncu ili ih dezinfikovati (u 7%-tnom formalinu). Na taj način se uništavaju eventualni uzročnici bolesti i sprečava njihovo potencijalno prenošenje u drugi vodotok. Za svaki istraživani lokalitet bilježi se prisutnost/odsutnost rakova, a svaka jedinka se određuje do nivoa vrste. Zatim se određuje pol (na osnovu prisutnosti/odsutnosti prvih parova nogu, ženke ih nemaju, a kod mužjaka su preobražene u gonopode – organe za kopulaciju), kao i faza presvlačenja (rakovi su prije presvlačenja prljavi, oklop im je mekan, neposredno nakon presvlačenja rakova oklop je i dalje mekan, dok presvučeni rakovi imaju čist i čvrst oklop). Svi podaci se upisuju u formular (Tab.22).

Monitoring rakova se vrši svake godine, u periodu od početka juna do kraja oktobra.

Rak se uzima rukom sa leđne strane tako da se kažiprstom i palcem uhvati za karapaks iza klijesta. Nakon što se odredi vrsta i fotografiše primjerak, jedinka se polako

vraća u vodu na način da je trbušna strana okrenuta prema gore, što omogućuje da vazduh koji je ušao pod karapaks (u područje škrga) izađe napolje. Kad prestanu izlaziti mjehurići vazduha ispod karapaksa, jedinku treba okrenuti trbušnom stranom prema dolje i puštiti da potraži sklonište. Ukoliko se jedinka ne vraća u vodu na opisan način, može se dogoditi da vazduh ostane u području škrga, što može uzrokovati uginuće.

Tabela 7. Period monitoringa za odabrane vrste

Period monitoringa												
Jednom godišnje												
Vrsta/ Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<i>A. astacus</i>												

Formular za monitoring

Tabela 8. Formular za monitoring riječnog raka

Istraživač / Posmatrač				
Adresa				
Kontakt				
Vodotok				
Lokalitet (naselje)				
Koordinate				
Tip staništa				
Dužina i širina transektu				
Sedimentacija: [% mulja]				
Turbidnost: [NTU ili bistra/mutna]				
Pozicija vodotoka	Šuma	Livada	Grmlje	Ostalo
Sastav dna	Stijene	Kamen	Šljunak	Pijesak/mulj
0 – 25%				
26 – 50%				
51 – 75%				
76 – 100%				
Dostupnost skloništa				
Prisustvo velikog kamenja na transektu	0 – 25%	26 – 50%	51 – 75%	76 – 100%
Prisustvo korijenja riparijskog drveća na transektu	0 – 25%	26 – 50%	51 – 75%	76 – 100%
Obraštaj vodenim makrofitama	0 – 25%	26 – 50%	51 – 75%	76 – 100%
Zasijenjenost % (odokativno)				
Vrsta/pol	Σ	♂	♀	
Pretraga rukama / Broj osoba	Broj ulovljenih rakova/m2			

Broj mreža/vrša i udaljenost		Broj ulovljenih rakova/m2	
Fotografije rakova		Fotografije staništa	
Prijetnje (alohtone vrste rakova, antropogeni uticaji, smanjenje protoka, zagađenje vode...)			
Napomene (presvlačenje, bolesti, povrede, ženka sa jajima, uginule jedinke...)			
Prisutne vrste:			
Invazivne vrste:			
Fizičko-hemijski parametri vode			
Konduktivitet	pH	Temperatura °C	Rastvorene materije

***Cordulegaster bidentata* Selys, 1843 – Dvozubi potočar**



Slika 7. *Cordulegaster bidentata* Selys, 1843

Foto Bogić Gligorović

Konzervacioni status: Vrsta je u kategoriji skoro gugrožena na IUCN Crvenoj listi. Vrsta je predložena za zaštitu u Crnoj Gori.

Konzervacioni značaj: Vrsta je skoro ugrožena zbog osjetljivosti na gubitak staništa. Vrsta je bioindikator održivog antropogenog uticaja na izvore.

Ekološka uloga: Vrsta je predator značajan regulator brojnosti Diptera.

Biologija vrste: Adulti lete od kraja Maja do Septembra. Larve žive u tekućim vodama i osjetljive su na promjene temperature i protoka.

Prijetnje: Gubitak staništa..

Stanište: Izvori, potoci i male rijeke.

Prepoznatljivost: Vrsta je prepoznatljiva zbog karakteristične obojenosti.

Metodologija

Jedinke vrste *C. bidentata* se broje duž transektu u zavisnosti od veličine vodnog tijela, maksimalno do 100 m. Transekt se dijeli na odjeljke od 20 – 25 m. Širina transektu iznosi 10 m u kopnenom dijelu i 10 m iznad vode. Brojanje se sprovodi dva puta, pri čemu se pravi pauza od 20 minuta kako bi se uznemirene jedinke stabilizovale. Sakupljanje adulta radi određivanja prisustva vrste sprovodi se entomološkom mrežom. Podaci o broju sakupljenih adulta, karakteristikama staništa i okoline se upisuju u formular. Nakon identifikacije, jedinke se puštaju. Larve se traže u mulju ili vegetaciji vodenih tijela. U zavisnosti od osposobljenosti posmatrača/istraživača, u formular za monitoring (Tab. 1) se upisuju: prisustvo vrste, brojnost jedinki, polna struktura, podaci o staništu, temperatura vazduha, oblačnost, jačina vjetra, prisustvo biljnih i životinjskih vrsta, napomene i dr. Ukupan broj jedinki dobija se sabiranjem prosječnog broja jedinki po ponavljanju na svim odjeljcima transektu.

Monitoring se obavlja u toplim dijelovima dana (10:00–16:00) uz vodena tijela, koristi se dvogledza posmatranje i entomološke mreže za sakupljanje adulta. Larve se sakupljaju u mulju ili vegetaciji, pomoću planktonskih mreža. Sakupljeni materijal se fotografiše.

Monitoring sprovode, sekretarijati za biodiverzitet lokalne uprave, Upravljači zaštićenih područja, NVO i zainteresovani pojednici/ke. Aktivnosti prikupljanja i obrade podataka na terenu vrše timovi od više istraživača koje čine entomolozi/škinje, rendžeri/ke, volonteri/ke, zainteresovani građani/ke, studenti/kinje i učenici/ce.

Prikupljanje podataka vrši se sezionski, a da bi se dobili korisni rezultati potrebni su podaci o broju odraslih (mužjaci, ženke, kopule), larvama, kvalitetu vode, vegetaciji, vremenskim uslovima i prijetnjama. Neophodno je sprovesti minimalno 10 transektu po sezoni.

Adulti i egzuvijske se prate od juna do avgusta, dok se larve prikupljaju jednom u dvije godine (jun-jul).

Rezultati istraživanja koji se dobijaju tokom monitoring pokazuju brojnost adultnih i larvenih jedinki kao i egzuvijske a takođe se utvrđuje i broj kopula I tandem, što ukazuje na reproduktivni uspjeh, kvalitet vode, vodene vegetacije i okoline vodnih tijela. Na osnovu rezultata monitoringa se utvrđuje intezitet prijetnji poput zagađenja, isušivanja, na osnovu čega se predlažu i sprovode konzervacione mjere za očuvanje brakičnih vodenih ekosistema.

Tabela 9. Period monitoringa za vrstu *Cordulegaster bidentata*

Period monitoringa												
Adulti (svake godine)												
Vrsta/Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<i>C.bidentata</i>												

Bilježenje podataka i formulari za monitoring vrste *Cordulegaster bidentata*

Sakupljeni podaci se upisuju u formular za monitoring. Istraživač/cia/posmatrač/ica upisuje podatke u skladu sa nivoom osposobljenosti.

Tabela 10. Formular za monitoring *Cordulegaster bidentata*

Istraživač/Posmatrač															
Adresa															
Kontakt															
Lokalitet															
Datum/vrijeme															
Temperatura vazduha															
Oblačnost															
Jačina vjetra															
Vrsta (Latinski i domaći naziv)															
Dužina transekta															
Širina transekta na kopnenom dijelu															
Širina transekta iznad vode															
Koordinate															
Tip staništa															
Opis staništa															
Okolina	Šuma			Livada			Grmlje			Vodne biljke			Ostalo		
Status upravljanja															
Odjelci transekta	1.			2.			3.			4.			5.		
Broj ponavljanja	Broj jedinki			Broj jedinki			Broj jedinki			Broj jedinki			Broj jedinki		
	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀
I															
II															
Ukupan broj jedinki (zbir prosjeka po ponavljanju u															
Broj kopula															
Broj tandem															
Broj mladih jedinki															
Prisutne vrste (alge, mahovine, biljke):															
Prisutne vrste (životinje):															
Fotografije adulta	Fotografije staništa														

Prijetnje:
Napomene:
Prisutne vrste:
Invazivne vrste:

***Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758) - Crno žuti konjica**



Slika 8. *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758)

Foto Bogić Gligorović

Konzervacioni status: Vrsta je u kategoriji skoro ugrožena NT na IUCN Crvenoj listi. Vrsta je predložena za zaštitu u Crnoj Gori.

Konzervacioni značaj: Vrsta je skoro ugrožena zbog osjetljivosti na gubitak staništa. Vrsta je bioindikator održivog antropogenog uticaja na izvore.

Ekološka uloga: Vrsta je predator značajan regulator brojnosti Diptera.

Biologija vrste: Adulti lete od kraja Juna do Septembra. Larve žive u tekućim vodama i osjetljive su na promjene temperature i protoka.

Prijetnje: Gubitak staništa..

Stanište: Potoci i rijeke.

Prepoznatljivost: Vrsta je prepoznatljiva zbog karakteristične obojenosti i morfoloških osobenosti.

Metodologija

Jedinke vrste *C. bidentata* se broje duž transeкта u zavisnosti od veličine vodnog tijela, maksimalno do 100 m. Transekt se dijeli na odjeljke od 20 – 25 m. Širina transeкта iznosi 10 m u kopnenom dijelu i 10 m iznad vode. Brojanje se sprovodi dva puta, pri čemu se pravi pauza od 20 minuta kako bi se uznemirene jedinke stabilizovale. Sakupljanje adulta radi određivanja prisustva vrste sprovodi se entomološkom mrežom. Podaci o broju sakupljenih adulta, karakteristikama staništa i okoline se upisuju u formular. Nakon identifikacije, jedinke se puštaju. Larve se traže u mulju ili vegetaciji vodenih tijela. U zavisnosti od osposobljenosti posmatrača/istraživača, u formular za monitoring (Tab. 1) se upisuju: prisustvo vrste, brojnost jedinki, polna struktura, podaci o staništu, temperatura vazduha, oblačnost, jačina vjetra, prisustvo biljnih i životinjskih vrsta, napomene i dr. Ukupan broj jedinki dobija se sabiranjem prosječnog broja jedinki po ponavljanju na svim odjeljcima transeкта.

Monitoring se obavlja u toplim dijelovima dana (10:00–16:00) uz vodena tijela, koristi se dvogledza posmatranje i entomološke mreže za sakupljanje adulta. Larve se sakupljaju u mulju ili vegetaciji, pomoću planktonskih mreža. Sakupljeni materijal se fotografiše.

Monitoring sprovode, sekretarijati za biodiverzitet lokalne uprave, Upravljači zaštićenih područja, NVO I zainteresovani pojednici/ke. Aktivnosti prikupljanja i obrade podataka na terenu vrše timovi od više istraživača koje čine entomolozi/škinje, rendžeri/ke, volonteri/ke, zainteresovani građani/ke, studenti/kinje i učenici/ce.

Prikupljanje podataka vrši se sezionski, a da bi se dobili korisni rezultati potrebni su podaci o broju odraslih (mužjaci, ženke, kopule), larvama, kvalitetu vode, vegetaciji, vremenskim uslovima i prijetnjama. Neophodno je sprovesti minimalno 10 transeкта po sezoni. Adulti i egzuvije se prate od juna do avgusta, dok se larve prikupljaju jednom u dvije godine (jun-jul).

Rezultati istraživanja koji se dobijaju tokom monitoring pokazuju brojnost adultnih i larvenih jedinki kao i egzuvija a takođe se utvrđuje i broj kopula i tandem, što ukazuje na reproduktivni uspjeh, kvalitet vode, vodene vegetacije i okoline vodnih tijela. Na osnovu rezultata monitoringa se utvrđuje intezitet prijetnji poput zagađenja, isušivanja, na osnovu čega se predlažu i sprovode konzervacione mjere za očuvanje brakičnih vodenih ekosistema.

Tabela 11. Period monitoringa za vrstu *Onychogomphus forcipatus*

Period monitoringa												
Adulti (svake godine)												
Vrsta/Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<i>O. forcipatus</i>												

Bilježenje podataka i formulari za monitoring vrste *Onychogomphus forcipatus*

Sakupljeni podaci se upisuju u formular za monitoring. Istraživač/posmatrač upisuje podatke u skladu sa nivoom osposobljenosti.

Tabela 12. Formular za monitoring *Onychogomphus forcipatus*

Istraživač/Posmatrač															
Adresa															
Kontakt															
Lokalitet															
Datum/vrijeme															
Temperatura vazduha															
Oblačnost															
Jačina vjetra															
Vrsta (Latinski i domaći naziv)															
Dužina transekta															
Širina transekta na kopnenom dijelu															
Širina transekta iznad vode															
Koordinate															
Tip staništa															
Opis staništa															
Okolina	Šuma			Livada			Grmlje			Vodene biljke			Ostalo		
Status upravljanja															
Odjelci transekta	1.			2.			3.			4.			5.		
Broj ponavljanja	Broj jedinki			Broj jedinki			Broj jedinki			Broj jedinki			Broj jedinki		
	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀
I															
II															
Ukupan broj jedinki (zbir prosjeka po ponavljanju u															
Broj kopula															
Broj tandem															
Broj mladih jedinki															
Prisutne vrste (alge, mahovine, biljke):															
Prisutne vrste (životinje):															
Fotografije adulta	Fotografije staništa														
Prijetnje:															
Napomene:															
Prisutne vrste:															
Invazivne vrste:															

Dodatne bioindikatorske vrste

Dodatne bioindikatorske vrste su odabrane jer su osjetljive na hidrološke promjene, ali zahtijevaju stručnu identifikaciju i praćenje.

Tabela 13. Dodatne bioindikatorske vrste

Vrsta	Tip staništa	Konzervacioni status	Osjetljivost na hidrološke promjene	Ekološka uloga
<i>Baetis rhodani</i> (Vodeni cvijet)	Rijeke/potoci	HD IV	Smanjenje prinosa vode, turbidnost (LSU 21, 26).	Strugač; indikator kiseonika.
<i>Asellus aquaticus</i> (Vodeni račić)	Močvare/jezera	-	Negativan balans jezera, eutrofikacija (LSU 66, 107).	Detritojed; tolerantan na zagađenje. Indikator smanjenja protoka
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (Mrežasta mušica)	Rijeke	BK III	Flash poplave, sedimentacija (LSU 110, 115).	Filtrator; indikator protoka.
<i>Sphaerium corneum</i> (Mala riječna školjka)	Jezera/rijeke	-	Smanjenje soil water storage, sedimentacija (LSU 134, 145).	Filtrator; indikator sedimenta.
<i>Physa fontinalis</i>	Močvare/bare	-	Evapotranspiracija, eutrofikacija (LSU 170, 172).	Strugač; indikator nutrijenata.
<i>Dinocras megacephala</i>	Rijeke/potoci		Smanjenje prinosa vode, flash poplave (LSU 21, 26).	Predator; indikator čistih voda.
<i>Anodonta cygnea</i> (Jezerska školjka)	Jezera/rijeke		Negativan balans jezera, sedimentacija (LSU 66, 107).	Filtrator; indikator zagađenja.
<i>Pisidium amnicum</i> (Mala potočna školjka)	Potoci/rijeke	-	Smanjenje soil water storage, sedimentacija (LSU 134, 145); osjetljiva na isušivanje i turbidnost.	Filtrator; akumulira sedimente, indikator stabilnosti dna.
<i>Bithynia tentaculata</i>	Jezera/rijeke	-	Negativan balans jezera; eutrofikacija (LSU 66, 107); smanjenje prinosa vode.	Strugač; struže alge i detritus, reguliše primarnu produkciju.
<i>Coenagrion puella</i>	Močvare/jezera	-	Evapotranspiracija, eutrofikacija (LSU 170, 172); larve osjetljive na smanjenje kisika i isušivanje.	Predator (larve); love manje insekte, indikator kvaliteta stajućih voda.
<i>Calopteryx splendens</i>	Rijeke/potoci		Smanjenje prinosa vode, flash poplave, turbidnost (LSU 21, 26); larve osjetljive	Predator (larve); love manje insekte, indikator čistih tokova.

			na promjene protoka.	
<i>Dytiscus marginalis</i>	Močvare/jezera	-	Negativan balans jezera, eutrofikacija (LSU 66, 107); larve osjetljive na zagađenje i smanjenje vode.	Predator (larve i adulti); love insekte i sitne beskralježnjake, indikator stajaćih voda.
<i>Gyrinus substriatus</i>	Jezera/rijeke	-	Smanjenje soil water storage, turbidnost (LSU 134, 145); osjetljiv na promjene površinskih voda.	Predator; love insekte na površini vode, indikator stabilnosti vodenih staništa.

Zaključak

Protokol omogućava praćenje hidroloških promjena kroz bioindikatore, pokrivajući sve prijetnje (smanjenje prinosa vode, evapotranspiracija, poplave, erozija, eutrofikacija). Glavne vrste su prilagođene za građansku nauku, dok dodatne vrste omogućavaju stručne analize. Integracija s hidrološkim modelima podržava očuvanje biodiverziteta Skadarskog jezera.

Literatura

- Gligorović, B. (2008). Fauna Odonata sliva Skadarskog jezera. Magistarski rad. Podgorica
- Lasca, NP, Radulović V, Ristić RJ, Cherkauer DS. (1981). Geology, hydrology, climate and bathymetry of Lake Skadar. In: Beeton AM, Karaman GS. (Ed) The biota and limnology of Lake Skadar, University Veljko Vlahović, Institute of Biological and Medicine Research Titograd, Montenegro, Yugoslavia, 17–38.
- Pešić, V., Glöer, P. (2013, 2014). Gastropoda fauna in the Skadar Lake basin.
- Petrovic, J. (1959). Utvrđivanje podzemne hidrografske veze u kršu Crne Gore, Zbornik radova Geograf kog instituta PMF, sv.6, Beograd.
- Radulović, M., (1983). Prilog poznavanju položaja i veličine sliva Skadarskog jezera i njegovo hranjenje i pražnjenje vodama in: (Ed.) Ivanović, B., Skadarsko jezero – Radovi sa simpozijuma – CANU Titograd. 9: 45 – 56.