



Vodič za biomonitoring

Projekat:

Vode Balkana: bioindikatori, edukacija i turizam – upravljanje kroz saradnju

Implementira:

Program za životnu sredinu (EnvPro) ¹

Partner:

Globalna organizacija za zaštitu prirode *The Nature Conservancy (TNC)*

Finansijska podrška:

Američka služba za šumarstvo *United States Forest Service (USFS)*

Naziv dokumenta:

Vodič za biomonitring: edukacija i građanska nauka

Datum:

Oktobar 2023. godine

Autor:

dr Bogić Gligorović – nastavnik istraživač, ekspert na projektu EnvPro

Projektni tim:

mr Ana Katnić – izvršna direktorica EnvPro

dr Snežana Dragičević – naučnica i koordinatorka projekta EnvPro

mr Marija Popović – komunikacija i vidljivost EnvPro

Milan Mijajlović – saradnja sa lokalnom zajednicom i promocija, NVO Volim Danilovgrad

Publikacija Vodič za biomonitring nastala je u okviru projekta Vode Balkana: bioindikatori, edukacija i turizam, koji je NVO Program za životnu sredinu (EnvPro) sprovela u saradnji sa globalnom ekološkom organizacijom *The Nature Conservancy (TNC)*, uz podršku Američke službe za šumarstvo *United States Forest Service (USFS)*.

Štampanje Vodiča za biomonitring finansiralo je Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja Crne Gore kroz projekat *Biomonitoring – Građanska nauka – Edukacija* koji je realizovan u okviru festivala za promociju nauke – „Dani nauke i inovacija 2023“.

Projekat Vode Balkana: bioindikatori, edukacija i turizam – upravljanje kroz saradnju, realizuje EnvPro u saradnji sa partnerskom globalnom organizacijom za zaštitu prirode *The Nature Conservancy* (TNC), a uz podršku Američke službe za šumarstvo *United States Forest Service* (USFS).

Vodič je prvenstveno namijenjen nastavnicima u realizaciji školskog programa koji uključuje terenske aktivnosti, ali se može koristiti i od strane drugih zainteresovanih strana.

Kao podrška sprovođenju rezzvijena je veb aplikacija koja će zajedno sa obrazovnim vodičem za biomonitoring, biti dalje razmatrana za formalno integrisanje u alate obrazovnih programa osnovnih škola.

Biomonitoring u slučaju osnovnog obrazovanja sprovode učenici uz nadzor nastavnika. Prikupljeni podaci se unose u aplikaciju za monitoring.

Pri sprovođenju monitoringa neophodno je voditi računa o bezbjednosti i očuvanju zdravlja. Tokom terenskih aktivnosti potrebno je koristiti odgovarajuću odjeću i obuću i kretati se pažljivo.

Obrazovni vodič za biomonitoring je koncipiran na način da se može primijeniti i za biomonitoring drugih područja, ali i drugih vrsta.

Dodatana uputstva, tutorijali, mape i aktuelnosti, dostupni su na aplikaciji za prikupljanje podataka sa integrisanim ključem. Molim vas da korišćenje inicirate putem linka: **www.biomonitoring.me** ili skeniranjem QR koda.



Biomonitoring

Biomonitoring predstavlja sistem dugoročnog praćenja promjena stanja biodiverziteta na osnovu bioindikatorskih vrsta i parametara staništa/sredine.

Bioindikator su organizmi koji služe za praćenje stanja i utvrđivanje promjena u životnoj sredini, registrovanje negativnih uticaja i utvrđivanje efekata zagađenja na ekosistem. Praćenje indikatorskih vrsta i prikupljanje podataka o njima omogućava utvrđivanje promjena u ekosistemu na osnovu trendova njihovih populacija.

Za biomonitoring na području rijeke Zete odabrane su značajne grupe bentosnih makroinvertebrata (krupnih beskičmenjaka koji žive u vodi), desetonogi slatkovodni rakovi, vilini konjici i riječne školjke koji predstavljaju najznačajnije bioindikatorske organizme.

Odabrane bioindikatorske vrste su:

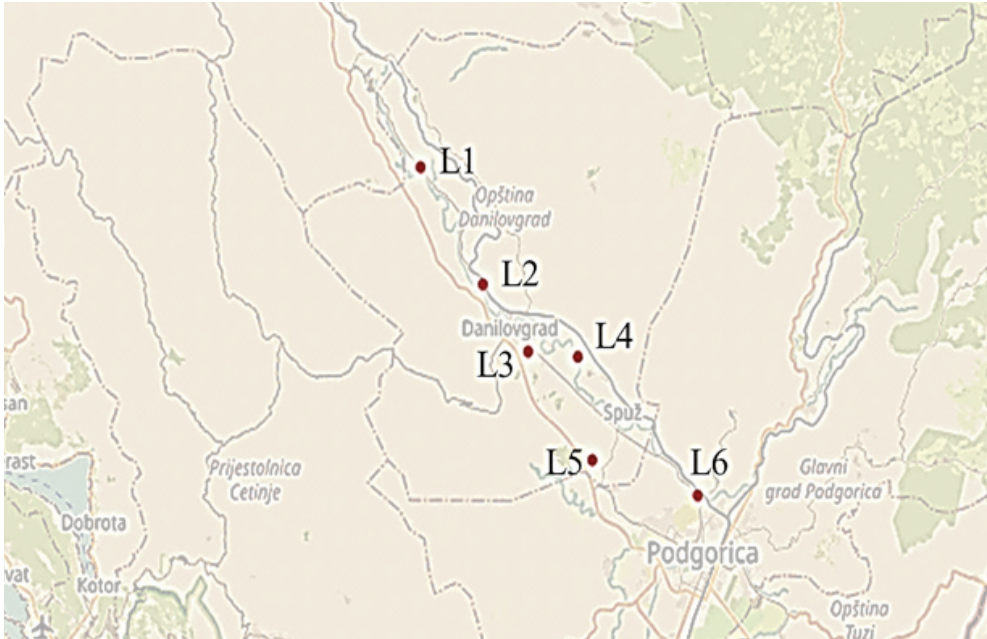
- Bjelonogi rak - *Austropotamobius pallipes*;
- Veliki potočar - *Cordulegaster heros*;
- Dvozubi potočar - *Cordulegaster bidentata*;
- Močvarna kraljica - *Aeshna isoceles*;
- Primorska plemkinja - *Caliaeschna microstigma*;
- Primorski riječni konjic - *Gomphus schneiderii*.

Organizovanje terenskog rada

Pripreme za odlazak na teren sprovode se na sledeći način:

- Pregled Vodiča za monitoring.
- Planiranje datuma terenskih aktivnosti na osnovu predloženog perioda monitoringa za pojedine vrste (vidjeti u poglavljima u ovom dokumentu). Detalji se nalaze u Terenskom vodiču za biomonitoring (PDF dokument), kao i u video tutorijalima, dostupanim preko aplikacije (www.biomonitoring.me).
- Odabir lokaliteta na kojima će se sprovesti biomonitoring.
- Po mogućnosti planirati sprovođenje terenskih aktivnosti na preporučenim lokalitetima koji su predstavljeni na mapi (Slika 1).
- Priprema terenske i druge opreme (mreže, vrše, mjerni uređaji), detaljniji prikaz dat je u nastavku dokumenta.
- Pregled aplikacije i upoznavanje sa načinom njene upotrebe kroz čitanje datih uputstava.

- Davanje uputstva djeci o pravilima terenskog rada, bezbjednosti, odgovarajućoj odjeći i obući.
- Sprovođenje monitoringa prilagoditi uzrastu djece sa kojima je planiran terenski rad u skladu sa kognitivnim nivoima i školskim kurikulumom.



Slika 1. Mapa lokaliteta pogodnih za monitoring na području rijeke Zete

LOKALITET	OZNAKA	KOORDINATE
Bogičevići	L1	42°34'21.01"S 19°04'59.93"I
Dobro polje	L2	42°37'49.07"S 19°01'57.51"I
Ćirilac	L3	42°32'21.42"S 19°07'12.23"I
Šabov krug - Martinići	L4	42°32'12.15"S 19°09'38.13"I
Kraljičino oko	L5	42°29'80.52"S 19°10'20.26"I
Vranjske njive	L6	42°28'50.56"S 19°15'29.03"I

Materijali i metode

Sakupljanje i posmatranje bioindikatorskih vrsta vrši se različitim metodama. Za terensko istraživanje, potrebno je korišćenje sljedeće opreme: mreža, vrša, bio-monitoring aplikacije, fotoaparata (mobilnog telefona) i mjernog instrumenta za određivanje fizičko-hemijskih parametara vode (Slika 2).

Bjelonogi rak se može sakupljati rukama, vršama i mrežama (Slika 3). Odrasli vilini konjici se sakupljaju entomološkim mrežama (Slika 4). Larve vilinih konjica uzorkuju se planktonskim mrežama (Slika 5). Riječna školjka se sakuplja rukama.



Slika 2. Instrument za mjerenje fizičko-hemijskih parametara
Foto: Marko Nikolić



Slika 3. Vrša – mreža za rakove
Izvor: <http://www.trapperarne.com>



Slika 4. Entomološka mreža
Foto: Bogić Gligorović



Slika 5. Planktonska „kick net“ mreža
Foto: Bogić Gligorović

Uputstvo za bioindikatorske vrste

Monitoring bjelonogog raka

Austropotamobius pallipes (Lereboullet, 1858)

Staništa bjelonogog raka su rijeke i potoci, sa prisutnim korijenjem priobalnih biljaka, stijenama, kamenjem i vodenim biljkama. Monitoring ove vrste vrši se od juna do novembra.

Tokom terenskih istraživanja bjelonogi rakovi se mogu sakupljaju ručno, mrežama i vršama (mreže sa otvorima). Vrše se postavljaju blizu obala rijeka i potoka, ispod kamenja i/ili korijenja priobalne vegetacije i ostavljaju u vodi preko noći, a provjeravaju se rano ujutro. Aktivnost rakova je najveća u jesen kada se pripremaju za parenje, ili u proljeće kada se pojačano hrane nakon smanjene aktivnosti koja traje tokom zime. Transekt na kojem se vrši sakupljanje je dužine 100 m i širine 2 m. Za svaki istraživani lokalitet, u zavisnosti od osposobljenosti istraživača/posmatrača, unose se podaci u aplikaciju.

Kada uzimamo raka (Slika 6), to radimo tako da ga kažiprstom i palcem uhvatimo za karapaks (prednji dio tijela iza klijesta), a kada vraćamo jedinku u vodu, to radimo polako sa trbušnom stranom okrenutom prema gore, što obezbjeđuje da vazduh koji je ušao pod karapaks (u područje škrga) izađe napolje. Ženke koje nose jaja na trbušnim nogama ne uzimamo i ne vadimo iz vode.



Slika 6. *Austropotamobius pallipes*, stanište u rijeci Zeti

Foto: Mihailo Jovičević

Monitoring vilinih konjica

Odonata

Za monitoring na području rijeke Zete odabrano je 5 vrsta vilinih konjica koje žive na različitim staništima.

- *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 (Slika 7) – Veliki potočar, naseljava velike izvore i potoke i male rijeke sa gustim obraštajem priobalne vegetacije;

- *Caliaeschna microstigma* Schneider, 1845 (Slika 8) – Primorska plemkinja, naseljava velike izvore i potoke i male rijeke sa dnom obraslim mahovinama i vodenom vegetacijom;

- *Aeshna isoceles* (Müller, 1767) (Slika 9) – Močvarna kraljica, naseljava bare i močvare obrasle vegetacijom

- *Cordulegaster bidentata* Selys, 1843 (Slika 10) – Dvozubi potočar, naseljava male izvore i potoke;

- *Gomphus schneiderii* Selys, 1840 (Slika 11) – Primorski riječni konjic, naseljava rijeke.

Monitoring vilinih konjica sprovodi se od juna do septembra. Jedinke se broje duž transeкта, u zavisnosti od dužine toka ili širine vodenog objekta, maksimalno do 100 m. Transekt se dijeli na odjeljke od 20-25 m. Širina transeкта se uzima u zavisnosti od vrste i staništa. Za velikog potočara i primorskog riječnog konjica iznosi 5 m u kopnenom dijelu i 2 m iznad vode. Za dvozubog potočara i primorsku plemkinju širina transeкта iznosi 5 m u kopnenom dijelu, a u vodenom dijelu od 0,2 do 2 m u zavisnosti od širine izvora ili potoka. Za močvarnu kraljicu širina transeкта iznosi 5 m u kopnenom dijelu i 10 m iznad vode. Brojanje duž transeкта se sprovodi dva puta istim pravcem, pri čemu se na krajnjoj tački transeкта pravi pauza od 20 minuta, kako bi se uznemirene jedinke smirile. Sakupljanje odraslih jedinki radi određivanja prisustva vrste sprovodi se entomološkom mrežom. Nakon određivanja, jedinke se puštaju. U zavisnosti od osposobljenosti posmatrača/istraživača, podaci se upisuju u aplikaciju. Ukupan broj jedinki dobija se sabiranjem prosječnog broja jedinki po ponavljanju na svim odjeljcima transeкта.



Slika 7. *Cordulegaster heros*
Foto: Mihailo Jovičević



Slika 8. *Caliaeschna microstigma*
Foto: Mihailo Jovičević



Slika 9. *Aeshna isoceles*
Foto: Bogić Gligorović



Slika 10. *Cordulegaster bidentata*
Foto: Mihailo Jovičević



Slika 11. *Gomphus schneiderii*
Foto: Mihailo Jovičević

Monitoring riječne školjke

Unio mancus Lamarck 1819

Riječna školjka naseljava sporije djelove rijeke sa pjeskovitim dnom, obrasle vodenom vegetacijom (Slika 12). Monitoring riječnih školjki se može sprovoditi tokom čitave godine kada je nivo vode u rijeci nizak. Jedinke se sakupljaju ručno da bi se odredila vrsta. Kada odredimo vrstu, školjke se, ukoliko su vidljive, broje sa površine vode. Sakupljanje ili brojanje se izvodi duž transekta do 30 m, na tri poligona udaljena po 5 m, čija je dužina 5 m, a širina 2 m. Ukoliko je veličina odgovarajućeg staništa manja, dužina transekta i dimenzije poligona se smanjuju. Istraživanje se uglavnom sprovodi tokom ljetnjih mjeseci. Pošto vrstu identifikujemo na osnovu specifičnih karakteristika (veličina, boja, starost, oštećenja i druge odlike), jedinka se vraća u pijesak. Prilikom sakupljanja uzoraka neophodno je voditi računa da se pješčano dno oštećuje u što manjoj mjeri. Pored živih jedinki, prebrojavaju se i prazne ljuštore na istim poligonima.



Slika 12. *Unio mancus*

Foto: Mihailo Jovičević

Prilog 1:

Integrisanost programa biomonitoringa u obrazovni sistem

Ciljevi programa i ishodi koji će biti ostvareni predviđenim aktivnostima biomonitoringa u potpunosti koreliraju sa:

1. Obrazovno-vaspitnim ishodima u okviru Predmetnog programa Biologija za osnovnu školu.
2. Strategijom za razvoj i podršku darovitim učenicima, a realizuju se kroz takmičenja, projekte, sajmove i drugi vidove organizovanih aktivnosti na osnovu kojih se promoviše nauka i omogućava obogaćivanje kurikuluma.
3. Međupredmetnim programom „Obrazovanje za održivi razvoj“, a realizuje se kroz obrazovno-vaspitne ishode koji obuhvataju oblasti zaštite životne sredine i biodiverziteta.
4. Crnogorskim okvirnim programom ključnih kompetencija: Matematička kompetencija i kompetencija u nauci, tehnologiji, inženjerstvu kroz ishode za ISCED 2.
5. Aktivnostima predviđenim projektom, a koje su od značaja za primjenu bioloških znanja i razvoj digitalnih vještina u okviru obrazovnog sistema na poboljšanja rezultata PISA testiranja.

Ciljevi programa biomonitoringa

Ciljevi ovog programa usklađeni su sa ciljevima učenja koji su predviđeni Predmetnim programom za Biologiju u osnovnoj školi:

- Upoznavanje prirode i života u skladu sa njom;
- Razvoj ekološke svijesti;
- Razvoj intelektualnih vještina;
- Razvoj samopouzdanja;
- Razvoj samostalnosti;
- Razvoj moralnih i estetskih vrijednosti;
- Razvoj socio-emocionalnih vještina (empatija, tolerancija, poštovanje različitosti);
- Razvoj vještina za korišćenje informaciono-komunikacionih tehnologija;
- Unapređenje STEM kompetencija;
- Praktična primjenjivost naučenog;
- Kvalitetno organizovanje slobodnog vremena;

Usvajanje funkcionalnih znanja;
Poboljšanje uspjeha u školi;
Razvoj vještina za korišćenje digitalnih ključeva za određivanje vrsta;
Upoznavanje metoda biomonitoringa i razumijevanje njegovog značaja;
Podsticanje volonterizma;
Upoznavanje vrsta beskičmenjaka u blizini škole koju pohađaju;
Upoznavanje zaštićenih vrsta organizama;
Usvajanje stavova o značaju zaštite prirode;
Upoznavanje mehanizama zaštite rijeke Zete.

Očekivani ishodi programa

Definisani ishodi u potpunosti koreliraju sa obrazovno-vaspitnim, kao i ishodima učenja predviđenim Predmetnim programom Biologija za osnovnu školu:

VI razred

- Obrazovno-vaspitni ishod 1 - Na kraju učenja učenik/učenica će moći da objasni pojam, podjelu, metode izučavanja i značaj biologije.

VII razred

- Obrazovno-vaspitni ishod 5 - Na kraju učenja učenik/učenica će moći da objasni karakteristike beskičmenjaka sa sekundarnom tjelesnom dupljom.

IX razred

- Obrazovno-vaspitni ishod 1 - Na kraju učenja učenik/učenica će moći da objasni predmet proučavanja i podjelu ekologije, podjelu ekoloških faktora i karakteristike različitih nivoa ekološke organizacije.

- Obrazovno-vaspitni ishod 2 - Na kraju učenja učenik/učenica će biti u stanju da objasni karakteristike različitih ekosistema, sa posebnim osvrtom na ekosisteme u Crnoj Gori.

- Obrazovno-vaspitni ishod 3 - Na kraju učenja učenik/učenica će moći da objasni zagađenje životne sredine, značaj zaštite životne sredine i principe održivog razvoja.

- Obrazovno-vaspitni ishod 4 - Na kraju učenja učenik/učenica će moći da opiše biodiverzitet i značaj njegovog očuvanja sa osvrtom na biodiverzitet Crne Gore.

Ishodi definisani programom biomonitoringa su:

Učenici/e će moći da:

- Primijene osnovne istraživačke metode u biologiji (posmatranje, praćenje, opisivanje, eksperiment, istraživanje);
- Obrade prikupljene podatke i prikažu rezultate istraživanja (tabelarno, grafički, tekstualno, usmeno);
- Koriste laboratorijski pribor, materijal i instrumente;
- Opišu i determinišu bioindikatorske vrste i njihova staništa;
- Analiziraju ekološke faktore koji djeluju na staništima bioindikatorskih vrsta;
- Analiziraju dinamiku populacija;
- Koriste aplikaciju sa digitalnim ključem;
- Objasne plan građe pojedinih vrsta mekušaca i zglavkara;
- Objasne razmnožavanje i razviće insekata;
- Obrazlože ulogu zglavkara u prirodi i njihov značaj za čovjeka;
- Sprovode istraživanje i argumentovano obrazlažu rezultate istraživanja;
- Prepoznaju pripadnike pojedinih grupa mekušaca, člankovitih crva, zglavkara i bodljokožaca;
- Sarađuju i timski rade na projektnom zadatku;
- Uporede uticaje ekoloških faktora;
- Dizajniraju eksperiment na temu ekološki faktori;
- Sprovedu istraživanje na različite teme;
- Poštuju pravila rada u grupi prilikom istraživanja;
- Opišu karakteristike ekosistema u Crnoj Gori (kopneni, vodeni);
- Nabroje karakteristične vrste koje naseljavaju pojedine tipove ekosistema;
- Opišu adaptacije vrsta;
- Izrade zbirke fotografija karakterističnih vrsta;
- Objasne degradaciju ekosistema;
- Uporede različite vrste zagađenja;
- Opišu posledice zagađenja životne sredine;
- Objasne značaj očuvanja životne sredine;
- Objasne pojam i podjelu biodiverziteta;
- Ukažu na značaj očuvanja biodiverziteta;
- Opišu uticaj čovjeka na biodiverzitet;

- Objasne pojam Crvene liste i Crvene knjige;
- Razlikuju pojedine zaštićene vrste u Crnoj Gori;
- Objasne ciljeve konzervacione biologije;
- Imenuju konvencije o zaštiti biodiverziteta;
- Navode podjelu i prednosti zaštićenih područja.



BIOMONITORING

RIJEKA ZETA