



TERENSKI DNEVNIK

Terenska nastava iz ekologije

Recenzirani nastavni materijal

**Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij
BIOLOGIJA I KEMIJA**



**Autori:
Ivančica Ternjej
Andreja Brigić**

SADRŽAJ

Terenske vježbe:

1. Raznolikost života u/na tlu	1
2. Uzrasna struktura zajednice vodenjaka u bari Sungerski lug	9
3. Zonacija špilja i prilagodbe životinja na podzemni način života	19
4. Sakupljanje kukaca mrežom	30
5. Cret Sungerski lug	34
6. Ornitologija	41
7. Istraživanje tekućica – fizikalni i kemijski čimbenici	51
8. Istraživanje tekućica – intersticij	61
9. Istraživanje tekućica – makrozoobentos	65
10. Istraživanje stajačica – plankton	75



Autori: Ivančica Ternjej, Andreja Brigić

Terenska vježba: Raznolikost života u/na tlu

UVOD

U kopnenim ekosustavima **najveća raznolikost organizama** (lokalna i globalna) prisutna je u **tlu**. Međutim, podaci o stvarnoj raznolikosti organizama u tlu, posebice na razini vrste, još su uvijek jako rijetki u odnosu na spoznaje o nadzemnoj fauni. Procjena bogatstva vrsta moguća je tek za predstavnike makrofaune i za pojedine skupine mesofaune tla, dok je za ostale skupine procjena otežana te je upitno hoće li se u bližoj budućnosti postići realna slika, osim na razini više taksonomske razlučivosti (porodice i rodovi). Smatra se da je do sada opisano tek 1% bakterija i 3% oblića (Nematoda) u tlu, dok je više od 90% vrsta mikroflora i mikrofaune nepoznato za znanost. Stoga glavina vrsta faune tla tek treba biti opisana. Za nekoliko se ključnih skupina u tlu (bakterije, gljive, oblići i kukci) pretpostavlja da na globalnoj razini sigurno broje od nekoliko stotina tisuća do milijun vrsta. Nadalje, raznolikost u tlu je velika i na lokalnoj razini, primjerice nekoliko grama tla može sadržavati nekoliko tisuća vrsta bakterija i nekoliko stotina vrsta beskralješnjaka (WARDLE 2002).

Edafon je životna zajednica tla tj. to je skupni naziv za sve organizme koji na nekom području žive u ili na tlu. Tvore ga različite alge, bakterije, gljive, praživotinje, velik broj različitih skupina beskralješnjaka i nekoliko skupina kralješnjaka. Organizmi u tlu imaju iznimno važnu ulogu jer reguliraju glavne procese u ekosustavu poput: razlaganja organskih tvari, kruženja hranjivih tvari (nutrijenata), povećavanja propusnosti i prozračnosti tla, poticanja produktivnosti biljaka, te utječu na miješanje slojeva tla i sprečavanje erozije.

Organizmi u tlu mogu se klasificirati na različite načine: prema veličini tijela, smještaju u profilu tla, dužini obitavanja u tlu, načinu kretanja, prehrani, itd. Prema **veličini tijela** organizme tla dijelimo na sljedeće skupine: **mikroflora** (0,3 - 20 μm , npr. bakterije i gljive), **mikrofauna** (<0,2 mm, npr. praživotinje i oblići), **mesofauna** (0,2 - 10 mm, npr. mikročlankonošci i maločetinaši por. Enchytraeidae), **makrofauna** (10-20 mm; npr. gujavice i dvojenoge) i **megafauna** (>20 mm, npr. kukcožderi, glodavci) (Slika 1) (MRŠIĆ 1997; BARDGETT 2007). Odabir mikrostaništa usko je vezana veličinom tijela predstavnika faune tla. Naime, mikrofauna naseljava kapilarne pore tla ispunjene vodom, mesofauna pore u tlu bogate zrakom, dok predstavnici makro- i megafaune imaju mogućnost stvaranja vlastitih mikrostaništa, primjerice kopanjem tunela.



Slika 1. Podjela organizama tla na temelju veličine njihovog tijela (preuzeto i prilagođeno iz: SWIFT *et al.* 1979).

Organizmi tla naseljavaju različite slojeve tla, no najčešći su i najbrojniji u gornjem površinskom sloju i listincu. Vertikalna i horizontalna distribucija organizama tla uglavnom je limitirana temperaturom, vlagom, teksturom tla te količinom organske tvari. Hranidbene mreže u tlu često su vrlo složene. Kao i u većini drugih hranidbenih mreža, autotrofni organizmi određuju količinu ugljika koja ulazi u sustav, dok heterotrofni organizmi određuju dostupnost nutrijenata potrebnih za produkciju. Razlagače u tlu čine predstavnici različitih veličinskih kategorija npr. bakterije i gljive, praživotinje i oblići, grinje i skokunci te gujavice, dvojenoge i termiti. Primarne konzumente čine predstavnici mikroflore. Sekundarne konzumente i konzumente viših razina (treće, četvrte i pete) čine predstavnici faune tla, a isti se hrane mikroflorom i jedni drugima.

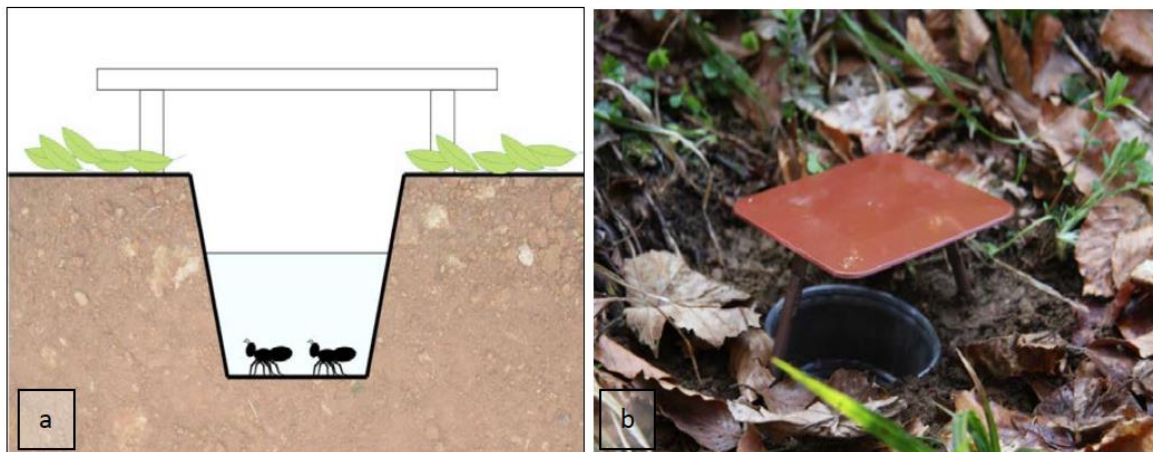
Ciljevi terenske vježbe:

1. prepoznati predstavnike faune tla
2. skicirati potencijalnu hranidbenu mrežu istraživanih staništa
3. odrediti postoje li razlike između faune tla šume i livade (npr. u bogatstvu taxona, abundanciji, raznolikosti)
4. odrediti postoje li razlike u ključnim varijablama okoliša (npr. temperatura tla, zraka, vlaga, itd)

METODA

Fauna tla sakupljana je metodom lovni posuda (*eng. pitfall traps, Barber pitfall traps*) koja je i danas jedna od najznačajnijih i najprimjenjenijih metoda u ekološkim istraživanjima kvantitativnih odnosa faune beskralješnjaka tla (WOODCOCK 2005), posebice predatorskih skupina poput trčaka, kusokrilaca i mrava, itd. Metoda se temelji na činjenici da se predstavnici faune tla aktivno kreću po površini i slučajno padaju u lovne posude iz kojih ne mogu izaći. Obzirom da metoda izravno ovisi o aktivnosti trčaka na površini tla, ne govori samo o gustoći populacija, već HEYDEMANN (1956) uvodi pojam '*aktivna gustoća*'. Najveća prednost ove metode je što omogućuje kontinuirano sakupljanje faune tla i na taj način maksimizira vjerojatnost ulova vrsta koje imaju kratku vremensku aktivnost i vrsta koje imaju manju gustoću populacija, te se njenom primjenom postižu veliki ulovi. Nadalje, lovne posude su jeftine, jednostavne za nošenje i relativno se brzo mogu postaviti na terenu.

Izabrane su tri postaje u šumi i tri postaje na livadi. Na svakoj postaji postavljene su 3 lovne posude u transektu i međusobno razmaknute 5 m. Volumen pojedinačne posude iznosio je 0,6 dm³. Stjenke plastičnih posuda su glatke i onemogućuju bijeg upalim jedinkama faune tla. Posude su ukopane do gornjeg ruba u tlo te natkrivene plastičnim krovčićima kako bi se zaštitile od oborina i listinca), te bile što manje uočljive drugim životinjama, posebice kralješnjacima (Slika 2). U posude je stavljena 60% otopina etilen glikola. Pripravljena otopina služila je kao konzervans. Ne bi li se smanjila površinska napetost tekućine, dodana je kap detergenta neutralnog mirisa.



Slika 2. Prikaz lovne posude: a) shematski prikaz lovne posude; b) lovna posuda postavljena u šumi.

Zadaci na terenu:

1. Sakupljanje faune tla iz lovnih posuda.
2. Mjerenje abiotičkih čimbenika na postajama.

Zadaci u laboratoriju:

1. U laboratoriju, sav sakupljeni materijal mora biti sortiran do taksonomske razine reda ili porodice, te sve jedinke prebrojane (Tablica 1). Nacrtajte graf (za broj skupina i brojnost jedinki) na temelju ovih podataka koristeći se aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom.
2. Na temelju podataka o brojnosti jedinki nacrtajte potencijalne hranidbene mreže na livadi i u šumi (Slika 3). Koristite različite boje za različita staništa. Ispod crteža napišite hrvatsko i latinsko ime skupine.
3. Analizirajte podatke mjerenih abiotičkih čimbenika na istraživanim postajama. Nacrtajte grafikone.
4. Prezentirajte rezultate.

REZULTATI**1. Zadatak**

Ispunite tablicu. Napišite hrvatska imena taksona. Podatke svake lovne posude zasebno zabilježite.

Tablica 1. Fauna tla sakupljena metodom lovnih posuda (cca. 10 dana eksponiranja) u šumi i na livadi.

Latinsko ime skupine	Hrvatsko ime	Šuma					Livada				
phylum Mollusca											
Gastropoda											
phylum Annelida											
Lumbricidae											
phylum Arthropoda											
Isopoda terrestria											
Scorpiones											
Araneae											
Pseudoscorpiones											
Opiliones											
Acarina											
Chilopoda											
Diplopoda											
Collembola											
Thysanura											
Blattodea											
Coleoptera											
Carabidae											
Staphylinidae											
Diptera											
Hymenoptera											
Formicidae											
Heteroptera											
Homoptera											
S (broj skupina)											
N (broj jedinki)											

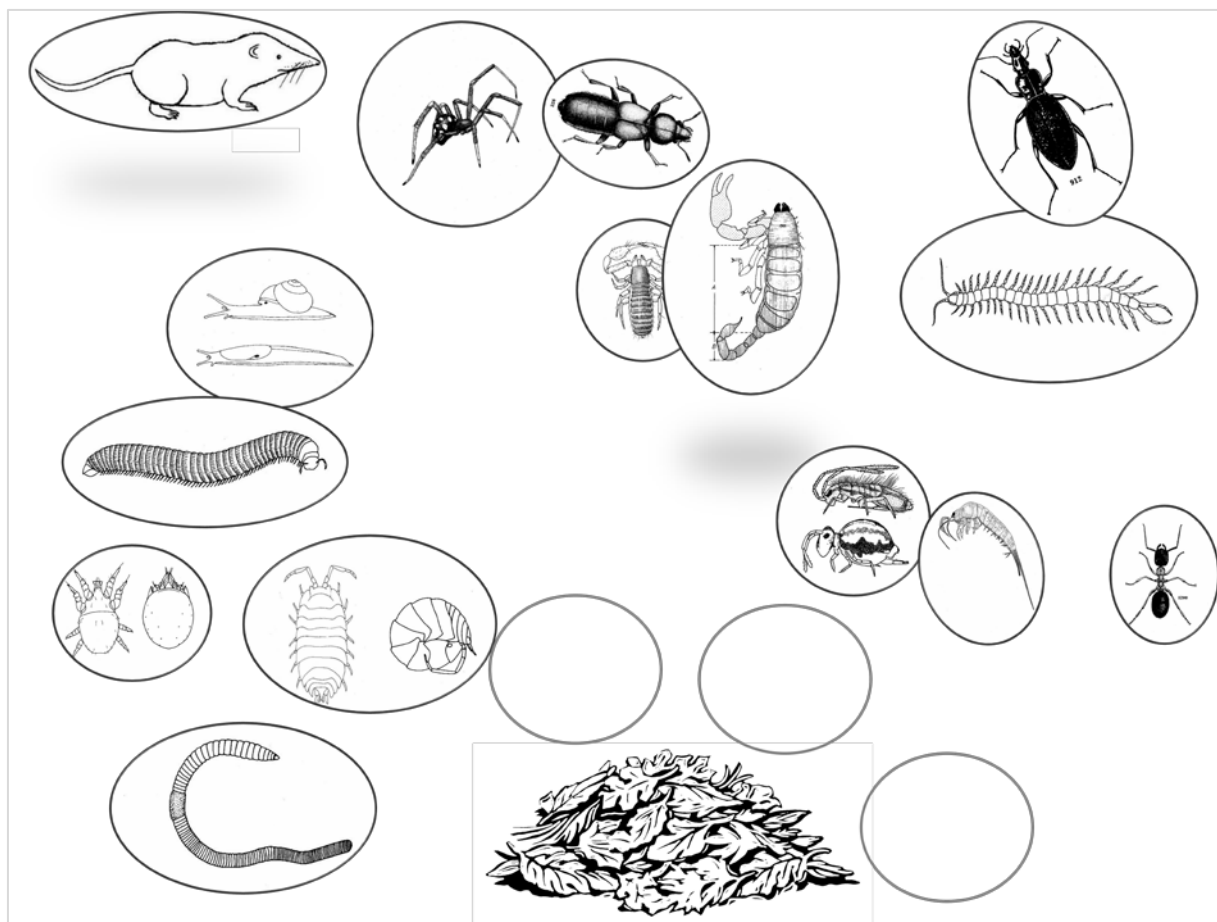
2. Zadatak

Tablica 2. Okolišne varijable izmjerene na terenu.

Varijable okoliša	Šuma	Livada
Temperatura tla (°C)		
pH tla		
Vlaga u zraku(°C)		
Temperatura zraka (°C)		
Visina vegetacije		

3. Zadatak

Kreirajte potencijalnu hranidbenu mrežu (u šumi i na livadi). Predstavnike faune tla povežite međusobno strelicama (Slika 3). Koristite različite boje za istraživane različite tipove staništa (šuma, livada). Napišite latinska i hrvatska imena ispod slika. Doctrajte dijelove (predstavnike) hranidbene mreže koji nedostaju.



Slika 3. Hranidbena mreža faune tla šume/livade.

RASPRAVA

1. Je li moguće primijenjenom metodom lova sakupiti sve predstavnike faune tla?
2. Postoji li razlika u brojnosti pojedinih skupina obzirom na prehranu (trofičke kategorije) između istraživanih staništa?
3. Postoji li razlika u ekološkim parametrima zajednice (broj vrsta, brojnost jedinki) između livade i šume? Ukoliko postoji, navedite potencijalne razloge tome.

BILJEŠKE

LITERATURA

BARDGETT R (2007) The biology of soil – a community and ecosystem approach. Oxford University Press, New York.

HEYDEMANN B (1956) Über die Bedeutung der "Formalinfallen" für die zoologische Landesforschung. Faunistische Mitteilungen aus Norddeutschland 6: 19-24.

MRŠIĆ N (1997) Živali naših tal – uvod v pedozoologijo-sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

SWIFT MJ, HEAL OW, ANDERSON JM (1979) Decomposition in terrestrial ecosystems. University of California Press, Berkeley.

WARDLE DA (2002) Communities and ecosystems: linking the aboveground and belowground components. Princeton University Press, New Jersey.

WOODCOCK BA (2005) Pitfall trapping in ecological studies. U: Leather S (ur) Insect sampling in forest ecosystems. Blackwell Publishers, Oxford, 37-57.

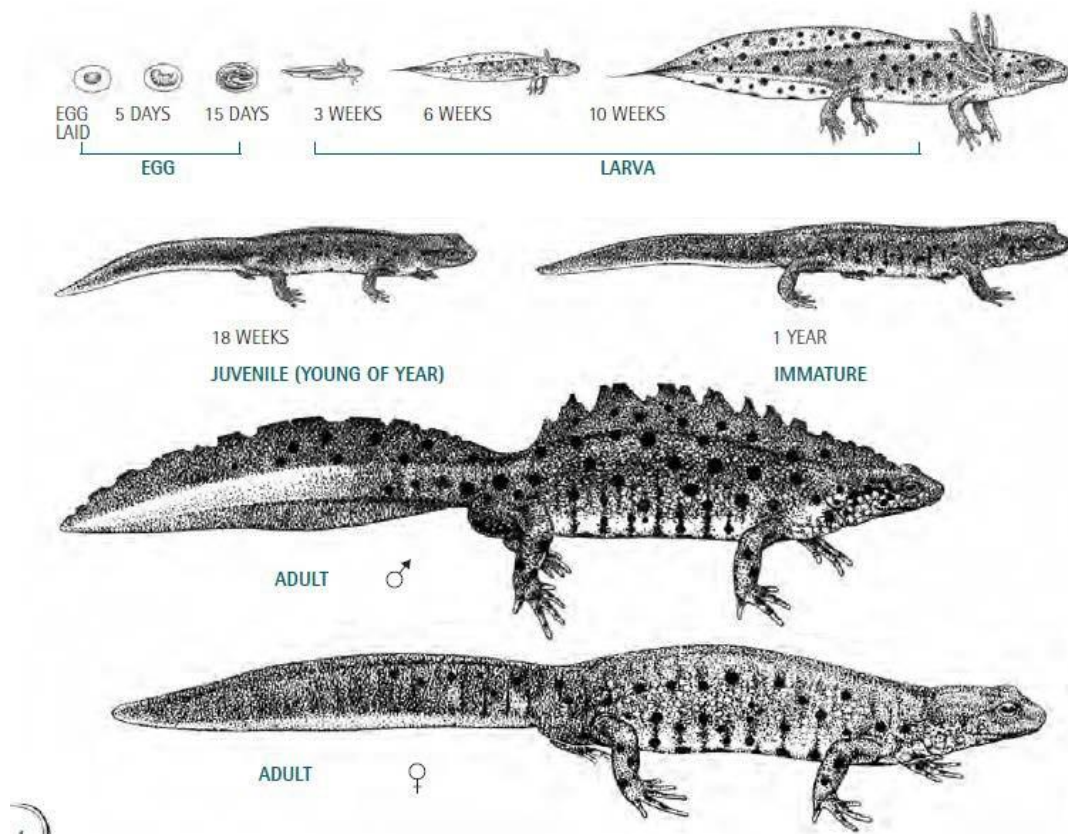
Terenska vježba: Uzrasna struktura zajednice vodenjaka u bari Sungerski lug

UVOD

Bare su plitke vode stajaćice (lentički sustavi), u kojima svjetlost dopire do samoga dna, te cijeli stupac vode čini **eufotička** (osvijetljena) **zona**. U ovom sloju se odvija i primarna produkcija, pa ga nazivamo i **trofogeni sloj**. Bare su visoko produktivni sustavi, u kojima stratifikacija temperature i kisika ima mali značaj. U vodama stajaćicama (lokve, bare, jezera) razlikujemo **zonu slobodne vode** i **zonu dna** (pelagijal, bental). U zoni slobodne vode razvijena je cjelokupna **planktonska zajednica** koju čini fitoplankton (bakterije, alge) i zooplankton (praživotinje, veslonošci, rašljoticalci, itd.). Životna zajednica koja živi u zoni dna naziva se **bentos**, a u jezerima se dijeli na: litoral, sublitoral i profundal. U barama je prisutna samo litoralna zona. Ona se dijeli na nekoliko pojaseva, od kojih je za bare potrebno izdvojiti priobalni pojas trstike i šaša, pojas plivajuće vegetacije i pojas podvodne vegetacije. Bare se odlikuju velikom raznolikošću biljnog i životinjskog svijeta (KEROVEC 1988, RADOVIĆ 1999). **Bara u Sungerskom lugu** je nastala uslijed djelovanja čovjeka i vrlo vjerojatno se u prošlosti koristila kao pojilo za stoku.

Vodozemci čine razred slatkovodnih i kopnenih kralješnjaka, koji su svojim životom usko vezani uz vodu. Ime im je izvedeno iz grčkih riječi „amphi bios“, što znači „dvostruki život“. Vodozemci su izuzetno važni članovi ekosustava i važna karika u hranidbenim mrežama. Naime, oni se hrane malim beskralješnjacima, uglavnom kukcima, a ujedno predstavljaju važan izvor hrane za veće kralješnjake (npr. zmije, ptice i sisavce). Na nekim staništima vodozemci mogu dominirati brojnošću i predstavljati glavni izvor hrane većim kralješnjacima. Ukoliko se brojnost vodozemaca smanji ili nestanu s određenog staništa, dolazi do narušavanja prirodne ravnoteže u ekosustavu i velikih promjena u hranidbenim mrežama.

Vodenjaci pripadaju redu repaša (Urodela, Caudata). Imaju složen životni ciklus koji se obično sastoji od tri stadija: jaja, ličinke i odrasle jединke (Slika 1). Kod svih repaša osim najprimitivnijih oblika, oplodnja je unutrašnja. Međutim, mužjaci nemaju kopulatorni organ već tijekom parenja ispuštaju spermatofores, koje ženke nečisnicom uvuku u tijelo. Udvaranje repaša često je vrlo složeno. Mužjaci ispuštaju feromone čime potiču ženke na parenje ili se za privlačenje njihove pažnje služe vizualnim isticanjem.



Slika 1. Rast i razvojni ciklus velikog vodenjaka (*Triturus cristatus*) (preuzeto: LANGTON et al. 2001).

Ciljevi:

1. Odrediti vrste vodenjaka koje obitavaju u bari;
2. Odrediti uzrasnu strukturu vodenjaka u bari;
3. Odrediti potencijalni plijen vodenjaka u bari;
4. Odrediti abiotičke čimbenike u vodi;
5. Odrediti vodenu vegetaciju.

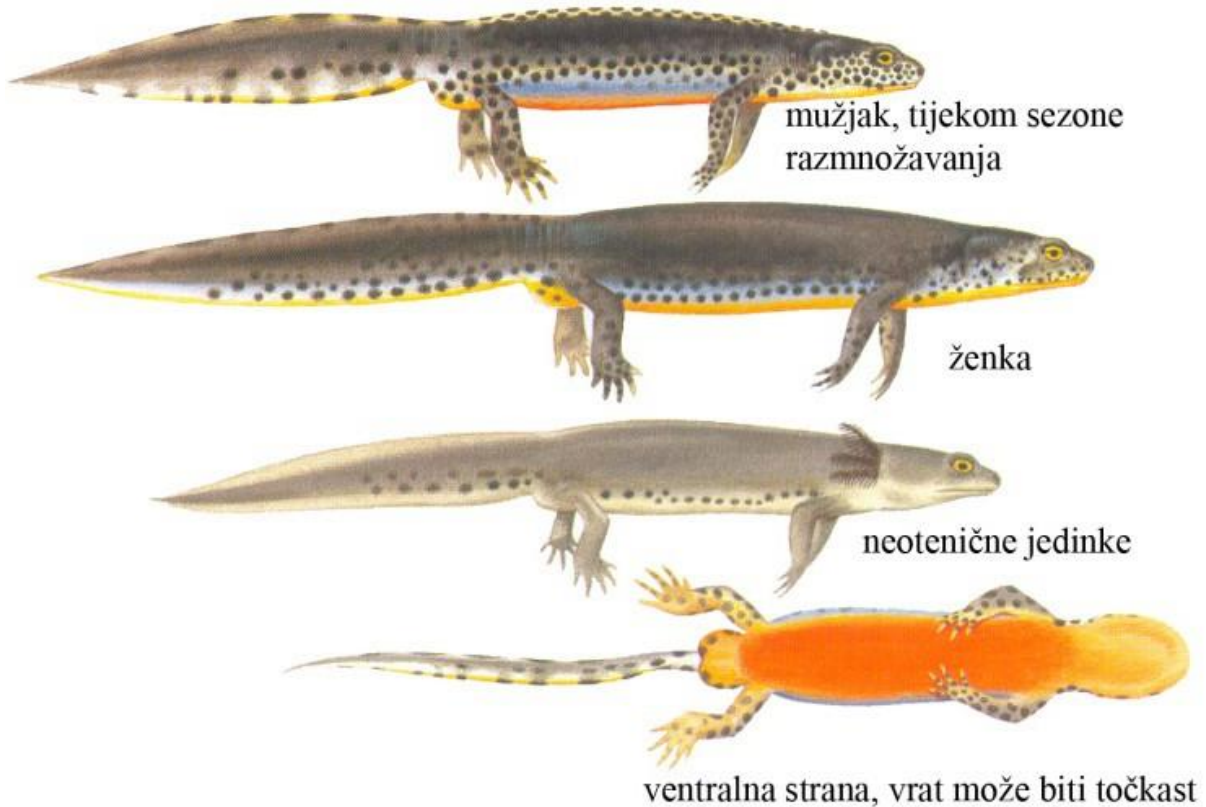
METODA**Kako uloviti vodenjake?**

Vodenjake ćete uloviti tako da uđete u baru i pomoću kracer mreže ih pokušate uloviti.

Determinacijski ključ za vodenjake (slike preuzete i prilagođene iz ARNOLD & OVENDEN 2002):

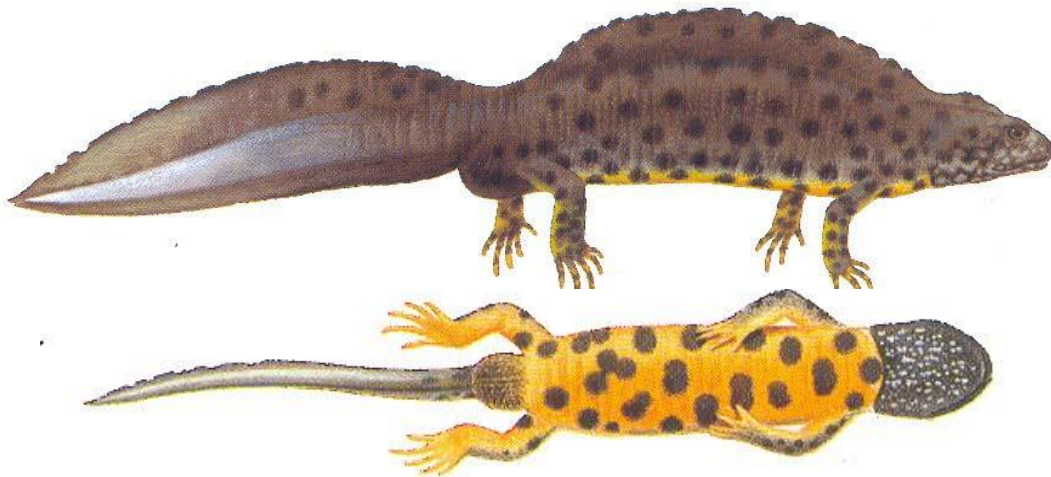
1. Duljina do 12 cm. Trbuh (ventralna strana) jednoliko obojen žuto do crveno, ne istočkan (iznimke postoje, ali su rijetke). Često postoje brojne točke na bokovima, uglavnom tvoreći složenu rešetkastu strukturu mužjaka. Mužjaci za vrijeme parenja imaju glatku, nisku, svijetlu krestu na tijelu, istočkanu, ali ograničenu crnim obrubom..... ***Ichthyosaura alpestris* - planinski vodenjak**

(prije: *Triturus alpestris*)

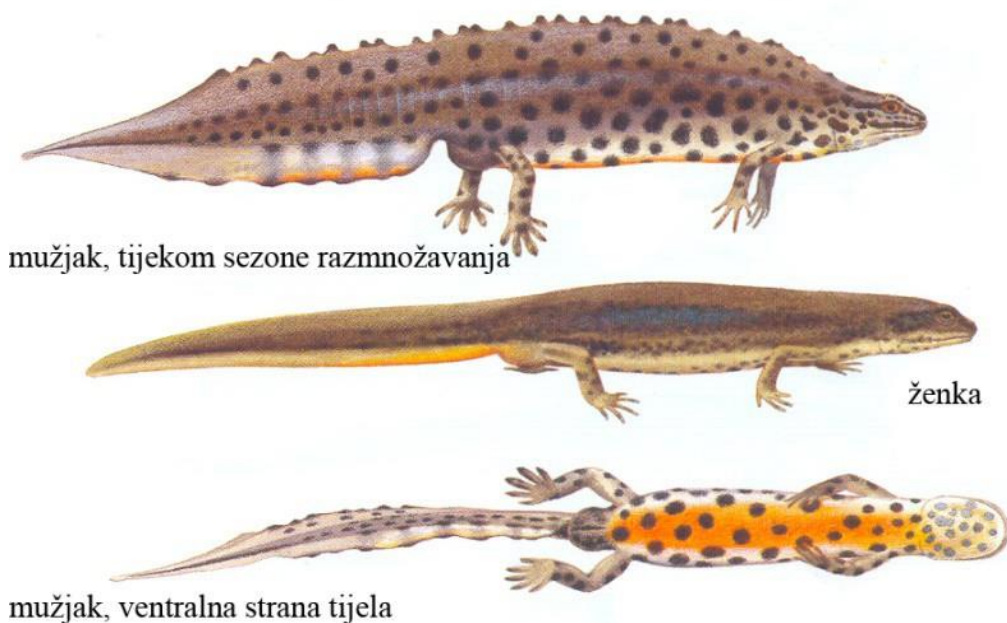


Izgled drugačiji. Trbuh često s barem nešto crnih točkaka. Ako ne postoje točke, onda glava ima žlijebove i svijetla boja na trbuhu je ograničena na sredinu..... **2**

2. Veliki vodenjak (odrasli preko 11 cm). Koža, često gruba; vlažna u kopnenih životinja. Trbuh (ventralna strana) tijela jednoliko svijetlo žuta do crveno-narančasta sa snažnim kontrastnim uzorkom tamnih točaka ili mrlja (iznimno, donja strana može biti potpuno tamna). Tamni odozgo sa tamnijim mrljama; životinje se na kopnu čine potpuno crne. Mužjaci u vrijeme parenja imaju tamnu krestu s pilastim rubom, **udubljenu** iznad osnove repa..... ***Triturus carnifex* – veliki vodenjak**



3. Ne posebno velik vodenjak (uglavnom ispod 11 mm). Koža često glatka; kod životinja na kopnu izgleda suho. Na donjoj strani uglavnom istočkan, uključujući i grlo. Žuta do crvena boja na trbuhu ograničena na središnji dio; grlo svijetlo. Glava uglavnom ima žljebove. Mužjaci za vrijeme parenja imaju veliku **kontinuiranu** krestu i resaste stražnje noge..... ***Lissotriton vulgaris* - mali vodenjak**
(prije: *Triturus vulgaris*)



Zadaci na terenu:

1. Odrediti vrste vodenjaka koje obitavaju u bari;
2. Izmjeriti pomoću ravnala duljinu tijela sakupljenih primjeraka;
3. Odrediti potencijalni plijen vodenjaka u bari;
4. Izmjeriti abiotičke čimbenike (temperatura vode, pH, količina kisika) i opseg bare;
5. Odrediti vodenu vegetaciju;
6. Nacrtati shemu jezera s biljnim vrstama i utvrđenim beskralješnjacima.

Zadaci u laboratoriju:

1. Analizirati podatke duljine tijela vodenjaka i prikazati ih grafički.

REZULTATI**Tablica 1.** Izmjere abiotičkih čimbenika u bari u Sungerskom lugu.

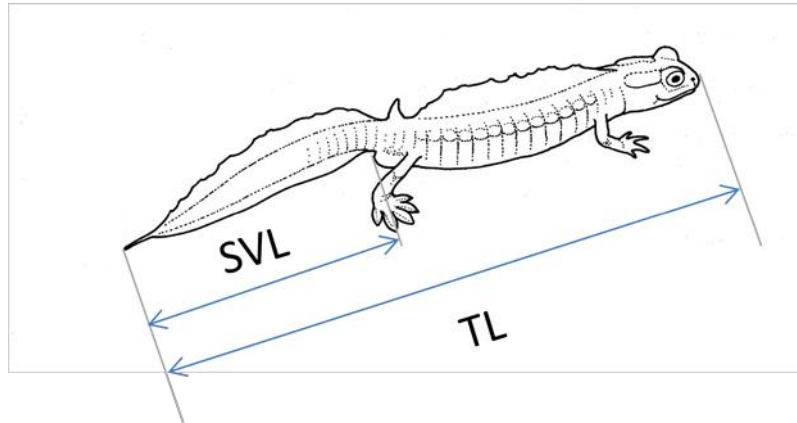
Abiotički čimbenici	1. mjerenje	2. mjerenje	3. mjerenje
Temperatura vode (°C)			
pH vode			
O ₂ (mg/l)			
slobodni CO ₂ (mg/l)			
vezani CO ₂ (mg/l)			

opseg bare =

Izračuni:

Mjerenje duljine tijela vodenjaka

Izmjerite pomoću ravnala duljine (TL – ukupna duljina tijela i SVL- duljina repa) tijela vodenjaka. Vodenjake nježno pristonite na ravnu površinu i potom pristupite mjerenju. Vrijednosti izrazite u centimetrima.



Tablica 2. Potencijalni plijen vodenjaka ulovljen Kracer mrežom i rukom.

Tablica 3. Duljine tijela vodenjaka (odraslih i ličinačkih stadija) u bari u Sungerskom lugu.

	Latinsko ime vrste	Hrvatsko ime vrste	Spol (M/Ž)	Ukupna duljina (TL) /mm	Duljina repa (SVL) /mm	Odrasla/mlada jedinka	Bilješka
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

- **Popis** biljnih vrsta u bari i shematski **prikaz staništa**

- **Grafički prikaz rezultata** duljine tijela (x os- duljina tijela, y os – broj jedinki). Ovisno o duljini tijela jedinke je potrebno prethodno svrstati u veličinske kategorije.

RASPRAVA

1. Definirajte biološke vrijednosti ove bare.
2. Dugoročno gledano, može li ova bara opstati bez utjecaja čovjeka u budućnosti?
3. Što bi se desilo da u ovu baru unesete neku od predatorskih vrsta riba?

LITERATURA

ARNOLD EN, OVENDEN D (2002) A field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe. Harper Collins, London.

KEROVEC M (1988) Ekologija kopnenih voda. Zagreb : Hrvatsko ekološko društvo i dr. Ante Pelivan.

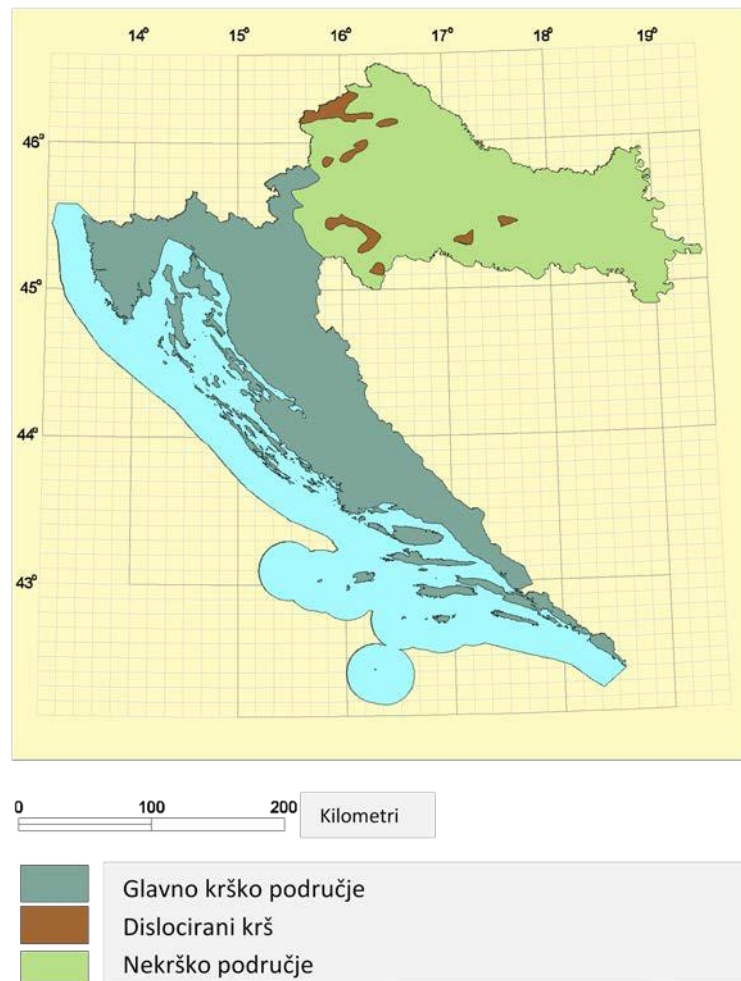
LANGTON T, BECKETT C, FOSTER J (2001) Great crested newt – Conservation handbook. Froglife Mansion House, Halesworth, Suffolk.

RADOVIĆ J (ed) (1999) Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb.

Terenska vježba: Zonacija špilja i prilagodbe životinja na podzemni način života

UVOD

Špilje su horizontalni speleološki objekti čiji je prosječni nagib kanala manji od 45° u odnosu na horizontalu. Povezane su s nadzemljem brojnim većim ili manjim pukotinama, hodnicima, dvoranama i sl. Ovisno o morfologiji i broju podzemnih kanala dijelimo ih na jednostavne ili razgranate. U Hrvatskoj su špilje najčešće vezane uz glavno krško područje i zone dislociranog krša (Slika 1). U njemu su najzastupljenije karbonatne stijene (vapnenci i dolomiti) iz doba mezozoika i tercijara. U Hrvatskoj su također pronađene i špilje u zoni lapora i fliša (npr. Istra, Ravni kotari, Banovina) (GOTTSTEIN MATOČEC *et al.* 2002, GOTTSTEIN 2010).



Slika 1. Krška područja Hrvatske (RADOVIĆ *et al.* 1999).

U špiljama nalazimo brojne špiljske taložine, a najatraktivnije su svakako **sig**. Prema obliku i načinu postanka sig dijelimo na: **stalaktite, stalagmite, stalagnate, saljeve, zavjese** i dr. Sig nastaju procesom **okršavanja** u kojem oborinska voda obogaćena ugljikovim (IV) oksidom (CO₂) otapa vapnenac koji se po ulasku u podzemlje kristalizira kao kalcit. Ugljikov

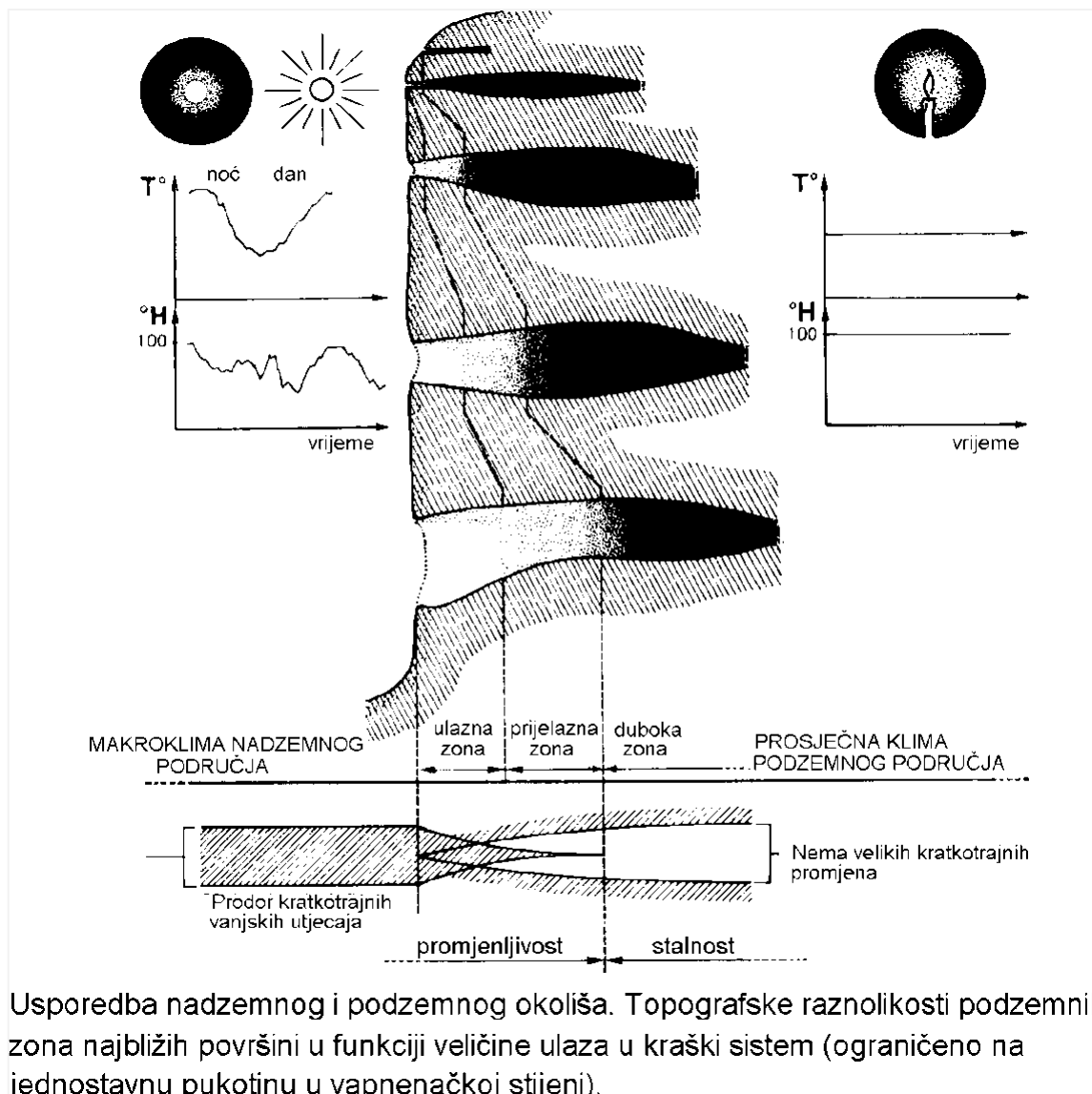
(IV) oksid iz zraka se otapa u oborinskoj vodi koja biva disocirana i blago kisela. Takva voda otapa vapnenac u procesu korozije rastavljajući ga na kalcijeve (Ca²⁺) i hidrogenkarbonatne ione (HCO₃¹⁻). Ista voda se dodatno zakiseljava procjeđujući se kroz debele naslage humusa u kojem su prisutne huminske kiseline. Kad ova voda dođe u podzemlje, zbog nižeg parcijalnog tlaka zraka iz nje u plinovitom stanju izlazi CO₂. Potom se događa sljedeća kemijska reakcija:



Nestankom CO₂ iz vodene otopine taloži se (kristalizira) CaCO₃ koji nazivamo kalcit. Kapanjem vode kalcit postupno stvara različite špiljske ukrase (GOTTSTEIN MATOČEC *et al.* 2002).

Špilje su izrazito zonirane zbog djelovanja okolišnih čimbenika, a najčešće razlučujemo tri zone: ulaznu (osvijetljena), prijelaznu i zonu stalnog mraka (mračna, duboka) (Slika 2). U **ulaznoj zoni** oscilacije okolišnih čimbenika, posebice temperature, količine svjetlosti i vlage zraka, su vrlo velike. Njena veličina ovisi o veličini otvora špilje i o njenom topografskom smještaju. U ulazne dijelove prodire svjetlost, te je ovo jedino područje koje nastanjuju biljke (ponajprije sciafilne i higrofilne vrste biljaka). Ovo je zona koju povremeno naseljavaju i životinje koje primarno obitavaju u nadzemnim staništima, ali zbog nepovoljnih uvjeta mogu ovdje pronaći sklonište. Iste životinje pripadaju skupini trogloksenih vrsta. Također, ovu zonu povremeno naseljavaju troglofilne vrste. **Prijelaznu zonu** karakteriziraju znatno manje oscilacije okolišnih čimbenika. Dubina prijelazne zone ovisi o veličini ulaznog otvora, zakrivljenosti kanala tj. općenito o morfologiji špilje, godišnjem dobu, dobu dana. Ova zona ima ekotonska obilježja tj. zone preklapanja dvaju ekoloških sustava (nadzemnog i pravog podzemnog područja). Zbog prisutnosti difuznog svjetla moguće je u ovoj zoni pronaći lišajeve, alge i mahovine, ali ne i više vaskularne biljke. Fauna ove zone često je bogata jer se miješa fauna nadzemnog i pravog podzemnog područja. U ovoj zoni obitavaju troglofilne vrste životinja, a povremeno je moguće pronaći i troglobiontske vrste. **Zona stalnog mraka** određuje se na temelju vrijednosti prave podzemne klime, koja je posljedica morfologije špilje, geografske širine i nadmorske visine na kojoj se ista nalazi. Oscilacije u okolišnim varijablama su neznatne. Ovo je zona u kojoj obitavaju prave špiljske životinje – troglobionti (GOTTSTEIN MATOČEC *et al.* 2002).

Temperatura zraka u špilji ovisi o geografskoj širini, nadmorskoj visini, nagibu terena, ekspoziciji i morfologiji špilje. Općenito se može reći da je prosječna temperatura u podzemlju jednaka srednjoj godišnjoj temperaturi na površini. **Količina svjetlosti** opada s udaljenošću od ulaza špilje, a dubina i snaga prodora svjetla ovisi o morfologiji špilje, ekspoziciji, godišnjem dobu, boji i vlazi stijena. Relativna **vlažnost zraka** je viša u podzemlju nego li na površini. Ona ovisi o vlažnosti stijena i tla, koja se mijenja ovisno o godišnjem dobu. Najveće oscilacije u vlazi su vezane uz ulaznu zonu (GOTTSTEIN



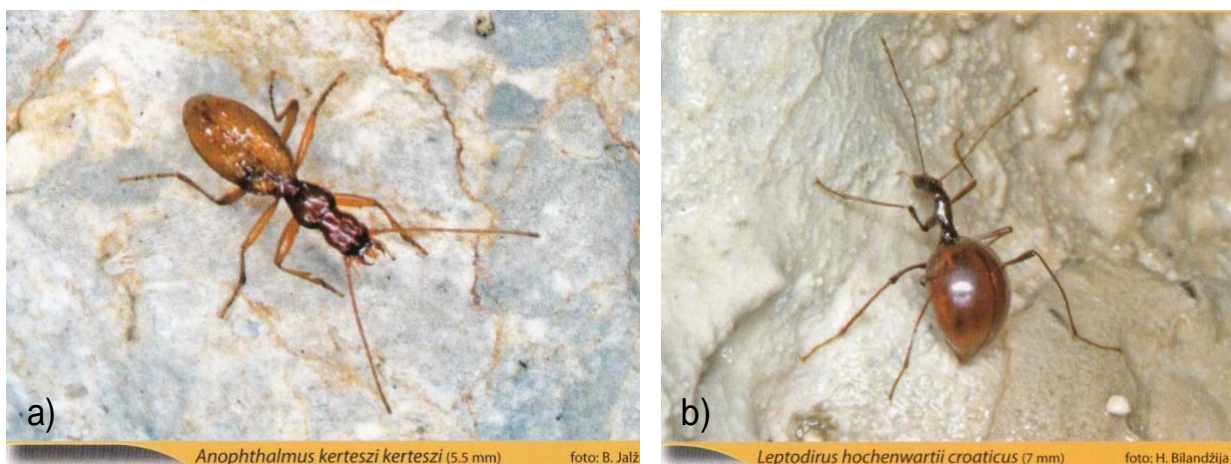
Slika 2. Zonacija špiljskih objekata na temelju abiotičkih čimbenika (GINET i DECOU 1977, dopunjeno i preuređeno GOTTSTEIN MATOČEC *et al.* 2002).

Ciljevi:

1. odrediti zonaciju špilje Ledenice s obzirom na fizikalno-kemijske parametre i zajednice koje možete primijetiti
2. na shemi špilje označiti zone i skicirati biljne i životinjske vrste koje ste pronašli na terenu
3. fotografirati organizme (SAKUPLJANJE STROGO ZABRANJENO!)
4. odrediti biljne vrste koje ste uočili u ulaznom području špilje Ledenice
5. utvrditi postoje li razlike u zonaciji špilje Ledenice i špilje Lokvarke

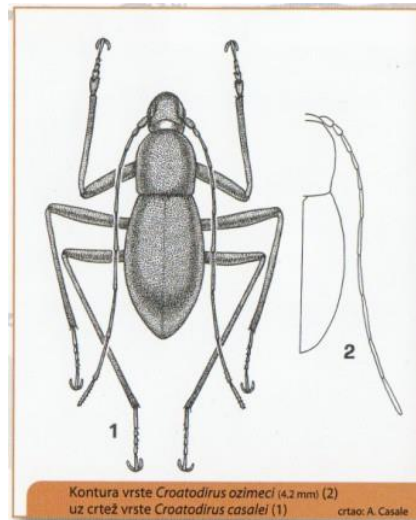
METODA**Područje istraživanja**

Špilja Ledenica nalazi se u park-šumi Golubinjak nedaleko Lokvi (Gorski kotar). Tijekom zime u ulaznom području špilje ima puno ledenih siga i saljeva, a snijeg se ponekad može zateći i u ljetnim mjesecima. Iz ove špilje opisane su četiri vrste: *Attemsia coniuncta* Strasser, 1939 (Diplopoda-dvojenoge), *Anophthalmus kerteszi kerteszi* Csiki, 1912 (Slika 3a), *Astagobius angustatus langhofferi* Obenberger, 1916, *Leptodirus hochenwartii croaticus* Pretner, 1955 (Coleoptera-kornjaši) (Slika 3b). Ove vrste pripadaju u kategoriju troglobionata (JALŽIĆ *et al.* 2010).



Slika 3. Endemske vrste kornjaša (Coleoptera) iz špilje Ledenice (JALŽIĆ *et al.* 2010).

Špilja **Lokvarka** nalazi se u blizini naselja Lokve. Čini je šest etaža (prve četiri su uređene za turističke posjete). Duljina špilje iznosi 1179 m, a dubina 275 m. Otkrivena je 1911. godine, a 1961. godine je zaštićena u kategoriji geomorfološkog spomenika prirode. U špilji obitava 30 troglobiontskih vrsta, a većinom je riječ o endemskim vrstama. Iz ove špilje opisana je vrsta ozimčev podzemljar (*Croatodirus ozimeci* Giachiino & Jalžić, 2004) (Coleoptera-kornjaši), pronađen isključivo u ovoj špilji (JALŽIĆ *et al.* 2010) (Slika 4).



Slika 4. Osimčev podzemljar (*Croatodirus ozimeci* Giachiino & Jalžić, 2004) pronađen isključivo u špilji Lokvarka (JALŽIĆ *et al.* 2010).

Zadaci na terenu:

A. Odrediti zonaciju špilje Lokvarke i Ledenice.

Kako biste proveli zonaciju špilje potrebno je:

- orijentirati se na priloženom nacrtu špilje
- pristupiti otvoru špilje i na karti označiti početku točku mjerenja
- izmjeriti širinu i visinu ulaza u špilju Ledenicu i Lokvarku pomoću laserskog daljinometra.
- izmjeriti abiotičke čimbenike (temperaturu zraka termometrom, relativnu vlažnost zraka higrometrom, a količinu svjetlosti digitalnim luxmetrom). Mjerite čimbenike na postavljenom transektu na svakih 5 m od ulaza.
- na nacrtu špilje označite transekt linijom te upišite udaljenosti
- utvrditi sastav vegetacije i faune (fotografirati, NIŠTA NE UZORKUJTE!!!!)
- u priloženu tablicu upišite izmjerene vrijednosti abiotičkih čimbenika na svakoj točki transekta. Također, napišite opažanja vezana uz floru i faunu.

Zadaci u laboratoriju:

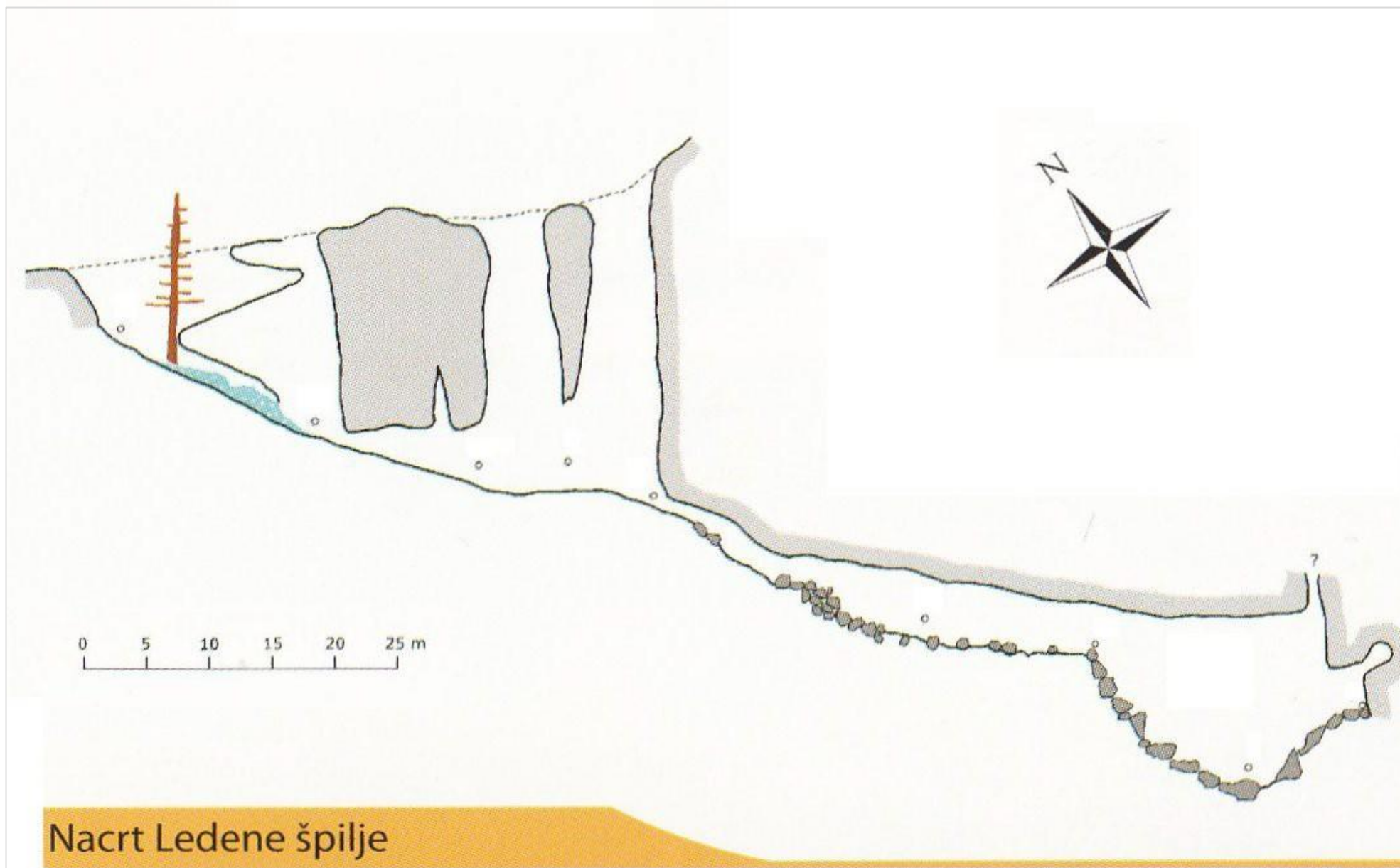
1. Izrada skice špilje Ledenice sa zonama;
2. Ucertavanje prisutnosti životinja i biljaka u pojedinim zonama špilje;
3. Izrada grafikona s izmjerenim abiotičkim čimbenicima;
4. Grafički prikaz izmjerenih abiotičkih parametara.

REZULTATI**Tablica 1.** Izmjere abiotičkih čimbenika u špilji Ledenici.

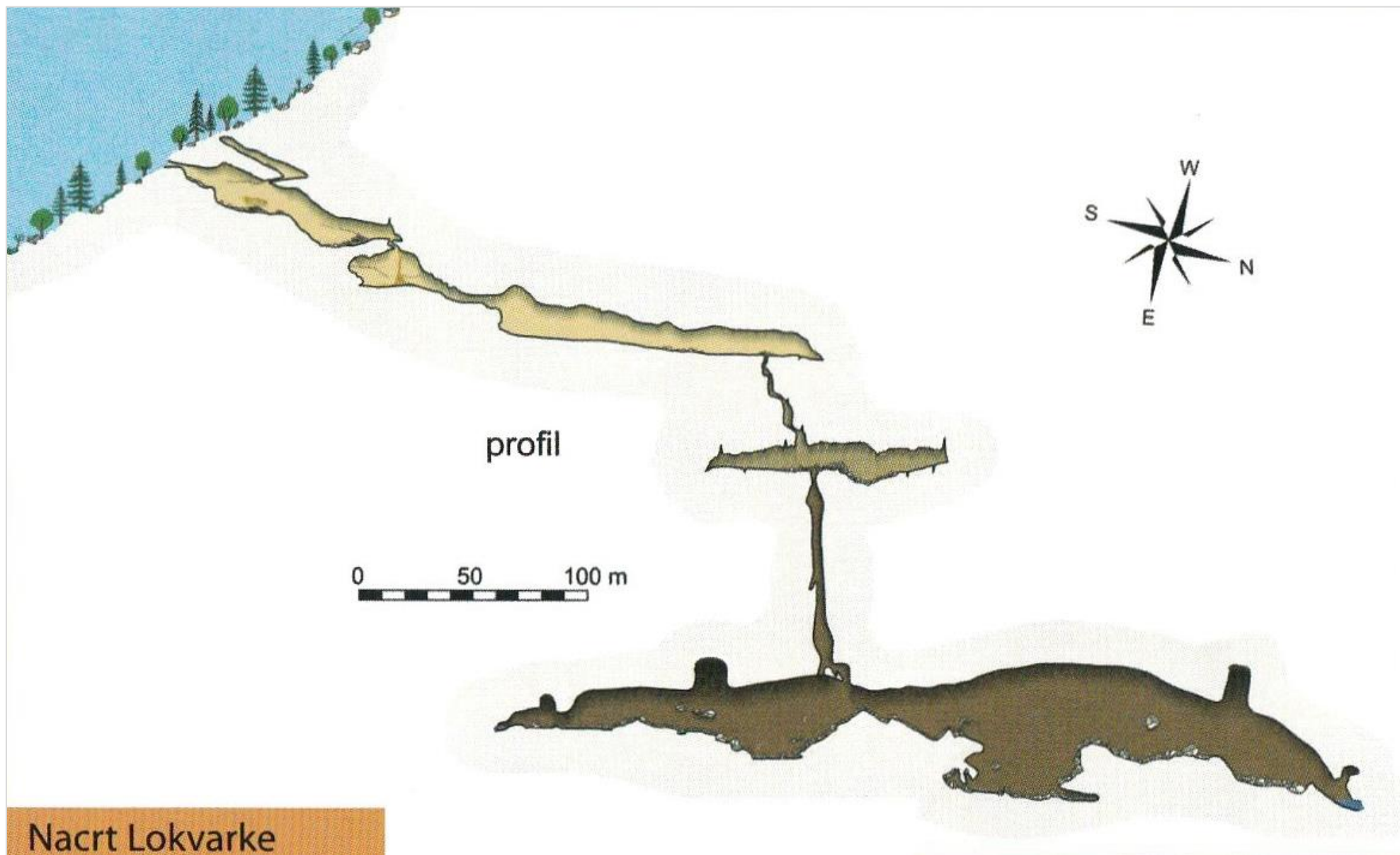
UDALJENOST OD ULAZA ŠPILJE (m)	TEMPERATURA ZRAKA (°C)	RELATIVNA VLAŽNOST ZRAKA (%)	KOLIČINA SVJETLOSTI (lux)

Tablica 2. Izmjere abiotičkih čimbenika u špilji Lokvarki.

UDALJENOST OD ULAZA ŠPILJE (m)	TEMPERATURA ZRAKA (°C)	RELATIVNA VLAŽNOST ZRAKA (%)	KOLIČINA SVJETLOSTI (lux)



Nacrt Ledene špilje



RASPRAVA

1. Postoje li razlike u zonaciji između špilje Ledence i Lokvarke?
2. Kako se dijele podzemni organizmi, te navedite razlike i moguće primjere?
3. Navedite prilagodbe životinja na podzemni način života. Istaknite na viđenim primjerima na terenu.
4. Navedite špiljske taložine koje ste mogli primijetiti u obje špilje.
5. Je li iskorištavanje špilja u turističke svrhe opravdano? Pokušajte dati pozitivne i negativne razloge.
6. Biste li kao nastavnici biologije vodili učenike u špilju i s kojim nastavnim cjelinama bi to povezali.

BILJEŠKE

LITERATURA

GINET R, DECOU V (1977) Initiation à la biologie et à l'écologie souterraines. Jean-Pierre Delarge, Paris.

GOTTSTEIN MATOČEC S (ed), OZIMEC R, JALŽIĆ B, KEROVEC M, BAKRAN-PETRICIOLI T (2002) Raznolikost i ugroženost podzemne faune Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb, str. 1-82.

GOTTSTEIN S (2010) Priručnik za određivanje podzemnih staništa u Hrvatskoj prema direktivi o staništima EU. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

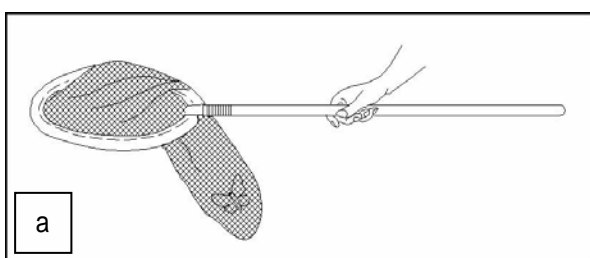
JALŽIĆ B, BEDEK J, BILANDŽIJA H, CVITANOVIĆ H, DRAŽINA T, GOTTSTEIN S, KLJAKOVIĆ GAŠPIĆ F, LUKIĆ M, OZIMEC R, PAVLEK M, SLAPNIK R, ŠTAMOL V (2010) Atlas špiljskih tipskih lokaliteta faune Republike Hrvatske. Svezak 1. Hrvatsko biospeleološko društvo, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

RADOVIĆ J (ed) (1999) Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb.

Terenska vježba: Sakupljanje kukaca mrežom

UVOD

Mreža za lov u zraku (eng. *sweeping net*) je jedna od najčešće korištenih metoda za skupljanje člankonožaca s vegetacije (posebice sa zeljastih biljaka) jer je jednostavna, lako primjenjiva, nije skupa i omogućuje brzo sakupljanje različitih skupina člankonožaca. Mreža se sastoji od čvrstog i laganog okvira (promjera 30-40 cm) na koji je našivena čvrsta prozirna tkanina konusnog oblika i čvrste kratke ručke (Slika 1). Metoda uključuje oštre i brze zamaha mrežicom lijevo-desno kroz vegetaciju, pri čemu sakupljač mora paziti da otvor mrežice nikad ne bude okrenut prema dolje (Slika 2). Pokreti nalikuju košnji, pa se ovakav način lova naziva i „metoda košnje“ (ponekad se upotrebljava i naziv metoda lova kečerom). Metoda se primjenjuje u kvalitativnim i kvantitativnim istraživanjima pri čemu mora biti točno određen broj zamaha, dužina transekta i vrijeme uzorkovanja. Važno je istaknuti kako oblik zamaha (npr. sinusoidalni, u luku) značajno utječe na efikasnost lova različitih skupina člankonožaca. Nakon što je uzorak sakupljen, mreža se prazni i materijal se pohranjuje u 75% etanol (POWELL *et al.* 1996).



Slika 1. Sakupljanje mrežom **a)** Mreža za lov u zraku (eng. *sweeping net*) (preuzeto: www.wiki.bugwood.org/Archive:Loosestrife/Obtaining_Biocontrol_Agents); **b)** primjena metode na poljoprivrednim dobrima (preuzeto iz: <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2007/3-26/net.html>)

Metoda je posebno prikladna za skupljanje mali parazitoidnih opnokrilaca (Hymenoptera), poput nadporodice Chalcidoidea, porodice Cynipidae i Braconidae (Slika 2), a često se primjenjuje na poljoprivrednim površinama. Varijabilnost uzoraka je često vrlo velika jer na efikasnost metode utječe niz čimbenika, poput: rasprostranjenosti, gustoće, aktivnost, životni ciklusi, visina i gustoća vegetacije i klima. Primjenom isključivo ove metode gotovo je nemoguće procijeniti apsolutnu veličinu populacije (POWELL *et al.* 1996). Međutim, Tonkyn (1980) je omogućio usporedbu podataka standardizirajući i izražavajući ulov uzorka kao broj kukaca ulovljenih po jedinici volumena uzorkovane vegetacije.

LITERATURA

POWELL W, WALTON MP, JERVIS MA (1996) Populations and communities. In: Jervis, Kidd N (eds) Insect natural enemies – Practical approaches to their study and evaluation. Chapman & Hall, London.

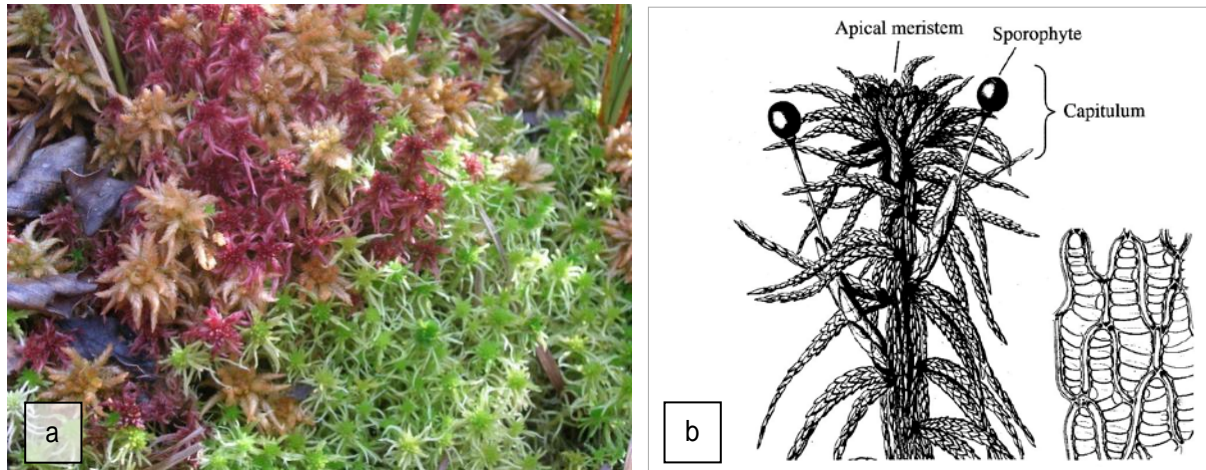
TONKYN DW (1980) The formula for the volume sampled by a sweep net. *Annales of the Entomological Society of America* 73: 452-454.

Terenska vježba: Cret Sungerski lug

UVOD

Cretovi su specifična **močvarna staništa** koja su siromašna hranjivim tvarima, prezasićena vodom u tlu, a karakterizira ih i izražen nedostatak kisika u tlu. Obzirom na porijeklo vode i dostupnost hranjivih tvari, cretove dijelimo na minerotrofne (eng. *fens*) i ombrotrofne (eng. *bogs*). **Minerotrofni cretovi** se opskrbljuju vodom i hranjivim tvarima putem podzemne vode ili površinskih tokova. Na putu do creta voda prolazi kroz tlo i obogaćuje se mineralnim tvarima, te su ova staništa uglavnom bogatija hranjivim tvarima. **Ombrotrofni cretovi** se opskrbljuju vodom iz padalina, siromašni su hranjivim tvarima i kiseli. Na ovim cretovima dominiraju razne vrste mahova tresetara (*Sphagnum* spp.). Zbog kiselosti supstrata i nedostatka kisika na ovim staništima je proces razgradnje organske tvari jako smanjen i usporen, te se odumrli biljni dijelovi gomilaju i s vremenom stvaraju treset. **Treset** većinom čini mrtvo biljno tkivo, a s geološkog aspekta predstavlja primarnu fazu u nastanku ugljena (RYDIN & JEGLUM 2006). Ukoliko uzmemo u obzir morfologiju, vodni režim i kiselost razlikujemo **niske, prijelazne i visoke** cretove. Većina cretova u Hrvatskoj pripada skupini niskih (bazofilnih) i prijelaznih (acidofilnih) cretova (ALEGRO 2001).

Ekološka vrijednost cretova je velika, a očituje se u osebujnoj flori i fauni koja nastanjuje upravo takva specifična staništa. Zbog specifičnih uvjeta koji vladaju na staništu, biljke i životinje su razvile posebne prilagodbe. Najčešće i nabolje prilagođene vrste cretova su mahovi tresetari (Slika 1). Ove mahovine nerijetko u potpunosti prekrivaju područje creta, a imaju sposobnost gotovo neograničenog rasta. Svake vegetacijske sezone izdanak raste iz vršnog pupa, a stariji dijelovi odumiru i ostaju zakopani. Razgradnju odumrlih dijelova mahova tresetara otežava i velika količina polifenolnih spojeva. Na taj način se iz godine u godinu taloži novi sloj treseta i podiže se razina cretne vegetacije. Vaskularne su biljke morale razviti određene prilagodbe kako bi opstale na cretnim staništima. Pojedine vrste imaju duboko korijenje, neke su razvile adventivno korijenje na deblu i granama, neke imaju posebnu vrstu tkiva tzv. aerenhim koji im služi za prozračivanje u uvjetima anoksije. Poseban je važno istaknuti **biljke mesožderke** koje su specijalizirane za ovaj tip staništa. Biljke mesožderke pomoću aktivnih ili pasivnih zamki hvataju male životinje (najčešće kukce) i na taj način nadoknađuju nedostatak hranjivih tvari iz tla. Neke od prilagodbi životinja podrazumijevaju ubrzane razvojne cikluse, manju veličinu tijela te naseljavanje površinskih slojeva treseta (RYDIN I JEGLUM 2006).



Slika 1. a) Mah tresetari (*Sphagnum* sp.) (photo: ALEGRO A); **b)** *Sphagnum palustre* sa sporofitima. Uvećano su prikazane stanice listova (izdužene, na vrhovima crne su stanice koje mogu obavljat fotosintezu, a veće stanice su mrtve i većinom ispunjene vodom) (RYDIN & JEGLUM 2006).

Cretovima pogoduje umjereno hladna i vlažna klima te su stoga najrašireniji na sjeveru Europe, Azije i Sjeverne Amerike (MONTANARELLA *et al.* 2006). Danas se smatraju najugroženijim tipom staništa u Europi (HOLMES *et al.* 1993, BUCHHOLZ *et al.* 2009), te su uključeni u Annex I Europske direktive o staništima (ANONYMOUS 1992). Njihove površine na području Europe se i dalje smanjuju uslijed degradacije staništa, a uzroci su ponajprije vezani uz promjene vodnog režima (melioracija), korištenje treseta za ogrjev i upotrebu u hortikulturi (RYDIN & JEGLUM 2006), onečišćenje atmosfere i klimatske promjene (CHARMAN 2002), te dijelom napuštanje tradicionalnog stočarstva i prepuštanje cretova prirodnoj sukcesiji i zarastanju (LÜTKE TWENHÖVEN 1992, LÜTT 1992).

Za razliku od cretova na području sjeverne i srednje Europe, cretovi u Hrvatskoj su vrlo rijetki, malih površina i lokalno izolirani. Predstavljaju krajnje južne ogranke cretova u ovom dijelu Europe. Zbog svoje rijetkosti, izdvojenosti i malih površina kritično su ugrožena staništa Hrvatske (TOPIĆ & STANČIĆ 2006, TOPIĆ & VUKELIĆ 2009). Klimatske promjene, koje su nastupile nakon njihovog nastanka, dovele su do progresivnih promjena u strukturi vegetacije i zarastanja cretova, a u kombinaciji s negativnim čovjekovim utjecajem (isušivanje, prenamjena u poljoprivredna zemljišta) i do njihovog nestanka (TOPIĆ & STANČIĆ 2006).

Ciljevi:

1. Prepoznavanje specifične cretne vegetacije, kao i vegetacije koja okružuje cret;
2. Utvrditi razlike u okolišnim varijablama na cretu i u šumi;
3. Fotografirati biljke i životinje (SAKUPLJANJE STROGO ZABRANJENO!).

METODA**Područje istraživanja**

Toponim **Sungerski lug** odnosi se na **šumu jele i rebrače** (*Blechno-Abietum*) koja je smještena uz selo Sunger (općina Mrkopalj, Gorski kotar) na nadmorskoj visini od 780 metara. Matična je podloga dolomitna, a sloj humusnog tla iznad nje omogućuje ispiranje baza iz površinskog sloja i njegovo zakiseljavanje. Velika količina oborina, godišnji prosjek je 2300 mm, pogoduje tom procesu. Opisani edafski uvjeti ne dozvoljavaju razvoj za ovo područje očekivane, klimazonalne šumske zajednice bukve i jele, već se ovdje razvija acidofilna šuma jele i rebrače. To je stara, vlažna, hladna, mahovinama prekrivena šuma, pretežno ravnog terena, ali i sa brojnim više ili manje dubljim depresijama u kojima nalazimo male cretne površine. U depresijama se zadržava voda koja onemogućuje potpunu razgradnju organske tvari, pa su takva mjesta podložna zatrpavanju, zarastanju i zasjenjivanju što je vidljivo na brojnim mikro lokalitetima.

Cret **Sungerski Lug** je smješten u otvorenoj šumskoj depresiji i zauzima površinu od 0,5 ha. Uvršten je u Ekološku mrežu 2007. godine. Cret čini specifična vegetacija te u prizemnom sloju dominiraju različite vrste **mahova tresetara**. Uz mahove tresetare nalazimo i vlasac (*Polytrichum* sp.), te druge vrste poput sivkastog šaša (*Carex curta*), blijedo-žučkastog šaša (*C. brizoides*), lepršavog sita (*Juncus effusus*) i uhorkaste vrbe (*Salix aurita*). Tlo je tijekom cijele godine vlažno od oborinskih voda, a mahovi tresetari održavaju i veliku zračnu vlagu u prizemnom sloju. Zimi je stanište pod snijegom i ledom. Ovo je jedino poznato nalazište borealne vrste močvarnog zmijanca (*Calla palustris*) (Slika 2). TOPIĆ & ILIJANIĆ (1989) navode u fitocenološkoj snimci i vrste *Sph. palustre* (s visokom pokrovnošću) i *Sph. fallax* (s manjom pokrovnošću). Proučavajući mahovinsku floru šume Sungerski lug SAMARDŽIĆ (1997) nailazi na četiri vrste mahova tresetara. Na samom cretu gdje raste i *C. palustris* pronašao je *Sph. palustre* (na zasjenjenom dijelu creta), *Sph. fimbriatum* (na osunčanom dijelu creta) te *Sph. fallax*. Potonja predstavlja najčešću vrstu koja dolazi na većem dijelu Sungerskog luga – najzastupljenija je mahovina na cretovima i oko cretova, na južnom dijelu šume raste u jarcima i sjenovitim, vlažnim mjestima, a pored potočića raste na samom dolomitnom šljunku. Vrstu *Sph. squarrosum* pronalazi u vlažnim, zasjenjenim jarcima u južnom dijelu šume.

Najveća cretna površina nalazi se duboko u šumi, otvorenog je tipa te su utvrđene sljedeće vrste: *Sph. girgenhonii* Russ., *Sph. palustre* L. i *Sph. fimbriatum* Wils.. Cret je u neposrednoj opasnosti od zaraštavanja primarno s travom beskoljenkom, a zatim i borovnicom i višim drvenastim vrstama. Na nekoliko mikro lokaliteta unutar šume, gdje je sukcesija već poodmakla, pa su cretne površine jako zasjenjene, zabilježene su vrste : *Sph. girgensohnii*., *Sph. squarrosum* i *Sph. fallax* (ALEGRO & ŠEGOTA 2009).



Slika 2. Močvarni zmijanac (*Calla palustris*) (photo: SEDLAR Z)

Zadaci na terenu:

1. Izmjeriti širinu i dužinu creta pomoću laserskog daljinometra;
2. Izmjeriti abiotičke čimbenike (temperatura zraka, vlažnost zraka, pH tla);
3. Fotografiranje biljaka i životinja na cretu;
4. Zabilježiti i ostale vrste (biljaka i životinja) na putu do creta.

REZULTATI**1. Dužinu i širina creta.**

Dužina =

Širina =

2. Zadatak**Tablica 2.** Okolišne varijable izmjerene na terenu i okolnoj šumi.

Varijable okoliša	Cret	Šuma
Temperatura tla (°C)		
pH tla		
Vlaga u zraku(%)		
Temperatura zraka (°C)		

3. Zadatak**Tablica 3.** Upišite i ostale vrste koji ste mogli opaziti na putu do creta.

Latinsko ime vrste/svojte	Hrvatsko ime vrste/svojte	Bilješka

RASPRAVA

1. Smatrate li da je ovo stanište potrebno zaštititi i zašto?
2. Na koji bi način predstavili učenicima vrijednost ovog creta te dali je moguće uključiti lokanu zajednicu u zaštitu ovog područja i na koji način bi vi to izveli?
3. Što je ključno u održavanju ovog staništa?

BILJEŠKE

LITERATURA

ALEGRO A (2001) Vegetacija Hrvatske. Skripta.

ALEGRO A, ŠEGOTA V (2009) Mahovi tresetari i njihova staništa u Hrvatskoj. Izvještaj.

ANONYMOUS (1992) Official Journal of the European Communities: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1992:206:0007:0050:EN:PDF>

BUCHHOLZ S, HANNIG K, SCHIRMEL J (2009) Ground beetle assemblages of peat bog remnants in Northwest Germany. *Entomologia generalis* 32(2): 127-144.

CHARMAN D (2002) Peatlands and Environmental Change. John Wiley & Sons, West Sussex.

HOLMES PR, BOYCE DC, REED DK (1993) The ground beetle (Coleoptera: Carabidae) fauna of Welsh peatland biotopes: factors influencing the distribution of ground beetles and conservation implications. *Biological Conservation* 63: 153-161.

LÜTKE TWENHÖVEN F (1992) Untersuchungen zur Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein u. Hamburg 44.

LÜTT S (1992) Produktionsbiologische Untersuchungen zur Sukzession der Torfstichvegetation in Schleswig-Holstein. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein u. Hamburg 43.

MONTANARELLA L, JONES RJA, HIEDERE R (2006) The distribution of peatland in Europe. *Mires and Peat* 1, 1-10. (<http://www.mires-and-peat.net>)

RYDIN H, JEGLUM J (2006) The Biology of Peatlands. Oxford University Press, New York.

SAMARDŽIĆ M (1997) Mahovinska flora Sungerskog luga. Diplomski rad. PMF, Zagreb.

TOPIĆ J, ILIJANIĆ L (1989) *Calla palustris* L. (Araceae) in Croatia. *Acta Botanica Croatica* 48: 189-193. TOPIĆ J, STANČIĆ Z (2006) Extinction of fen and bog plants and their habitats in Croatia. *Biodiversity and Conservation* 15: 3371-3381.

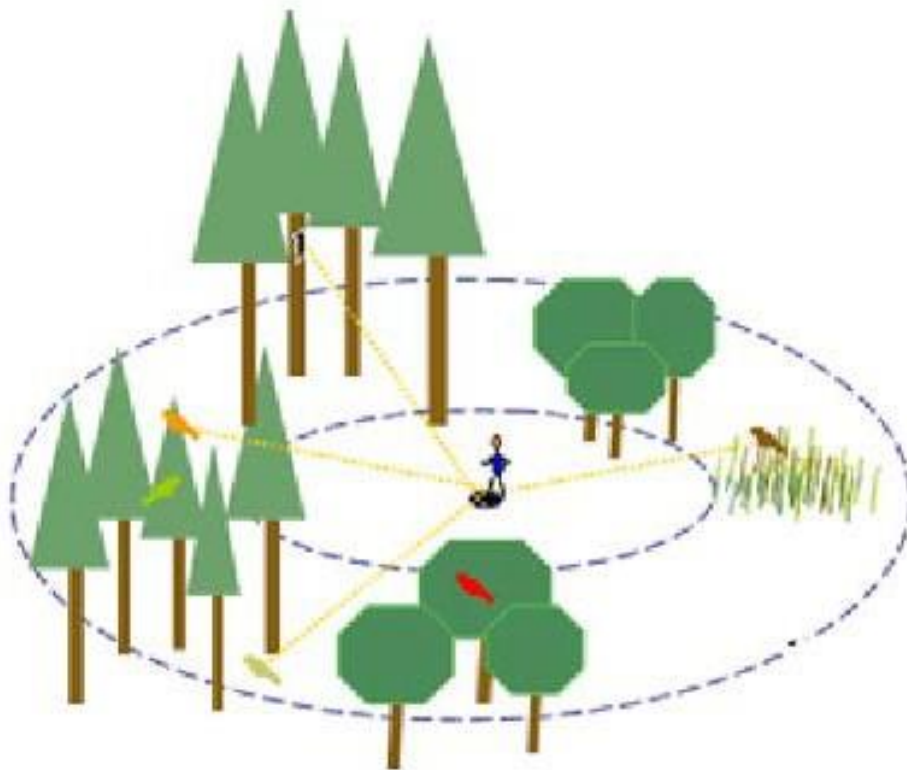
TOPIĆ J, VUKELIĆ J (2009) Priručnik za određivanje kopnenih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Terenska vježba: Ornitologija

UVOD

Ptice zauzimaju izuzetno važan položaj u vodenim i kopnenim ekosustavima. Zato je važno u ornitološkim istraživanjima utvrditi faunu, ali i brojnost različitih populacija. U odnosu na vrstu podataka koji se traže za različita istraživanja koriste se različite metode, ali dvije najčešće metode su: linijski transekt i cenzus u točki. Obje metode je lako prilagoditi uvjetima staništa: kopnena, slatkovodna ili morska, a mogu se koristiti za istraživanje pojedinačnih vrsta, odabranih grupa vrsta ili svih prisutnih vrsta. Obje su metode prilično učinkovite u pogledu odnosa uloženog napora i količine dobivenih podataka, što ih čini posebno pogodnim za raznovrsne projekte praćenja (monitoringa). Ipak, i jedna i druga metoda zahtijevaju dosta iskustva u određivanju vrsta ptica (SVENSSON 2006).

CENZUS U TOČKI – Metoda kojom se u mirovanju usred manjeg prostora identificiraju i broje jedinke, odnosno, prikazuje najveća opažena brojnost svake vrste. U svrhu analiziranja podataka prikupljenih u različitim mjesecima ili godinama cenzus u točki provodi se unutar unaprijed zadanog prostora i vremena. Ova metoda omogućava da se pažnja u potpunosti usmjeri na ptice, ostavlja više vremena za identifikaciju glasanja, povećava šanse opažanja „maskirno“ obojenih i pretežno statičnih vrsta, a lako je i zabilježiti i prisutnost ptica u odnosu na karakteristike staništa.



Slika 1. Shematski prikaz metode „Cenzus u točki“.

Općenito, metoda cenzusa u točki ponovljena na više lokaliteta, omogućava sastavljanje lista vrsta prisutnih u određenom području i procjenu relativne brojnost primijećenih vrsta. Brojanje u točki je dobra metoda za obrasle terene gdje bi se kretanjem poplašile ptice, ili na mjestima gdje se zbog guste vegetacije ne bi mogle primijeniti druge metode primjerice, lov mrežama. Ova se metoda široko primjenjuje za brojanje ptica pjevica. Vrlo je važno da lokaliteti (točke) budu nasumično odabrani (kako bi odražavali što realnije stanje na terenu), ali da ipak budu približno podjednako raspoređeni unutar svih tipova staništa istraživanog područja. Različite točke trebaju biti međusobno udaljene najmanje 100-200 m.

Procjena gustoće populacija metodom cenzusa u točki

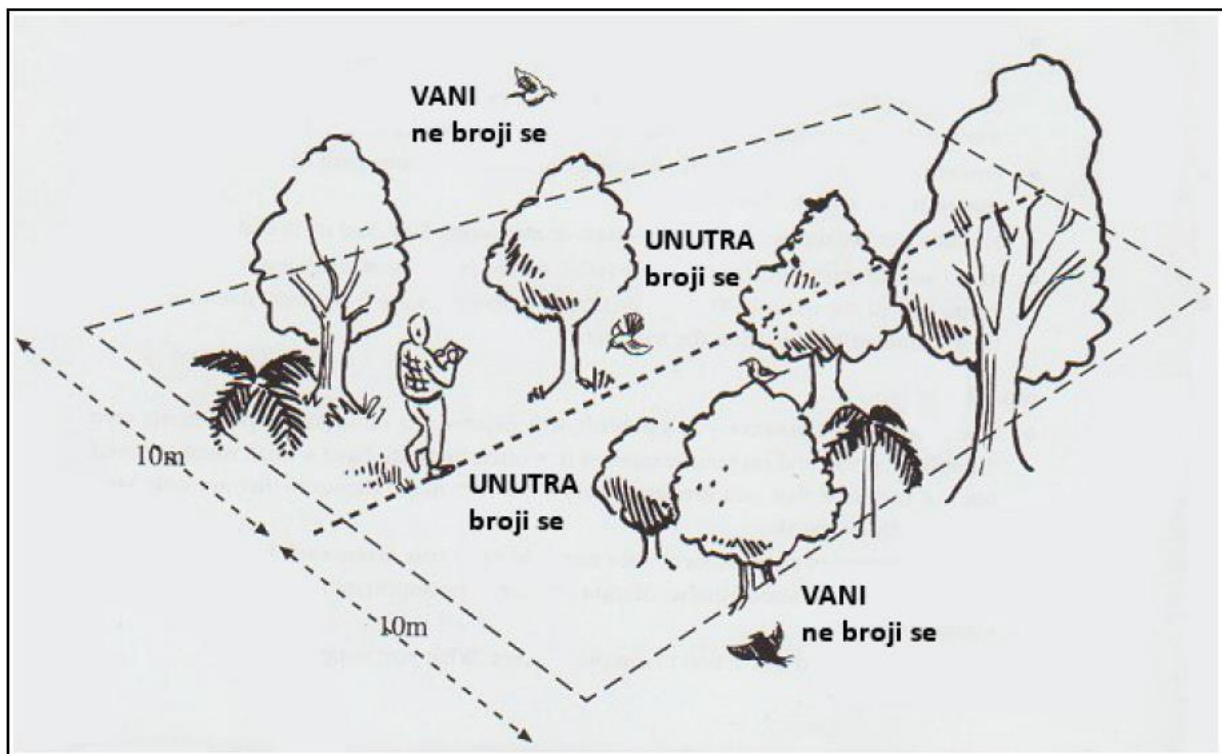
Kod procjene gustoće populacija ovom metodom rezultati se prikazuju po jedinici površine određenog staništa (zone). Bilježe se samo one ptice koje su primijećene unutar određene zone. Primjerice, bilježe se sve ptice koje se opaze ili čuju unutar unaprijed zadatog kruga polumjera 20 ili 50 m od točke promatranja (od centra). Također se bilježi mikro-stanište u kome je ptica opažena. Na svakoj točki brojanje traje isti broj minuta. Ptice opažene izvan kruga – zone, primjerice za vrijeme prolaska od jedne do druge točke promatranja ili u preletu, bilježe se odvojeno od podataka vezanih za određenu kružnu zonu.

U obraslim staništima je udaljenost na kojoj se mogu identificirati ptice manja. Ako se prate ptice unutar kruga polumjera 20 m, površina kruga je 1257 m². Nakon obilaska 10 točaka, istražena površina raste na 1,26 ha. U otvorenim staništima mogu se bilježiti ptice unutar većeg kruga primjerice polumjera 50 m, pa tada površina kruga iznosi 1 hektar, a nakon obilaska 10 točaka, istražena površina raste na 10 ha.

Kako bi se detektiralo što više ptica, sa brojanjem se počinje pola sata prije i završava do tri sata nakon izlaska sunca (odnosno, zimi – nakon podizanja jutarnje magle). Za široko rasprostranjene vrste moguće je vršiti ekstrapolaciju gustoće po jedinici površine istog staništa, ali kod lokaliziranih i malobrojnijih vrsta treba biti izuzetno oprezan.

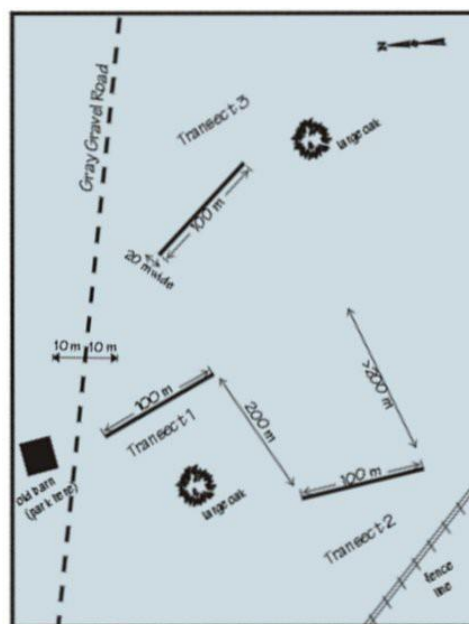
LINIJSKI TRANSEKT – Metoda podrazumijeva kretanje zadatom rutom uz bilježenje ptica s obje strane trase. Linijski transekt je prolazak udaljenosti od točke A do točke B, obično pješice, ali i automobilom (rjeđe čamcem, izuzetno i manjim avionom), što manjom brzinom hoda ili vožnje. Pri tome se uočavaju i identificiraju vrste, te broje i bilježe jedinke kako se na njih nailazi – pazeci da se ista ptica ne upišete dva ili više puta (Slika 2).

U odnosu na **cenzus u točki**, **linijskim transektom** se brže obiđe širi prostor uz manju vjerojatnost dvostrukog brojanja iste jedinke. Ova metoda je pogodnija za prostranija područja sličnih, otvorenih staništa gdje se lako mogu zapaziti ptice koje bi se inače poplašile prolaskom čovjeka, te za staništa „siromašna“ pticama.



Slika 2. Shematski prikaz metode „Linijski transekt“.

U svrhu utvrđivanja čestih i uobičajenih vrsta nekog područja, potrebno je nasumično rasporediti određen broj transekata po terenu, pazeći pri tome da različita staništa budu približno podjednako zastupljena (Slika 3). Primjerice, transekti dužine od 100 m u područjima koja su „bogata“ pticama, a transekti do 1000 m u područjima „siromašnijim“ pticama.



Slika 3. Raspored transekata na terenu.

Objema navedenim metodama mogu se utvrditi vrste i njihova rasprostranjenost, te procijeniti relativne gustoće populacija, a kroz više godina ponavljanjem istih transekata ili točki detektirati promjene koje su tu nastale.

Tablica 1. Usporedba metoda cenzus u točki i linijski transekt.

Cenzus u točki	Linijski transekt
pogodan za obrasla, grmolika ili šumska staništa	pogodan za prostrane, otvorene terene sličnih staništa
pogodan za neupadljive vrste skrovitog načina života	pogodan za aktivne i lako primjetne vrste, kao i za one koje prhnu pred promatračem
pogodan za veće gustoće populacija i pticama bogatija staništa	odgovara nižim gustoćama populacija i staništima siromašnim pticama
vrijeme se gubi na kretanje između točaka, ali zadržavanje u točki pruža mogućnost opažanja ijetkih i plahih vrsta	teren se pokriva brže i učinkovitije
rizik dvostruko brojanje (ponovnog) istih jedinki je velik, osobito tijekom dužeg zadržavanja u točki	budući da je brojilac u stalnom pokretu, ponovljeno brojanje istih jedinki je rijetkost
pogodan za lokacije gdje je pristup ograničen	pogodan za prohodnije terene
bolja metoda za studije odnosa ptica i staništa	može se koristiti za studije odnosa vrsta i staništa
greške u procjeni udaljenosti mogu imati velike posljedice na kasnije procjene gustoće populacija	greške u procjeni udaljenosti opažene ptice imaju manje posljedice na procjene gustoće populacija

Prstenovanja ptica

Brojne divlje ptice prstenuju se kao ptići u gnijezdu, ali odrasle ptice potrebno je najprije uloviti. Za to se koriste mreže i klopke. Male ptice najčešće se love u tanke mreže, a veće ptice love se u klopke nalik vršama. Nakon vađenja iz mreže ili klopke, ptice se premještaju u mekane pamučne vrećice ili u kutije oblikovane za držanje ptica, u kojima one ostaju neuznemirene i suhe do trenutka identifikacije, prstenovanja, mjerenja i puštanja (HEINZEL ET AL 1999).



Slika 4. Ptica u mreži; stavljanje prstena pomoću posebnih kliješta.

Za označavanje različitih vrsta ptica koristi se velik raspon veličina i oblika prstenova prilagođenih veličinama i obliku nogu te staništima u kojima obitavaju ptice koje se prstenuju. Težina prstena na ptici grubo se može usporediti s težinom ručnoga sata na čovjeku.



Slika 5. Pregled detalja na perju može pomoći prstenovaču da odgonetne starost i spol ptice.

Ciljevi:

1. Utvrditi faunu ptica na lokalitetima: Sniježnik, jezero Njivice, Sungerski lug, Matić poljana;
2. Primijeniti metode navedene u vježbi za utvrđivanje ornitofaune različitih lokaliteta i staništa;
3. Usporediti faunu pojedinih lokaliteta kvalitativno (i ako je moguće kvantitativno);
4. Prstenovati ulovljene ptice.

METODA**Cenzus u točki:**

- odaberite mjesto; kada dođete na željeno mjesto, pričekate 2 min. da se ptice uznemirene vašim dolaskom smire
- potom brojite određeno vrijeme (obično 5 do 10 min), bilježite sve ptice koje vidite ili čujete, pa produžite do slijedeće točke gdje ćete ponoviti proces.
- načinite skicu točaka na terenu

Linijski transekt:

- odredite transekte na terenu: u otvorenim staništima primjerice, trake širine 100 m, po 50 m lijevo i desno; načinite skicu.
- Izračunajte površinu transekta: primjerice, transekt dužine 500 m i ukupne širine 100 m obuhvaća površinu od 5 ha.
- bilježite jedinke svih vrsta u pojedinim transektima.

Mreže za lov

- postavite mreže za lov na mjestima gdje su ptice u preletu.
- za postavljanje mreže slijedite upute nastavnika.
- mreže morate nadgledati jer ptice ne smiju dugo biti ostavljene u mreži.
- ulovljene jedinke premjestite u mekane pamučne vrećice.
- svaku jedinku odredite, izmjerite i izvažite, zabilježite broj prstena i prstenujete.
- Sve ptice pustite na slobodu.

LINIJSKI TRANSEKT:

Datum prebrojavanja: _____

Početak prebrojavanja (sat): _____prebrojavanja kraj (sat) _____

Vremenske prilike (naoblaka, vjetar, padaline, temperatura): _____

Lokacija (GPS): _____

Opis staništa: _____

Promjene u staništima (uznemiravanje, ugroza): _____

Fotografija (ili skica) staništa:

Tablica 4. Broj ptica po vrstama (metoda linijski transekt).

Latinsko ime vrste	Hrvatsko ime	broj	spol

LOV MREŽAMA I PRSTENOVANJE:

Mjesto postavljanja mreža: _____

Datum postavljanja mreža: _____

Mreže podignute od: ____ do : _____

Lokacija (GPS): _____

Tablica 5. podaci o prstenovanim pticama.

Broj prstena	Latinsko ime vrste	starost	spol	težina	Duljina krila	Datum ulova

Mjesto postavljanja mreža: _____

Datum postavljanja mreža: _____

Mreže podignute od: ____ do : _____

Lokacija (GPS): _____

Tablica 6. podaci o prstenovanim pticama.

Broj prstena	Latinsko ime vrste	starost	spol	težina	Duljina krila	Datum ulova

RASPRAVA

1. Usporedite uspješnost pojedinih metoda uzimajući u obzir najprije kvalitativne, a zatim i kvantitativne podatke. Koja je od metoda prema vašim podacima najbolja za kvalitativna, a koja za kvantitativna istraživanja? Biste li koju od metoda mogli koristiti u nastavi?
2. Razlikuje li se ornitofauna pojedinih lokaliteta? Objasnite zašto.
3. Koliki je udio stanařica i selica? Opišite položaj utvrđenih vrsta u ekosustavu na pojedinim lokalitetima.

BILJEŠKE

LITERATURA

SVENSSON L (2006) Identification Guide to European Passerines, 4th ed., British Trust for Ornithology, London.

HEINZEL H, FITTER R, PARSLOW J (1999) Ptice Hrvatske i Europe sa Sjevernom Afrikom i Srednjim Istokom, Hrvatsko ornitološko društvo, Zagreb.

Terenska vježba: Istraživanje tekućica – fizikalni i kemijski čimbenici

UVOD

Prikupljanje hidroloških podataka (brzina strujanja vode, protok, dubina, tip supstrata) i bioloških komponenti (vodeni beskralježnjaci) važno je za vrednovanje vodenih ekosustava. Fizikalno-kemijska svojstva vode također su važna. Određivanje kemijskih svojstava vode uključuje koncentraciju otopljenih i suspendiranih tvari u vodi. Neke od tih tvari dolaze iz atmosfere putem oborina. Ostale dolaze iz tla, vegetacije i drugih izvora, a u tekućice ulaze najčešće putem površinskog otjecanja (DODDS 2002). Podzemne vode također pakupe tvari iz kontakta s podzemnim stijenkama i sedimentima. Koncentracija tvari u vodi ovisi o mnogim čimbenicima, prirodnim i ljudskim, a mijenja se sezonski, dnevno, a ponekad i iz sata u sat.

Fizikalno-kemijski čimbenici mogu se mjeriti posebnim sondama ili kemijskim metodama, primjerice titrimetrijom: količina otopljenog kisika i ugljikovog IV-oksida u vodi (WETZEL & LIKENS 1979).

Ciljevi vježbe:

1. Izmjeriti četiri fizikalno-kemijska čimbenika vode na pojedinim postajama: temperaturu, pH, koncentraciju otopljenog kisika i ugljikovog IV-oksida (vezanog i slobodnog).
2. Usporediti i objasniti razlike u koncentraciji pojedinih čimbenika na istraživanim postajama.

TEMPERATURA

Temperatura je mjera kretanja molekula neke tvari, odnosno njena kinetička energija. Kako se kinetička energija povećava, molekule tvari kreću se brže, a temperatura je u porastu.

Što određuje temperaturu vode u vodenom ekosustavu:

- TEMPERATURA ZRAKA – Temperatura vode će rasti ako raste temperatura zraka.
- IZRAVNA SUNČEVA SVJETLOST – Temperatura vodenog sustava raste ako je izložen izravnom sunčevom svjetlu.
- RIPARIJSKA ZONA ILI PRIOBALNA VEGETACIJA – Priobalne biljke mogu blokirati izravnu sunčevu svjetlost i održavati temperaturu vode nižom. Potoci koje ne zaklanjaju stabla i grmlje primaju veće količine sunčevog zračenja i topliji su.
- RAZINA VODE – Plitka vodena tijela zagrijevaju se lakše i brže od dubokih. U dubljim jezerima temperatura vode opada s povećanje dubine.
- PROTOK – Stajaće vode (jezera, lokve, bare ili močvare) zagrijevaju se brže i lakše nego tekuće vode (potoci i rijeke).
- SNIJEG I LED – Topljenje snijega i leda smanjuje temperaturu vode.
- TURBIDITET (ZAMUĆENOST) – Voda u kojoj se nalazi više suspendiranih čestica apsorbira više topline.

Variranje temperature

Većina vodenih organizama su hladnokrvni (poikilotermni), što znači da ne mogu u **većoj mjeri** regulirati svoje tjelesnu temperaturu. Hladnokrvni organizmi prilagođeni su uglavnom uskom temperaturnom rasponu. Svako odstupanje od toga može uzrokovati stres ili smrt. Budući da svaki organizam ima jedinstvenu ekološku valenciju za temperaturu, temperatura vode može odrediti koje vrste organizama mogu živjeti u određenom ekosustavu. Primjerice, salmonidne vrste riba (pastrve, lososi) prilagođene su na niže temperature vode – u rasponu 10-20°C (DODDS 2002). Više temperature vode povećavaju širenje bolesti riba, uzrokuju poremećaje u razvoju jaja i riblje mlađi. Također, s porastom temperature, voda sadrži manje otopljenog kisika, što može u ekstremnom slučaju uzrokovati smrt.

METODA

Termometrom ili sondom izmjerite temperaturu vode i temperaturu zraka na pojedinim postajama. Rezultate upišite u tablicu 1.

RASPRAVA

1. U kakvom su odnosu temperatura vode i temperatura zraka?
2. Kako varira temperatura vode na različitim postajama?
3. Koje ljudske aktivnosti utječu na temperaturu vode u slivnom području?
4. Kako komponente ekosustava na pojedinim postajama utječu na temperaturu vode (protok, izvori vode, podzemne vode, biljni pokrov, podloga – supstrat)?
5. Kako temperatura vode utječe na prisutnost ili odsutnost različitih vodenih organizama (makrozoobentos, ribe, itd.)? Navedite primjere!

BILJEŠKE

pH

pH je važan kemijski čimbenik u vodenim ekosustavima. Ako voda ima previše kiselu ili lužnatu reakciju (previše H^+ ili OH^- iona), ionska aktivnost može poremetiti biokemijske reakcije, te naštetiti ili ubiti vodene organizme. pH vodenih sustava utječe također na raznolikost i produkciju. Vodeni organizmi prilagođeni su na specifični raspon pH. Općenito, ribe mogu preživjeti raspon pH 5,0 – 9,0. Međutim, niska pH vrijednost može omesti njihov osjećaj za miris i spriječiti razvoj jaja i mlađi. pH iznad 9,0 ozbiljno narušava tjelesne funkcije mnogih vrsta vodenih organizama.

Što uzrokuje promjene pH u vodi:

Intenzivna razgradnja, odnosno taninske kiseline koje nastaju tijekom razgradnje mrtvih biljka ili životinja, uzrokuju pad pH vodenih sustava. pH se u vodenim ekosustavima mijenja na dnevnoj osnovi: danju pada, a noću raste, a ove oscilacije su povezane s koncentracijom CO_2 u vodi i intenzitetom fotosinteze.

Kisele kiše, zbog onečišćenja zraka, mogu dodatno smanjiti pH. Umjetna gnojiva iz poljoprivrednih površina i druge tvari koje nastaju ljudskom aktivnošću, a ulaze u vodeni sustav, imaju različite učinke na pH: najčešće uzrokuju pad pH odn. kiselu reakciju.

Voda prirodno erodira stijene i supstrat preko kojeg prolazi. Ioni alkalijskih metala u erodiranim stijenama, kao što su magnezij (Mg^{2+}), kalcij (Ca^{2+}) ili natrij (Na^+) mogu također mijenjati pH (DODDS 2002).

METODA

Sondom izmjerite pH vode na pojedinim postajama. Rezultate upišite u tablicu 1.

RASPRAVA

1. Koji procesi na pojedinoj mjernoj postaji mogu utjecati na promjene pH?
2. Kako se sustav (potok) na kojem ste izvršili mjerenje razlikuje u pogledu pH u odnosu na druge vodene ekosustave, primjerice jezera i/ili močvare?
3. Je li pH na istraživanim postajama pogodan za vodeni svijet? Objasnite!
4. Izvršili ste mjerenja u popodnevnim satima. Biste li očekivali promjene u pH vrijednosti ukoliko bi mjerenja izvršili tijekom noći i jutra. Objasnite svoj stav.

BILJEŠKE

OTOPLJENI KISIK

Kisik je važan biogeni element neophodan za vodene životinje. Dostupnost kisika utječe na njihov rast, razvoj i cjelokupno stanje. Vodeni ekosustavi proizvode i troše kisik: kisik ulazi u vodu iz atmosfere ili dolazi biljkama kao rezultat fotosinteze (DODDS 2002).

Čimbenici koji utječu na količinu otopljenog kisika u vodi:

- **TEMPERATURA** – Ima značajan utjecaj. Temperatura vode određuje maksimalnu količinu kisika koja se može otopiti u vodi. Ta se količina zove "zasićenje". Kisik se lakše otapa u hladnijoj vodi. Kako temperatura raste, zasićenost i količina otopljenog kisika opada.
- **PROTOK** – Koncentracije kisika variraju s površinom i brzinom strujanja vode. Brži tokovi i mjesta na kojima velika površina vode dolazi u dodir sa zrakom (slapovi) sadrže više otopljenog kisika.
- **VODENO BILJE** – Prisutnost vodenih biljaka utječe na koncentraciju kisika u vodi. Kisik dospijeva u vodu tijekom fotosinteze. U vodenim sustavima s mnogo bilja količina kisika mijenja se s intenzitetom sunčeve svjetlosti koja diktira fotosintezu.
- **TLAK** – niži atmosferski tlak (oblačno vrijeme) uzrokuje manju topivost kisika u vodi; viši atmosferski tlak (sunčano vrijeme) uzrokuje veću topivost kisika u vodi.
- **KONCENTRACIJA OTOPLJENIH SOLI U VODI** – više soli u vodi uzrokuje manju topivost kisika, pa stoga kod jednake temperature i tlaka u morskoj vodi ima oko 25 % manje otopljenog kisika nego u kopnenim vodama.

METODA

Postoji više metoda određivanja kisika otopljenog u vodi. Jedna od njih je modificirana Winkler-ova metoda. To je indirektna metoda, jer se ne određuje direktno količina kisika u vodi, već količina joda oslobođenog u reakcijama s otopljenim kisikom. Slijedite upute na protokolu u kompletu za određivanje kisika:

- uzmite uzorak Winkler-ovom bocom;
- bocu začepite i pri tome pazite da u njoj nema zaostalih mjehurića;
- zatim dodajte: 1 ml otopine $MnSO_4$ i 1 ml otopine $KOH + KI$;
- u boci se nakon dodavanja ovih kemikalija pojavljuje pahuljasti talog. da bi se taj talog otopio dodajte 1 ml H_2SO_4 , začepite bocu i snažno mućkate dok se talog ne otopi;
- 200 ml ove otopine odmjerite menzурom i stavite u tikvicu. Otopini dodajte nekoliko kapi škroba. Pojavljuje se plavo obojenje;
- napunite biretu $Na_2S_2O_3$ i njime titrirajte otopinu do obezbojenja;
- izračunajte količinu O_2 prema formuli;
- izračunajte zasićenje prema podacima iz tablice zasićenja;
- podatke upišite u tablicu 1;

RASPRAVA

1. Kako se mijenja količina kisika u vodi na pojedinim postajama?
2. Usporedite izmjerene vrijednosti s onom koja je potrebna nekim vodenim organizama.
3. Koje bi se karakteristike staništa na istraživanim postajama morale promijeniti kako da se poveća koncentracija kisika u vodi?
4. Kako ljudi svojim aktivnostima utječu na koncentraciju kisika u vodama?

BILJEŠKE

UGLJIKOV IV-OKSID

UVOD

Ugljikovog IV-oksida u zraku ima 0,039 %. U atmosferu dopijeva uslijed procesa aerobne razgradnje (disanja) i vulkanskim erupcijama, te u posljednje vrijeme sve više izgaranjem fosilnih goriva. Neophodan je zelenim biljkama za fotosintezu, a velike količine CO₂ nalaze se u vodama (oceani, mora i kopnene vode). Svih formi ugljikovog IV-oksida u vodama prosječno ima 40 -50 ml/l (DODDS 2002).

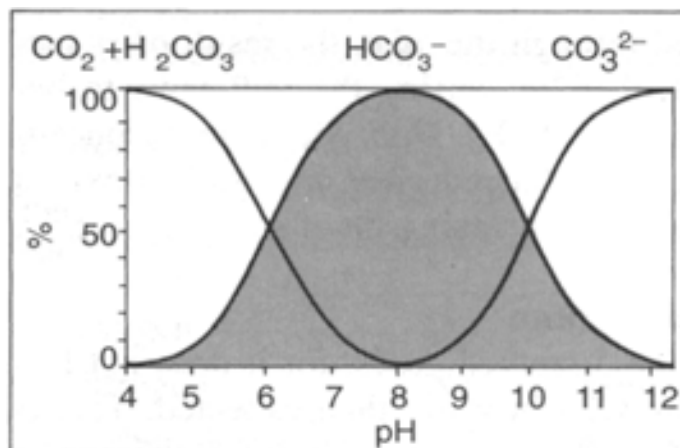
O čemu ovisi koncentracija CO₂ u vodi:

Ugljikov IV-oxid ima posebno mjesto među metaboličkim plinovima u vodi. Njegova je količina obično veća nego li bi to po Henryjevom zakonu trebala biti. Razlog je tome što se CO₂ osim kao slobodan, može naći i u još dvije forme: kao bikarbonat i karbonat (vezani CO₂). Kada se CO₂ iz zraka otapa u vodi, mala količina (manje od 1 %) reagira s vodom tvoreći slabu ugljičnu kiselinu: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$.

Nešto te ugljične kiseline disocira tvoreći bikarbonatne i vodikove ione: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$.

To dovodi do porasta pH vrijednosti. U drugom koraku bikarbonat disocira na karbonat ion i još jedan vodikov ion: $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$.

Stupanj disocijacije ovisi o pH vrijednosti (Slika 1). Kod vrijednosti pH 8 prisutan je gotovo isključivo bikarbonat. Ako se pH pomakne prema lužnatom ravnoteža se pomiče u korist karbonata. Međutim ako je pH nizak (kiselo) u vodi prevladava slobodni CO₂ i ugljična kiselina. Promjene pH u vodi su važne, osobito zato jer biljke u fotosintezi mogu koristiti ugljik iz CO₂ i bikarbonata.



Slika 1. Udio pojedinih formi ugljikovog IV-oksida kod različitih pH vrijednosti.

METODA

a) Kako je već napomenuto ugljikov IV-oksidi u vodi daje kiselu reakciju, te ga je najlakše detektirati titracijom s nekom lužinom. Slijedite upute na protokolu u kompletu za **određivanje slobodnog CO₂ u vodi**:

- uzmite uzorak čašom;
- 100 ml uzorka stavite u tikvicu za titriranje;
- zatim dodajte nekoliko kapi fenolftaleina;
- ako uzorak odmah pocrveni, znači da nema slobodne ugljične kiseline te ga nije potrebno titrirati;
- ako uzorak nije promijenio boju, titrirajte ga s 0,05 M NaOH do pojave ružičaste boje;
- izračunajte količinu CO₂ prema formuli;
- podatke upišite u tablicu 1.

b) Alkalinitet vode jednak je količini otopljenog bikarbonata u vodi. Budući da bikarbonati i karbonati u vodi daju lužnatu reakciju, najlakše ih je utvrditi titriranjem sa standardnom otopinom kiseline (u ovom slučaju HCl). Slijedite upute na protokolu u kompletu za **određivanje vezanog CO₂ u vodi (alkalinitet)**:

- uzmite uzorak čašom;
- 100 ml uzorka stavite u tikvicu za titriranje;
- zatim dodajte nekoliko kapi metiloranga;
- uzorak će poprimiti žutu boju;
- titrirajte uzorak s 0,1 M HCl do pojave smeđe-ružičaste boje;
- izračunajte količinu vezanog CO₂ u obliku CaCO₃ prema formuli;
- podatke upišite u tablicu 1.

RASPRAVA

1. Kako se mijenja količina CO₂ u vodi na pojedinim postajama?
2. Ima li razlike u pojedinim formama CO₂? Razjasnite zašto.
3. Izvršili ste mjerenja u popodnevnim satima. Biste li očekivali promjene u količini pojedinih formi CO₂ da su mjerenja izvršena rano ujutro? Zašto?

REZULTATI**Tablica 1.** Rezultati mjerenja fizikalno-kemijskih čimbenika na istraživanim postajama.

Čimbenik	Mjerna jedinica						
Temperatura zraka	°C						
Temperatura vode	°C						
pH							
Koncentracija O ₂	mg/l						
Koncentracija CO ₂	mg/l						
Alkalinitet	mg CaCO ₃ /l						

BILJEŠKE**LITERATURA**

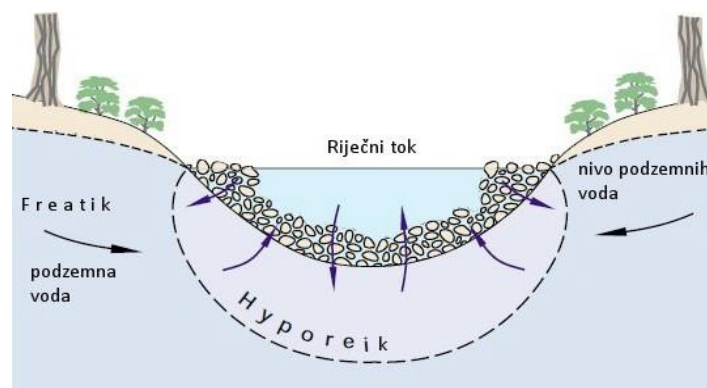
WETZEL R G & LIKENS G E (1979) Limnological Analyses. W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto.

DODDS W K (2002) Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Applications. Academic Press, London.

Terenska vježba: Istraživanje tekućica - intersticij

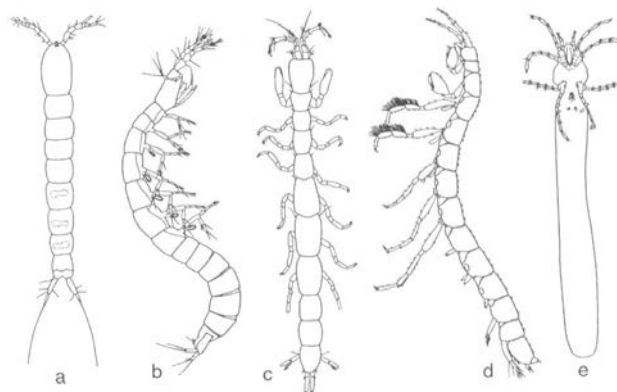
UVOD

Intersticij je naziv za male podzemne prostore koji se nalaze uz i ispod površinskih tokova (Slika 1). Sediment u intersticiju je pomičan: sastoji se od čestica pijeska i/ili šljunka koje su oble zbog procesa abrazije. Razmaci između čestica sedimenta su obično 30-40% volumena sedimenta, što znači da sam sedimenta time stvara sustav pukotina koje ispunjava podzemna voda, ali i zrak, detritus i organizmi. U intersticiju razlikujemo dvije zone: freatičku i hiporeičku. **Freatik** je pravo podzemno stanište, dok je **hiporeik** pod utjecajem nadzemnih voda te su oscilacije abiotičkih čimbenika u njemu slične onima u površinskim vodama. U hiporeiku se miješa prava podzemna fauna i nadzemna fauna.



Slika 1. Shematski prikaz intersticija.

Intersticijska fauna živi u pjeskovitom sedimentu, a kreće se kroz sediment pomoću filma vode koja okružuje pojedinačne čestice pijeska i / ili šljunka. Intersticijske životinje stoga moraju imati mnogobrojne specifične prilagodbe: vrlo su malene, valjkastog ili izduženog tijela i kratkih tjelesnih nastavaka (Slika 2).



Slika 2. Predstavnici intersticijske vodene faune tipično izduženog oblika tijela: **a)** *Parastenocaris* (Harpacticoida), **b)** *Leptobathynella* (Bathynellacea), **c)** *Microcerberus* (Isopoda), **d)** *Ingolfiella* (Amphipoda) i **e)** *Wandesia* (Hydrachnellae).

Postoji nekoliko metoda istraživanja intersticijske faune. Jedna od najjednostavnijih je Karaman-Chappuis metoda. KARAMAN (1935) i CHAPPUIS (1942) su razvili metodu uzorkovanja faune koja jednostavno uključuje kopanje rupe u uz obalu tekućice. Rupa se kopa dok iz dna ne započne navirati voda, a tada se voda sakupi i filtrira kroz finu mrežu (Slika 3).



Slika 3. Sakupljanje intersticijske faune Karaman-Chappuis metodom.

Ciljevi:

1. Utvrditi vrijednosti fizikalno-kemijskih čimbenika u intersticiju.
2. Sakupiti i determinirati intersticijsku faunu.

METODA

- Pronađite uz obalu potoka mjesto na kojem je sediment dovoljno mekan za kopanje;
- Započnite kopati rupu na udaljenosti najmanje 1m od ruba obale;
- Kopajte dok sa dna rupe ne počne nadirati voda;
- Izmjerite fizikalno kemijske parametre u vodi koja navire u rupu;
- Kantom ili kadicom vodu iz rupe sakupite i procijedite kroz planktonsku mrežu;
- Spremite uzorak i u laboratoriju pod lupom odredite faunu do najniže moguće taksonomske kategorije.

REZULTATI**Tablica 1.** Rezultati mjerenja fizikalno-kemijskih čimbenika u intersticiju.

Čimbenik	Mjerna jedinica	BILJEŠKA
Temperatura vode	°C	
pH		
Koncentracija O ₂	mg/l	
Koncentracija CO ₂	mg/l	
Alkalinitet	mmol/l	

Tablica 2. Popis faune u intersticiju.

Latinsko ime	Hrvatsko ime

RASPRAVA

1. Usporedite vrijednosti fizikalno-kemijskih čimbenika izmjerenih u nadzemnom toku (potoku) i intersticiju. Ima li razlika? Objasnite zašto.
2. Usporedite faunu bentosa u nadzemnom toku i u intersticiju. Zapažate li kakve razlike? Objasnite rezultate.

BILJEŠKE

LITERATURA

CHAPPUIS P A (1942) Eine neue methode zur untersuchung der Grundwasserfauna. Acta Sci. Math. Nat. Univ. Francisco-Josephina Kolozsvar, 6: 1-7.

KARAMAN S (1935) Die Fauna der unterirdischen Gewässer Jugoslaviens — Verh. Intern. Ver. Limnolog., 7: 46-73.

Terenska vježba: Istraživanje tekućica - makrozoobentos

UVOD

Bentos je zajednica organizama koji žive na dnu, tj. na ili u podlozi vodenih ekosustava. Pojam "benthos" potječe od grčke riječi βένθος što znači "dubina, dubina mora, dno", a uveo ju je ugledni njemački prirodoslovac Ernst Haeckel (1834-1919). Zajednica bentosa vrlo je složena, a čine ju razni organizmi: bakterije, biljke i protista (fitobentos), životinje (zoobentos). Ova vježba se odnosi na životinje bentosa, beskralješnjake, veće od 1,0 mm tzv. **makrozoobentos**.

Na rasprostranjenost i brojnost vodenih organizama u zajednicama bentosa utjecaj imaju brojni čimbenici. Neki od glavnih čimbenika koji određuju prisutnost pojedinih vrsta su: temperatura vode, količina otopljenog O₂ u vodi, pH vode, brzina strujanja vode, tip podloge i veličina čestica supstrata, količina organske tvari. Vrste u makrozoobentosu mogu se podijeliti u četiri glavne trofičke kategorije (Tablica 1). Svaka kategorija prilagođena je na poseban način hranjenja i obitava na specifičnom mikrostaništu tekućice. Vrsta hrane i način hranjenja određuje ulogu pojedinog organizam u prehrambenoj mreži.

Tablica 1. Trofičke kategorije organizama u makrozoobentosu (CUMMINS & MERRITT 1996).

TROFIČKA KATEGORIJA	KAKO SE HRANE?	ŠTO JEDU?	NA KOJEM STANIŠTU ŽIVE?
Sakupljači	Fizički skupljaju hranu ili konstruiraju mrežaste strukture kojima „hvataju“ čestice hrane	Sitne organske čestice: alge, bakterije, feces, male biljke	Supstrat (površina dna)
Usitnjivači	Imaju usni aparat prilagođen za usitnjavanje, rezanje, grizenje ili bušenje	Lišće i vegetaciju koja je pala u vodu	Zasjenjeni dijelovi tekućica s puno drvenaste vegetacije s koje u vodu dospijeva lišće
Strugači	Imaju usni aparat prilagođen za struganje po tvrdim površinama	Stružu obraštaj sa čvrstih površina u vodi	Otvoreni dijelovi tekućica gdje ima dovoljno svjetla za rast algi
Grabežljivci	Tijelo prilagođeno lovu, hvatanju i usmrćivanju plijena	Žive organizme	Svi tipovi staništa

Organizmi u makrozoobentosu dobri su indikatori stanja (kakvoće) kopnenih voda (PAUL & MEYER 2001). Jedna od najjednostavnijih metoda kojom se može procijeniti stanje voda je metoda Biotičkog indeksa. Biotički indeks (BI) se isključivo koristi u procjeni kakvoće tekućica. Metodu biotičkog indeksa uveo je WOODIWISS (1964), a u ovoj vježbi koristiti ćemo tzv. prošireni biotički indeks temeljen na izmjenama koje je načinio GHETTI (1986). U prikupljenom uzorku odredimo sve predstavnike makrozoobentosa do različite sistematske razine. Neke skupine se određuju do razine roda (Plecoptera, Ephemeroptera, Mollusca...), neke do razine porodice (Trichoptera, Oligochaeta, Crustacea...), a nekima je dovoljno zabilježiti samo prisutnost na razini skupine (Nematoda, Porifera...). Vrijednosti biotičkog indeksa se određuju temeljem prisutnosti predstavnika pojedinih skupina različite osjetljivosti na onečišćenje i na temelju broja taksona (Tablica 2). Iz dobivenih vrijednosti biotičkog indeksa odredimo stupanj onečišćenja temeljem tablice 3.

Tablica 2. Određivanje vrijednosti proširenog biotičkog indeksa.

DETERMINIRANE GRUPE MAKROSKOPSKIH BESKRALJEŠNJAKA		UKUPNI BROJ TAKSONA U ZAJEDNICI								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
PLEKOPTERA	Više taksona	*	*	8	9	10	11	12	13	14
	jedan takson	*	*	7	8	9	10	11	12	13
EPHEMEROPTERA*	Više taksona	*	*	7	8	9	10	11	12	*
	jedan takson	*	*	6	7	8	9	10	11	*
TRICHOPTERA**	Više taksona	*	5	6	7	8	9	10	11	*
	jedan takson	*	4	5	6	7	8	9	10	*
Gammaridae	Ostalih taksona nema	*	4	5	6	7	8	9	10	*
Asellidae	Ostalih taksona nema	*	3	4	5	6	7	8	9	*
Oligochaeta, Chironomidae	Ostalih taksona nema	1	2	3	4	5	*	*	*	*
Ostalih nema	Prisutni samo neki***	0	1	*	*	*	*	*	*	*

* bez porodica Betidae i Cenidae

** uključujući porodice Betidae i Cenidae

*** vrste otporne na manjak kisika (npr. *Eristalis tenax*)

Tablica 3. Određivanje stupnja onečišćenja temeljem biotičkog indeksa.

Vrijednost BI	Stupanj onečišćenja
10 – 11– 12	Čiste vode
8 – 9	Slabo onečišćene vode
6 – 7	Onečišćene vode
4 – 5	Jako onečišćene vode
1 – 2 – 3	Vrlo jako onečišćene vode

Metode sakupljanja makroskopskih beskralješnjaka

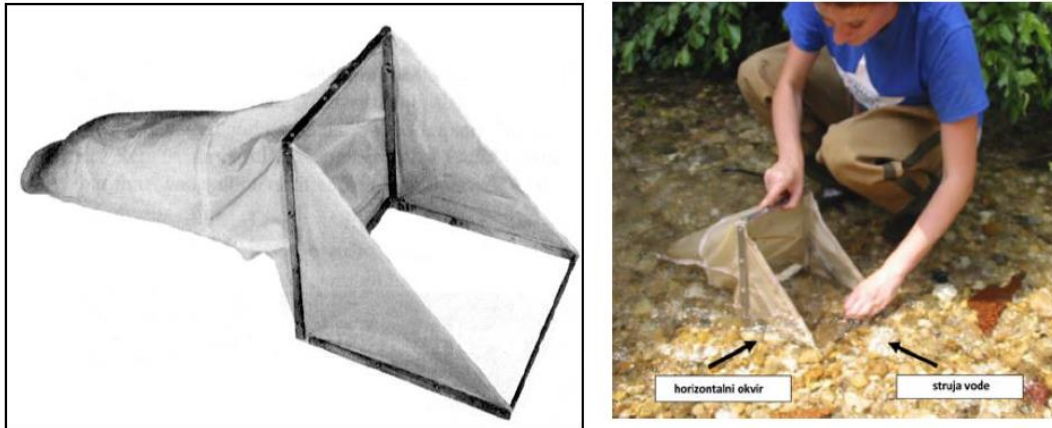
Najčešće se u istraživanjima koristi ručna bentos mreža („kracer“) ili Surberova mreža (MERRITT *et al.* 1996):

- **KRACER MREŽA** – Kod prikupljanja uzoraka *kracer* mrežom okvir se postavi na dno, vrteći petama čizme uznemiruje se dno korita i dubi ga se najmanje 10 – 15 cm (Slika 1). Mreža treba biti dovoljno blizu kako bi organizme makrozoobentosa struja vode otplavila u nju, ali dovoljno daleko da pijesak i šljunak u najvećoj mjeri ne uđu u mrežu. Rukom se odstranjuje veće kamenje, koje se prethodno u mreži dobro ispere u svrhu prikupljanja sesilnih organizama. Preporučeno je također pokupiti drvene ostatke u kadicu, te kasnije pincetom odvojiti pričvršćene životinje na njima.



Slika 1. Kracer mreža; metoda uzorkovanja kracer mrežom.

- **SURBER MREŽA** – Na sličan se način koristi i Surberova mreža. Unutar horizontalnog okvira koji je uglavljen u dno, metalnom lopaticom sakuplja se supstrat u kantu. Sakupljeni se materijal ispire 2 do 3 puta. Samo veće i osjetljivije organizme, poput ličinki vodencvjetova (Ephemeroptera) ili vrste koje se ne mogu sačuvati konzerviranjem primjerice neki virnjaci (Tricladida) ili maločetinaši (Oligochaeta) razvrstavaju se i po mogućnosti determiniraju odmah na terenu, te se spremaju u male, odvojene bočice bez supstrata. Velike, rijetke i zaštićene organizme koji se mogu lako determinirati na terenu poput vrsta riječni rak (*Astacus astacus*) ili bezupka (*Unio pictorum*) trebalo bi ukloniti iz uzorka i vratiti u vodotok iz kojeg su izvađeni.



Slika 2. Surber mreža; metoda uzorkovanja surber mrežom.

Sakupljeni uzorak se konzervira 95% - tnim etilnim alkoholom, koji se dodaje tek kad se voda iz uzorka odlije. Konačna koncentracija etanola u uzorku treba biti oko 70%. U svaku bočicu se stavlja ceduljica sa slijedećim informacijama (napisano olovkom): ime vodotoka; ime postaje; šifra postaje; datum sakupljanja; tip supstrata; ime istraživača (sakupljača).

Odabir postaja uzorkovanja

Odabir mjesta uzorkovanja ovisi o izgledu vodotoka, ali i sigurnosnim razlozima. Mjesta koja predstavljaju potencijalne rizike, kao što su zagađenje, visoke razine vode, strme obale, ili druge opasnosti, treba izbjegavati. Nakon što se odredi mjesto prilaza, važno je definirati postaje. U idealnom slučaju, postaja bi trebala sadržavati barem po jedno lotičko i lentičko stanište (Slika 3), (ROY *et al.* 2003). To su staništa koja definira brzina strujanja vode. Ona varira uzduž profila korita (s jedne obale na drugu), što doprinosi mozaičnom pojavljivanju staništa: **lotička** (u struji vode) i **lentička** (mirna staništa).



Slika 3. Postaja uzorkovanja makrozoobentosa sa po jednim lentičkim i lotičkim staništem.

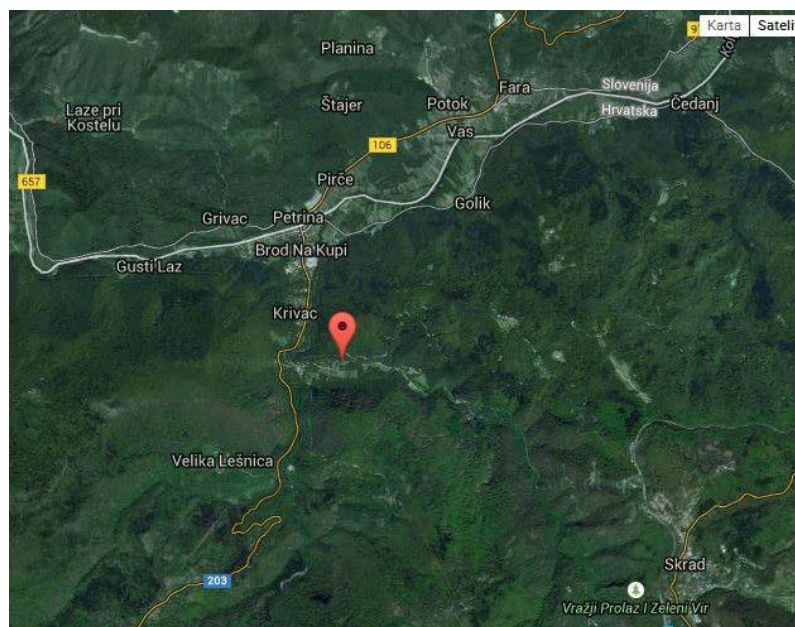
Prije uzorkovanja potrebno je dobro promotriti lokaciju te u terenski dnevnik skicirati položaj postaja, naznačiti tip obalne vegetacije (ukoliko je moguće odrediti vrste i pokrivenost), te tip i udio supstrata na pojedinom staništu prema tablici 4.

Tablica 4. Tip supstrata obzirom na veličinu čestica.

NAZIV SUPSTRATA	PROMJER SUPSTRATA
stijene	veće od 40 cm
kamenje	od 20 do 40 cm
obluci	od 6 do 20 cm
šljunak	od 2 do 6 cm
pijesak	manje od 2 cm

Područje istraživanja

Rječica Iševnica podno gradića Skrad u Gorskom kotaru nastaje usred izletišta Zeleni vir i istoimenog planinarskog doma nakon sjedinjavanja voda potoka Curak i Jasle. Rječica Iševnica duga je oko 4 kilometra (na nekim zemljovidima, kao i na izletničkim tablama naziva se Curak ili Curek po jednom od potoka od kojeg nastaje), a utječe u Kupicu, desnu pritoku Kupe kod zaseoka Iševnica. Ušće Iševnice u Kupicu nalazi se oko dva kilometra južno od Broda na Kupi, tik uz cestu koja vodi prema Delnicama (Slika 4).



Slika 4. Položaj potoka Iševnice.

Ciljevi:

1. Odrediti postaje i prikupiti uzorke na pojedinim staništima potoka Iševnice.
2. Na shemi potoka označiti postaje i staništa, popisati obalnu vegetaciju, odrediti tip i udio supstrata na pojedinoj postaji i staništu.
3. Odrediti beskralješnjake u makrozoobentosu do najniže moguće taksonomske kategorije.
4. Utvrditi postoje li razlike između uzorkovanih postaja/staništa.
5. Na temelju makrozoobentosa procijeniti jesu li postaje/staništa pod utjecajem onečišćenja metodom Biotičkog indeksa.

METODA

Podijelite se u tri grupe: grupa za uzorkovanje surber mrežom, grupa za uzorkovanje kracer mrežom, grupa za utvrđivanje fizikalno kemijskih parametara na pojedinoj postaji/staništu. Slijedite upute koje su u prethodnom dijelu teksta navedene za pojedinu metodu uzorkovanja.

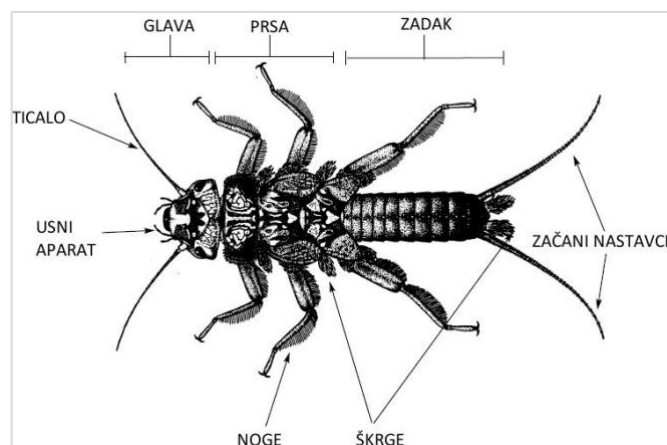
Zadaci na terenu:

1. Na nacrtu i presjeku potoka označiti dubinu i širinu korita, opišite riparijsku zonu (obalnu vegetaciju) i udio i tip supstrata na postajama/staništima.
2. Izmjerite fizikalno-kemijske čimbenike (vidi terensku vježbu: tekućice – kemijski čimbenici).

Zadaci u laboratoriju:

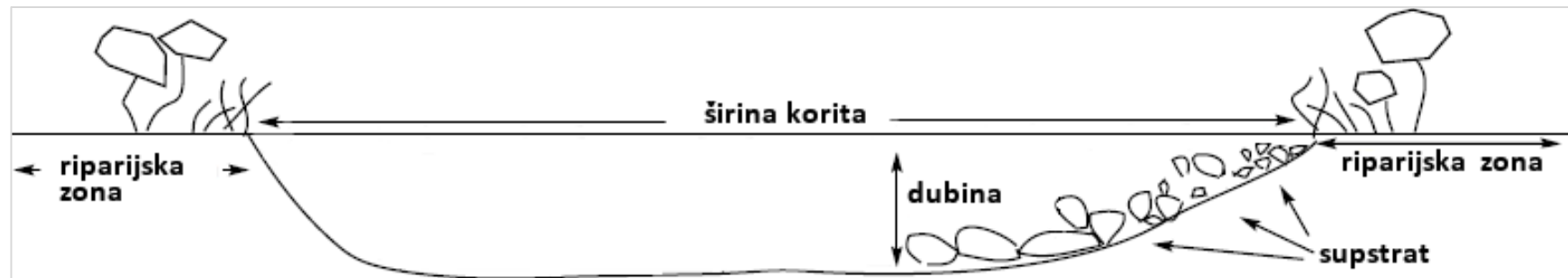
1. Odrediti životinje iz uzoraka makrozoobentosa* do najniže taksonomske kategorije i ispuniti tablicu 5 i 6.
2. Odrediti Biotički Indeks.

Za određivanje koristite standardnu taksonomsku literaturu (ključeve). U makrozoobentosu ćete pronaći ličinke kukaca te stoga obratite pozornost na (Slika 5): građu tijela, izgled nogu, položaj i prisutnost škrge, začane nastavke, građu usnog aparata.

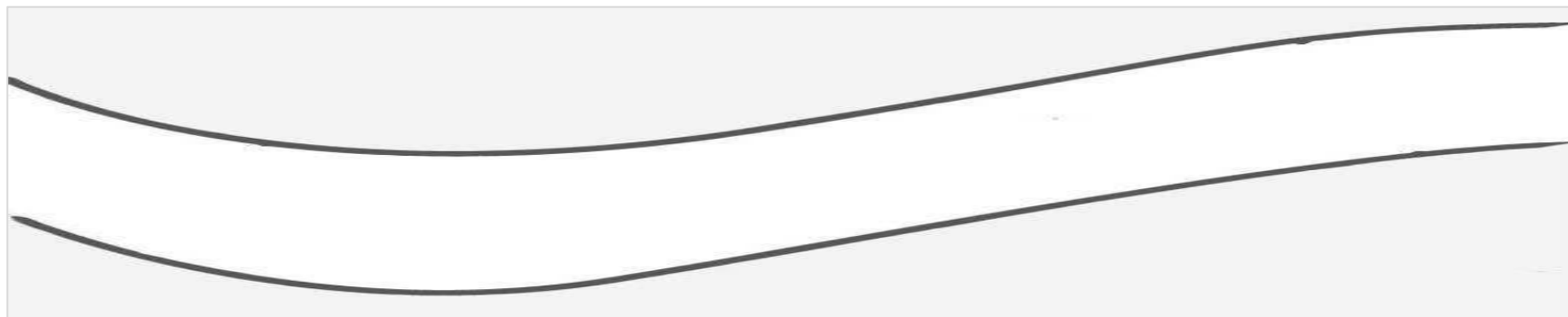


Slika 5. Ličinka obalčara: građa tijela i značajke važne za determinaciju vodenih kukaca.

REZULTATI





















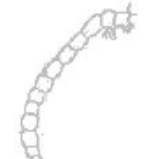







	LOTi. (%)	LENT. (%)
Stijene		
Kamenje		
Obluci		
Šljunak		
Pijesak		



Slika 6. Shema potoka Iševnice: A) poprečni presjek; B) nacrt. Na shemi označite postaje i staništa, ucrtajte vegetaciju i predmete u prostoru (mostove, ceste i sl.), procijenite udio supstrata na staništima, te izradite popis riparijske vegetacije, označite smjer strujanja vode.

Tablica 5. Popis makroskopskih beskralješnjaka na **lotičkom** staništu. Prazna polja iskoristite za upis vrsta iz skupina koje nisu navedene u tablici.



























CNIDARIA – žarnjaci	TURBELLARIA – virnjaci	NEMATODA – obličji	OLIGOCHAETA – maločetinaši	HIRUDINEA – prijavice	ISOPODA – jednakonožni raci
					
BIVALVIA – školjkaši	AMPHIPODA – rakušci	DECAPODA – desetonožni raci	HYDRACARINA – vodene grinje	EPHEMEROPTERA – vodencvjetovi	ODONATA (Anisoptera) – vretenca
					
ODONATA (Zygoptera) – vretenca	PLECOPTERA – obalčari	HEMIPTERA – stjenice	MEGALOPTERA – muljari	TRICHOPTERA – tulari	GASTROPODA – puževi
					
COLEOPTERA – kornjaši	DIPTERA (Muscidae) – dvokrilci, muhe	DIPTERA (Chironomidae) – dvokrilci, trzalci	DIPTERA (Tabanidae) – dvokrilci, obadi	DIPTERA (Culicidae) – dvokrilci, komarci	DIPTERA (Ceratopogonidae) – dvokrilci, komarčići
					
DIPTERA (Tipulidae) – dvokrilci, komari	DIPTERA (Simuliidae) – dvokrilci, svrbaljivice				
					

Ukupno pojedinih svojti (popis): _____

Vrijednost BI: _____

Stupanj onečišćenja: _____

Tablica 6. Popis makroskopskih beskralješnjaka na **lentičkom** staništu. Prazna polja iskoristite za upis vrsta iz skupina koje nisu navedene u tablici.

CNIDARIA – žarnjaci	TURBELLARIA – virnjaci	NEMATODA – obliči	OLIGOCHAETA – maločetinaši	HIRUDINEA – pijavice	ISOPODA – jednakonožni raci
					
BIVALVIA – školjkaši	AMPHIPODA – rakušci	DECAPODA – desetonožni raci	HYDRACARINA – vodene grinje	EPHEMEROPTERA – vodencvjetovi	ODONATA (Anisoptera) – vretenca
					
ODONATA (Zygoptera) – vretenca	PLECOPTERA – obalčari	HEMIPTERA – stjenice	MEGALOPTERA – muljari	TRICHOPTERA – tuljari	GASTROPODA – puževi
					
COLEOPTERA – kornjaši	DIPTERA (Muscidae) – dvokrilci, muhe	DIPTERA (Chironomidae) – dvokrilci, trzalci	DIPTERA (Tabanidae) – dvokrilci, obadi	DIPTERA (Culicidae) – dvokrilci, komarci	DIPTERA (Ceratopogonidae) – dvokrilci, komarčići
					
DIPTERA (Tipulidae) – dvokrilci, komari	DIPTERA (Simuliidae) – dvokrilci, svrbijivice				
					

Ukupno pojedinih svojti (popis): _____

Vrijednost BI: _____

Stupanj onečišćenja: _____

RASPRAVA

1. Opišite staništa na kojima ste uzimali uzorke.
2. Po čemu se razlikuju?
3. Navedite tipične predstavnike makrozoobentosa na pojedinim staništima. Kojim bi trofičkim kategorijama pripadali? Rekonstruirajte barem jedan hranidbeni lanac.
4. Kakav je utjecaj čovjeka na potok Iševnicu na postajama na kojima se uzimali uzorke?

BILJEŠKE

LITERATURA

CUMMINS K W & MERRITT R W (1996) An Introduction to the Aquatic Insects of North America, 3rd edition. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.

GHETTI P F (1986) I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione Indice Biotico: E.B.I. modificato. Università di Parma, Cattedra di Idrobiologia, Trento, pp 111.

PAUL M J & MEYER J L (2001) Streams in the urban landscape. Annual Review of Ecology and Systematics. 32: 333 – 365.

WOODIWISS F S (1964) The biological System of stream classification used by the Trent River Bord, Chemistry and Industry: 443 – 447.

Terenska vježba: Istraživanje stajačica - plankton

UVOD

Vode stajačice, ovisno o veličini, mogu biti lokve, bare i jezera. Jezera mogu biti prirodna ili umjetna, a predstavljaju depresije na kopnu ispunjene vodom. Razlike u količinama osvjetljenja, temperature, koncentraciji kisika i otopljenih hranjivih tvari čine vodena staništa izrazito šarolikima, što za posljedicu ima raznolikost u obilju i raspodjeli vodenih populacija životinja.

U kopnenim vodama dva su staništa u kojima se odvija život: **bental – bentos** (životinje vezane uz dno) i **limnion – plankton i nekton** (organizmi koji se aktivno kreću snagom vlastitih mišića na veće udaljenosti). Plankton je zajednica organizama koji slobodno lebde u vodi, a njihovo kretanje na veće udaljenosti prvenstveno ovisi o strujanju vode (MOSS 1980).

Plankton

Plankton se nalazi u slatkim i morskim vodama, a može biti biljnog podrijetla – **fitoplankton**, odnosno životinjskog – **zooplankton**. Fitoplankton čine fotosintetske alge i bakterije te gljivice, a zooplankton skupine Rotatoria (kolnjaci) i planktonski račići Cladocera (rašljoticalci) i Copepoda (veslonošci). Copepoda i Cladocera provode cijeli svoj životni vijek u slobodnoj vodi te se zbog takvog načina života ubrajaju u pravi plankton – **holoplankton**. Od ostalih skupina životinja u slatkovodnom zooplanktonu su prisutni Protozoa, jaja riba, ličinke riba, školjkaša, kukaca, dugoživci pa čak i meduze (VREBČEVIĆ 1996).

Tablica 1.1. Podjela slatkovodnog planktona prema veličini prema BREITIG I TUMPLING (1982).

KATEGORIJA	VELIČINA
Megaplankton	> 5 mm
Makroplankton	1 – 5 mm
Mezoplankton	500 – 1000 µm
Mikroplankton	50 – 500 µm
Nanoplankton	5 – 50 µm
Ultraplankton	> 5 µm

Planktonski račići

U jezerima, ribnjacima, akumulacijama, barama i močvarama susreću se skupine Entomostraca (nižih rakova): rašljoticalci (Cladocera) i veslonošci (Copepoda). **Rašljoticalci** u planktonu su mahom mikrofiltratori: hrane se bakterijskim detritusom i malenim algama (Slika 1). Rijetki su grabežljivci poput vrste *Leptodora kindtii*. Cladocera nemaju razvojne stadije pa ne prolaze preobrazbu ličinke. Za vrijeme nepovoljnog razdoblja, ženke počinju producirati jaja iz kojih se pojavljuju mužjaci, a s njihovom pojavom počinje spolno razmnožavanje. Oplođena jaja se ne razvijaju odmah, a nazivaju se trajnim, rezistentnim jajima jer mogu preživjeti nepovoljne uvjete (primjerice zimu). U povoljnim uvjetima iz njih se razvijaju ženke koje se dalje partenogenetski razmnožavaju.



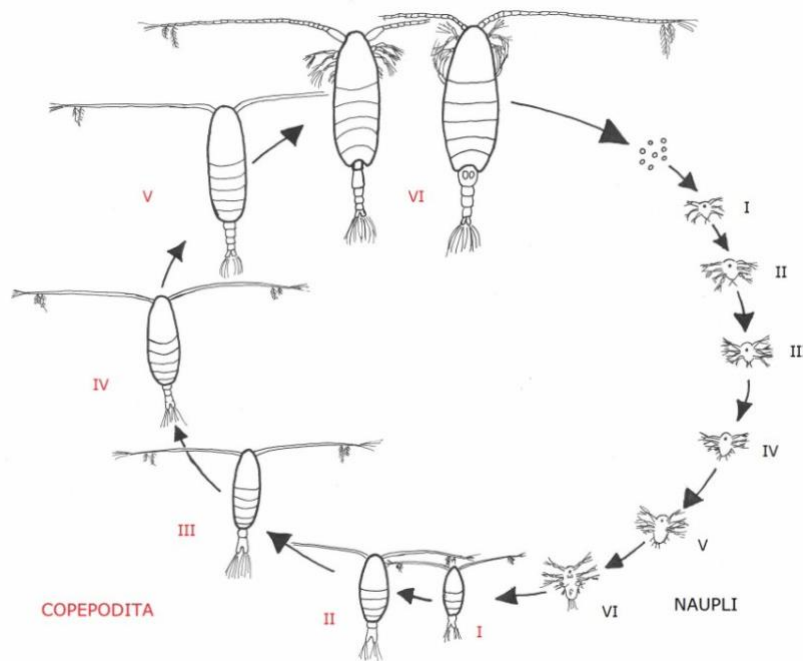
Slika 1. Rašljoticalci – Cladocera, vrste: *Daphnia logispina* i *Leptodora kindtii*.

Copepoda ili **veslonošci** kopnenih voda dijele se na tri skupine: Calanoida, Cyclopoida i Harpacticoida koje se razlikuju po građi i načinu života (Slika 2). Među veslonošcima postoje paraziti i poluparaziti, dok slobodno živeći Copepoda imaju tri načina ishrane: filtratorski, predatorski i detritofagni. Najveći dio Calanoida, uključujući i njihove razvojne stadije, hrani se filtriranjem, a glavna im je hrana nanoplanktonske alge, detritus i bakterije. Cyclopoida imaju sličan način prehrane, samo što odrasli mogu biti fakultativni (povremeni) predatori pa se hrane kolnjacima i rašljoticalcima, a ponekad mogu biti i kanibali. Obje ove skupine nalazimo u planktonu, dok Harpacticoida, koji su detritivorni ili algivorni, žive na dnu stajačica ili u zajenici obraštaja (perifiton).



Slika 2. Veslonošci – Copepoda, skupine: *Calanoida*, *Cyclopoida* i *Harpacticoida*.

Slobodno živeći Copepoda se većinom razmnožavaju spolno. Iz oplodjenih jaja se razvijaju ličinke *nauplii* koje prolaze preobrazbu u šest stadija. Nakon tih 6 nauplijskih stadija razvija se drugi tip ličinke – *copepodit*, koji isto prolazi kroz još pet stadija prije nego se preobrazi u odraslu jedinku (Slika 3).



Slika 3. Razvojni ciklus Copepoda.

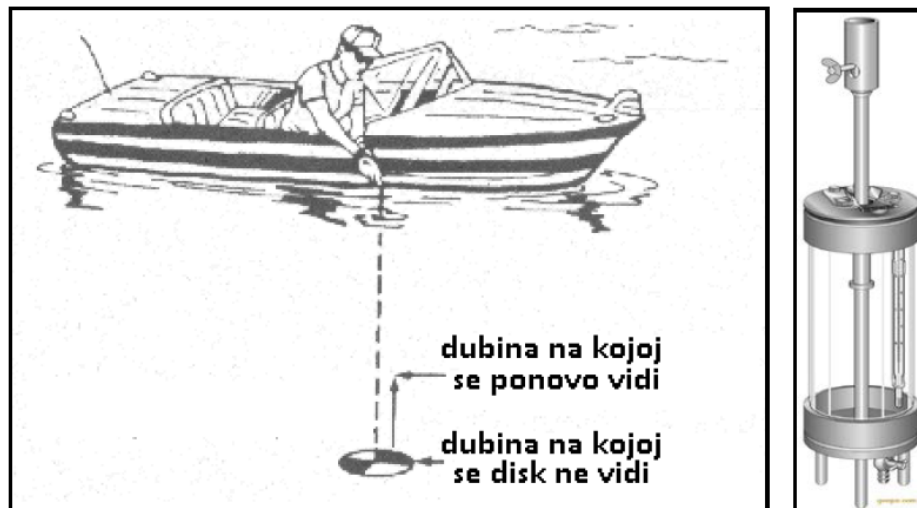
Ciljevi:

1. Izmjeriti osnovne fizikalno-kemijske parametre vode u dubinskom sloju jezera Njivice.
2. Utvrditi sastav zajednice mikroskopskih rakova i brojnost pojedinih vrsta jezera Njivice.
3. Utvrditi sastav zajednice makrozoobentosa.

METODA

FIZIKALNO- LEMIJSKI PARAMETRI – Na terenu izmjerite sljedeće čimbenike: temperaturu vode, koncentraciju otopljenog kisika u vodi i zasićenje kisikom, pH vrijednost, koncentraciju CO₂ u vodi i alkalinitet. Čimbenike mjerite u dva ili tri dubinska sloja (ovisno o dubini jezera na postaji): 1 m ispod površine, na dubini od 5 m i 1 m iznad dna. Uzorke vode iz pojedinih slojeva uzimate crpcem (Slika 4).

PROZIRNOST VODE – Mjeri se pomoću Secchi ploče promjera 20,32 cm (Slika 4). Ploču na konopcu spuštate u vodu (na onoj strani čamca koja je okrenuta od sunca) do trenutka kada ju više ne vidite. Zabilježite dubinu.



Slika 4. Mjerenje prozirnosti pomoću Secchi ploče; crpac.

PLANKTON – Uzorak planktona uzima se provlačenjem planktonske mreže od dna prema površini. Kod uzimanja ovakvog tzv. „vertikalnog poteza“, potrebno je zabilježiti dužnu puta (h) koji je prošla mreža kako bi se mogao izračunati volumen vode koji je profiltriran, odnosno izračunati gustoća populacija vrsta u planktonu (Slika 5). Obzirom da „stupac“ vode koji filtriramo pomoću planktonske mreže ima oblik valjka, volumen profiltrirane vode može se izračunati na temelju jednadžbe za volumen valjka:



$$V = r^2 \cdot \pi \cdot h$$

pri čemu je:

V = volumen vode koja je profiltrirana mrežicom.

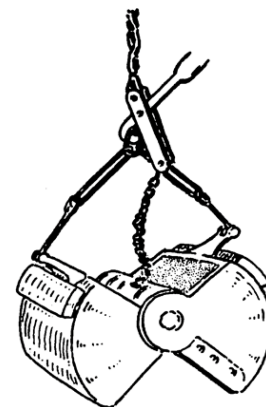
r = polumjer mreže

h = visina stupca vode, duljina poteza mrežicom

$\pi = 3,14$

Slika 5. Planktonska mreža.

FAUNA DNA – Uzrokuje se raznim tipovima grabila. Jedno od najčešćih je Petersonovo grabilo (Slika 6). Grabilo se spušta do dna i zatvori. Uzorak dna izvuče se na čamac gdje se u mrežici ispiru, a životinje koje zaostanu nakon ispiranja se konzerviraju.



Slika 6. Petersonovo grabilo.

REZULTATI**Tablica 1.** Rezultati mjerenja fizikalno-kemijskih čimbenika u jezeru.

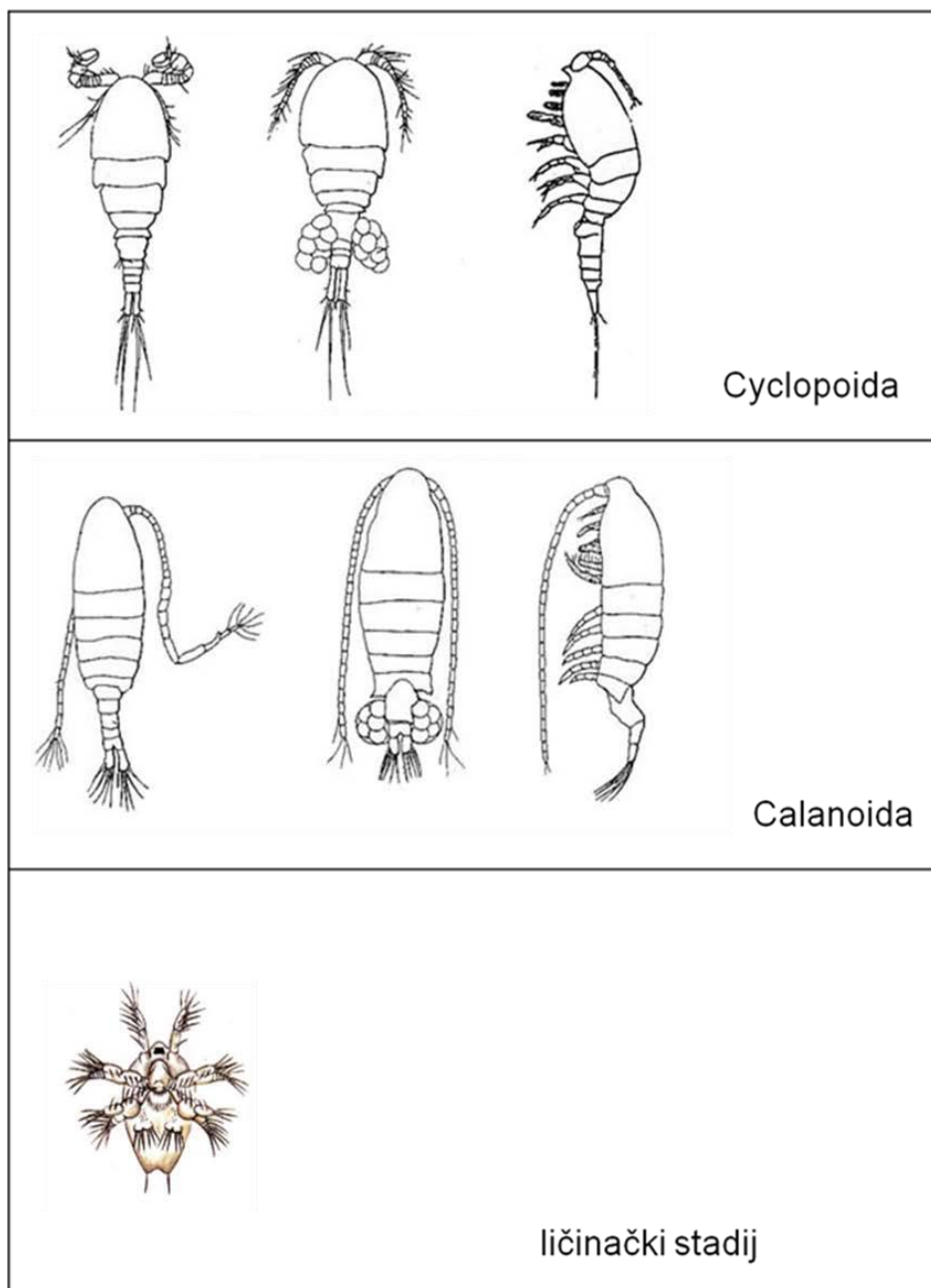
Čimbenik	Mjerna jedinica	dubina	dubina	dubina
Prozirnost	m			
Temperatura vode	°C			
pH				
Koncentracija O ₂	mg/l			
Koncentracija CO ₂	mg/l			
Alkalinitet	mmol/l			

Tablica 2. Brojnost mikroskopskih planktonskih rakova (jedinki /L).

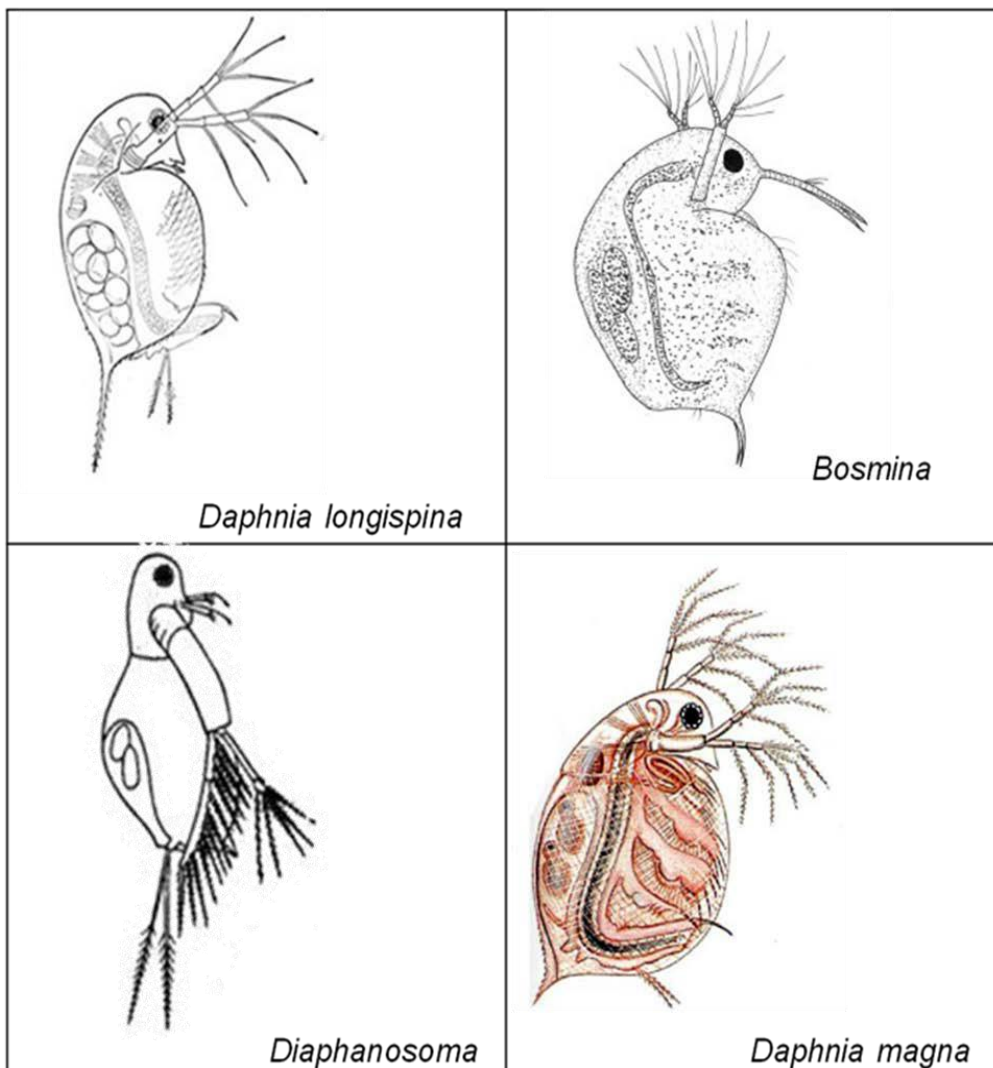
Latinsko ime	jedinki / uzorku	jedinki /L
Copepoda – VESLONOŠCI		
Cladocera - RAŠLJOTICALCI		
UKUPNO		

Jednostavan slikovni ključ za raspoznavanje planktonskih rakova:

**Veslonošci
COPEPODA**



Rašljoticalci
CLADOCERA



Tablica 3. Brojnost makrozoobentosa (jedinki / m²).

Latinsko ime	jedinki / uzorku	jedinki / m ²
UKUPNO		

RASPRAVA

1. Usporedite vrijednosti fizikalno-kemijskih čimbenika izmjerenih u pojedinim slojevima vode. Ima li razlika? Objasnite zašto.
2. Navedite vrste pronađene u planktonu i bentosu. Objasnite rezultate.

BILJEŠKE**LITERATURA**

BREITIG G. & TUMPLING W. (1982) Methoden der Wasseruntersuchungen Bd.II, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

Moss B (1980) Ecology of fresh waters. Blackwell Scientific, Oxford, 332p.

VREBČEVIĆ B (1996) Priručnik za upoznavanje slatkovodnih račića veslonožaca (Copepoda, Cyclopoidae) i rašljoticalaca (Cladocera) Hrvatske. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.