

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
UČITELJSKI FAKULTET  
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE  
(Petrinja)**

**DIPLOMSKI RAD**

**ŽIVOTINJSKI SVIJET SLATKOVODNIH EKOSUSTAVA**

**Helena Mihaljević**

**Zagreb, lipanj 2018.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
UČITELJSKI FAKULTET  
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE  
(Petrinja)**

**DIPLOMSKI RAD**

Ime i prezime pristupnice: Helena Mihaljević

Tema diplomskog rada: Životinjski svijet slatkovodnih ekosustava

Mentorica: Dr. sc. Marina Vilenica

**Zagreb, lipanj 2018.**

# SADRŽAJ

Sažetak.....	1
Uvod.....	3
1. Ekologija.....	4
2. Ekološki čimbenici.....	4
2.1.Abiotički čimbenici.....	5
2.2.Biotički čimbenici.....	6
3. Ekosustav.....	6
3.1.Međuovisnost i hranidbeni odnosi živih organizama slatkovodnih ekosustava.....	8
4. Morfologija slatkovodnih ekosustava.....	10
4.1.Fizikalna svojstva kopnenih voda.....	11
4.2.Vode stajaćice.....	12
4.2.1. Postanak jezera.....	12
4.2.2. Stratifikacija jezera.....	13
4.2.3. Život u jezerskim zajednicama.....	14
4.3.Vode tekućice.....	19
5. Prilagodbe životinja na život u vodi.....	20
6. Najčešće životinje koje možemo sresti u slatkovodnim ekosustavima.....	23
6.1.Beskralješnjaci.....	23
6.1.1. Beskolutićavci.....	24
6.1.2. Mnogokolutićavci.....	29
6.1.3. Uzdušnjaci.....	34
6.2.Kralješnjaci.....	41
6.2.1. Ribe.....	41
6.2.1.1.Karakteristike riba kopnenih voda.....	41
6.2.1.2.Neke vrste slatkovodnih riba.....	42
6.2.2. Vodozemci.....	48
6.2.3. Gmazovi.....	53
6.2.3.1.Slatkovodne kornjače.....	54
6.2.3.2.Zmije kopnenih voda.....	55
7. Primjena teme u nastavi.....	56

7.1. Terenska nastava.....	57
7.2. Učionička nastava.....	59
Literatura.....	61
Izjava o samostalnoj izradi rada.....	65

## **SAŽETAK**

Iako slatkovodne ekosustave čini svega 0,52 % ukupne vode na Zemlji, oni predstavljaju važno stanište mnogih biljnih i životinjskih vrsta. U ovom radu pobliže je opisan životinjski svijet slatkovodnih ekosustava. Oni se dijele na vode stajaćice i vode tekućice. Međusobno se razlikuju u raznim biotičkim i abiotičkim čimbenicima (primjerice morfološkim, hidrološkim i fizikalno-kemijskim obilježjima). Sukladno navedenim razlikama, sastav i struktura životinjskih zajednica pojedinih ekosustava se razlikuju. Također, ovisno u uvjetima kojima su izloženi u pojedinom ekosustavu, životinjski organizmi su razvili prilagodbe koje im omogućavaju opstanak i preživljavanje u istim. Od životinjskih organizama, vodena staništa naseljavaju kralješnjaci i beskralješnjaci. Od kralješnjaka, najbrojnije su ribe, dok su među beskralješnjacima često najbrojniji i najraznolikiji kukci. U ovom radu opisani su najznačajniji predstavnici navedenih skupina zastupljeni u slatkovodnim ekosustavima naše zemlje. Također, raspravljano je i o praktičnoj primjeni teme u razrednoj i izvanučioničkoj nastavi.

Ključne riječi: slatkovodni ekosustav, kralješnjaci, beskralješnjaci, primjena teme u nastavi

## **SUMMARY**

Although freshwater ecosystems account for only 0,52% of total water on Earth, they represent an important habitat of numerous plant and animal species. In this thesis, the most common animal communities of these ecosystems are described. Among freshwater ecosystems, lotic (flowing water) and lentic (standing water) habitats can be distinguished. They differ in various biotic and abiotic factors (such as morphological, hydrological and physico-chemical features). In accordance with these differences, the composition and structure of animal communities differ between ecosystems. Also, depending on the conditions animals are exposed to, they have developed various morphological, anatomical and behavioural characteristic that enable them more successful adaptation to their environment, and therefore higher chances of survival. Aquatic habitats are inhabited with various invertebrate and vertebrate animals. Among vertebrates, the most numerous are fish, while insect are

among the most numerous and diverse aquatic invertebrates. This thesis describes the most significant representatives of the mentioned animal groups represented in the Croatian freshwater ecosystems. Also, practical use of this the topic in the classroom and in the fieldwork-teaching was discussed.

**Key words:** freshwater ecosystem, vertebrates, invertebrates, topic application in primary school teaching

## Uvod

Površina planete Zemlje prekrivena je s 1,4 milijarde km<sup>3</sup> vode. Na kopnene („slatke“) vode otpada tek 0,52%, u odnosu na mora i oceane („slane“) vode (Kerovec, 1988). Slatkovodna staništa karakteriziraju brojne razlike u abiotičkim i biotičkim čimbenicima, zbog čega su sadržajno i morfološki vrlo bogata i raznolika. Područje Republike Hrvatske odlikuje se izrazitom reljefnom raznolikošću poput nizina, planina, krških staništa, mora, morskog priobalja. Svako od ovih područja karakterizirano je i različitim klimatskim uvjetima. Navedene razlike u ekološkim karakteristikama pojedinih ekosustava različitih regija Republike Hrvatske rezultirale su raznolikim i specifičnim sastavom posebno prilagođenih životinjskih zajednica uvjetima u kojima se nalaze. Tako se u slatkovodnim staništima Republike Hrvatske često mogu naći endemske vrste životinja. U Europi, Hrvatska je jedna od rijetkih država bogata vodom, čistom i raznolikom, počevši od gorskih, krških potoka i rijeka, pa sve do nizinskih i sporije tekućih rijeka koja pruža dom čitavom nizu različitih kralješnjaka i beskralješnjaka. Upravo je zbog toga neophodno dobro upoznati karakteristike različitih slatkovodnih staništa kao i živi svijet koji ih naseljava, kako bismo mogli buduće generacije poučiti najboljem načinu kako ih očuvati u njihovom prirodnom stanju.

Stoga je i glavni cilj ovoga rada pobliže se upoznati s bogatom raznolikošću slatkovodnih ekosustava. U radu će se osvrnuti na bogat životinjski svijet, važnost vode za život organizama te kako učenicima na zanimljiv način približiti navedene pojmove. Naučit će prepoznavati pojedine skupine životinjskih organizama, upoznat će se s hranidbenim odnosima između različitih organizama, razlikovati slatkovodna staništa te kako sačuvati svoj okoliš.

## 1. Ekologija

Ekologija je znanost koja se bavi proučavanjem međusobnih odnosa i uzajamne ovisnosti između živih bića i njihovog okoliša (Glavač i sur., 2001). Ekologiju zanima koja staništa i zašto preferira određena vrsta, kako se ona ponaša unutar tog staništa, ekologija proučava rasprostranjenost i brojnost populacija određenih vrsta i slično (Delić i Vijtiuk, 2004). Ekolog koji je prvi upotrijebio i objasnio značenje ekologije u 19. st., bio je njemački biolog Ernst Haeckel. Izraz je nastao od grčkih riječi *oikos* (dom, stanište, kuća) i *logos* (znanje, učenje, znanost, govor) (Glavač i sur., 2001; Delić i Vijtiuk, 2004). Raščlamba ekologije je mnogobrojna te nastaje prema stupnju organizacije sustava koji se istražuje (primjerice zajednica, vrsta, populacija, jedinka) (Glavač i sur., 2001). Ekologija je kao znanost u sklopu svojih istraživanja povezana i s mnogim drugim znanstvenim disciplinama, kao što su fiziologija, geologija, botanika, zoologija, antropologija, psihologija, energetika, socijalna medicina i ostale znanstvene discipline. Razvila se u interdisciplinarnu znanost, povezujući više znanstvenih disciplina u svrhu istraživanja i promatranja, kako bi se nastale promjene na Zemlji lakše razumjele i kako bi se u tom slučaju nastalih promjena, predložili uvjeti za uspješniji opstanak (Delić i Vijtiuk, 2004).

## 2. Ekološki čimbenici

Površinski sloj planete Zemlje koji omogućuje život svim organizmima naziva se biosfera. Biosfera čini uski sloj ovojnice oko Zemljine kugle, sastavljene od tri dijela: litosfere ili površinskog krutog sloja, hidrosfere ili vodenog dijela i atmosfere/troposfere ili nižeg sloja zraka. Svi procesi unutar navedenog sustava su organiziranog, kružnog tijeka i međusobno su povezani (Springer, 2001). Ekološki čimbenici su utjecajne i promjenjive fizikalne, kemijske i biološke okolišne varijable, koje mogu pozitivno ili negativno djelovati na životne funkcije, rast, razmnožavanje i gustoću populacije i na koje se organizam mora prilagoditi da bi preživio (Springer, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004).

Ekološki čimbenici su dvojaki te se mogu podijeliti na abiotičke i biotičke. Abiotički čimbenici su različiti fizički, odnosno kemijski procesi koji djeluju na okoliš, dok su biotički čimbenici uzajamni međudnosni tih organizama (Springer, 2011).



## 2.1. Abiotički čimbenici

Abiotičke čimbenike čine nežive sastavnice biosfere kao što su: temperatura, oborine i vlažnost, svjetlost, vjetar, kemijski sastav tla, struktura tla, nadmorska visina, količina kisika, klima (Springer, 2001). Svaki od njih ne djeluje jednako na sva živa bića različitih ekosustava i nemaju jednako značenje i važnost. Primjerice, na području gdje je previše svjetla, a malo vlage, većina biljaka neće uspijevati niti se pravilno razvijati. Svaki organizam izložen je različitim djelovanjima brojnih čimbenika te ako je prilagođen tim uvjetima, usko je vezan za taj dio okoliša kojeg nastanjuje (Springer, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004). Rast i razvoj te rasprostranjenost pojedinih vrsta može ovisiti i samo o jednom čimbeniku. Primjerice na osunčanom dijelu žive jedne vrste biljaka, a na zasjenjenom dijelu druge vrste (Springer, 2001).

Glavni izvor života na Zemlji je Sunce i Sunčeva svjetlost, koja predstavlja primarni izvor energije koju proizvođači vežu u svoja tijela procesom fotosinteze. U vodenim ekosustavima, Sunčeve zrake mogu prodrijeti do 50-ak metara dubine. Tamo gdje zrake svjetla ne dopiru, proces fotosinteze se ne odvija i nema primarne proizvodnje. O količini svjetlosti ovisi rasprostranjenost organizama, njihova aktivnost, orijentacija u prostoru, obojenost tijela itd. (Bogut i sur., 2006).

Većina živih bića preživljava u temperaturnom rasponu između 0 i 50°C. Temperatura okoliša utječe na reproduksijsku sposobnost organizama (većina organizama se pri višim temperaturama brže razvija i razmnožava), određivanje spola životinja (u nekih rakušaca se u vodi temperature do 5°C razvijaju mužjaci, pri višoj se razvijaju mužjaci i ženke, a na temperaturi oko 14°C dolazi do razvitka samo ženskog spola), zatim na kretanje, brzinu rasta, i razvoja, ponašanja te na opći metabolizam (Delić i Vijtiuk, 2004). Osim na organizme, temperatura utječe i na kemijska svojstva vode. Primjerice ako je temperatura vode viša, kisik je slabije topljiv u vodi te ga takva voda manje sadrži (Bogut i sur., 2006).

Voda je čimbenik bez koje je život gotovo nemoguć. Čak je i prvo stanište u kojem se razvijao živi svijet bilo smješteno u vodenom okolišu. Svi metabolički procesi odvijaju se u vodenom mediju zbog čega voda sudjeluje i u regulaciji tjelesne temperature (Delić i Vijtiuk, 2004; Dobson i Frid, 2009). Primjerice, promjenom temperature vode, mijenja se i temperatura u tijelu ribe. Biljke i životinje mogu u tijelu sadržavati veći ili manji postotak vode. Sve životinje sadrže više od 50% vode

(primjerice, meduza sadrži 98%, odrasla žaba 85%), dok čovjek ima 63% vode u tijelu (Delić i Vijtiuk, 2004).

## **2.2. Biotički čimbenici**

Djelovanje biotičkih čimbenika, živih sastavnica biosfere usko je povezano s elementima abiotičkih čimbenika te je njihovo značenje važno zbog uzajamne ovisnosti živih organizama o okolišu u kojem žive. Organizmi su međusobno povezani u zajednice koje često donose dobrobit i jednima i drugima (Scott, 1998). Biotički čimbenici mogu djelovati posredno (prehrambeni odnosi) i neposredno (odnosi između jedinki istih ili različitih vrsta) (Springer, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004). Odnosi između jedinki unutar populacija bit će objašnjeni u sljedećem poglavlju.

## **3. Ekosustav**

Ekosustav je ekološka organizacijska jedinica koja označava organizme i okoliš koji naseljavaju. Svi organizmi koji žive na istom prostoru čine organizacijsku jedinicu koja se naziva životna zajednica ili biocenoza, a može se podijeliti na one životinjskog (zoocenoze) i biljnog sastava (fitocenoze) (Springer, 2001). Prostor koji naseljavaju organizmi naziva se stanište ili biotop (Springer, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004), koje je odlikovano relativno istim biološkim čimbenicima pogodnima za opstanak i život određenih živih bića (Bogut i sur., 2006). Neki od primjera slatkovodnih staništa su potok, rijeka, lokva, bara, jezero (Springer, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004). Svako od ovih staništa karakterizirano je različitim morfološkim, hidrološkim i fizikalno-kemijskim obilježjima, stoga je i naseljeno različitim organizmima koji su takvim uvjetima prilagođeni (Glavač, 2001; Bogut i sur., 2006).

Populacija je naziv za skupinu jedinki iste vrste koje žive na određenom prostoru u određenom vremenu. Populaciju, primjerice čini veći broj jedinki vodenbuha, vretenaca, gatalinki, ribarica itd. Svaka populacija obilježena je s nekoliko glavnih karakteristika: prostornim rasporedom, gustoćom naseljenosti, dobnom strukturom, omjerom spolova, razmnožavanjem, natalitetom, mortalitetom, rastom i održavanjem te odnosima jedinki unutar populacija. Odnosi unutar populacija istih vrsta nazivaju se intraspecijski, a odnosi između populacija različitih vrsta nazivaju se interspecijski odnosi (Delić i Vijtiuk, 2004). Najznačajniji odnosi koji se odvijaju između jedinki

istih vrsta su kompeticijski odnosi (za hranu, stanište, partnera za razmnožavanje). Ako su određeni resursi neophodni za život populacije ograničeni, dolazi do natjecanja za te resurse među njezinim članovima. Vrlo važni odnosi među jedinkama iste vrste su i oni vezani za razmnožavanje, primjerice promjena ponašanja u vrijeme razmnožavanja (Bogut i sur., 2006).

Ovi kompleksni odnosi među jedinkama različitih vrsta mogu se podijeliti na: kompeticiju, amenzalizam, predatorstvo i simbiozu (koju sačinjava mutualizam, komenzalizam i parazitizam) (Bogut i sur., 2004; Delić i Vijtiuk, 2004; Jelenić i sur., 2007).

Kompeticija kao međudjelovanje u obje populacije djeluje nadmetanjem ili suparništvom jedne prema drugoj, neposredno ili posredno. To može biti potreba za hranom, zaklonom i slično (Bogut i sur., 2006). Primjerice, šaran je divlja vrsta kojoj se unosom alohtonih (nedomicilnih) vrsta mijenjaju uvjeti na staništu. Primjerice, unesena populacija babuški mu postaje konkurencija za stanište i na taj način mu ugrožava opstanak (Mrakovčić i sur., 2006).

Amenzalizam je međuodnos dvaju organizma različitih vrsta u kojem je jedan inhibiran, a drugi nema utjecaja (Delić i Vijtiuk, 2004; Bogut i sur., 2006; Jelenić i sur., 2007). Primjerice, uginuli kukci ili rakušci zbog nekih vanjskih utjecaja, mogu biti hrana drugim životinjama.

Predatorstvo je uzajamni odnos predatora i plijena (Delić i Vijtiuk, 2004; Bogut i sur., 2006; Jelenić i sur., 2007). Primjerice štika kao predator hvata plijen skrivajući se u gustoj vodenoj vegetaciji. Hrani se ribama grgečom i deverikom (Bogut i sur., 2006).

Simbioza označava blisku povezanost populacija različitih vrsta. Ako je priroda tog odnosa pozitivna i jednako korisna za oba organizma bez da štete jedan drugome, onda se takav odnos naziva mutualizam. Primjer mutualizma možemo naći u zajednicama algi i lišaja u jezerima (Springer, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004; Bogut i sur., 2006). Ukoliko je odnos pozitivno-negativne prirode, u kojem jedna vrsta organizma ima iznimnu korist na štetu drugoga, riječ je o parazitizmu (Delić i Vijtiuk, 2004; Bogut i sur., 2006). Paraziti žive na račun domaćina te ga na taj način oštećuju, što može uzrokovati povećanje smrtnosti jedinki unutar populacije. Mogu živjeti na površini tijela (ektoparaziti) ili u unutrašnjosti tijela (endoparaziti). Primjerice ličinka parazitskog trzalca živi prihvaćena na ličinki vodencvijeta hraneći se njezinim tjelesnim tekućinama (Antonov Dashinov i Nikolova Vidinova, 2018). Odnos između

organizama koji je po prirodi neutralan, u kojem jedan organizam ima korist, a drugi nema ni štetu niti korist, naziva se komenzalizam (Springer, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004; Bogut i sur., 2006; Jelenić i sur., 2007). Primjerice neke bakterije (komezali) koje žive na organizmu ne uzrokujući mu ni štetu niti korist ili vodene biljke koje služe za odlaganje jajašaca ili ličinki kukaca pritom ih i štiteći (Bogut i sur., 2006), kao što i barski korov može biti zaštita i sklonište nekim ribama (<https://www.researchgate.net/publication/312111111>).

Unutar određenog ekosustava odvijaju se uzajamni procesi kruženja tvari i protoka energije, koji se nazivaju metabolizmom ekosustava koji uključuje sljedeće (prema Bogut i sur., 2006): primanje i vezanje sunčeve energije procesom fotosinteze, konverziju Sunčeve energije u potencijalnu kemijsku energiju, nastajanje primarne organske tvari iz anorganske, potrošnju primarne organske tvari i s njom povezane energije od strane potrošača te njezinu pretvorbu u nove organske spojeve, razgradnja i mineralizacija organske tvari uginulih organizama, iskorištavanje mineralizirane tvari za sintezu primarne organske tvari. Metabolizam vodenih ekosustava može se objasniti i kroz prehrambene odnose.

### **3.1. Međuviznost i hranidbeni odnosi živih organizama slatkovodnih ekosustava**

Svi organizmi unutar nekog ekosustava međusobno su povezani složenim i isprepletenim prehrambenim odnosima (Springer, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004).

Cijeli ciklus započinje Sunčevom energijom koju zelene biljke koriste u procesu fotosinteze. Kako proizvode organsku tvar, prvi koristeći Sunčev izvor energije, takve organizme nazivamo primarnim proizvođačima koji čine temelj svake životne zajednice (Springer, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004; Bogut i sur., 2006). *Autotrofni organizmi* su zelene biljke, alge i više biljke koje se nalaze u osvjetljenom sloju bare ili jezera (Kerovec, 1988; Jelenić i sur., 2007), koje dalje služe kao hrana većim životinjama poput vodenih kukaca i njihovih ličinki (Scott, 1998).

Sljedeću skupinu hranidbenih mreža čine *heterotrofni organizmi*, koje najčešće čine razne životinjske vrste. Heterotrofi su zajednički naziv za potrošače ili konzumente. Njih prema vrsti ishrane dijelimo u više grupa ili skupina. Potrošače koji se hrane organskom tvari (biljkama), nazivamo biljojedi ili fitofagi (na primjer; planktonski račići), dok životinje koje se hrane drugim životinjama nazivamo

mesojedima ili karnivorima (primjerice riblje vrste uklica i bjelica su potrošači 2. reda, pastrva i štika su potrošači 3. reda, dok su čaplja i vidra potrošači 4. reda). Od navedenih potrošača, valja spomenuti i one koji imaju važnu ulogu u ekosustavu, a to su *saprofagi*, koji se hrane detritusom, djelomično razgrađenim uginulim biljnim i životinjskim dijelovima (Kerovec, 1988).

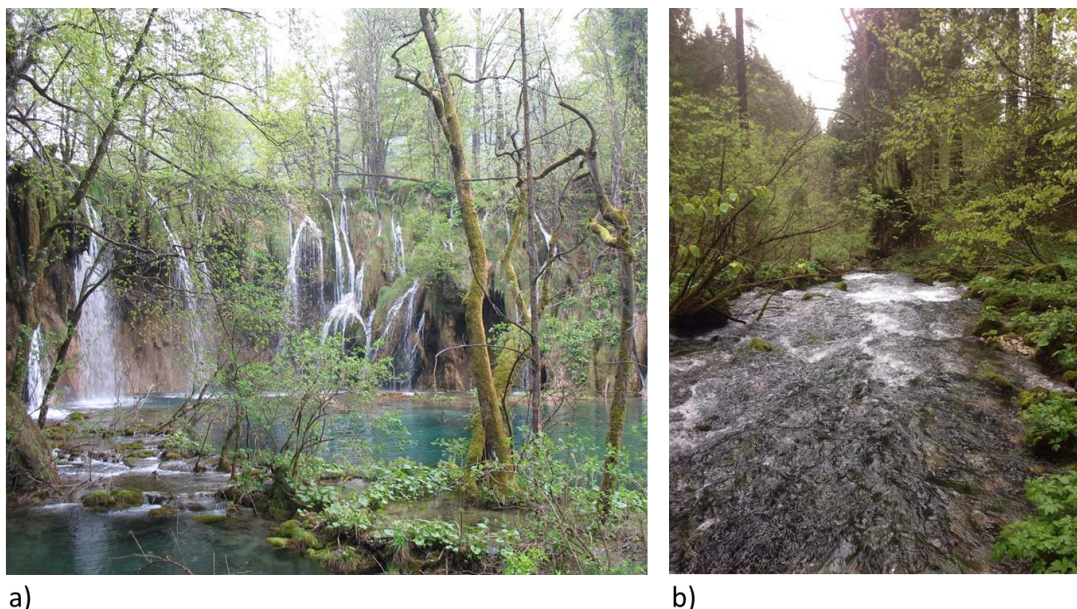
Uz navedene proizvođače i potrošače, osobitu važnost imaju razlagači ili reducenti, u koje spadaju *heterotrofne bakterije* (Kerovec, 1988). One u slobodnoj vodi na dnu stajačice razgrađuju tijela uginulih organizama do jednostavnih spojeva kao što su ugljikov dioksid i mineralne tvari, a njima se biljke zatim ponovno koriste za izgradnju organske tvari (Delić i Vijtiuk, 2004).

Neki od primjera članova prehrambenih mreža u stajaćicama su sljedeći (prema Kerovcu, 1988):

- Proizvođači: fotosintetske bakterije, planktonske alge, alge dna, mahovine, vodena i priobalna makrovegetacija.
- Potrošači I. reda (biljojedi): oni koji se hrane fitoplanktonom (praživotinje, spužve, kolnjaci, mahovnjaci, rašljoticalci, veslonošci, ličinke dvokrilaca, puževi, školjkaši, neke ribe); i oni koji se hrane makrovegetacijom (oblići, vodencvjetovi, puževi, neke ptice, neke ribe, neki sisavci kao vodeni voluhar).
- Potrošači II. reda (mesojedi): oni koji se hrane zooplanktonom (virnjaci, kolnjaci, oblići, veslonošci, ličinke dvokrilaca, mlade ribe); oni koji se hrane većim beskralješnjacima (kornjaši, vretenca, raznokrilaši, ribe, žabe, vodenjaci, kornjače, ptice).
- Potrošači III. reda: hrane se beskralješnjacima i malim ribama, a to su najčešće velike mesojedne ribe (grgeč, pastrva, štika, smuđ, som), žabe, kornjače, zmije, ptice, sisavci (vidra).
- Saprofagi (razlagači): bakterije, praživotinje, oblići, kolnjaci, kolutićavci, ličinke dvokrilaca, veslonošci, rašljoticalci, ljuskari, rakušci, jednakonošci, školjkaši.

## 4. Morfologija slatkovodnih ekosustava

Slatkovodni ekosustavi mogu se podijeliti na vode stajaćice i tekućice (Sl. 1). U stajaćice ubrajamo lokve, bare, ribnjake, močvare, jezera, a u tekućice potoke i rijeke (Kerovec, 1988; Delić i Vijtiuk, 2004; Bogut i sur., 2006; Dobson i Frid, 2009).



Slika 1. Nacionalni park Plitvička jezera: a) jezero Kozjak (primjer stajaćice), b) Crna rijeka (primjer tekućice). (Fotografirala Marina Vilenica).

### 4.1. Fizikalna svojstva kopnenih voda

Kopnene vode nazivamo „slatkim“ vodama zbog njihovog kemijskog sastava kojeg pretežito sačinjavaju karbonati i sulfati (Smith i Smith, 2001; Bogut i sur., 2006). Različita fizikalna svojstva važna su za opstanak i život organizama u vodama, a čine ih gustoća vode, površinska napetost, temperatura, svjetlost, kisik, minerali, supstrat (dno, korito) (Delić i Vijtiuk, 2004) i ostala svojstva poput koncentracije ugljika, boje vode, pH vrijednosti i drugo (Smith i Smith, 2001; Tomašković, 2001; Bogut i sur., 2006).

Gustoću vode određuju temperatura, koncentracija otopljenih soli i tlak vode. Promjenjiva je s kolebanjima temperature i dubinom. Najgušća je na 4°C u dubljim slojevima vode, a najrjeđa uz temperaturu od 0°C izmjerena na površini vode. Zbog manje gustoće, površinska voda se na temperaturi od 0°C zaleđuje. U dubljim

slojevima vode temperatura nikada nije niža ispod 4°C te se upravo zbog najveće gustoće pri toj temperaturi, dubinska voda nikada ne zaleđuje, omogućujući tako preživljavanje vodenim organizmima (Smith i Smith, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004).

Površinska napetost koja nastaje jačim spajanjem molekula na površini vode je poput male opnice koja ima brojne uloge u životu vodenih organizama. Primjerice, neke životinje poput kukca vodene kopnice, mogu se po toj opni kretati bez da se namoče ili potonu. Listovi mnogih biljaka, poput lopoča plutaju na površini vode, bivajući izloženi Sunčevim zrakama, neophodnima za proces fotosinteze (Kerovec, 1988; Scott, 1998; Delić i Vijtiuk, 2004). U vodenim ekosustavima čak postoje i čitave zajednice organizama koje naseljavaju površinski sloj vode, koje se nazivaju neuston (Jelenić i sur., 2007).

Temperatura u vodi je promjenjiva s obzirom na izmjenu godišnjih doba. Voda se grije u proljeće i ljeti, a hladi u jesen i zimi. Najtoplija je pred kraj ljeta, a najhladnija krajem zime. Osim godišnjih fluktuacija temperature, postoje i dnevne. Takva veća kolebanja izraženija su u barama, jer su pliće i voda se pritom lakše hladi i zagrijava. Pri porastu temperature udio kisika se smanjuje i obratno, što je važno kako za metabolizam pojedinih organizama, tako i za metabolizam cijelog ekosustava. U jezerima i rijekama kolebanja temperature su nešto manja (Smith i Smith, 2001; Delić i Vijtiuk, 2004).

Voda, odnosno njezina površina, može primiti visoki intenzitet svjetlosti. Svjetlost dopire do 1 ili 2 metra u dubinu i u tom području se odvija proces fotosinteze uz djelovanje Sunčeve energije i zelenih biljaka (autotrofa) (Delić i Vijtiuk, 2004).

Količina koncentracije kisika je manja u vodi, nego u zraku. Vodeni organizmi uzimaju kisik otopljen u vodi, koji je proizvod kopnenih i vodenih fotosintetskih organizama. Difundira se neprestano iz atmosfere u vodu i obrnuto. Kod organizama često može i doći do gušenja, zbog brze potrošnje kisika u stajaćicama. Valovi, poneki vodopad ili neki drugi način miješanja vode može proizvesti povećanu topljivost kisika, jer se površinski sloj vode pomiješa s dubljom vodom što osigurava i organizmima u dubljim slojevima vode dotok kisika (Smith i Smith, 2001; Bogut i sur., 2006). Eutrofikacija je skupina poremećaja u slatkovodnom ekosustavu, koja se definira kao proces promjene hranidbenog statusa sustava, izazvan onečišćavanjem voda, pretjeranim unošenjem antropogenih tvari ili minerala pomoću atmosferlija i vodenih struja (Vojvodić, 2001; Mason, 2002; Bogut i sur., 2006). Posljedica je

nagomilavanje organskih tvari, prekomjerna potrošnja kisika, što izaziva pomor riba i drugih životnih zajednica (Vojvodić, 2001; Mason, 2002).

## 4.2. Vode stajaćice

Stajaćice se međusobno razlikuju s obzirom na podrijetlo, veličinu, dubinu, fizikalno-kemijska svojstva i biološke čimbenike. Nemaju svoj tok i ne teku u određenom pravcu, tako da je njihova najvažnija karakteristika odsustvo strujanja vode (što pogoduje razvoju planktonskih organizama) te vertikalna stratifikacija ekoloških čimbenika dolazi više do izražaja (Smith i Smith, 2001; Bogut i sur., 2006; Dobson i Frid, 2009). Glavni čimbenik koji pripomaže strujanju, odnosno miješanju vode je vjetar (Smith i Smith, 2001; Bogut i sur., 2006). Prema svojoj površinskoj veličini kopnene vode stajaćice mogu se podijeliti (prema Bogut i sur., 2006) na: lokve (plitke udubine ispunjene vodom koje redovno presušuju), bare (dubinom plitke, svjetlo prodire do dna, što omogućuje razvoj vodenog bilja po čitavom dnu, od jezera se razlikuju po dubini, nemaju vertikalne stratifikacije količine kisika i temperature), jezera (vodena tijela koja nisu povezana s morima i oceanima, u kojima je vjetar glavni čimbenik miješanja stupca vode), močvare (predstavljaju zadnji stadij razvoja vodenih ekosustava, karakterizira ih niski pH, malo hranjivih soli i velika količina detritusa<sup>1</sup>).

### 4.2.1. Postanak jezera

Na postanak jezera utjecali su različiti procesi. Možemo ih podijeliti prema *geološkom procesu postanka* na: tektonska, glacijalna ili ledenjačka, vulkanska, meteorska, umjetna, riječna i druga (Smith i Smith, 2001; Bogut i sur., 2006). Jezera se mogu podijeliti i prema *geografskom položaju* na: tropska, suptropska, umjerena, subpolarna i polarna. Prema *kemijskom sastavu* dijelimo ih na slatka i slana jezera te prema *intenzitetu produkcije ugljika* na slabo produktivna (oligotrofna), vrlo produktivna (eutrofna) i odumirajuća (distrofna jezera ili močvare) (Kerovec, 1988).

Najveći broj jezera na Zemlji nastao djelovanjem ledenjaka, takozvanim procesom glacijacije. Povlačenjem ledenog pokrova koji je dosežao i do nekoliko kilometara nastala su mjestimična udubljenja koja su se ispunila vodom (Smith i Smith, 2001;

---

<sup>1</sup> detritus (otpaci, ostaci) – biološka bestrukturna masa koja taloženjem na dnu tvori muljevituu masu (najčešće u eutrofnim stajaćim kopnenim vodama), sastavljenu od vrlo sitnih čestica djelomično razgrađene organske tvari, nastala raspadanjem organizama, tkiva ili stanica (Đikić i sur., 2001).



Bogut i sur., 2006). Najpoznatija *glacijalna jezera* u svijetu su primjerice Laurentian Great Lakes u Sjevernoj Americi i Loch Ness u Škotskoj. Od izazvanih *vulkanskih erupcija* od kojih nastaju udubljena u zemlji (depresije), može nastati jezero, ukoliko se depresija napuni vodom. Djelovanjem aktivnosti rijeka nastaju *fluvijalna jezera*. Strujanje vode može dovesti do promjene riječnog toka, formirajući na taj način jezero. Za takva jezera je karakteristično da su plitka i uža. Jezera *nastala uslijed udara meteora* u zemlju gotovo su savršenog okruglog oblika. Najpoznatije je Chubb Crater jezero u Kanadi (Bogut i sur., 2006). Također, veliki broj jezera nastao je *čovjekovom aktivnošću*: postavljanjem brana usred poplava, eksploatacijom šljunka ili gline (Bogut i sur., 2006; Dobson i Frid, 2009). Jezero Bundek u Zagrebu primjer je umjetnog jezera, koje je nastalo kao posljedica čovjekove aktivnosti.

Jezera koja se razlikuju prema intenzitetu produkcije ugljika, nastala su pretežno utjecajem čovjeka. Neproduktivna jezera (trofilitička) nastaju unosom velikih količinskih otpadnih anorganskih tvari u jezero te ono prelazi u baru. Slabo produktivna jezera karakterizirana su strmim i stepenastim obalama, malim volumenom trofogene zone, nedostatkom soli u vodama, smanjenim organskim talogom, punom koncentracijom kisika na svim nivoima i u svako doba godine. Voda je vrlo prozirna, plave ili zelene boje s oskudnom priobalnom vegetacijom, malim sadržajem fitoplanktona i prorijeđenom populacijom faune na dnu u kojoj žive stenotermne vrste riba. Vode su dinamičan ekosustav te slabo produktivno jezero nakon nekog vremena, u prirodnom procesu starenja, može prijeći u produktivno (Kerovec, 1998; Smith i Smith, 2001; Dobson i Frid, 2009).

Produktivna jezera obilježavaju sljedeće značajke: široka plitka priobalna zona, širok pojas priobalne vegetacije, veliki volumen trofogene zone, mutnija voda, zeleno-žuta ili smeđe-zelena boja, slabija prozirnost, voda bogata solima, debeli talog organskih slojeva, velika količina fitoplanktona, manjak kisika u hipolimnionu tijekom ljeta, dok je fauna dubokog dna siromašna vrstama (Kerovec, 1988; Smith i Smith, 2001).

#### **4.2.2. Stratifikacija jezera**

U poprečnom presjeku jezera (Sl. 2.) možemo razlikovati nekoliko slojeva vode. Gornji sloj vode, osvjetljeni (eufotički) sloj, koji je ujedno i produktivni (trofogeni) sloj, u kojemu se odvija proces fotosinteze i primarna proizvodnja kisika. Na eufotički

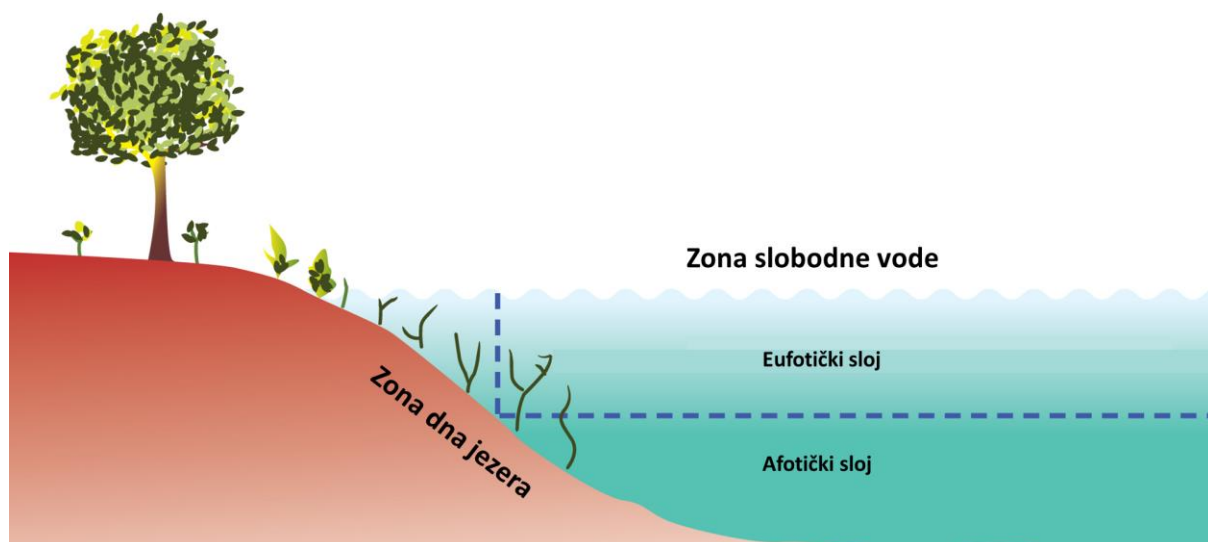
sloj nastavlja se neosvjetljeni (afotički) sloj, koji se još naziva i neproduktivnim (trofilitičkim) slojem, posebno značajan zbog odvijanja bakterijske razgradnje organskih tvari. Posljednji sloj jezera čini dno (bentos) koji se dijeli na tri zone: litoral, sublitoral i profundal (Kerovec, 1988; Dobson i Frid, 2009).

Već je spomenuto kako je vjetar jedini biološki čimbenik koji dovodi do procesa miješanja vode u stajaćicama. Takvo miješanje dovodi do bogaćenja gornjih slojeva vode s mineralnim solima iz donjih slojeva jezera. Također, veći je unos kisika u dublje slojeve što potpomaže procesu intenzivne bakterijske razgradnje organskih tvari u jezeru (Kerovec, 1988, Dobson i Frid, 2009).

Prema izmjenama godišnjih doba, mijenja se i temperatura u slojevima stajaćicama. Površina vertikalno stratificiranog jezera naziva se epilimnij. Izmjenom godišnjih doba, temperatura vode u epilimniju se mijenja, a u donjem dubokom sloju koji se naziva hipolimnij, zadržava stalnu nisku temperaturu vode (Kerovec, 1988).

#### 4.2.3. Život u jezerskim zajednicama

Jezero se može podijeliti na određene zone, koje su nastale djelovanjem osnovnih ekoloških čimbenika: temperature, svjetlosti, otopljenih plinova, soli te podloge jezerskog dna (Sl. 2). Takva raznolikost u slojevima jezera čini više životnih staništa, koja pogoduju razvijanju životnih zajednica različitih populacija (Kerovec, 1988; Bogut i sur., 2006; Dobson i Frid, 2009) (Sl. 3).



Slika 2. Poprečni presjek jezera (preuzeto i prilagođeno s web stranice <https> 2).

Jezerska staništa možemo razvrstati u nekoliko zona (prema Kerovcu, 1988):

1. Zona slobodne vode (limnion)

Ovaj sloj vode obuhvaća vodenu masu od površine jezera do dna, koji se dijeli na *eufotički* i *afotički* sloj. U eufotičkom sloju su za organsku produkciju zaslužne planktonske zajednice koju čine biljni plankton ili fitoplankton, primjerice mikroskopske alge koje bujaju zahvaljujući svjetlosti i dospjelim hranjivim tvarima s okolnog tla (Scott, 1998), te životinjski plankton ili zooplankton. Osim navedenih planktonskih zajednica u slobodnoj zoni živi i veći broj riba koje čine nekton. Sunčeva svjetlost ne prodire u afotički sloj te tamo nema primarne proizvodnje, no on je značajan zbog intenzivne bakterijske razgradnje organskih tvari.

2. Zona dna jezera (bental, pedon)

Zona dna jezera dijeli se na tri podzone: litoral, sublitoral i profundal. Zajednice organizama koje naseljavaju bental, nazivaju se bentos.

2.1. Litoralna zona obuhvaća priobalje do 30 m dubine te je karakterizirana najvećim brojem različitih organizama. Litoralna zona obuhvaća 4 pojasa različitih karakteristika:

- a) Priobalni pojas trstike i šaša – gdje uz obilje organskih tvari obitavaju žabe, zmije, kornjače, vodene ptice, puževi, brojne ličinke, odrasli kukce i ostale životinje. Trstika i šaš ovo priobalno područje zaštićuju od udara valova (Bogut i sur., 2006).
- b) Pojas plivajuće vegetacije – koji čine ukorijenjene biljke čiji listovi plutaju na površini: lopoč (*Nymphaea alba*), lokvanj (*Nuphar luteum*) i vodeni orašak (*Trapa natans*), i samoplivajuće biljke: vodena leća (*Lemna* sp.) i vodena paprat (*Salvinia natans*).
- c) Pojas podvodne vegetacije – čini područje između 3 do 7 metara dubine. Neke od biljaka koje dominiraju u ovom području su: krocanj (*Myriophyllum* sp.), vošćika (*Ceratophyllum* sp.) i vodena kuga (*Helodea canadensis*). U ovom pojasu odvija se proces fotosinteze kojim se proizvodi velika koncentracija kisika, što pogoduje mnogim životinjskim vrstama poput onih iz skupina: praživotinja (Protista), kolnjaka (Rotatoria), maločetinaša

(Oligochaeta), mekušaca (Mollusca), rakova (Crustacea), vodenih kukaca (Insecta). Ovaj pojas se može protezati i duž obale tvoreći guste podvodne livade (Bogut i sur., 2006).

d) Pojas kompaktnih livada višestaničnih algi-parožina (*Chara*, *Nitella*) – proteže se od 7 metara dubine do dubine doseg litoralne zone. Zbog dovoljnog protoka svjetlosti, koncentracija kisika je veća od koncentracije ugljikova dioksida. Neke od životinja koje žive u ovom području su: puževi (Gastropoda), rakušci (Amphipoda), jednakonošci (Isopoda), ličinke trzalaca (Chironomidae-Diptera).

S obzirom na dominantni substrat, dno litorarne zone može biti pješčano, kamenito i muljevito. Svaku od te tri vrste dna naseljavaju različite životne zajednice.

Na pješčanom dnu najbrojnije skupine životinja su ličinke trzalaca (Chironomidae) i maločetinaša (Oligochaeta – *Tubifex* sp.), zatim trepetljikaša (Protozoa – Ciliata), kolnjaka (Rotatoria), školjkaša (Bivalvia), ličinke vodencvjetova (Ephemeroptera), vretenaca (Odonata) i tulara (Trichoptera).

Životinjske zajednice na kamenitom tlu mogu živjeti sjedilačkim, polusjedilačkim ili pokretnim načinom života. Neke od tih životinjskih skupina su spužve (Porifera), mahovnjaci (Bryozoa), virnjaci (Turbellaria), puževi (Gastropoda), ličinke tulara (Trichoptera), pijavice (Hirudinea). Pomaknemo li kamenje možemo susresti rakušce (Amphipoda), vodenabure (Isopoda) i neke druge životinje.

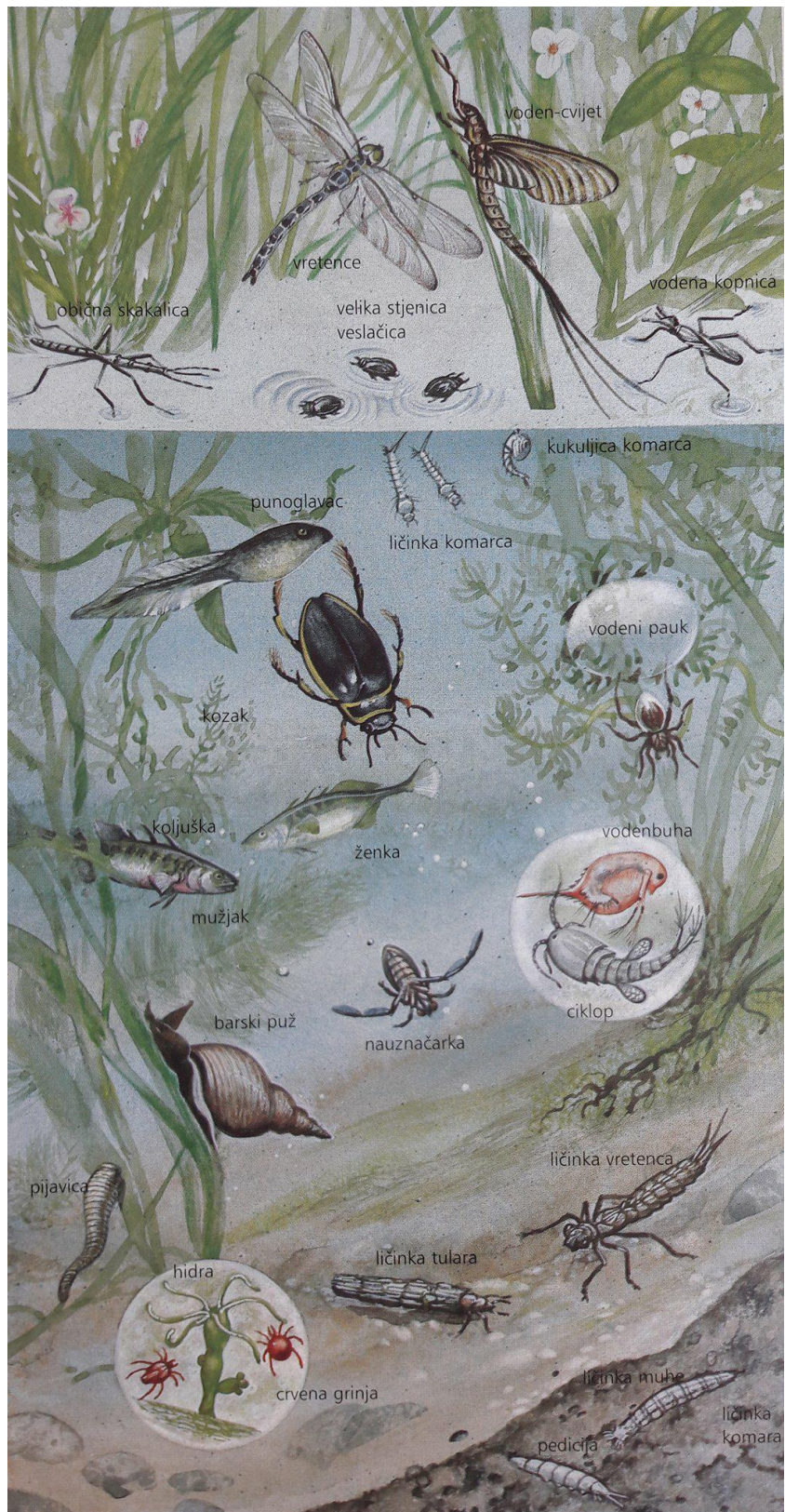
U dubljim dijelovima dna, čestice substrata su vrlo sitne, čineći dno muljevitim. Talože se i veće količine organskog detritusa, čime se hrane organizmi rasprostranjeni u ovom području. Muljevito dno stanište je životinjskim skupinama poput puževa (Gastropoda), školjkaša (Bivalvia) i ličinki tulara (Trichoptera).

2.2. Sublitoralna zona seže od 30 m do 180 metara dubine, a karakterizirana je vrlo malim protokom svjetlosti ili njenim potpunim izostankom. Organizmi koji naseljavaju ovu zonu su prema načinu prehrane samo

konzumenti (životinje) i reducenti (bakterije) koji iz litoralne zone dobivaju hranu i kisik. Neke od prisutnih životinjskih skupina su spužve, rakušci i drugi.

2.3. Profundal ili dubinska zona zauzima prostor ispod 180 metara dubine, gdje se dno sastoji od finog mulja. Obilježena je stalnom niskom temperaturom vode, potpunim izostankom svjetlosti te niskom koncentracijom kisika. Ovdje žive životinje poput puževa, rakušaca i drugih vrsta koje se hrane organskim česticama, koje su im glavni izvor hrane.





Slika 3. Živi svijet u vodi stajaćici (preuzeto iz Scott, 1998).

### 4.3.Vode tekućice

Osnovna karakteristika tekućica je konstantno strujanje vode, zbog čega ovakva staništa predstavljaju dinamički i otvoreni hidrološki sustav. U svakoj tekućici dolazi do longitudinalne izmjene fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstva od izvora do ušća (Bogut i sur., 2006; Dobson i Frid, 2009). Fizikalna svojstva i tok glavni su čimbenici koji upravljaju životom u aktivno tekućoj vodi. Varijacija u vremenu i prostoru, ključne su značajke tekućih voda koji oblikuju stanište koje naseljavaju organizmi prilagođeni na svaki postojeći tip staništa (Giller i Malmqvist, 1998; Dobson i Frid, 2009). Tekućice možemo podijeliti na izvore, potoke i rijeke. Potoci i rijeke imaju svoj tok, korito, izvor, ušće i lijevu i desnu obalu. Brzina vode ovisi o nagibu korita, propusnosti korita i količini vode (Giller i Malmqvist, 1998; Bogut i sur., 2006; Dobson i Frid, 2009).

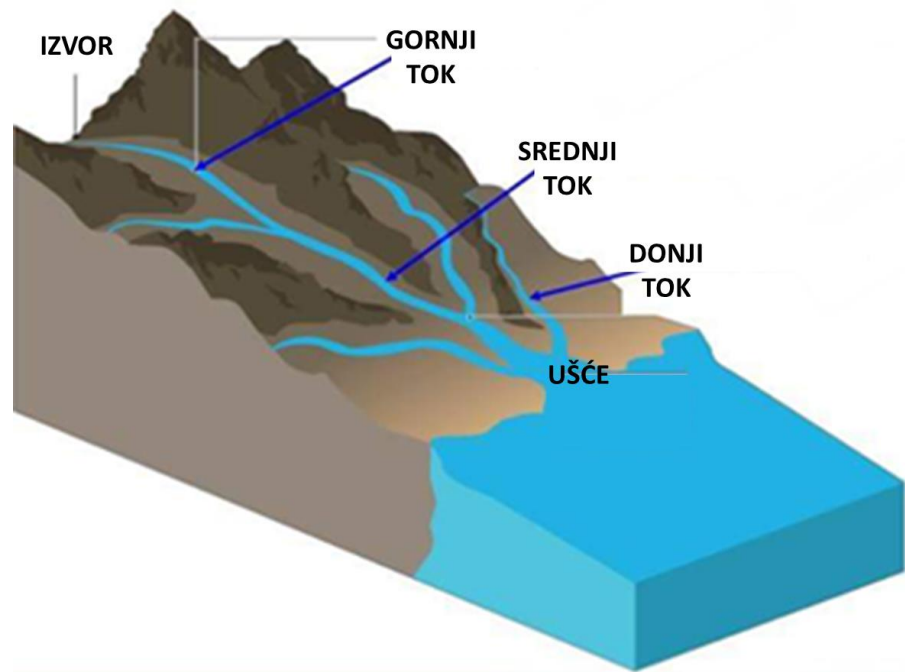
Tekućice imaju svoje slivove, mogu se prelijevati jedna u drugu te su tako međusobno povezane. Prema fizikalno-kemijskim svojstvima (brzini vode, supstratu, temperaturi vode, količini kisika, količini ugljikovog dioksida) tekućice se mogu podijeliti na sljedeće zone: gornji, srednji i donji tok (Kerovec, 1988; Dobson i Frid, 2009) (Sl. 4).

Značajne karakteristike gornjeg toka su: kameno korito, brža strujanja vode, veća koncentracija kisika te male oscilacije temperature (koja je niska većinu godine). Životinje koje naseljavaju gornje tokove tekućica prilagođene su navedenim okolišnim uvjetima. Tako primjerice potočna pastrva zahtijeva niske temperature vode. Organizmi koji žive u gornjem toku, prilagođeni su uskom rasponu niskih temperaturnih vrijednosti i nazivaju se stenotermni organizmi (Kerovec, 1988; Bogut i sur., 2006; Dobson i Frid, 2009).

Dolazeći do srednjeg toka, korito ima drugačiji supstrat kojeg uglavnom sačinjava šljunak i pijesak. Brzina vode i koncentracija kisika su nešto manji nego u gornjem toku, dok su kolebanja temperature i koncentracija ugljikovog dioksida veća. Zbog manje ekstremnih životnih uvjeta (primjerice temperature vode), u srednjem toku nailazimo veću raznolikost živoga svijeta (Kerovec, 1988; Giller i Malmqvist, 1998; Bogut i sur., 2006).

U donjem dijelu riječnog toka korito je muljevito ili pjeskovito s puno detritusa što je uvjetovano malom brzinom vode. Ovu zonu tekućica naseljavaju detritofagni (saprofagni) organizmi poput raznih vrsta iz skupina maločetinaša (Oligochaeta),

školjkaša (Bivalvia), raznih ličinaka kukaca te rakova (Crustacea) posebice onih iz skupina ljuskara (Ostracoda), jednakonožaca (Isopoda) i rakušaca (Amphipoda) (Kerovec, 1988, Giller i Malmqvist, 1998). Donji tokovi tekućica imaju ponekad i neke karakteristike voda stajaćica, poput većih kolebanja temperature, kisika i ugljikova dioksida (Bogut i sur., 2006).



Slika 4. Zonalna podjela tekućica (preuzeto i prilagođeno s web stranice [https 3](https://3)).

Vodeni kukci su među najbrojnijim organizmima koji naseljavaju slatkovodne ekosustave. Neki od najčešćih su vodencvjetovi, obalčari, tulari, vretenca, muljari, dvokrilci, kornjaši i drugi (Kerovec, 1988; Giller i Malmqvist, 1998).

## 5. Prilagodbe životinja na život u vodi

Životinje koje naseljavaju slatkovodne ekosustave morale su se raznim anatomskim i morfološkim prilagodbama adaptirati na život u vodenom okolišu. Pokretanje kroz gusti vodeni sadržaj zahtijeva hidrodinamičan oblik tijela, koji imaju ribe i neke ličinke vodencvjetova (Kerovec, 1988; Delić i Vijtiuk, 2004; Bogut i sur., 2006) (Sl. 5a).



Neke životinje imaju noge veslalice prilagođene za plivanje prema naprijed. Stražnji par nogu je vrlo dug, spljošten i s resastim čekinjama, što im omogućava veslanje kroz vodu, kao što je to primjerice u kukaca obrubljenog kozaka (Sl. 5b), modre nauznatke i vodene kopnice (Kerovec, 1988; Matoničkin i sur., 1999; Delić i Vijtiuk, 2004).

Nadalje, zahvaljujući prilagodbama koje ih održavaju u stupcu vode, neke životinje mogu plutati na vodi bez da potonu s prestankom aktivnog plivanja. Tako ribe imaju plivaći mjehur, dok ličinka fantomske mušice ima dva para zračnih vrećica i pluta gotovo nevidljiva blizu vodene površine (Bogut i sur., 2006). Vodenbuhe imaju čekinje na ticalima koje im također omogućuju lakše održavanje u vodi (Matoničkin, 1990; Delić i Vijtiuk, 2004; Bogut i sur., 2006).

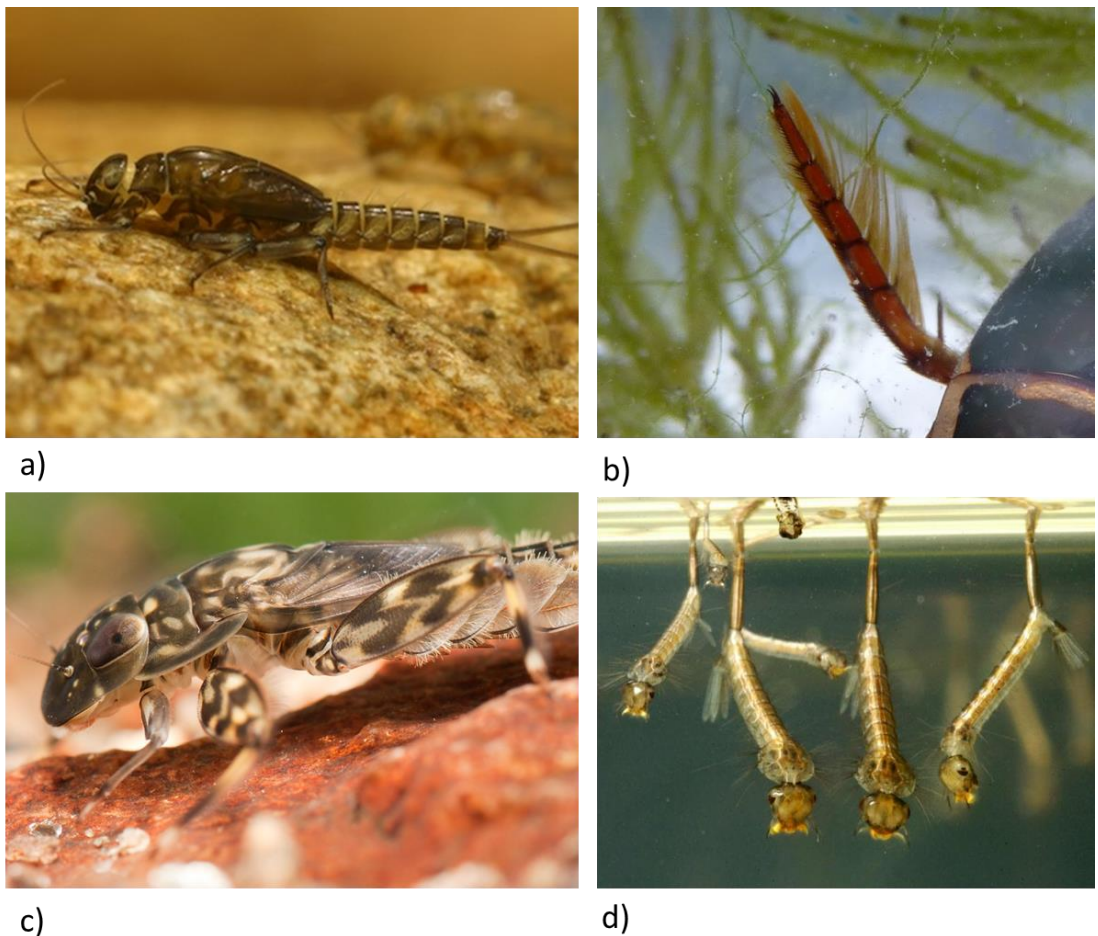
U vodama tekućicama, struja vode je često vrlo snažna. Životinje su se morale prilagoditi i takvim uvjetima, razvivši prilagodbe koje sprječavaju da ih odnese struja vode. Među takvim prilagodbama je i leđno-trbušna spljoštenost tijela, kao što je slučaj u mnogih rakušaca i ličinki vodencvjetova (Delić i Vijtiuk, 2004) (Sl. 5c). Nadalje, pijavica ima prijanjaljku kojom se čvrsto drži za životinju domadara. Mnoge takve vrste žive sjedilačkim načinom života te ukoliko otplove sa staništa, uginuće im je neizbježno (Kerovec, 1988; Bogut i sur., 2006). Ličinke tulara se pomoću pandžica prihvaćaju za kamenje, pletu mrežice koje im služe za lov pomoću kojih hvataju hranu u sigurnosti svog zaklona. Također, grade kućice od pijeska i kamenčića te se na taj način zaštićuju od snažne struje vode (Kerovec, 1988; Delić i Vijtiuk, 2004).

Kod prilagodbi za disanje, neke životinje udišu molekularni kisik otopljen u vodi dok neke moraju izlaziti na površinu vode kako bi udahnule zrak iz atmosfere (Matoničkin, 1990; Delić i Vijtiuk, 2004). „Životinje koje udišu otopljeni kisik iz vode dišu na neki oblik škrge, dok one koje udišu atmosferski zrak ili dišu na pluća ili imaju uzdušnice (traheje)“ (Delić i Vijtiuk, 2004/str. 258). Životinje koje imaju škrge, kao što su ličinke vodencvjetova i vretenaca, dobivaju potrebnu količinu kisika ritmičkim pokretima uzdušničkih škrge, dok ličinke tulara uzimaju kisik kroz škrge valovitim gibanjima tijela u brzom strujanju vode (Kerovec, 1988; Delić i Vijtiuk, 2004).

Ličinke komaraca, kao i njihove kukuljice, vise s donje strane površinske „kožice“ te pomoću disajne cijevi, koja se još naziva sifon, primaju kisik iz atmosfere (Kerovec, 1988) (Sl. 5d). Obrubljeni kozak ima spremnik s kisikom pod krilima i diže se na vodenu površinu jedino kada ga treba napuniti. Barski puževi imaju u tijelu takozvana

jednostavna pluća koja pune kisikom povremenim izlascima na vodenu površinu (Kerovec, 1988; Matoničkin, 1990; Delić i Vijtiuk, 2004).

Nadalje, neke životinje žive u muljevitom dnu, u kojemu nema dotoka kisika ili je koncentracija vrlo niska. Maločetinaš glibnjača (*Tubifex tubifex*) živi u tuljcima koje je sam izgradio, a iz njih izlazi kada treba udahnuti otopljeni kisik, čime pomažu valovitim gibanjem svojega tijela. Osim toga, imaju u krvi posebnu vrstu heoglobina koja može apsorbirati i najmanju količinu kisika iz vode. U slabo oksidiranom mulju žive i neke vrste trzalaca (*Chironomus* sp.) (Delić i Vijtiuk, 2004).



Slika 5. Neke od prilagodbi životinja na život u slatkovodnim ekosustavima: a) hidrodinamičan oblik tijela ličinke vodencvijeta (preuzeto sa web stranice [https 4](https://4)), b) noga plivalica obrubljenog kozaka (preuzeto s web stranice [https 5](https://5)), c) leđno-trbušna spljoštenost ličinke vodencvijeta (preuzeto s web stranice [https 6](https://6)), d) udisanje kisika pomoću dišne cijevi u ličinki komaraca (preuzeto s web stranice [https 7](https://7)).

## 6. Najčešće životinje koje možemo sresti u slatkovodnim ekosustavima

S obzirom na različite značajke pojedinih slatkovodnih ekosustava, oni su naseljeni i različitim zajednicama, koje mogu biti trajne ili stalne ili mogu biti podvrgnute manjim ili većim promjenama (Matoničkin i Erben, 1994). Velik je broj i mnogo je različitih vrsta životinja koje možemo sresti prilazeći bari ili jezeru, rijekama i potocima (Sl. 6). Po svojim različitim karakteristikama podijeljeni su na beskralješnjake i kralješnjake. Spomenut ćemo najčešće skupine životinja kopnenih voda.



Slika 6. Primjer životinjske raznolikosti u rijekama donjih tokova (preuzeto s web stranice [https 8](https://8)).

### 6.1. Beskralješnjaci

Beskralješnjaci su mnogostanični heterotrofni organizmi s razvijenim organima i organskim sustavima, za koje je najčešće karakteristično bilateralno simetrično tijelo (95% beskralješaka) u kojem nema razvijenog unutrašnjeg skeleta. Njihovo važno strukturalno obilježje je troslojna građa tijela koja se sastoji od vanjskog ektoderma, unutarnjeg endoderma i mezoderma između njih. U svakom od ta tri sloja razvijaju se svi organi i organski sustavi. Od beskralješnjaka ćemo spomenuti samo najčešće skupine (Matoničkin, 1990, Habdija i sur., 2011).

### 6.1.1. Beskolutićavci

Beskolutićavci su značajni po tome što nemaju celom, nemaju pravu segmentaciju tijela, po tome niti podjelu tijela na kolutiće. Neke od tih životinja predstavnici su iz koljena plošnjaka (Platyhelminthes), oblića (Nematoda) i mekušaca (Mollusca) (Matonićkin, 1990; Habdija i sur., 2011).

**Plošnjaci** su životinje jednostavnog i nekolutićavog tijela među kojima možemo razlikovati slobodno-živiće i nametničke vrste. Njihova tjelesna šupljina ispunjena je schizocelnim tkivom koji ima i funkciju hidroskeleta, takozvanog potpornog tkiva (Matonićkin, 1990; Habdija i sur., 2011). Ni u jednoj od skupina plošnjaka ne postoji probavilo, nego se hrana uzima iz domadara preko površine tijela. Nemaju niti crijevni otvor, osim jednostavnih usana koje su preuzele tu funkciju (Matonićkin, 1990). Imaju izgrađenu sinaptičku živčanu mrežu, čije živčane stanice služe kao osjetni i motorni neuroni. Nemaju izgrađen sustav za disanje, već se dišni plinovi izmjenjuju kroz površinu tijela jednostavnom difuzijom (Matonićkin, 1990; Habdija i sur., 2011).

Koljeno plošnjaka je podijeljeno u tri razreda s oko 12 400 vrsta od kojih možemo izdvojiti razred virnjaka (Turbellaria) (Sl. 7). Prema stupnju razvijenosti pripadaju najjednostavnijim beskolutićavcima. Dugački su od 0,5 do 20 milimetara, trbušna strana im je ravna, a leđna pomalo i zakrivljena. Virnjaci pretežno žive slobodno u moru, kopnenim vodama i vlažnim kopnenim staništima, a samo neki žive kao nametnici ili paraziti. Tijelo im je prekriveno trepetljivom epidermom koja ima zaštitnu funkciju. Virnjaci su prema načinu ishrane predatori, jer se hrane zooplanktonom, kukcima, sitnim račićima, ali i detritusom. Imaju jednostavan živčani sustav s tipičnim osjetnim i motoričkim neuronima. Virnjaci su pretežno dvospolci, jer svaka jedinka sadrži muške i ženske spolne organe. Također, imaju i veliku sposobnost regeneracije. Odsječeni prijašnji prednji ili zadnji dio će se ponovno razviti (Matonićkin i Erben, 1994, Schockaert i sur., 2008, Habdija i sur., 2011). Njihova rasprostranjenost varira zbog povijesnih i geoloških razloga. Pronađene su i zabilježene različite vrste diljem Zemlje, sa sveukupnim brojem oko 1403 vrsta. (Schockaert i sur., 2008).



Slika 7. Virnjak (preuzeto s web stranice <https> 9).

**Mekušci** su životinje bilateralnog ili asimetričnog te nečlankovitog oblika tijela. Tijelo im je mekano, obavijeno kožnim naborom (plaštom), koji u većine mekušaca izlučuje bjelančevine i vapnenački sastav tvoreći oblik vapnenačke ljušture, čija je uloga štititi mekano tijelo. Veličina ljušture ovisi o stupnju rasta mekušca, dok boja ljušture ovisi o nastajanju odbijenih svjetlosnih zraka od vrlo tankih listića kalcijeva karbonata zbog čega su ljuštke većinom u unutrašnjosti sedefaste (Matoničkin, 1990). Postigli su najveći stupanj u razvoju beskolutičavaca te osim karakteristika koje su zajedničke svim mekušcima, postoje i brojne razlike u njihovim osobinama. Primjerice, ljuštka može biti izgrađena od jednog, dva ili čak osam dijelova, zbog čega ih možemo razvrstati u mnogoljušturaše, jednoljušturaše, trbožlijebce i školjkaše. Tijelo im se sastoji od glave, trupa i stopala, imaju srce i krvne žile te pretežno jedan par škrga za disanje. U tijelu nekih mekušaca koji nemaju razvijene škrge, ulogu pluća obavlja šupljikavi dio njihove ljuštke (plašta). Stijenku tijela čine epiderma i mišići. (Matoničkin, 1990; Matoničkin i Erben, 1994; Habdija i sur., 2011). Po spolnosti mogu biti dvospolci ili različitog spola. Prvotno stanište im je bilo more, odakle su se proširili i u kopnene vode i na kopno. U vodama najvećim dijelom žive na dnu, ali postoje i plivajuće vrste. U kopnenim vodama od mekušaca spomenut ćemo razrede puževa (Gastropoda) i školjkaša (Bivalvia) (Matoničkin, 1990; Matoničkin i Erben, 1994; Habdija, 2011).

Izgled puža je prepoznatljiv po njegovoj kućici, sporom kretanju i sluzavom opnastom prekrivaču. S obzirom na broj vrsta, pripadaju najvećoj skupini mekušaca te je njihovo tijelo mnogo složenije nego u ostalih mekušaca. Puževa utroba je nesimetrična, a kućica je spiralno savijena, na glavi imaju jedan ili dva para ticala. Pri dnu ticala puževa plućnjaka nalaze se oči. Epiderma puževa je jednoslojna, dok je na stopalu i trepetljikava. Epiderma je srasla s kućicom na samo dva dijela, na rubu plašta i s unutrašnje strane. Stopalo je potplatasto i ispunjeno mišićnim prugama povezanim s trbušnim dijelom kožno-mišićnog sloja te prekriveno sluzavom podlogom koja im omogućava lakše kretanje i pričvršćivanje za podlogu. Puževa kućica se može razlikovati u debljini i obliku tijela, ovisno o staništu na kojem se nalazi. Karakteristike puževa koji žive u tekućim vodama razlikuju se od puževa stajaćih voda po načinu života. Uglavnom nastanjuju rijeke brzih tokova, zbog čega žive sjedilačkim načinom života te su morali razviti neke prilagodbe poput puno šireg i većeg stopala u odnosu na utrobu za lakše pričvršćivanje za podlogu (Matoničkin i Erben, 1994; Matoničkin, 1990; Habdija i sur., 2011).

U našim krajevima poznat je obični barnjak (*Lymnaea stagnalis*) iz porodice barnjaka (Lymnaeidae). Oblik kućice im je vrlo promjenjiv. Žive u vodama stajaćicama, točnije u barama. Osnovna karakteristika ovoga puža je da se evolucijski razvio od kopnenog pretka te se morao prilagoditi vodenim uvjetima (šupljikavi plašt u ulozi pluća), zbog čega dolaze iz reda vodenih puževa plućnjaka (Basommatophora). Žive i kreću se ispod plivajućih listova barske vegetacije ili „vise“ s površinske kožice, hraneći se pritom planktonom, algama, čak i jajima nekih životinja (Sl. 8). U probavljanju hrane koja se odvija u mišićavom želucu pomažu kamenčići koje je progutao. Po spolnosti je dvospolac i razmnožava se međusobnom oplodnjom dvije jedinke. Prilikom parenja jedan preuzima ulogu mužjaka, a drugi ženke, sljedeći put se uloge mijenjaju. Svoja jajašca odlažu na okolno vodeno bilje (Matoničkin, 1990; Habdija i sur., 2011)





Slika 8. Puž barnjak (preuzeto s web stranice <https> 10).

Tijelo školjkaša je bilateralno simetrično i smješteno unutar lijeve i desne vapnenačke ljušture. Ljušture su u nekim kopnenim vodama građene od dva vapnena sloja, vanjski je prizmatičan, a unutarnji sedefast. Lijeva i desna ljuštura spojene su ligamentom i dva mišićna zatvarača i zajedno se nazivaju školjka, a životinja školjkaš. Vanjska površina ljuštice može biti glatka ili skulpturirana (rebrasta, prugasta, naborana i sl.). Crta na vrhu koja spaja dvije ljuštice je glavni rub ljuštice, koji je sastavljen od zubića, jamica i brazda koje se međusobno nadopunjavaju, što sprječava njihovo klizanje. Oblici tih bravica su različiti i koriste se prilikom određivanja vrste školjkaša. Školjkaši se pričvršćuju na podlogu putem sluzi koju izlučuju iz stopala na kojima se između mišića nalaze mnogobrojne žlijezde. Tijelo im je jednostavne građe, nemaju glave, očiju, ticala, čeljusti ni trenice, a stopalo je često sjekirasto. Izmjena plinova kod disanja se obavlja putem škrge, stopala i ljuštice. Najčešće su stanovnici mora, tek ih je ponešto u kopnenim vodama i to u muljevitom, pjeskovitom dnu, kao npr. bezupka (*Anodonta cygnea*) i slikarska lisanka (*Unio pictorum*) te najčešće žive polusjedilačkim načinom života, a neki potpuno sjedilačkim (Matoničkin, 1990). Većina školjkaša kopnenih voda živi ukopana u sediment ili su prilagođene na isušivanje slatkovodnih staništa (Habdija i sur., 2011).

Zanimljiva karakteristika školjkaša kopnenih voda je razlika u načinu razmnožavanja od razmnožavanja školjkaša u moru. Zbog otežanih uvjeta, poput brzih strujanja tekućica ili male gustoće slatke vode, ličinke školjkaša bi se teško razvijale,

stoga su predstavnici kopnenih voda razvili načine kako prilagoditi embrionalni razvitak (Habdija i sur., 2011). Primjerice, bezupke (Sl. 9), svoja jaja zadržavaju na škrgama. Iz tih oplođenih jaja, izlegu se ličinke – glohidije koje imaju par trokutastih ljusaka, gdje iz sredine tih ljusaka izlaze dugačke niti do 1,5 cm koje im služe za prihvaćanje na peraje ili škrge riba, što znači da dijelom žive nametničkim načinom života. Svojim ljuskama ozljeđuju epidermu ribe. U periodu razvitka glohidija od 2 do 10 tjedana, razvijaju se mišići, škrge, stopala, zatvarači i ljuske. Njihov nametnički život prekida se kada se riba okrzne o vodeno bilje ili kakav kamen, tada one padaju na dno i nastavljaju daljnji život (Matoničkin, 1990; Habdija i sur., 2011).



Slika 9. Bezupka (preuzeto s web stranice <https> 11).

Školjkaši kopnenih voda se hrane planktonom i lebdećim organskim česticama koje filtriraju pomoću svojih listićavih škrge (Matoničkin, 1990) zbog čega su važni za autopurifikaciju (samopročišćavanje) vode i mineralizaciju organske tvari (Delić i Vijtiuk, 2004; Habdija i sur., 2011).



### 6.1.2. Mnogokolutićavci (Polymeria)

Vrstama najraznolikiju skupinu beskralješnjaka čine mnogokolutićavci. Njima pripadaju dva koljena: kolutićavci (Annelida) i člankonošci (Arthropoda) (Matoničkin, 1999; Habdija i sur., 2011).

Više od  $\frac{3}{4}$  životinjskog svijeta (preko milijun poznatih vrsta) pripada člankonošcima. Raspoređeni su u tri skupine: troreznjaci (Trilobita), kliještari (Chelicerata) i čeljusnici (Mandibulata) (Matoničkin, 1999; Habdija i sur., 2011).

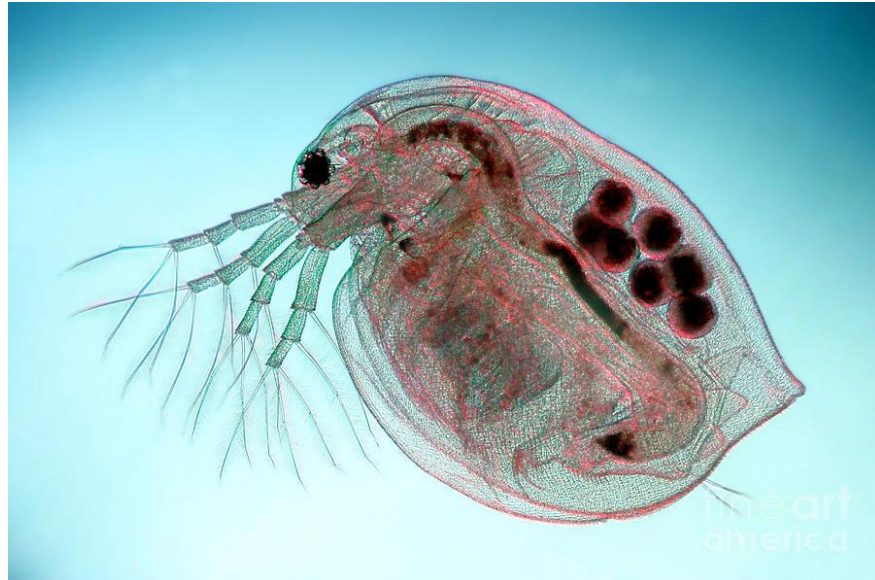
Iz skupine čeljusnika spomenut ćemo potkoljeno škrगाša, u koje pripada razred rakova (niži rakovi, viši rakovi) te potkoljeno uzdušnjaka, među kojima su najznačajniji razred kukci (Matoničkin, 1999; Habdija i sur., 2011).

Škrगाši na glavi imaju dva para ticala, pa se još nazivaju i dvoticalci (antene i antenule). Dišu pomoću škrга koje im na tijelu nastaju kao nabori ili privjesci oko udova. Njima pripada samo jedan razred – **rakovi** (Crustacea) (Matoničkin, 1999; Habdija i sur., 2011). Primarno stanište rakova je voda, pri čemu najviše vrsta živi u moru, zatim u kopnenim vodama i najmanje na kopnu. Na glavi se ističu dva para ticala koji služe kao osjetni organi, ali se koriste i za kretanje i pridržavanje. Prva ticala imaju, antenule, koje najčešće služe za primanje mirisnih i opipnih podražaja i imaju jedan ili dva biča na stručku. Druga ticala, antene su izgrađene kao rošljaste nožice, koje im služe za veslanje. Ima donju i gornju čeljust, koja je jače razvijena i pomaže pri žvakanju hrane. Stanična epiderma u rakova iz kože izlučuje oko čitavoga tijela kutikulu koja je očvrsnuta kalcijevim karbonatom i fosfatom u jaki vanjski skelet. Razlikujemo niže i više rakove (Matoničkin, 1999; Habdija i sur., 2011).

Niži rakovi, građom mogu biti primitivnije ili složenije građeni. Imaju različit broj kolutića i nogu (od 6 do 60). Toj skupini pripadaju razredi škrgonožaca, ljuskara, vitičara i mnogih drugih. U kopnenim vodama žive još školjkoljuskaši (Conchostraca) i rašljoticalci (Cladocera).

Od skupine rašljoticalca najpoznatije su vodenbuhe (Daphnidae) (Sl. 10), koje pripadaju skupini listonožaca, koji imaju krajnje nožne članke listolike sa škržnim resicama. Trup im je sastavljen od vrlo malo kolutića, svega 4 – 6, pa je i toliki broj parnih nožica. Maleni su račići, dugački svega par milimetara. Hrane se fitoplanktonom. U vodama stajaćicama se kreću vertikalno i u trzajima. Tijelo im je prozirno i višestanični su organizmi izuzev svojoj veličini. Imaju mozak, živčani i probavni sustav, oči, srce, sustav za kretanje, disanje i razmnožavanje (Matoničkin,

1999; Habdija i sur., 2011). U ribnjacima i jezerima. glavna su a ponekad i jedina hrana ribama. Osim vodenbuha u kopnenim vodama možemo susresti i lećastog škrgoljuskaša (Matoničkin, 1999).



Slika 10. Vodenbuha (preuzeto s web stranice <https://12>).

Razredu ljuskara (Ostracoda) pripadaju sićušni račići veličine oko 1 milimetar (Matoničkin, 1999, Habdija i sur.,2011). Iako mogu plivati, najčešće borave u muljevitom dnu hraneći se algama (Matoničkin, 1999). Tijelo im se nalazi unutar skulpturirane ljušture, bez vidljivih kolutića koja podsjeća na školjku, jer se može zatvoriti i otvoriti uz pomoć mišića (Sl. 11). Razdvojena su spola i razlikuju se po obliku ljuski. Mužjaci na svojim ljuskama imaju veliki organ za parenje i kukice kojima pridržavaju ženke. Često se razmnožavaju i partenogenezom, ukoliko im je razvatak skraćen. Dišu pomoću epiderme koja se nalazi s unutrašnje strane ljuski. Naseljavaju mora i kopnene vode (Matoničkin, 1999; Habdija i sur., 2011). Neka slatkovodna staništa mogu povremeno presušiti prilikom čega ličinke, jaja i odrasle jedinke prelaze u stanje povremene isušenosti tijekom (anabioze) pomoću koje organizmi imaju povećanu sposobnost preživljavanja u ekstremnim uvjetima (poput suše, vrućine ili hladnoće) (Matoničkin, 1999).



Slika 11. Ljuskar (preuzeto s web stranice <https> 13).

Prema diferencijaciji i razvoju organa te prema građi živčanog i optjecajnog sustava, viši rakovi su najrazvijenija grupa rakova. Prsa su im sastavljena od 8 kolutića, a zadak od 6 kolutića, rijetko i 7. U prsnom dijelu imaju razvijene nožice za hodanje koje mogu podsjećati na nožice u kukaca ili pauka, dok na zatku imaju 6 do 7 pari nogu, koje su građene kao dvograne plivaće nožice. Na kraju tijela je uglavnom repna peraja. Na glavi se nalazi par ticala i sastavljene oči koje se nalaze na dršku ili površini tijela. Vanjski skelet je jako impregniran vapnom, pogotovo u onih koji žive na dnu. Pretežno su razdvojena spola, uz poneki broj iznimaka. Podijeljeni su u veći broj razreda (Oštrec, 1998; Habdija i sur., 2011).

Najpoznatiji rakovi naših kopnenih voda su riječni rak (*Astacus astacus*) (Sl. 12) i potočni rak (*Austropotamobius torrentium*) iz porodice Astacidea. Žive u čistim dijelovima sporotekućih rijeka i potoka, gdje se zadržavaju u „plićim mikrostaništima uz obalu u spletu korijenja priobalne drvenaste vegetacije“ (Habdija i sur., 2011/str. 374). Hrane se drugim manjim životinjama, poput žaba, puževa, kukaca, drugih slabijih rakova. Također, u ishrani im se nalazi i razni biljni materijal koji iskorištava potrebnog za izgradnju vanjskog skeleta. Tijekom života ovi rakovi se presvlače više od dvadeset puta, prilikom čega odbacuju stari i izgrađuju novi oklop. Riječni rak može živjeti više od 20 godina. Unosom autohtonih (nedomicilnih) vrsta rakova, proširila se račja kuga, na koju naše autohtone vrste nisu otporne. Osim toga, veliku

prijetnju im predstavljaju i razni oblici zagađenja, uništavanja staništa, kao i pretjeran ulov (Habdija i sur., 2011).



Slika 12. Riječni rak (preuzeto s web stranice [https 14](https://14)).

Sljedeća skupina na koju ćemo se usredotočiti su rakovi iz reda Isopoda, jednakonošci ili babure. Jedna od najčešćih vrsta je obična vodenbabura (*Asellus aquaticus* L.) koja je rasprostranjena u raznim slatkovodnim staništima, bogatim krupnim organskim detritusom (Habdija i sur., 2011). Ovi veličinom manji račići su s leđne i trbušne strane spljošteni (Sl. 13). Imaju malene noge kojima pužu po dnu vode ili na biljkama. Srce im se nalazi samo u stražnjim kolutićima prsa ili u zatku. Pretežno su razdvojenog spola. Hrane se životinjskom hranom, dok neki žive i nametničkim životom, u škržnoj šupljini riba i drugih rakova (Oštrec, 1998; Habdija i sur., 2011).



Slika 13. Vodenbabura (preuzeto s web stranice <https> 15).

Rakušci (Amphipoda) su sitni račići, veličine tijela oko 1 – 2 centimetra. S unutarnje strane prsnih nogu imaju škržne listiće. Tijelo im je bočno spljošteno, dok je leđna strana savijena u luku. Zadak rakušaca obično je izgrađen od šest kolutića. Prva tri para nogu na zatku služe za plivanje, veslanje, a stražnja tri za skakanje. Vrlo su pokretni, plivaju u skokovima, opružanjem i savijanjem zatka, s pozicije okrenuti na bočnu stranu (Oštrec, 1998; Habdija i sur., 2011). Najpoznatiji je rod *Gammarus*, a u našim kopnenim vodama najrasprostranjenije su vrste *Gammarus fossarum* (Sl. 14) i *Gammarus balcanicus* (Habdija i sur., 2011). Pretežno su rašireni u izvorima i žive u pijesku obalnog područja držeći se u većim skupinama. Hrane se pretežno detritusom, dok su sami vrlo važan izvor hrane mnogim ribama (Oštrec, 1998).





Slika 14. *Gammarus fossarum* (preuzeto s web stranice <https://16>).

### 6.1.3. Uzdušnjaci (Tracheata)

#### Razred: **Kukci**

Razred kukaca (Insecta, Hexapoda) pripada potkoljenu uzdušnjaka. Najbrojnija su skupina životinja na Zemlji, jer nastanjuju sva moguća staništa. Tijekom evolucijskog razvoja, s kopna su prešli u vode i vodena staništa. Tijelo kukaca je simetrično i kolutičavo. Na glavi se nalaze ticala, usni organi i oči. Svi kukci imaju jedan par ticala, osim beskriša, koji osim ticala nemaju i krila (što im je ujedno i glavno obilježje). Prema načinu prehrane razlikujemo četiri osnovna oblika usnih organa: za griženje i žvakanje, za griženje i sisanje, za sisanje i lizanje te usni organi za sisanje i bodenje. Od ostalih lokomotornih organa tu su nožice koje su također izmijenjene prema potrebama i raznolikosti staništa kukaca te možemo razlikovati nožice za hodanje, za trčanje, za skakanje, za veslanje, za hvatanje plijena, za čišćenje, za plivanje, za kopanje i tako dalje. Kukcima krilašima, krila omogućavaju let i razlikuju se oblikom, veličinom i građom. Imaju dobro razvijena sva osjetila, opip, sluh, miris, okus i vid, koja su smještena u koži (Oštrec, 1998; Habdija i sur., 2011). Organi za disanje kukaca su ektodermalne cijevi, takozvane traheje ili uzdušnice, koje se otvaraju sa strane trupa odušcima ili stigmama te je po jedan par raspoređen na svakom kolutiću. Stigme su većinom prekrivene naborima ili imaju posebne mišiće koji ih zatvaraju, kao zaštitu od prodiranja stranih čestica u uzdušnice. Na traheje se nastavljaju traheole, čija je

uloga predaja kisika u tkivo, tj. u hemolimfu, dok iz tkiva preuzimaju ugljični dioksid. Većina ličinki vodenih kukaca, poput ličinke vodencvjetova, vodenih kornjaša, dvokrilaca, tulara, obalčara imaju uzdušničke škrge umjesto stigmi. Tijelo je prekriveno epidermom koja izlučuje kutikulu, koja se pri svlačenju odbacuje (Oštrec, 1998; Habdija i sur., 2011).

**Vodencvjetovi** (Ephemeroptera) su slatkovodni kukci koji dolaze iz skupine krilaša (Pterygota). Pretežno žive u slatkovodnim ekosustavima, dok manji broj naseljava stajaće kopnene vode. Ličinke (Sl. 15) žive u vodenim staništima hraneći se algama i detritusom, dok nakon emergencije, odrasle jedinke svoj život završavaju u kopnenom (zračnom) okolišu. Odrasle jedinke imaju dva para velikih krila i dva para manjih krila slabih letačkih sposobnosti, zbog čega se ne udaljavaju previše od vode. Ticala su im kratka i nitasta. Ženka nakon oplodnje polaže jajašca u vodi. Ličinke dišu pomoću začanih škrga i rastu polagano, tijekom perioda od tri godine. Mnogo puta se presvlače te nakon posljednjeg presvlačenja izlaze u krilati odrasli oblik. Njihova posebnost svijetu kukaca je postojanje dva oblika odraslih jedinki, prijelaznog oblika iz ličinke u odraslu jedinku ili subimago, i konačnog spolno zrelog odraslog kukca ili imaga. Odrasle jedinke se ne hrane i probavilo im je ispunjeno zrakom, zbog čega brzo ugibaju i ne žive dugo kao odrasli kukci (Matoničkin i sur., 1999; James i sur., 2008; Habdija i sur., 2011). U Hrvatskoj je zabilježeno 80-ak vrsta vodencvjetova (Vilenica i sur., 2015).



Slika 15. Ličinka vodencvijeta (preuzeto s web stranice <https://17>).

**Vretenca** (Odonata) su veličinom srednje veliki do veliki kukci vretenasta oblika tijela. Zanimljivost vretenaca je da su se u srednjem vijeku zajedno sa zmijama i zmajevima svrstavali u skupinu zloglasnih stvorenja, zbog čega se osim najčešće korištenog naziva – vretenca, koriste i sljedeći tradicionalni nazivi mnogih europskih naroda, poput vilini konjici, staklari, zmijaci, konjske smrti (Belančić i sur., 2008). Vrlo su teritorijalni i jako dobri i brzi letači koji kukce kojima se hrane (primjerice komarcima, mušicama, vodencvjetovima, leptirima, čak i drugim mladim jedinkama vretenaca) love u letu. Usni organi za grizenje su im vrlo dobro razvijeni te prema načinu prehrane pripadaju grabežljivcima (Kalkman i sur., 2007; Belančić i sur., 2008; Habdija i sur., 2011). Ličinke vretenaca hrane su ribama i pticama močvaricama, dok su odrasle jedinke hrane pticama, vodozemcima i paucima. Njihova uloga u vodenim ekosustavima je od velike važnosti, jer osim što doprinose uravnoteženju populacija drugih vrsta, primjerice dvokrilaca (Diptera) i opnokrilaca (Hymenoptera) imajući važan položaj u hranidbenim lancima, savršeni su pokazivači onečišćenja okoliša. S obzirom da u tijelima izrazito prikupljaju razna stalno prisutna onečišćavala u okolišu, diljem svijeta se koriste kao bioindikator kvalitete slatkovodnih ekosustava. Vretenaca tijekom svojeg razvoja prolaze nepotpunu preobrazbu koja uključuje tri životna stadija: jaje, ličinku i odraslog kukca. Parenje započinje plesnom igrom mužjaka oko ženke koji ženku hvata u letu, pričvršćujući se na nju zatkom. Ženke jaja polažu uglavnom u muljeviti dio vode te je za razvoj ličinke vodeni medij prijeko potreban. Kao odrasle jedinke napuštaju vodu, ali se zadržavaju poblize nje te su načinom života mnogostruko povezane s vodenim okolišem. U Republici Hrvatskoj živi oko 70 vrsta vretenaca. Neke od vrsta koje možemo naći na našem području su sjajna vretenca iz porodice Calopterygidae, modra konjska smrt (*Calopteryx virgo*) (Sl. 16), prugasta konjska smrt (*Calopteryx splendens*) (Belančić i sur., 2008; Matoničkin i sur., 1999), zatim jantarni strijelac (*Sympetrum flaveolum*), vrsta pronađena na području Paklenice, kao i crnkasti strijelac (*Sympetrum pedemontanum*) s područja Međimurja. Ugroženi su zbog onečišćavanja i isušivanja vodenih staništa te ukoliko se staništa ne zaštite i očuvaju, vretencima prijete izumiranje. Također, obilježja različitih regija u Republici Hrvatskoj utječe na rasprostranjenost faune vretenaca (Belančić i sur., 2008).





Slika 16. Modra konjska smrt, ličinka (preuzeto s web stranice [https 18](https://18)).

Neke kritično ugrožene vrste vretenaca su velika zelendjevica (*Lestes macrostigma*) rasprostranjena duž istočne RH a ugrožena zbog agrotehničkih zahvata u staništima; zeleni kralj (*Aeshna viridis*), vrsta koja je rasprostranjena duž rijeke Drave, u šumi Repaš te u Podravini i ugrožena je zbog malo pogodnih staništa za razvoj (poput stajaćih voda s kiselim, neutralnim močvarnim tlama u kojima je prisutna biljka rezac (*Stratiotes aloides*)), zatim crni tresetar (*Leucorrhinia caudalis*), vrsta koja je rasprostranjena uz južni rub RH, ugrožena zbog isušivanja močvara, hidrotehničkih zahvata i klimatskih promjena te zbog unosa riba biljojeda u staništa (Belančić i sur., 2008).

Neke od ugroženih vrsta vretenaca su jezerski regoč (*Lindenia tetraphylla*) koja naseljava samo velika mediteranska jezera, a ugrožena je zbog različitih načina korištenja vodenih ekosustava (natapanje, vodoopskrba) te proljetna narančica (*Epitheca bimaculata*) koja je rasprostranjena uz rijeku Savu i Dravu te na ribnjacima srednje Hrvatske, a ugrožena zbog neprimjerenog upravljanja staništima (pražnjenje ribnjaka, naseljavanje riba biljojeda i sl.) (Belančić i sur., 2008).

Mogu se izdvojiti i neke osjetljive vrste vretenaca kao što su rogati regoč (*Ophiogomphus cecilia*), vrsta koja je rasprostranjena na ograničeni dio kontinentalnog dijela RH, i osjetljiva je zbog uništavanja velikih i lijanih ravničarskih rijeka postupcima izgradnje hidroakumulacija i hidrotehničkih zahvata i jantarni strijelac (*Sympetrum flaveolum*), vrsta koja je rasprostranjena uz rijeku Dravu, u izdvojenim populacijama u Lici, Dalmaciji i na otocima Krku i Mljetu (Belančić i sur., 2008).

**Obalčari** (Plecoptera) (Sl. 17) su red vodenih kukaca, u kojih kao i u prethodno spomenutih skupina, ličinke provode svoj život u vodi, dok se odrasle jedinke zadržavaju uz vodena staništa iz kojih su emergirale. Ličinke preferiraju tekućice kamenitog korita, brze struje i visoke koncentracije kisika. Tijelo im je mekano duguljasto i spljošteno, tamne boje. Na glavi imaju četina ticala, male sastavljene oči i tri jednostavna oka. Imaju razvijene čeljusti za grizenje, od kojih je gornja smanjena. Hrane se raznom biljnom i životinjskom hranom ili detritusom, ovisno o vrsti. Kraj zatka sastavljen im je od deset kolutića na koja se nadovezuju člankoviti privjesci. Imaju 3 para snažnih nogu za hodanje. Dišu pomoću uzdušničkih škruga raspoređenih na prsima (Matoničkin i sur., 1999). U Republici Hrvatskoj možemo naći 100-tinjak vrsta (Popijač i sur., 2017).



Slika 17. Ličinka obalčara (preuzeto s web stranice <https> 19).

**Kornjaši** (Coleoptera) su red kukaca iz nadreda tvrdokрилаša (Coleopteroida). Nastanjuju sva staništa na kojima je moguć život, uključujući vodena. Mogu biti vrlo sićušni do vrlo veliki kukci. Prednja krila su im hitinizirana u tvrdo pokrovlje (elitre) koje su vodoravno smještene na zadak koje ga ujedno i štite s gornje strane. Stražnja krila su opnasta i nalaze se ispod tvrdog pokrova. Na glavi se nalaze ticala, obično sastavljena od 11 članaka i sastavljene oči. Noge su im razvijene ovisno o staništu na kojem se nalaze te one mogu služiti za hodanje, kopanje, skakanje i plivanje. Hrane se

pretežno biljnim dijelovima, neki strvinama, izmetom. Mogu živjeti i kao vanjski nametnici (Matoničkin i sur., 1999; Habdija i sur., 2011).

Kornjaši iz porodice kozaka (Dytiscidae) žive u vodi, u ličinačkom i odraslom stadiju. Uzdušnice su im otvorene stoga često moraju plivati do površine vode kako bi mogli udisati zrak. Stražnje noge su im razvijene za plivanje. Ličinke imaju zatvorena usta, ali kroz gornje šuplje čeljusti usisavaju plijen (Matoničkin i sur., 1999; Habdija i sur., 2011). Jedan od predstavnika kornjaša je obrubljeni kozak (*Dytiscus marginalis*), često prisutna vrsta u stajaćim vodama, plitkim jezerima i barama (Sl. 18). Vrlo je dobro prilagođen životu u vodi, može plivati, roniti, čak i letjeti. Let mu omogućavaju opnasta krila ispod tvrdih pokrilja, koja služe i za prenošenje i zadržavanje zraka kada se nalaze u vodi. Prema načinu ishrane, i ličinke i odrasle jedinke su grabežljivci koji se hrane mladim ribama, mekušcima, kukcima i punoglavcima. Love hranu noću, jer su danju sakriveni. Zimu provode zakopani u mulju vode (Habdija i sur., 2011).



Slika 18. Obrubljeni kozak (preuzeto s web stranice [https 20](https://www.bio-foto.com)).

**Muljari** (Megaloptera – Sialoidea) su srednje veliki kukci koji žive u blizini vode u kojih ličinke žive u vodi dok odrasli nakon emergencije žive u kopnenom okolišu oko vodenog tijela oko kojeg su izletjele. Ličinke muljara su grabežljivci dok se odrasle jedinke uglavnom ne hrane (Matoničkin, 1999, Habdija i sur., 2011).

**Dvokrilci** (Diptera) su mali do srednje veliki kopneni i vodeni kukci slabo hitinizirane kože. Služe se samo prednjim parom krila, dok im je stražnji par krila zakržljao. Glava im je slobodna i pokretna, a usni organi služe za bodenje i sisanje. Na glavi se još nalaze velike sastavljene oči. Imaju srasle prsne kolutiće, među kojima je najveći srednji, na kojima se nalaze krila. Zadak je sastavljen od 5 do 9 kolutića. Mnogobrojne vrste se hrane parazitski, sišući krv drugim životinjama i ljudima (Matoničkin, 1999).

Najpoznatiji među slatkovodnim dvokrilcima je komarac (*Culex* sp.) iz podreda dugoticalaca (Nematocera). Ličinke komaraca imaju uzdušničke škrge ili cijevčice za disanje. Žive u vodi i hrane se detritusom (Sl. 19). Za polijeganja jajašaca najpogodnije su stajaće vode ili sporija tekuća voda. Razvoj ličinke traje desetak dana. Ženka komaraca ima razvijene organe za bodenje te je najveći prijenosnik raznih bolesti u sisavaca (Matoničkin, 1999).



Slika 19. Ličinke komaraca (preuzeta s web stranice <https> 21).

## 6.2. Kralješnjaci

### 6.2.1. Ribe

Oblikom tijela, unutarnjom građom, načinom razmnožavanja i hranidbom, ribe su potpuno prilagođene trajnom životu u vodi. Tijelo je podijeljeno na glavu, trup i rep (Brehm, 1982, Bogut i sur., 2006). Neke od karakterističnih značajki riba su da im je kretanje ograničeno samo na plivanje i nemaju razvijene organe za glasanje. Zvuk im može proizvesti jedino trenje tvrdih škržnih poklopaca, što više podsjeća na šum ili režanje. Riba ima razvijene osjetne organe, osjetilo vida, okusa i mirisa čije podražaje prima preko kožnih receptora (Brehm, 1982; Bogut i sur., 2006). Pripadaju najstarijoj i najbrojnijoj skupini kralješnjaka na Zemlji. S obzirom na ostale kralješnjake, vodozemce, gmazove, ptice i sisavce, ribe čine oko 56% populacije. Od ukupnog broja riba, jedna trećina primarno pripada slatkovodnim vrstama (Bogut i sur., 2006, Mrakovčić i sur., 2006).

#### 6.2.1.1. Karakteristike riba kopnenih voda

Ihtiofauna slatkovodnih ekosustava u Hrvatskoj je raznolika i bogata endemima. Posljedica takve raznolikosti i bogatstva vrstama, pripisujemo jadranskom i crnomorskom riječnom sustavu. Endemske vrste su usko vezane za okoliš koji nastanjuju i osobito su osjetljive na promjene. Slatkovodne ribe i njihova staništa podvrgnuti su čovjekovim djelovanjem i iskorištavanjem, kao i prekomjernim onečišćavanjem. Posljedica takvih postupaka dovodi do osjetljivosti slatkovodnih ekosustava i ugrožavanja opstanka endemskih vrsta. Ribe se teže prilagođavaju na promjene brzine toka, na pregradnju rijeka, degradaciju staništa, zagrijavanje i iskorištavanje voda te prema navedenome, pripadaju najugroženijoj skupini kralješnjaka (Mason, 2002; Mrakovčić i sur., 2006). U našim kopnenim vodama živi 150 vrsta riba, od kojih 21 vrsta boravi u boćatim i slanim vodama (Mrakovčić i sur., 2006).

S obzirom na raznolikost staništa u slatkovodnim tekućim ekosustavima, ribe su morale stvoriti niz prilagodbi. Stoga, ribe u brzim kopnenim vodama posjeduju tjelesnu građu vretenastog oblika s jakim hrbatom za dobru izdržljivost snažnih strujanja vode i dobro plivanje. Neke od riba brzih tokova su: potočna pastrva (*Salmo trutta*), klen (*Leuciscus cephalus*), mrena (*Barbus barbus*). Ribe koje nastanjuju

sporije tekuće rijeke i vode stajaćice obrasle biljem, imaju visoko tijelo, čunjolikog oblika koje je bočno spljošteno s razvijenim repnim dijelom. Neke od riba takve tjelesne građe su: šaran (*Cyprinus carpio*) i deverika (*Abramis brama*). U riba koje žive blizu površine vode, leđna linija je ravna, a trbuh ispupčen, kao što je slučaj u sabljarku (*Pelecus cultratus*). Riba koje žive pri dnu vodenog tijela, kao riba peš (*Cottus gobio*) imaju plosnato tijelo. Riba koje sporije plivaju i zavlaze se u šupljine u potrazi za hranom imaju zmijoliki oblik tijela poput jegulje (*Anguilla anguilla*) (Bogut i sur., 2006).

#### **6.2.1.2. Neke vrste slatkovodnih riba**

Dijelovi tekućeg slatkovodnog staništa mogu se podijeliti prema određenim vrstama riba koje u njima žive. Prema Kerovcu (1988) dijele se na: zonu pastrve, zonu lipljena, zonu mrena, zonu deverike i zonu bočatih voda. Osim tih navedenih riba u njihovim zonama mogu se pronaći i druge vrste riba koje su prilagođene na određeni tok i vrstu vode (Kerovec, 1988; Bogut i sur., 2006).

U zoni pastrve mogu se naći osim navedene, još i balavi peš (*Cottus gobio*), zlatni pijor (*Phoxinus phoxinus*) (Kerovec, 1988).

Potočna pastrva (*Salmo trutta fario*) naseljava brdske potoke s kamenitim dnom, jakom strujom vode i čistom, bistrom vodom bogatom kisikom (Brehm, 1982; Mrakovčić i sur., 2006). U Hrvatskoj živi u rijekama dunavskog i jadranskog slijeva (Mrakovčić i sur., 2006). Karakteristične značajke pastrva su da ne žive dugo, rast im ovisi o sezonskim uvjetima i vrlo su brzi i spretni plivači. Vrijeme mriješta ovisi o temperaturi vode, uglavnom u periodu od polovice listopada do polovice prosinca. Ženka polaže jajašca u mala udubljenja na šljunkovitim dnu ili iza krupnijeg kamenja plitke vode. Pastrve su ribe grabežljivice, hrane se svim vrstama beskralježnjaka, ličinki, kukaca, račića i mekušaca (Brehm, 1982; Mrakovčić i sur., 2006; Bogut i sur., 2006) (Sl. 20). Pripada skupini osjetljivih vrsta riba u Hrvatskoj. Razlozi njene ugroženosti su promjene u okolišu (regulacija i prerađivanje vodotoka), onečišćenje te pretjeran izlov (Mrakovčić i sur., 2006).





Slika 20. Potočna pastrva (preuzeto s web stranice <https> 22).

Jezerske pastrve (*Salmo trutta lacustris*) kao i potočne pastrve dolaze iz porodice sleđeva (Clupeidae). Tijelo im je izduženo i blago spljošteno. Mogu doseći do 20 kilograma tjelesne mase i narasti između 40 i 80 centimetara (Brehm, 1982; Mrakovčić i sur., 2006). Hrane se faunom dna i nekim manjim vrstama riba (Bogut i sur., 2006). U Hrvatskoj žive u Plitvičkim jezerima, jezeru Lokve, rijeci Cetini, kao i u brojnim manjim jezerima (Mrakovčić i sur., 2006). U jesen napuštaju svoja prebivališta, pa plivaju uzvodno uz planinske rijeke gdje se mrijeste. Zatim se vraćaju u jezera gdje provode zimu i ljeto. Mlade ribe do druge godine života ostaju u rijekama (Brehm, 1982; Bogut i sur., 2006)

U zoni lipljena koja predstavlja prijelaznu zonu između potoka i rijeka, osim lipnjena običajene su i druge vrste riba: pastrva (*Salmo trutta*), zlatni pijor (*Phoxinus phoxinus*), balavi peš (*Cottus gobio*), mrena (*Barbus barbus*), klen (*Leuciscus cephalus*) i podust (*Chondrostoma nasus*) (Kerovec, 1988).

Lipnjen (*Thymallus thymallus*), kao i pastrva pripada porodici sleđeva. Dostiže masu i do 1 kilograma, a dužinu 35 – 50 centimetara (Sl. 21). Ove ribe imaju kratak životni vijek. Brzi su plivači koji preferiraju čistu i bistru vodu. Obojenost tijela ovisi o staništu, godišnjem dobu i starosti, a za vrijeme mrijesta, boje tijela postaju intenzivnije. Na leđima se ističe bojama ukrašena peraja. Hrane se ličinkama kukaca poput tulara, trzalaca, obalčara i vodencvjetova (Mrakovčić i sur., 2006). U našim vodama lipnjen je rasprostranjen duž čitave srednje i istočne Europe, najviše u području Alpa, sjevernim njemačkim i ruskim rijekama te gornjim tokovima dunavskog porječja (Brehm, 1982; Bogut i sur., 2006). U Hrvatskoj živi u rijekama Savi, Kupi, Uni, Dravi, Muri, Cetini, Neretvi i Krki te pripada skupini osjetljivih

autohtonih vrsta. Uzroci ugroženosti su osjetljivost na onečišćenje, regulacija i pregrađivanje vodotoka te prekomjeren izlov (Mrakovčić i sur., 2006).



Slika 21. Lipnjen (preuzeto s web stranice <https> 23).

U zoni mreke žive klen (*Leuciscus cephalus*), podust (*Chondrostoma nasus*), smuđ (*Stizostedion lucioperca*), glavatica (*Huco huco*), bodorka (*Rutilus rutilus*), uklija (*Alburnus alburnus*) (Kerovec, 1988).

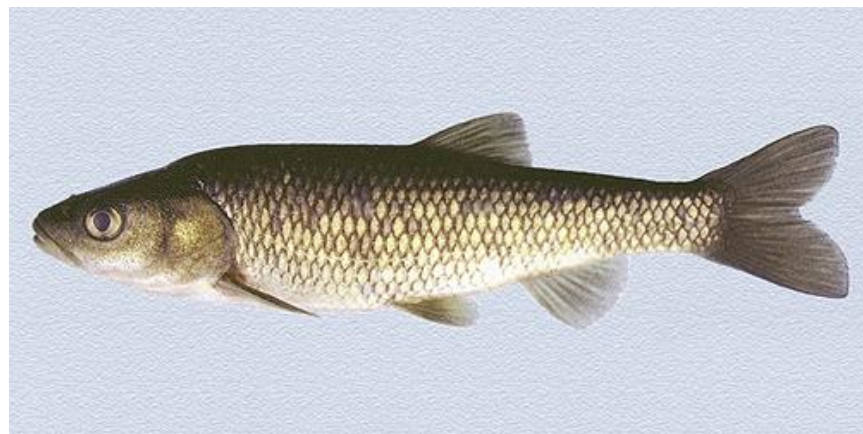
Mrena (*Barbus plebejus*) (Sl. 22) je ugrožena vrsta koja naseljava brze tekućice i nizinske zone rijeka bogate kisikom. Prilikom mriještenja jedinke se skupljaju u srednje dubokim šljunkovitim dnima. Uzrok ugroženosti je degradacija staništa, čemu je doprinijelo zagađenje, uništavanje, organsko i anorgansko onečišćenje vode, kao i pregradnja i regulacija gornjih tokova rijeka. U Hrvatskoj živi u jadranskom slijevu, u rijekama Mirni, Dragonji, Dobri i Raši. Vrstu kao što je potočna mrena (*Barbus balcanicus*) u Hrvatskoj možemo naći uz pritoke rijeke Save, Drave i Kupe (Mrakovčić i sur., 2006). Obična ili riječna mrena (*Barbus barbus*) živi u rijekama srednje Europe. Ljeti se najviše zadržava u vodenom bilju, dok se zimi skriva ispod kamenja ili u obalnim šupljinama (Brehm, 1982).





Slika 22. Mrena (preuzeto s web stranice [https 24](https://24)).

Klen dolazi iz reda šaranki (Ostariophysi, Cypriniformes). U Hrvatskoj je poznati bijeli klen (*Leuciscus cavedanus*) (Sl. 23). Rasprostranjen je u Istri, u rijekama Mirni i Pazinčici, kao i u Dalmaciji, u rijekama Neretvi i Matici te u Baćinskim jezerima. Ugrožen je zbog degradacije staništa i onečišćenja vodotoka (Mrakovčić i sur., 2006). Osim većih i manjih rijeka, živi u jezerima i slabo slanim morima. Rasprostranjen je duž čitave Europe i sjeverozapadne Azije (Brehm, 1982).



Slika 23. Bijeli klen (preuzeto s web stranice [https 25](https://25)).

U zoni deverike, osim navedene vrste obitavaju i šarani (*Cyprinus carpio*), linjak (*Tinca tinca*), grgeč (*Perca fluviatilis*), som (*Silurus glanis*), štika (*Esox lucius*), crvenrepka (*Scardinius erythrophthalmus*), karas (*Carassius carassius*), krupatica

(*Blicca bjoerkna*). U ovoj zoni obuhvaćeni su srednji i donji tokovi rijeka, gdje je mala brzina vode i dno muljevito i pjeskovito (Kerovec, 1988).

Sve vrste iz porodice štika (Esocidae) žive u kopnenim slatkim vodama. Naša najpoznatija je obična štika (*Esox lucius*) (Sl. 24). Rasprostranjena je u svim europskim slatkim vodama. Najistaknutije karakteristike štuke su brzo plivanje, oštra osjetila i izuzetna grabežljivost. Vizualni su predatori koji žive u mirnim sporo tekućim ili stajaćim vodama obraslim gustom vegetacijom, gdje se skrivaju čekajući plijen, zbog čega ih se svrstava u najproždrljivije slatkovodne ribe. Mlade ribe se hrane zooplanktonom, a od najranije mladosti ribama, većinom grgečom i deverikom. Odrasle jedinke gutaju razne vrste riba, ponekad i žabe, ptice i sisavce ukoliko ih može dohvatiti. Mogu narasti i do 150 centimetara i težiti do 24 kilograma, a žive i do 25 godina (Brehm, 1982; Bogut i sur., 2006).

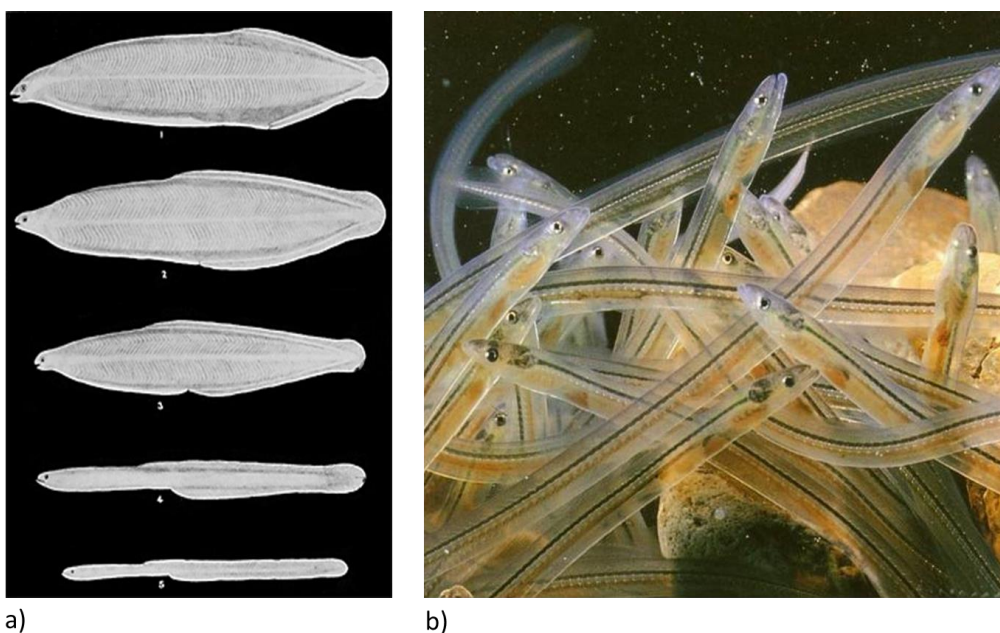


Slika 24. Obična štika (preuzeto s web stranice [https 26](https://26)).

U bočatoj zoni vode, koja obuhvaća područje riječnog ušća, prisutno je veliko kolebanje temperature i slanosti. U bočatim vodama žive ribe: iverak (*Pleuronectes flesus luscus*), cipal (*Mugil i Liza*), lubin (*Dicentrarchus labrax*), jegulja (*Anguilla anguilla*) (Kerovec, 1988).

Obična jegulja (*Anguilla anguilla*), dolazi iz porodice pravih jegulja (Anguillidae) (Brehm, 1982; Bogut i sur., 2006). Živi u vodenim staništima s manjom

koncentracijom kisika i visokom koncentracijom organskog onečišćenja vode (Bogut i sur., 2006). Za jegulje je karakteristično da u hladne dane spavaju zimskim snom zakopane u mulju, dok vrijeme toplih mjeseci provode plivajući spretnim zmijolikim pokretima kroz različite slojeve vode. Zanimljiva karakteristika jegulje je da može otpuzati iz jedne kopnene vode, preko vlažnih livada i oranica, u neku drugu vodu (Brehm, 1982). Mlađe jedinke se hrane mekušcima, ličinkama tulara i vodencvjetova, a odrasle i manjim ribama. Ženke narastu do 150 centimetara i teže oko 6 kilograma, a mužjaci narastu do 50 centimetara i svega 0,3 kilograma (Bogut i sur., 2006). Naseljavaju kopnene vode duž čitave Europe. Spolno zrele jegulje sele iz svojih staništa u mora gdje se mrijeste, nakon čega ugibaju. Izlegle ličinke su prozirne i nalik su na vrbov list (Sl. 25a), zatim u razvojnoj fazi postepeno poprimaju zmijolik oblik (Sl. 25b). Tek nakon tri godine prelaze u kopnene vode koje nastanjuju do svoje spolne zrelosti (Brehm, 1982; Bogut i sur., 2006).



Slika 25. Obična jegulja: a) faze razvoja ličinki, b) mlade ličinke (preuzeto i prilagođeno s web stranice: a) [https 27](https://www.27.com), b) [https 28](https://www.28.com)).

Obični šaran (*Cyprinus carpio*) (Sl. 26) iz porodice šarana (Cyprinidae) pripada ugroženim vrstama slatkih voda. Najviše nastanjuje stajaće i sporo tekuće vode s muljevitim ili pjeskovitim dnom obraslom gustom vodenom vegetacijom. Živi i u bočatim vodama. Otporan je na kolebanja temperature i niske koncentracije kisika



(Brehm, 1982; Mrakovčić i sur., 2006). Dobro podnosi onečišćenja vode izazvane industrijskim i otpadnim vodama. Zimu preživljava zakopan u muljevitom supstratu pri dnu vode. Svejed je, jer se hrani ličinkama, mekušcima, račićima, odraslim kukcima, sitnom ribom, algama i drugim vodenim biljem i detritusom. Mrijesti se među vodenim raslinjem u poplavnoj zoni i u mirnim dijelovima rijeka. Ugrožen je iz više razloga, primjerice miješanjem divljih i uzgojenih riba čime se remeti genetska struktura divljih populacija, poput unosa babuški, koja mu je konkurent u staništu. Ugrožavaju ga i regulacije vodotoka (Mrakovčić i sur., 2006).



Slika 26. Obični šaran (preuzeto s web stranice <https> 29).

### **6.2.2. Vodozemci (Amphibia)**

Vodozemci se morfološki i fiziološki razlikuju od ostalih kralješnjaka i pravi su primjer prijelaza iz vodenih životinja u kopnene. Naime, njihova preobrazba u kopnene životinje nije završena te im je voda i dalje prijeko potrebna, primjerice ličinke vodozemaca mogu živjeti samo u vodi, jer dišu škragama (Brehm, 1982). U Hrvatskoj je zabilježeno 19 vrsta vodozemaca, 7 je vrsta repaša (Caudata) i 12 vrsta bezrepaca (Anura). Statistika se odnosi na endemske vrste našega područja. Prema stupnju ugroženosti te od ukupno 58 vrsta vodozemaca i gmazova, u Hrvatskoj je

ugroženo njih 5, 6 ih pripada vjerojatno ugroženima, dok ih 7 pripada potencijalno ugroženim vrstama (Janev Hutinec i sur, 2006).

Vodozemci pripadaju skupini hladnokrvnih životinja. Završetkom hladne zime bude se iz stanja hibernacije i izlaze iz svojih zimskih ležaja, nakon čega masovno započinje parenje. Ličinke vodozemaca nemaju izgrađeno tijelo kao što je u odraslih jedinki, nego im se tijekom preobrazbe postepeno razvijaju organi i funkcije karakteristične za odraslu životinju (Sl. 27). Ličinke su svejedi, iako se u samom početku razvoja hrane pretežno algama, dok kao odrasle jedinke postaju mesojedi i hrane se uglavnom beskralješnjacima i nekim manjim kralješnjacima. Bez žvakanja gutaju plijen. Za vodozemce je karakteristično da ne piju vodu na uobičajen način kao što to čine ostali kralješnjaci. Gola koža i žlijezde koje se u njoj nalaze zaslužne su za upijanje i izlučivanje vlage te osim navedenih značajki, izlučuju i određenu količinu sluzi. Rasprostranjeni su na svim kontinentima, osim u najsjevernijim dijelovima. Mogu živjeti i preživjeti samo na slatkovodnim staništima i gdje vlada toplina. Podijeljeni su u tri skupine: bezrepci (Anura), repaši (Caudata) i beznošci (Gymnophiona) (Brehm, 1982).



Slika 27. Ličinka vodozemaca (preuzeto s web stranice <https> 30).

Najpoznatiji i jedini pripadnici bezrepaca su žabe. Njihove značajne karakteristike su: sposobnost mijenjanja boje tijela koju često prilagođavaju okolišu; postepena preobrazba iz ličinke u odraslu životinju (metamorfoza); odrasle jedinke dišu kroz pluća, a punoglavci kroz škrge; odrasli se glasaju glasnim, zvučnim,

zaobljenim tonovima. Odrasloj žabi glavnu hranu čine člankonošci, puževi te se osim njih hrane ribljom ikrom i malim ribama. U procesu razmnožavanja, ženke ispuštaju jajašca uz pomoć mužjaka, prilikom čega ih i oplođuju (Brehm, 1982).

Jedna od porodica žaba koju ćemo spomenuti su gatalinke (Hylidae) koje se svojim proširenim završecima prstiju, koje podsjećaju na jastučice, razlikuje od ostalih porodica. Pomoću njih se lakše kreće i zadržavaju na glatkim površinama (Brehm, 1982). Duž čitave Europe živi obična gatalinka (*Hyla arborea*) (Sl. 28) koja pripada potencijalno ugroženim vrstama. Osim šumskih staništa, nastanjuje i močvare. Odrasle jedinke žive na drveću ili visokoj travi i trstici ne predaleko od vode, jer joj je potrebna za parenje. Nastanjuje bare, jezera, lokve, spore riječne i potočne tokove. Potencijalno je ugrožena zbog presušivanja manjih vodenih staništa poput lokvi i bara te zbog onečišćavanja voda organskim i anorganskim tvarima (Brehm, 1982; Janev Hutinec i sur., 2006).



Slika 28. Obična gatalinka (preuzeto s web stranice <https> 31).

Na našem području karakteristična vrsta je i zelena žaba (*Rana esculenta*) koja dolazi iz porodice Rhacophoridae. Autohtona je europska vrsta, koja je ujedno i najrasprostranjenija. Može doseći veličinu od 15 do 18 centimetara. Spretno se i u skokovima kreće po kopnu zahvaljujući dugačkim stražnjim nogama prilagođenima za skakanje (Sl. 29). Osim za skakanje, stražnje noge u vodi služe za brzo plivanje u dubljim slojevima ili sporo veslanje na površini vode. Jedinke se obično drže u većim

skupinama. Stanište su im sve vode stajaćice ili vode sporih tokova, poput bare, lokve ili većih potoka. Mogu nastanjivati i veće vodene površine, poput rijeke ili jezera. Preko zime hiberniraju u muljevitom dnu vode stajaćice (Brehm, 1982).



Slika 29. Zelena žaba (preuzeto s web stranice <https> 32).

Smeđa krastača (*Bufo bufo*) je vrsta iz porodice gubavica (Bufonidae) koje su rasprostranjene na svim kontinentima, osim Australije. Stanište smeđe krastače su šume, šikare, livade i područja bogata vegetacijom. Mrijeste se i polažu jajašca u stajaće kopnene vode ili slabije tokove tekućica. Mlade i odrasle jedinke hrane se s kopna puževima, gujavicama, gusjenicama, kukcima i ličinkama kukaca. Za razliku od odraslih, ličinke su biljojedi i hrane se algama, vodenim biljem i nekim mikroskopskim životinjama. Kretnje su joj nespretne, zbog čega često zna pasti na mjesta gdje ne može više izaći, poput bunara, podruma ili spilja. Ženke su veće od mužjaka, koje mogu narasti i do 15 centimetara (Brehm, 1982) (Sl. 30).





Slika 30. Žaba krastača (mužjak i ženka) (preuzeto s web stranice <https> 33).

Lombardijska žaba (*Rana latastei*) (Sl. 31) se nalazi na crvenoj listi ugroženih vrsta. Nastanjuje slabo tekuće i plitke vode s gustom vegetacijom, zatim lokve i jarke u mediteranskim poplavnim i močvarnim šumama. Ugrožena je vrsta zbog povećanog broja asfaltiranih prometnica, bez propusta za vodozemce te zbog potpunog uništavanja staništa zatrpavanjem ili melioracijom (Janev Hutinec i sur., 2006).



Slika 31. Lombardijska žaba (preuzeto s web stranice <https> 34).



Od mnogih još ugroženih vrsta vodozemaca, na listi potencijalno ugroženih nalazi se crveni mukač (*Bombina bombina*) (Sl. 32). Nastanjuje nizinska područja u vode stajaćice, lokve, jarke, bare, jezera, močvarne šume nizinskih područja. Najvažniji razlozi ugroženosti ove vrste su čovjekovo djelovanje u nizinskim područjima, poput melioracije, onečišćavanje pesticidima u svrhu poljoprivrede te raznoliki vodeni zahvati (Janev Hutinec i sur., 2006).



Slika 32. Crveni mukač (preuzeto s web stranice [https 35](https://35)).

### **6.2.3. Gmazovi (Reptilia)**

Gmazovi su prvi kralješnjaci koji su se u potpunosti prilagodili životu na kopnu. Toplina tijela im ovisi o vanjskoj temperaturi, stoga ih još nazivamo hladnokrvnim kralješnjacima. Iz razreda gmazova, razlikujemo red kornjača (*Chelonia*) i red ljuskaša (*Squamata*) (Brehm, 1982). U Hrvatskoj je zabilježeno 39 vrsta gmazova, od čega je 18 vrsta guštera (*Sauria*), 16 vrsta zmija (*Serpentes*) i 5 vrsta kornjača (*Testudinata*) (Janev Hutinec i sur., 2006).

#### **6.2.3.1. Slatkovodne kornjače (*Emydidae*)**

Sve slatkovodne kornjače nastanjuju samo vlažna staništa poput rijeka, jezera, ribnjaka, bara i močvara. Za prehranu love različite kralješnjake poput manjih sisavaca, ptica, gmazova, riba i neke beskralješnjake poput mekušaca i člankonožaca,

što ih čini vještim grabežljivcima. Na kopnu se kreću sporo i nespretno, dok u vodi plivaju izuzetno spretno i brzo, u čemu im pomažu plivaće kožice na nogama. S dolaskom zime, močvarne kornjače zakopavaju se u muljevito dno, gdje prezimljavaju u stanju ukočenosti. Prilikom razmnožavanja, nesu jaja koja polažu u prethodno iskopanu jamu u zemlji. Glava im je jajolikog oblika, gornji sloj kože prekriven je većim ili manjim ljuskama, noge su prilagođene za hodanje i plivanje, a dužinom tijela se proteže leđna kora (oklop) (Brehm, 1982).

Među kornjačama koje naseljavaju područje Republike Hrvatske, važno je spomenuti barsku kornjaču (*Emys orbicularis*) (Sl. 33), čije područje rasprostranjenosti seže duž istočnih i jugoistočnih dijelova Europskog kontinenta. Pripada u skupinu potencijalno ugroženih vrsta te su neki od razloga ugroženosti onečišćavanje voda na kopnu toksičnim tvarima (pesticidima, teškim metalima i sl.), zatim naftom i njenim prerađevinama. Također, kao razlozi ugroženosti navode se i melioracija, prepuštanje bara i lokvi prirodnom zarastanju, kanaliziranje tokova, kao i mnoge druge promjene. Nastanjuje sunčane lokve, jezera, bare, kanale, tresetišta, močvare i močvarne šume, bočate vode, nizinske tekućice, potoke, jarke, odnosno sva vodena staništa bogata gustom vegetacijom s obiljem životinjske hrane (Janev Hutinec, 2006).



Slika 33. Barska kornjača (preuzeto s web stranice <https://36>).

### 6.2.3.2. Zmije kopnenih voda

Zmije (Serpentes) dolaze iz reda ljuškaša (Squamata). Slatkovodne zmije iz porodice guževa (Colubridae) raširene su po čitavoj Zemlji i najviše preferiraju vlažna staništa i vodu. Hrane se uglavnom mladim kralješnjacima, najviše gmazovima i vodozemcima, a neke i ribama, manjim sisavcima i pticama. Među najpoznatijim zmijama slatkovodnih ekosustava je bjelouška (*Natrix natrix*). Rasprostranjena je duž čitave Europe, osim na sjeveru te u nekim dijelovima Azije i Afrike. Pretežno živi u kopnenim vodama, ali naseljava i kopnena staništa s visokom travom. Vrijeme provodi sunčajući se na obali ili plivajući u vodi u kojoj se ne zadržava predugo. Jedinke bjelouške mogu narasti od 150 do 200 centimetara prosječne dužine, dok su ženke znatno duže i deblje. Mlade jedinke se hrane punoglavcima i beskralješnjacima (Brehm, 1982). Kako bi se zaštitila od opasnosti ili predatora, pravi se mrtva na način da otvori usta, izbacilo malo krvi i izluči sekret neugodna mirisa ([https 37](https)) (Sl. 34).



Slika 34. Bjelouška u obrani od predatora (preuzeto s web stranice [https 38](https)).

Osim bjelouške, u kopnenim vodama naići ćemo i na ribaricu ili kockastu vodenjaču (*Natrix tessellata*) (Sl. 35). Veličinom i oblikom nalikuju bjelouški. Pripada srednje velikim zmijama s malom uskom, zašiljenom glavom, na kojoj se nalaze oči s okruglim zjenicama. Boja tijela joj je sivkasto-smečkasta, ponekad žućkaste do zelenkaste boje. Ima vrlo izražene grebene na leđnim ljuskama i često s uzorkom pravilno raspoređenih tamnih mrlja (Brehm, 1982). Rasprostranjena je duž čitave

Hrvatske te pripada skupini vjerojatno ugroženih vrsta. Nastanjuje rijeke, jezera, ribnjake, priobalno more uz ušća rijeka i vrulje. Hrani se jedino ribom. Razlozi ugroženosti su kanaliziranje vodotoka, zatim osjetljivost na promjene na staništima i u njihovom okolišu, što dovodi do gubitka pogodnih mjesta za odlaganje jaja i zimovališta (Janev Hutinec, 2006).



Slika 35. Kockasta vodenjača (preuzeto s web stranice <https> 39).

## 7. Primjena teme u nastavi

### 7.1. Terenska nastava (izvanučionička nastava)

Prije samog odlaska na teren, potrebno je poduzeti neke mjere opreza i učenike i roditelje upoznati s odlukom odlaska na terensku nastavu. Unatoč strahovima roditelja, djeci je prijeko potreban boravak i igra na otvorenom. Tim načinom poučavanja, poboljšat će se dječje zdravlje, kako fizičko, tako i psihološko (Kostović-Vranješ, 2015).

„Danas se izvanučionička nastava svrstava u oblik nastave koji se ustrojava izvan učionice i opisuje kao iskustveno spoznavanje prirodnog i društvenog okruženja, organiziranog na otvorenim prostorima izvan učionice, bilo u neposrednom okruženju škole ili u nekom prirodnom, povijesnom, proizvodnom ili drugom lokalitetu, na kojemu se mogu ostvarivati planirani zadatci nastave različitih područja.“ (Kostović-Vranješ, 2015/str. 154)



Izvanučionička nastava poboljšava učenikove spoznaje, omogućuje iskustveno spoznavanje, uči boljem donošenju procjena i odgovornom ponašanju, potiče htjenju sudjelovanja u raznim aktivnostima, osvještava poštivanju prirode te pomaže u razvoju sposobnosti kako se nositi s promjenama. Učenici na taj način dodatno razvijaju aktivan suradnički rad, međudjelovanje i poštivanje te odgovorno ponašanje u svom životnom okruženju. Izvanučionička nastava je poseban način poučavanja i mnogo drugačiji od klasičnog oblika nastave u učionici, koji uvelike djeluje i na razvoj njihovog kognitivnog razvoja (Kostović-Vranješ, 2015).

Za pripremu i odlazak na terensku nastavu, potrebna nam je prikladna oprema. S obzirom da obilazimo vodena staništa, od iznimne važnosti je obući gumene čizme i odjenuti primjerenu i udobnu odjeću za odlazak u prirodu. Kako su ovakvi organizirani tipovi poučavanja uvelike vremenski ograničeni te je mogućnost same izvedbe otežana, potrebno je pronaći idealno mjesto odlaska gdje bi tema ovih nastavnih jedinica obuhvatila vode stajaćice i vode tekućice. Osim odjevnih priprema na teren trebamo pripremiti i ponijeti pribor koji bi koristili na terenskoj nastavi. Za obradu i lakše proučavanje kopnenih voda ponijeli bi staklene posudice (akvarije), termometar za mjerenje temperature vode, spravu za mjerenje kakvoće vode, bilježnice i olovke, mrežice za hvatanje.

Uz sve mjere opreza koje smo dogovorili prije samog dolaska, približavamo se željenoj destinaciji. Umjesto klasičnog poučavanja u učionicama i učenja definicija napamet, učenici će usvajati znanje direktno iz okoliša kojim su u tom trenutku okruženi. Postavljam neka od mogućih pitanja koja će ih potaknuti na razmišljanje: gdje se nalazimo, što vidimo oko sebe, kakva je to voda, teče li voda ili stoji, kakve biljke sve možemo uočiti, koje životinje vidimo, jesu li te vode slane ili slatke, možemo li ih piti ili zašto ne možemo, znamo li čime se hrane žabe, čime se hrane kukci ili čime se hrane ribe, ptice i slično. Učenicima se daje na razmišljanje, uočavanje spoznaja oko sebe i donošenje zaključka.

Moguće aktivnosti na terenu:

a) Uočavanje općih razlika voda stajaćica od tekućica

Primjerice, prvotno stanište koje obilazimo je bara. Učenici mogu vidjeti kakvog je oblika, je li voda prozirna ili mutna, duboka ili plitka, stoji li ili teče, kakva je vegetacija voda, kakav je životinjski svijet oko nje. Podaci

se zapisuju u bilježnice. Odlaskom do potoka ili neke manje rijeke, učenici također zapisuju njihove posebnosti, što kasnije uspoređuju s prethodno napisanim karakteristikama bare.

- b) Uočavanje temperaturnih razlika u vodi stajaćici i tekućici – korelacija s Matematikom (Mjerne jedinice)

Uz pomoć instrumenata za mjerenje temperature izmjerimo temperaturu vode u stajaćici i tekućici, gdje se učenici usputno upoznaju s mjernom jedinicom Celzijev stupanj ( $^{\circ}\text{C}$ ). Možemo mjeriti i obujam vode, gdje bi također obuhvatili ponavljanje mjernih jedinica iz gradiva s područja Matematike. Oba mjerenja zapisujemo i kasnije uspoređujemo koja je voda hladnija, a koja toplija te zašto je to u prirodi tako.

- c) Uočavanje razlika u prozirnosti i kakvoći voda

U dvije staklene prozirne posudu prikupimo vodu iz bare, a u drugu vodu iz potoka. Uočavamo razliku prozirnosti vode tih dviju voda. Kolika je prozirnost i količina svjetla u obje vode. Ako zagrebemo posudom pri dnu, ukoliko je to moguće, prikupit ćemo i neke životinjice, možda i alge te na temelju toga možemo razlikovati raznolikost životinja s dna ili dubina vode. Ukoliko smo uspjeli uloviti kakvu manju ribicu ili račića, proučavamo ih i zapažamo različite oblike tijela, broj nogu, kakva im je koža, ljuska i slično. Možemo donositi zaključke o hranidbenim odnosima u proučavanom staništu. Primjerice, tko se hrani algama i vodenim biljem, tko se hrani kukcima, zatim tko se hrani ribom.

Na kraju naših promatranja, druženja i svih zabilješki potpomognutih pitanjima, spremamo i zatvaramo staklene posude u kojima se nalaze različiti tipovi voda. Tako možemo promatrati i dalje živi svijet i kakvoću vode ukoliko nam je nešto promaknulo, zatim uspješno i puni saznanja krećemo svojim kućama.

## **7.2. Učionička nastava**

Provedene aktivnosti na terenskoj nastavi, ponovili bi i utvrdili na satu ponavljanja u učionici. Učenike bih podijelila u grupe od 4 do 5 učenika. Moguće aktivnosti na satu ponavljanja:

a) Prepoznavanje i razvrstavanje karakteristika kopnenih voda

Po grupama bih razvrstala slike životinja, slike biljaka, slike voda, sprave za mjerenje temperature vode i kakvoće vode. Na ploči bih ispisala na jednoj strani *Voda tekućica*, na drugoj strani *Voda stajaćica*. Ispod oba naslova ispisala bih pojmove: životinje, biljke, zanimljivosti (karakteristike). Zadatak učenika je prepisati s ploče u bilježnice navedene tablice i imenovati slike i razvrstati ih prema karakteristikama voda tekućica i stajaćica. Nakon rješavanja i sortiranja podijeljenih sličica, prozivam učenike da pred ploču zalijepi sličice u tablicu u koju pripadaju i imenuju. Učenici iz drugih grupa mogu sudjelovati na način da komentiraju je li grupa dobro odradila zadatak i da kritički sudjeluju. Nakon dobivene tablice i uočavanja razlika navedenih voda, donosimo sami definicije i zapisujemo u bilježnice.

b) Izrada hranidbene mreže

Grupe učenika mogu biti i razvrstane i na način da jedna grupa dobije zadatak posložiti hranidbenu mrežu bare, druga hranidbenu mrežu potoka ili rijeke uz pomoć dobivenih slika životinja i biljaka. Treća grupa će ispisati životinje koje žive u staništu bare, koja u rijeci. Četvrta grupa može na temelju mjerenja na terenskoj nastavi iznijeti zabilješke kakva je voda (slana ili slatka, prozirna, mutna, čista, pitka, kakva im je temperatura vode) i povezati sve s hranidbenom mrežom.

c) Izrada akvarija i proučavanje živog svijeta pomoću mikroskopa

Vode koje smo ponijeli sa sobom stavljamo u akvarije i proučavamo živi svijet. Uz pomoć sisaljke, prenesemo kapljicu vode na stakalce odloženo ispod mikroskopske leće. Učenike prvo upoznajem s mikroskopom, čemu služi i zašto ga koristimo. Svaki učenik će iznositi dojmove nakon proučavanja kroz mikroskop. Promatrane mikroskopske životinjice će nacrtati i kraj crteža napisati naslov i datum proučavanja.

Osim ispisivanja na ploči, mogu se izraditi plakati na isti način kako je naveden za zapisivanje na ploči.



## LITERATURA

Knjige i znanstveni radovi:

1. Antonov Dashinov, D., Nikolova Vidinova, Y. (2018). First records of the parasite *Symbiocladius rhithrogenae* (Zavrel, 1924) (Diptera: Chironomidae) in several streams of Rila Mountain, Bulgaria. *Aquatic Insects* 38(4): 255-259.
2. Barber-James, H., Gattolliat, J.-L., Sartori, M., Hubbard, M. D. (2008). Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater, *Hydrobiologia* 595: 339-350.
3. Belančić, A., Bogdanović, T., Franković, M., Ljuština, M., Mihoković, N., Vitas, B. (2008). Crvena knjiga vretenaca Hrvatske, Zagreb: Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode.
4. Bogut, I., Novoselić, D., Pavličević, J. (2006). *Biologija riba*, Osijek: Poljoprivredni fakultet.
5. Brehm, A. E. (1982). *Život životinja*, Zagreb: Prosvjeta.
6. Delić, A., Vijtiuk, N. (2004). *Prirodoslovlje*, Zagreb: Školska knjiga.
7. Dobson, M., Frid, C. (2009). *Ecology of aquatic systems*, New York: Oxford University Press.
8. Đikić, D., Glavač H., Glavač, V., Hršak, V., Jelavić, V., Njegač, D., Simončić, V., P. Springer, O., Tomašković, I., Vojvodić, V. (2001). *Ekološki leksikon*, Zagreb: Barbat i Ministarstvo zaštite i okoliša i prostornog uređenja RH.
9. Giller, P. S., Malmqvist, B. (1998). *The biology of streams and rivers*, New York: Oxford press.
10. Glavač, V. (2001). *Uvod u globalnu ekologiju*, Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Pučko otvoreno učilište.
11. Habdija I., Primc Habdija, B., Radanović I., Špoljar M., Matoničkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša M., Ostojić, A., Sertić Perić, M. (2011). *Protista – Protozoa – Metazoa – Invertebrata: strukture i funkcije*, Zagreb: Alfa.

12. Janev Hutinec, B., Kletečki E., Lazar, B., Podnar Lešić, M., Skejić, J., Tadić Z., Tvrtković N. (2006). Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske, Zagreb: Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode.
13. Jelenić, S., Kerovec, M., Mihaljević, Z., Ternjej I. (2007). Biologija 4: Ekologija, evolucija, genetika, udžbenik biologije za četvrti razred gimnazije, Zagreb: Profil.
14. Kalkman, V. J., Clausnitzer, V., Dijkstra K.-D. B., Orr, A. G., Paulson, D. R., van Tol, J. (2007). Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater *Hydrobiologia* 595: 351-363.
15. Kerovec, M. (1988). Ekologija kopnenih voda, Zagreb: Hrvatsko ekološko društvo i dr. Ante Pelivan.
16. Kostović-Vranješ, V. (2015). Metodika nastave predmeta prirodoslovnog područja, Zagreb: Školska knjiga.
17. Mason, C. F. (2002). Biology of freshwater pollution, London: Pearson education.
18. Matoničkin, I. (1990). Beskralješnjaci: biologija nižih avertebrata, Zagreb: Školska knjiga.
19. Matoničkin, I. (1999). Beskralješnjaci biologija viših avertebrata, Zagreb: Školska knjiga.
20. Matoničkin I., Erben, R. (1994). Opća zoologija, Zagreb: Školska knjiga.
21. Mrakovčić, M., Brigić, A., Buj, I., Čaleta, M., Mustafić, P., Zanella, D. (2006). Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske, Zagreb: Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode.
22. Oštrec, Lj. (1998). Zoologija: štetne i korisne životinje u poljoprivredi, Čakovec: Zrinski.
23. Popijač, A., Sivec, I., Pušić, I., Popijač, E. (2017) Plecoptera inventory project in Croatia 2014-2016. U: Gračan, R., Matoničkin Kepčija R., Miliša, M., Ostojić, A. (eds) Book of abstracts, 2<sup>nd</sup> Symposium on Freshwater Biology, Croatian Association of Freshwater Ecologist, Zagreb, Croatia, str. 26-26.
24. Schockaert, E. R., Hooge M., Sluys, R., Schilling, S., Tyler, S., Artois, T. (2008). Global diversity of free living flatworms (Platyhelminthes, "Turbellaria") in freshwater. U: Balian, E., Martens, K., Lévêque, C., Segers

- H. (ur.), A Global Assessment of Animal Diversity in Freshwater.  
Hydrobiologia 595: 41-48.
25. Scott, M. (1998). Ekologija, Zagreb: Sysprint.
26. Smith, R. L., Smith, T. M. (2001). Ecology & field biology, USA: Benjamin Cummings.
27. Springer, O. P. (2001). Ekološki leksikon, Zagreb: Barbat.
28. Vilenica, M., Gattoliat J.-L., Mihaljević, Z., Sartori, M. (2015). Croatian mayflies (Insecta, Ephemeroptera): species diversity and distribution patterns, Zoo keys 523: 99-127.

Mrežne stranice:

1. [http 1: http://lakebiomeproject.blogspot.hr/2011/01/mutualism-commensalism-parasitism-and.html](http://lakebiomeproject.blogspot.hr/2011/01/mutualism-commensalism-parasitism-and.html) (stranica posjećena dana 15. 5. 2018., u 15:35).
2. [https 2: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primaryzonesoflake](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primaryzonesoflake) (stranica posjećena dana 12. 4. 2018., u 16:44).
3. [https 3: https://www.slideshare.net](https://www.slideshare.net) (stranica posjećena dana 12. 4. 2018., u 16:50).
4. [https 4: https://www.digitalrmb.org/rmb-plants-and-animals/mayflies/5](https://www.digitalrmb.org/rmb-plants-and-animals/mayflies/5) (stranica posjećena dana 12. 5. 2018., u 13:50).
5. [https 5: https://carnivorousockhom.blogspot.hr/2015/08/the-famous-great-diving-beetle-dytiscus.html](https://carnivorousockhom.blogspot.hr/2015/08/the-famous-great-diving-beetle-dytiscus.html) (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 14:00).
6. [https6:https://www.google.hr/search?q=heptageniidae+larvae&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjOyoLB2enaAhXHQ8AKHfrJBHsQ](https://www.google.hr/search?q=heptageniidae+larvae&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjOyoLB2enaAhXHQ8AKHfrJBHsQ) (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 14:10).
7. [https 7: https://nature.mdc.mo.gov/discover-nature/field-guide/mosquito-larvae](https://nature.mdc.mo.gov/discover-nature/field-guide/mosquito-larvae) (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 14:30).
8. [https 8: https://www.bing.hr/images](https://www.bing.hr/images) (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 14:50).
9. [https 9: https://www.studyblue.com](https://www.studyblue.com) (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 15:40).
10. [https 10: https://www.idtools.org/id/mollusc/factsheet.php?name=lymnaeidae](https://www.idtools.org/id/mollusc/factsheet.php?name=lymnaeidae) (stranica posjećena dana 12. 5. 2018., u 09:50).

11. https 11: <https://www.biolib.cz> (stranica posjećena dana 12. 5. 2018., u 09:55).
12. https 12: <https://www.fineartamerica> (stranica posjećena dana 12. 5. 2018., u 10:00).
13. https 13: <https://www.photomacrography.net/forum/viewtopic.php?t=30669> (stranica posjećena dana 12. 5. 2018., u 10:15).
14. https 14: <https://www.zasavica.org.zs> (stranica posjećena dana 15. 5. 2018., u 16:55).
15. https 15: <https://nature.mdc.mo.gov/discover-nature/field-guide/aquatic-pillbugs-and-sowbugs-aquatic-isopods> (stranica posjećena dana 15. 5. 2018., u 11:00).
16. https 16: <https://www.en.wikipedia.org/wiki/Gammarus> (stranica posjećena dana 15. 5. 2018., u 11:05).
17. https 17: <https://stroudcenter.org/people/funk> (stranica posjećena dana 15. 5. 2018., u 11:15).
18. https 18: [https://www.habitas.org/uk/dragonflyireland/5616\\_1.htm](https://www.habitas.org/uk/dragonflyireland/5616_1.htm) (stranica posjećena dana 15. 5. 2018., u 11:20)
19. https 19: <https://lifeinfreshwater.net/aquatic-insect-larvae> (stranica posjećena dana 15. 5. 2018., u 11:25).
20. https 20: <https://www.bio-foto.com> (stranica posjećena dana 15. 5. 2018., u 11:30).
21. https 21: <https://www.nature.mdc.mo.gov/discover-nature/field-guide/mosquito-larvae> (stranica posjećena dana 16. 5. 2018., u 09:50).
22. https 22: <https://www.ribolovac.biz> (stranica posjećena dana 16. 5. 2018., u 09:55).
23. https 23: <https://www.hlasek.com> (stranica posjećena dana 18. 4. 2018., u 11:55).
24. https 24: <https://www.aquariumkarlovac.com> (stranica posjećena dana 18. 4. 2018., u 16:00).
25. https 25: <https://www.ittiofauna.org> (stranica posjećena dana 18. 4. 2018., u 11:50).
26. https 26: <https://www.keywordsuggest.org> (stranica posjećena dana 18. 4. 2018., u 12:05).

27. https 27: <https://www.fischlexicon.eu> (stranica posjećena dana 18. 4. 2018., u 12:10).
28. https 28: <https://www.bing.hr/images> (stranica posjećena dana 18. 4. 2018., u 12:15).
29. https 29: <https://www.privredni.hr> (stranica posjećena dana 25. 4. 2018., u 11:30).
30. https 30: <https://www.commons.wikimedia.org> (stranica posjećena dana 25. 4. 2018., u 11:35).
31. https 31: <https://www.hlasek.com> (stranica posjećena dana 18. 4. 2018., u 12:20).
32. https 32: <https://www.fotocommunity.de> (stranica posjećena dana 18. 4. 2018., u 12:25).
33. https 33: <https://www.lookfordiagnosis.com> (stranica posjećena dana 18. 4. 2018., u 12:35).
34. https 34: <https://www.ecosistema.it> (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 08:40).
35. https 35: <https://www.ryanphotographic.com> (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 08:50).
36. https 36: <https://www.pp-kopacki-rit.hr> (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 08:55).
37. https 37: [http://www.herpetofauna.co.uk/grass\\_snake.htm](http://www.herpetofauna.co.uk/grass_snake.htm) (stranica posjećena dana 11. 4. 2018., u 15:45).
38. https 38: <https://www.reptarium.cz> (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 20:30).
39. https 39: <https://www.pbase.com> (stranica posjećena dana 18. 5. 2018., u 20:35).

## **IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA**

Ja, dolje potpisana, Helena Mihaljević, kandidatkinja za magistricu primarnog obrazovanja ovime izjavljujem da je ovaj diplomski rad rezultat isključivo mojeg vlastitog rada te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojeg necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava.

Studentica: \_\_\_\_\_