

Biblioteka EdBi

Hrvatsko biološko društvo pod pokroviteljstvom Biološkog odsjeka  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu



# Biologija uz BUBO u 1. razredu srednje škole

---

Priručnik za poučavanje i učenje

---

## Teme

*Protjecanje energije u ekosustavu*

*Prilagodbe biljnih i životinjskih organizama na specifične uvjete okoliša*

*Usporedba brojnosti vrsta na primjeru nekog ekosustava*

*Romana Halapir Franković, Karmela Brčić Đapić, Filip Babić, Igor Vilaj,  
Zrinka Pongrac Štimac / Ines Radanović*

2023.



## **Impresum**

Autori: Romana Halapir Franković, Karmela Brčić Đapić, Filip Babić, Igor Vilaj, Zrinka Pongrac Štimac

Urednik: Ines Radanović

Naslov: Biologija uz BUBO u 1. razredu srednje škole - priručnik za poučavanje i učenje

Naslov biblioteke: Biblioteka EdBi

Izdavač i sjedište: Hrvatsko biološko društvo pod pokroviteljstvom Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, Zagreb, Hrvatska

Recenzenti: Irena Labak, Damir Sirovina, Žaklin Lukša

Grafičko oblikovanje i prijelom: Marija Magda Radanović

Autor ilustracije na naslovnici: Marija Magda Radanović

Mjesto i godina izdanja: Zagreb, 2023.

Termini učenik i nastavnik koriste se u priručniku i u radnim materijalima poučavanja i učenja bez rodnog i spolnog obilježja.

Izvor korištenih slika bez navoda izvora: izrađeni crteži za potrebe poučavanja (autor Marija Magda Radanović), Pixabay, Wikimedia Commons, ikone unutar MS Office.



**OVAJ PRIRUČNIK JE SUFINANCIRALA  
HRVATSKA ZAKLADA ZA ZNANOST  
PROJEKTOM (IP-CORONA-2020-12-3798)**



## Sadržaj

Poučavanje uz BUBO materijale.....	1
Poučavanje Biologije u 1. razredu srednje škole .....	4
Izgradnja koncepta Energetski učinci prehrane živih bića u okviru makrokoncepta Energija u živome svijetu u Biologiji za 1. razred gimnazije.....	4
Izvadak za tematski hodogram.....	4
Plan poučavanja i radni listići za učenje teme <i>Protjecanje energije u ekosustavu</i> .....	5
Koncept <i>Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije</i> u okviru makrokoncepta <i>Procesi i međuovisnosti u živome svijetu</i> Biologije 1. razreda.....	27
Izvadak za tematski hodogram.....	27
Plan poučavanja i radni listići za učenje teme <i>Prilagodbe biljnih i životinjskih organizama na specifične uvjete okoliša</i> .....	28
Terensko istraživanje <i>Promjene u prirodi u proljeće</i> uz makrokoncept <i>Prirodoznanstveni pristup Biologije 1. razreda</i> .....	99
Izvadak za tematski hodogram.....	100
Plan poučavanja i radni listići za učenje teme <i>Usporedba brojnosti vrsta na primjeru nekog ekosustava</i> .....	100



## Poučavanje uz BUBO materijale

Suvremena nastava biologije temelji se na zapažanjima učenika u prirodnom okruženju, učenju otkrivanjem i istraživačkom učenju tijekom suradničkog učenja i grupnog rada učenika. Utjecajem objektivnih okolnosti, kao što su epidemiološki uvjeti nastave ili drugi objektivni uzroci koji onemogućavaju organizaciju nastave u skladu sa suvremenim strategijama poučavanja biologije, javljaju se situacije kada su nastavnici i učenici ograničeni u provedbi iskustvenog učenja s grupnim radom učenika, aktivnog i suradničkog učenja uz praktične aktivnosti, otkrivanje temeljeno na promatranju i istraživanje, a koji se smatraju temeljima učenja biologije usmjerenom na učenika.

Kako bi se i u takvim izvanrednim okolnostima ostvarili ishodi definirani kurikulumom potrebno je prilagoditi poučavanje i učenje biologije online i hibridnom obliku učenja. Zbog toga je razvijen interaktivni model poučavanja i učenja usmjeren na učenika (ASIO model - Aktivnosti Simuliranog Istraživačkog Otkrivanja u biologiji; akronim od lat. *Asio otus* – mala ušara). ASIO model je temeljen na pripremi i korištenju simulacija promatranja i istraživanja od kojih nastavnik treba polaziti tijekom vođenja učenika pri učenju određenih nastavnih sadržaja. Razlikuju se dva oblika ASIO modela prema mjestu i načinu provedbe iz kojih proizlaze manje varijacije osnovnog modela. ASIO-1 model je vezan uz poučavanje teme u školskom okruženju bazirane na otkrivanju uz provedbu promatranja, pokusa i istraživanja uz video materijale i/ili druge dostupne izvore, a ASIO-2 uključuje materijale za izvanučioničku nastavu u stvarnoj i/ili simuliranoj provedbi uz korištenje potrebnih digitalnih alata ili video materijala terenskih promatranja, monitoringa i istraživanja.

BUBO materijali temeljeni su na ideji fleksibilnog poučavanja koja podržava korištenje svih pripremljenih materijala ili samo njihovih pojedinih dijelova, a pružaju podršku osim provedbe promatranja i istraživanja tijekom nastave i podršku njihove simulacije prema ASIO modelu. Uz svaku temu pripremljeni su materijali temeljne jedinice, koja sadrži osnove za razumijevanje osnovnih bioloških koncepata u skladu s ishodima učenja. Ti materijali za osnovno učenje nadopunjeni su brojnim različitim materijalima koji se mogu uklopiti u korištenje tijekom poučavanja temeljne jedinice, ako se primjeni individualizirani oblik poučavanja temeljen na profilima učenja, kako bi se omogućilo bolje uključivanje svih učenika u nastavu, uključujući darovite učenike i učenike s teškoćama. Kako se profili učenja temelje na specifičnim osobinama, interesima, mogućnostima, osobnosti i sposobnosti svakog pojedinog učenika, pri poučavanju bi se osim temeljne jedinice trebalo nuditi učenicima rješavanje različitih zadataka koji odgovaraju specifičnim skupinama učenika. Rješavanjem takvih individualiziranih zadataka svaki učenik, u skladu sa svojim osobinama i mogućnostima, može doprinijeti zajedničkom učenju razrednog odjela. To je i osnovna ideja poučavanja uz BUBO materijale, koja je temeljena na individualnim doprinosima kolektivnog učenja (IN-KO). Tijekom učenja ne trebaju svi učenici rješavati iste zadatke, ali pri tome se ne misli na rješavanje višefrontalnih zadataka. Ponekad samo jedan učenik može rješavati neki za njega specifičan zadatak, ili će par ili grupa učenika sa sličnim profilom učenja rješavati neki zadatak individualno ili zajedno. Preduvjet takvog načina rada je dobro vođenje u učenju na osnovu izrađenih specifičnih zadataka. Na taj način će se svaki pojedini učenik ili par/grupa učenika uključiti u zajedničko učenje cijelog razrednog odjela s prikazom i sa zaključcima generiranih na osnovu izrađenih specifičnih zadataka, kako bi na taj način doprinijeli učenju cijelog razrednog odjela. Pri tome je

neophodno primjenjivati organizatore pažnje koji će sistematizirati učenje pri vođenju poučavanja uz prezentacije učenika. U protivnom će učenici naučiti samo dio uz zadatke koji su oni radili, suprotno cilju da svaki učenik doprinese učenju cijelog razrednog odjela.

Kada je moguće potrebno je učenicima s individualiziranim kurikulumom prilagodbe postupaka ili prilagodbe sadržaja uputiti specifično pitanje na koje će moći dati odgovor. Specifični zadaci za takve učenike, ne samo u smislu pojednostavljenja osnovnih zadataka koje rješavaju svi učenici u razredu, osmišljeni su da učenici s teškoćama, u skladu sa svojim mogućnostima, sami promotre i/ili istraže zadatke te da svojim rješenjima zadataka uz podršku nastavnika doprinesu učenju cijelog razrednog odjela i ostvare osnovnu ideju njihovog integriranja u razredni odjel. Osim učenicima s teškoćama pažnju pri poučavanju treba obavezno posvetiti i visoko zainteresiranim učenicima, iako svi takvi učenici nisu neophodno i daroviti učenici. S namjerom podrške koja će omogućiti njihovo napredovanje, a da ih se ne opterećuje s učenjem predviđenim za ostale učenike koje im je u većini poznato, takvim učenicima treba ponuditi pripremljene zasebne zadatke koji će im biti dovoljno izazovni da ih rado rješavaju. Neki od takvih zadataka su izrazito teški, upravo s ciljem da se omogući podrška učenicima koji su daroviti u području biologije i prirodoslovlja, dok je dio zadataka zahtjevan, ali pristupačan za rješavanje visoko zainteresiranih učenika. Pri vođenju učenika razrednog odjela u učenju određene teme, darovitim učenicima će se postaviti pitanje koje će tražiti možda samo mali dio odgovora na njihov zadatak, jer je samo taj manji dio dostatan da upotpuni ili nadogradi učenje u skladu s ishodima učenja za određeni uzrast. Na taj način će daroviti učenici doprinijeti učenju cijelog razrednog odjela, a njima neće biti dosadno na nastavi jer će ostvariti svoje mogućnosti u potreboj nadogradnji osnovnog učenja. Materijali koji omogućavaju učenje prema različitom interesu (slabi, umjereni, znatni i izraziti), razinama ostvarenosti ishoda (zadovoljavajuća, dobra, vrlo dobra, iznimna) i dominantnoj osobnosti (ekstroverzija, ugodnost, savjesnost, emocionalna stabilnost i intelekt/otvorenost), namijenjeni su za samostalan izbor uz pojedinu temu, prema njihovom poznavanju od strane učitelja ili prema riješenim procjenama koje su ponuđene u okviru BUBO materijala za nastavnike.

Trenutno su pripremljeni materijali za dva odabrana biološka koncepta - koncept A *Energetski učinci prehrane živih bića* i koncept B *Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije* te uz poučavanje primjenom simulacija terenskih istraživanja. Upravo ti materijali će biti predstavljeni u ovoj knjižici u okviru tema: *Protjecanje energije u ekosustavu, Prilagodbe biljnih i životinjskih organizama na specifične uvjete okoliša, Usporedba brojnosti vrsta na primjeru nekog ekosustava*. Materijali su pripremljeni za mogućnost hibridne primjene kontaktno u učionici, online ili u hibridnom obliku prema preferencijama nastavnika. Odabir dijela materijala ovisiti će preferencijama pojedinog nastavnika za provedbom učenja u dijelu i na način kako će najbolje odgovarati učenicima pojedinog razrednog odjela. Pri tome se mogu koristiti samo materijali temeljne jedinice, neki nastavni materijali za pojedini profil, većina materijala ili svi materijali, ako se može u tematskom planiranju ostvariti dovoljno dovoljno nastavnih sati za njihovu provedbu. Pri pripremi zadataka vođena je briga da se u dijelu zadataka zadrži ideja strukturiranog otkrivanja, pri čemu se učenike pitanjima vodi u opažanju i zaključivanju uz svaki korak promatranja i istraživanja, što je posebno preporučljivo za učenike srednje i slabije uspješnosti, jer na taj način mogu doseći kognitivnu razinu razumijevanja. Osim strukturiranog promatranja, dio materijala je pripremljen u obliku otvorenog istraživanja, pri čemu se



učenicima nudi osnovna metodologija, ali se od njih očekuje da sami donose odluke o provedbi istraživanja.

Platforma za učenje biologije BUBO (Baza Učenja Biologije uz Online podršku; akronim od lat. *Bubo bubo* – sova ušara) postavljena je na sustavu MoD (SRCE) i sadrži edukativne materijale za online i hibridnu upotrebu. Unutar platforme nalazi se virtualna učionica za 1. razred srednje škole s materijalima prilagođenim za hibridno korištenje u nastavi. Iako pripremljeni online materijali mogu služiti i za samostalno korištenje učenika, to nije njihova prvotna namjena, već bi ih trebali koristiti nastavnici tijekom svog vođenja učenika u ostvarivanju ishoda učenja. Materijali se mogu koristiti u cijelosti ili fragmentarno za provedbu pojedine aktivnosti, što je u duhu fleksibilnog poučavanja za koje su materijali pripremljeni.

Unutar BUBO e-kolegija *Podrška učiteljima i nastavnicima* nalaze se upute za primjenu materijala, kao i materijali za kontaktno poučavanje uz plan poučavanja koji služi kao kratka priprema za nastavu s uputama i objašnjnjima za svaku temu i uz nju pripremljene materijale. Na taj način je omogućena podrške za potporu pripravnicima i mladim nastavnicima uz poučavanje Biologije u 1. razredu srednje škole, ali i za podršku onim nastavnicima koji se još nisu okušali ili trebaju savjete za korištenje pojedinog primijenjenog načina poučavanja u skladu sa suvremenim poučavanjem biologije.

Na You Tube kanalu BUBO dostupni su video materijali za poučavanje bioloških sadržaja u okviru nastave predmeta Biologija u 1. razredu srednje škole. Materijali se mogu koristiti i za drugačije aktivnosti učenja i poučavanja, koje se mogu osmisliti na osnovu pripremljenih video materijala u odnosu na izvorišno zamisljeno njihovo korištenje tijekom poučavanja predstavljeno uz BUBO materijale. Osim osnovnih materijala za učenje uz BUBO kanal BUBO će se nastaviti nadograđivati s video materijalima pristupačnim za učenje prirodoslovnih i bioloških sadržaja u 1. razredu srednje škole.

## Poučavanje Biologije u 1. razredu srednje škole

U 1. razredu polazi se od makroskopskih, učeniku bliskih razina, biosfere i ekosustava te se spušta na razinu jedinke. U okviru makrokoncepata proučavaju se osnove klasifikacije živoga svijeta, promjena složenosti organizacijskih razina biosfere, struktura ekosustava, životnih zajednica i populacija, interakcije između živog i neživog, prilagodbe organizama na biotičke i abiotičke uvjete okoliša u kontekstu preživljavanja i evolucije, kruženje tvari i protjecanje energije u biosferi, homeostaza na razini ekosustava, bioraznolikost i održivi razvoj, metodologija istraživanja u biologiji (MZO, NN 7/2019).

### Izgradnja koncepta Energetski učinci prehrane živih bića u okviru makrokoncepta Energija u živome svijetu u Biologiji za 1. razred gimnazije

U okviru koncepta *Energetski učinci prehrane živih bića*, u 1. razredu gimnazije, razvijena je tema Protjecanje energije u ekosustavu. Temeljni ishod koji učenici ostvaruju radeći na pripremljenim materijalima je: BIO SŠ C.1.1. Objasnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi te ih povezuje sa životnim uvjetima i održanjem života. Detaljnije razrađeni ishodi (BIO SŠ C.1.1.1. Objasnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosustavima; BIO SŠ C.1.1.2. Analizira hranidbene odnose u različitim ekosustavima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide; BIO SŠ C.1.1.3. Objasnjava protjecanje energije ekosustavom i kruženje tvari; BIO SŠ C.1.1.4. Objasnjava pretvorbe konzumirane energije u potrošača) daju opsežniji uvid u mogućnost razvijanja makrokoncepta *Energija u živom svijetu* na nivou 1. razreda gimnazije korištenjem ponuđenih materijala.

Energija je temeljni konceptualni element svih prirodnih pojava, stoga njezino proučavanje zauzima važno mjesto u svim prirodnim znanostima pa tako i u biologiji. Budući da je pojam energije učenicima nerijetko apstraktan, predstavlja izazovan koncept za poučavanje i učenje. Također, dosadašnje spoznaje ukazuju na ograničeno razumijevanje koncepta energije u ekosustavima, kao i postojanje miskoncepcija među učenicima.

Kako bi se omogućilo pravilno i cjelovito razvijanje koncepata o izmjeni tvari i pretvorbi energije, materijali i zadaci uz koncept *Energetski učinci prehrane živih bića* temeljeni su na strategiji iskustvenog učenja. Učenici će analitičkim i istraživačkim pristupom, na primjerima iz neposrednog okoliša, razvijati navedene koncepte. Suradničkim učenjem, kao i individualnim aktivnostima i refleksijom, učenici će imati prilike na više načina ostvariti zadani temeljni ishod.

Materijali su uz ovaj koncept prvenstveno osmišljeni na način da učenici, iz zadanih primjera, kao i neposredne okoline škole i vlastitoga zavičaja, uoče i analiziraju primjere hranidbenih lanaca unutar hranidbenih mreža karakterističnih za pojedine ekosustave te objasne protok i pretvorbe energije.

### Izvadak za tematski hodogram

Pri korištenju BUBO materijala uz koncept *Energetski učinci prehrane živih bića* može se u godišnji izvedbeni kurikulum unijeti odgojno-obrazovne ishode i očekivanja međupredmetnih tema prema tablici 1.

Tablica 1 Dio GIK-a uz koncept Energetski učinci prehrane živilih bića u 1. razredu SŠ

RAZRED	1.	Dio godišnjeg izvedbenog kurikuluma uz primjenu ASIO modela učenja	
TEMATSKA CJELINA	NASTAVNA TEMA	ODGOJNO-OBRZOVNI ISHODI	OČEKIVANJA MEĐUPREDMETNIH TEMA
Proizvodnja i potrošnja u ekosustavu	<b>Protjecanje energije u ekosustavu</b>  Broj sati = 2	BIO SŠ C.1.1. Objasnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života.  BIO SŠ C.1.2. Objasnjava principe iskorištavanja energije na razini ekosustava s aspekta održivoga razvoja  BIO SŠ D.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti.	<b>Održivi razvoj</b> odr B.5.1. Kritički promišlja o utjecaju našega djelovanja na Zemlju i čovječanstvo. <b>Osobni i socijalni razvoj</b> osr B.5.3. Preuzima odgovornost za svoje ponašanje. <b>Zdravlje</b> zdr A.5.2. Opisuje i primjenjuje zdrave stilove života koji podrazumijevaju pravilnu prehranu i odgovarajuću tjelesnu aktivnost <b>Uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije</b> ikt C.4.3. Učenik samostalno kritički procjenjuje proces, izvore i rezultate pretraživanja, odabire potrebne informacije. <b>Učiti kako učiti</b> uku A.4/5.1. Učenik samostalno traži nove informacije iz različitih izvora, transformira ih u novo znanje i uspješno primjenjuje pri rješavanju problema. uku A.4/5.4. Učenik samostalno kritički promišlja i vrednuje ideje.

## Plan poučavanja i radni listići za učenje teme *Protjecanje energije u ekosustavu*

### Plan poučavanja

Tematska cjelina
Kruženje tvari i protok energije u ekosustavima
Nastavna tema
Protjecanje energije u ekosustavu

Cilj nastavne teme	
Na primjerima hranidbenih lanaca, hranidbenih mreža i piramide biomase i energije proučiti protok energije u različitim ekosustavima.	
<b>Ključni pojmovi</b>	<b>Temeljni koncepti</b>
primarna proizvodnja, hranidbeni lanac i hranidbena mreža, protjecanje energije	- Energija u životome svijetu - Izmjena tvari i pretvorba energije na razini ekosustava
<b>Kontekst poučavanja koncepta</b>	
- primjeri hranidbenih lanaca i hranidbenih mreža iz neposredne okoline škole (livada, šuma, park, travnjak i sl.) - primjeri hranidbenih lanaca u kojima je jedan od članova kukac štetnik na biljkama uz problemske zadatke za provjeru usvojenosti ishoda	

Odgojno-obrazovni ishodi	
<b>BIO SŠ C.1.1.</b>	Objasnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi te ih povezuje sa životnim uvjetima i održanjem života
<b>Ishodi razrade/aktivnosti</b> Koristiti dokument „Kurikulum s numeriranim ishodima razrade“ za prijenos ishoda.	
<b>BIO SŠ C.1.1.1.</b>	Objasnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosustavima.
<b>BIO SŠ C.1.1.2.</b>	Analizira hranidbene odnose u različitim ekosustavima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide.
<b>BIO SŠ C.1.1.3.</b>	Objasnjava protjecanje energije ekosustavom i kruženje tvari.
<b>BIO SŠ C.1.1.4.</b>	Objasnjava pretvorbe konzumirane energije u potrošača.

Tijek nastavnih sati unutar bloka			Trajanje	BS (90 min)
BR. SATA	DIO SATA	HODOGRAM AKTIVNOSTI		min
1.	POČETNI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na početku nastavnog sata, predmetni nastavnik dijeli učenike u parove te svim učenicima daje RL 1 za rad na terenu i u učionici (prilog: <b>RL 1 „Istražimo hranidbene odnose u neposrednoj okolini škole!“</b>)</li> <li>- predmetni nastavnik podsjeća učenike na pravila ponašanja prilikom terenskih aktivnosti</li> <li>- zajedno s predmetnim nastavnikom, učenici odlaze na teren u neposrednoj okolini škole i započinju svoje istraživanje</li> </ul>		8
	SREDIŠNJI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- učenici izvode terenske aktivnosti prema uputama s RL 1 (prilog: <b>RL 1 „Istražimo hranidbene odnose u neposrednoj okolini škole!“</b>) – fotografiraju biljne i životinjske vrste, determiniraju vrste i bilježe svoja saznanja na radni listić</li> <li>- povratkom u učionicu, učenici istražuju odabrane vrste putem dostupne literature te bilježe svoju vrstu na <i>post-it</i> papirić uz nekoliko ključnih navoda uz svaku pojedinu vrstu</li> <li>- učenici lijepe svoje <i>post-it</i> papiriće na ploču ili hamer papir većeg formata te zajedno s ostalim učenicima konstruiraju nekoliko cjelovitih hranidbenih lanaca te naposljetku hranidbenu mrežu</li> </ul>		30
	ZAVRŠNI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na kraju nastavnog sata, učenici rješavaju pitanja sa zadnje stranice priloženog radnog listića za provjeru usvojenosti ishoda nastavnog sata</li> </ul>		7
2.	POČETNI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nastavnik svakome paru učenika dodjeljuje jedan broj – 1, 2 i 3; a potom parovima s dodijeljenim brojevima zadaje sljedeće zadatke: <ul style="list-style-type: none"> <li>• parovi s brojem 1 trebaju osmislići jedan hranidbeni lanac u slatkovodnom ekosustavu, s brojem 2 hranidbeni lanac morskog ekosustava i s brojem 3 hranidbeni lanac kopnenog ekosustava</li> <li>• u vlastito osmišljenom hranidbenom lancu procjenjuju biomasu i raspoloživu energiju na svakoj trofičkoj razini</li> <li>• nakon izvršenoga zadatka slijedi zajednička rasprava s uključivanjem predmetnog nastavnika po potrebi</li> </ul> </li> </ul>		5
	SREDIŠNJI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nastavnik učenicima u grupama (npr. 5 grupa, ovisno o veličini razrednoga odjela) daje RL 2 za rad (prilog: <b>RL 2 „Hranidbena piramida i problemski zadaci“</b>) te ih učenici rješavaju prema uputama</li> <li>- uz radni listić, potrebno je ispisati i priložiti skicu hranidbene piramide odabranog hranidbenog lanca</li> <li>- nakon izvršenog zadatka slijedi provjera rješenja i zajednička rasprava</li> </ul>		35
	ZAVRŠNI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- predmetni nastavnik pomoću <b>izlazne kartice</b> provjerava usvojenost ishoda</li> <li>- prijedlog pitanja na izlaznoj kartici: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usporedi biomasu članova na samome početku i na kraju hranidbenog lanca.</li> <li>2. Na koje se načine energija gubi na svakoj trofičkoj razini?</li> <li>3. Zašto hranidbena mreža predstavlja potpuniji prikaz hranidbenih odnosa u ekosustavu?</li> </ol> </li> </ul> <p>Za ponavljanje i uvježbavanje moguće je koristiti edukativne igre na sljedećim linkovima:</p> <p><a href="https://pbskids.org/plumlanding/games/ecosystem/make_a_mangrove.html">https://pbskids.org/plumlanding/games/ecosystem/make_a_mangrove.html</a></p> <p><a href="https://www.pbslearningmedia.org/resource/plum14.sci.life.feedingo/feed-the-dingo-an-ecosystem-game/">https://www.pbslearningmedia.org/resource/plum14.sci.life.feedingo/feed-the-dingo-an-ecosystem-game/</a></p>		5



**Hodogram aktivnosti (*upute za predmetnog nastavnika* uz RL 1)**

**Istražimo hranidbene odnose u neposrednoj okolini naše škole!**

- ✓ učenicima podijeliti radne listiće (za svakog učenika; prijedlog radnog listića nalazi se na sljedećoj stranici), a potom ih podijeliti u parove u kojima će raditi tijekom izvođenja aktivnosti
- ✓ s učenicima otići na lako dostupan teren u neposrednoj blizini škole (park, šuma, livada i sl.)
- ✓ dolaskom na teren, učenici fotografiraju stanište, opisuju ga (u skladu s uputama na radnom listiću) i rješavaju dio radnog listića
- ✓ učenici se potom raspoređuju, na način da svaki par pokrije određeni dio terena te odabiru jednu uočenu životinjsku i jednu biljnu vrstu – odabrane životinske i biljne vrste poželjno je po mogućnosti fotografirati (naknadno ispisati te ulijepiti u odgovarajući dio radnog listića); ukoliko je potrebno, uz odgovarajuće determinacijske ključeve (ovisno o mogućnostima pojedinog predmetnog nastavnika) ili pomoću mobitela i pristupa na internet učenici mogu potražiti pomoć pri determinaciji vrsta
- ✓ povratkom u učionicu učenici pomoću dostupne, relevantne literature istražuju biologiju i ekologiju odabralih i na terenu uočenih vrsta s naglaskom na njihove prehrambene navike i odnose koje ostvaruju s drugim organizmima.
- ✓ učenici svih parova odabrane vrste bilježe na *post-it* samoljepljive papiriće, a potom ih lijepe na školsku ploču
- ✓ učenici zajednički, na osnovu spoznaja stečenih ovom aktivnošću i vrsta ispisanih na *post-it* papiriće na ploči, slažu nekoliko cjelovitih hranidbenih lanaca karakterističnih za istraživano stanište u okviru ekosustava; moguće je da će poneka vrsta nedostajati, no tada učenici mogu pretpostaviti koje još karike/članovi hranidbenoga lanca nedostaju i eventualno pretpostaviti koje bi vrste, karakteristične za istraživano stanište, mogle zauzeti te položaje u hranidbenim lancima
- ✓ na osnovu nekoliko konstruiranih i cjelovitih hranidbenih lanaca, učenici slažu hranidbenu mrežu istraživanog ekosustava
- ✓ na kraju zajedničkog rada, učenici u parovima rješavaju preostali dio radnoga listića

**Istražimo hranidbene odnose u neposrednoj okolini naše škole!**

1. Dolaskom na teren možete uočiti niz osobitosti staništa u okviru ekosustava. Fotografirajte stanište, na kojemu ćete istraživati, a potom ga samostalno opišite (u svome opisu pokušajte obuhvatiti vegetacijski sastav staništa, dominantne biljne i životinjske vrste i sl.). Svoje autorske fotografije povratkom u učionicu ćete ispisati pomoću pisača u boji te ih potom ulijepiti u prostor predviđen za to na ovom radnom listiću.

Opis istraživanog staništa

Autorske fotografije istraživanog staništa (*ulijepiti na pisaču ispisane fotografije*)



2. Pokušajte se pravilno rasporediti na terenu, na način da se malo udaljite od ostalih parova učenika te promotrite živi svijet oko sebe. Uočavate li neke biljne i životinjske vrste? *Ne morate se koncentrirati samo na lako uočljive vrste – primjerice, ukoliko se nalazite na livadi ili u parku, približite se tlu i pokušajte uočiti pojedine biljne i životinjske vrste. Za pomoć pri determinaciji vrsta, poslužite se determinacijskim ključevima ili mobitelom s pristupom na internet. Ne zaboravite uočene vrste fotografirati pomoću mobitela! Svoje autorske fotografije povratkom u učionicu ćete ispisati pomoću pisača u boji te ih potom ulijepiti u prostor predviđen za to na ovom radnom listiću.*

Navedite nazive jedne biljne i životinjske vrste, koje ste mogli uočiti na terenu.



Autorske fotografije odabranih vrsta (jedna biljna i jedna životinjska vrsta)  
(ulijepiti na pisaču ispisane fotografije)



3. Nakon povratka u učionicu, vrijeme je za istraživanje biologije i ekologije odabranih vrsta biljaka i životinja. Pomoću dostupne relevantne literature (knjige, udžbenici, publikacije, znanstveni radovi, znanstveno-popularni članci i dr.) istražite svoje vrste i **svoje spoznaje** zabilježite u prostor predviđen za to, na ovome radnome listiću. Važno je prilikom istraživanja posebnu pozornost obratiti na biotičke odnose, koje vrsta ostvaruje s drugim vrstama unutar ekosustava, kao i na prehrambene navike odabranih životinjskih vrsta. Ne zaboravite pravilno navesti korištene izvore informacija.

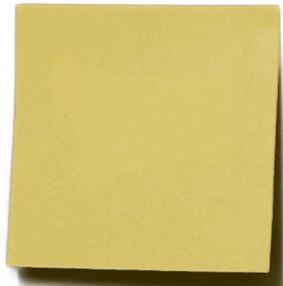
Kratki opis (u obliku natuknica) biologije i ekologije odabrane biljne vrste

Kratki opis (u obliku natuknica) biologije i ekologije odabrane životinjske vrste

Izvori informacija (navesti u skladu s pravilima)

## VELIKA SJENICA

- mala ptica (oko 14 cm, mase oko 20 g)
- hrane se sjemenkama ili kukcima



4. Na pripremljene *post-it* samoljepljive papiriće pomoću markera jasno ispišite nazive svoje biljne i životinjske vrste, koje ste proučavali. Svaku je vrstu potrebno zabilježiti na poseban *post-it* papirić. Kao što je prikazano na primjeru uz zadatak, uz naziv vrste navedite 2-3 kratka opisa vrste, u obliku natuknica ili asocijacija, koje se odnose na istraživanu biologiju i ekologiju vrsta.

5. *Post-it* papiriće s ispisanim vrstama zalijepite na školsku ploču (ili hamer papir većih dimenzija), a potom zajednički (svi učenici u razredu) pokušajte složiti nekoliko cjelovitih hranidbenih lanaca:

- ✓ Nedostaju li neke karike (članovi) hranidbenih lanaca? Možete li pretpostaviti koji članovi hranidbenih lanaca nedostaju?
- ✓ Pojavljuju li se neke biljne i životinjske vrste, iz pojedinih hranidbenih lanaca, u više hranidbenih lanaca? Znači li to da su te jedinke istovremeno pljen većem broju predatora, odnosi da one same mogu konzumirati više vrsta plijena?
- ✓ Na osnovu prikupljenih podataka iz zajedničkog rada i *post-it* papirića na ploči, pokušajte konstruirati hranidbenu mrežu. *Vrste unutar hranidbenih lanaca, koji su dio hranidbene mreže, spojite pomoću krede, a potom konstruiranu hranidbenu mrežu fotografirajte i ulijepite u prostor predviđen za to na ovom radnom materijalu.*

Autorska fotografija konstruirane hranidbene mreže



6. Na osnovu zajedničkog rada te uz pomoć svoga udžbenika, odgovorite na još nekoliko pitanja:

Objasnite razliku između primarnih producenata (proizvođača) i konzumenata (potrošača).

Što su saprofiti? Koji se organizmi svrstavaju u ovu skupinu? Na koji način omogućuju kruženje tvari u prirodi?

Odaberite jedan hranidbeni lanac (iz prethodnog, zajedničkog rada) te odredite primarnog producenta i potrošače odgovarajućeg reda toga hranidbenog lanca.

Prema analizi hranidbenog lanca konstruirajte piramidu biomase i energije svoga hranidbenog lanca.

Koji članovi u odabranom hranidbenom lancu imaju najviše raspoložive energije, a koji najmanje?

Na koji je način raspoloživa energija povezana s biomasom svake trofičke razine u odabranom hranidbenom lancu? Obrazložite svoje odgovore.

Na koje se procese gubi energija prilikom prijelaza s jednog na drugi trofički nivo?

## Hranidbena piramida – problemski zadaci



**Krumpir**, *Solanum tuberosum* L., višegodišnja je zeljasta biljka. Potječe iz peruanskih Anda u kojima se uzgajao i prije 8 000 godina. U Europu su ga donijeli španjolski istraživači u 16. stoljeću i poklonili papi Piju IV. Iz Italije se dalje proširio po cijeloj Europi, a u Hrvatsku su ga donijeli graničarski vojnici u 18. stoljeću. Krumpir je kroz povijest bio važan izvor hrane u cijeloj Europi, a naročito u Irskoj gdje je uz mlijeko predstavljao gotovo “jedinu” hranu. <https://www.agroklub.com/sortna-lista/repar-krumpir/krumpir-124/>



No, zajedno s krumpirom stigao je i nametnik krumpirova zlatica, *Leptinotarsa decemlineata*

Krumpirova zlatica je nametnik koji prvenstveno napada krumpir, pa kasnije rajčicu, patliđan, ukrasni duhan. Štete koje uzrokuje mogu potpuno uništiti lisnu masu.

**Krumpirova zlatica** potječe s područja oko rijeke Colorado u Sjevernoj Americi, odakle se raširila po svoj Americi i gotovo cijeloj Europi. U Hrvatskoj je otkrivena 1947/48. Raširena je, osim na nekim otocima, na svim područjima uzgoja krumpira u nas. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=34261>

**Kukci stjenice** nisu baš omiljeni kukci. Neke od stjenica poznatije su pod imenom smrdljivi Martin. Ime su dobili po smrdljivoj tekućini koju ispuštaju iz žljezda na prsimu kada su uznemireni. Također ulaze u domove u vrijeme Martinja u kasnu jesen kada vani postaje hladno. Osim što se smatraju značajnim štetnicima na poljoprivrednim kulturama jer oštećuju cvijeće i listove biljki kada sišu njihove sokove neki su i paraziti na čovjeku. Ipak, i među njima postoje vrste koje su grabežljivci pa tako i značajni neprijatelji mnogih štetnika. <https://www.id90.hr/kukci/smrdljivi-martin>



U tu skupinu grabežljivaca spada stjenica s dvije pjege, *Perillus bioculatus*.

Ako na krumpirištu uočimo veći broj odraslih krumpirovih zlatica i njihovih ličinki kako jedu listove krumpira možda ćemo vidjeti i smrdljive stjenice s dvije pjege.

One rilcem probodu ličinku krumpirove zlatnice i u nju ubrizgaju probavne enzime. Nakon toga stjenica može iz svog plijena isisati „juhu“ bogatu hranjivim tvarima.

Zanimljivo je kako stjenice lociraju biljku koja je napadnuta krumpirovim zlaticama na golemom polju krumpira gdje mnoge biljke nemaju potencijalni pljen. Naime dok krumpirove zlatice jedu biljke krumpira, listovi biljaka oslobađaju hlapljive spojeve u atmosferu. Gladne smrdljive bube s dvije pjege u potrazi za pljenom sposobne su detektirati spojeve iz biljaka ozlijeđenih bubama i koristiti ih kao kemijski putokaz za pronalaženje biljaka zaraženih krumpirovim zlaticama koje su njihov pljen.

[https://bugoftheweek-com.translate.goog/blog/2013/1/9/heroes-of-the-true-bug-clan-two-spotted-stink-bug-iperillus-bioculatus-and-spined-soldier-bug-ipodisus-maculiventris?x\\_tr\\_sl=en&x\\_tr\\_tl=hr&x\\_tr\\_hl=hr&x\\_tr\\_pto=sc](https://bugoftheweek-com.translate.goog/blog/2013/1/9/heroes-of-the-true-bug-clan-two-spotted-stink-bug-iperillus-bioculatus-and-spined-soldier-bug-ipodisus-maculiventris?x_tr_sl=en&x_tr_tl=hr&x_tr_hl=hr&x_tr_pto=sc)



**Sjenice** su male ptice pjevice koje nalazimo kako u našim dvorištima, tako i u divljini. Neka vrste ptica iz ove porodice, posebno velika sjenica, *Parus major*, vrlo su dobro prilagođene na suživot s čovjekom. Zimi su najčešći posjetitelj hranilica, a tijekom sezone gniježđenja i kućica za gniježđenje. Te prekrasne ptice vrlo su spretne u sakupljanju kukaca i njihovih ličinki s lišća što ih čini jednim od glavnih karika u lancu regulacije zdravlja njihovog staništa, kojeg u pravilu čine šume, parkovi i stari voćnjaci. (<https://prirodahrvatske.com/2019/05/20/sjenice/>) U svom prirodnom okruženju sjenice se hrane raznim kukcima i njihovim ličinkama. Mogu čak i jesti stjenice i lisne uši. Na njihovom jelovniku su i žohari. Kad dođe hladna sezona, ove ptice prelaze na biljnu hranu. Rado jedu sjeme biljaka (smreka, breza, sunokret). (<https://rt82.ru/hr/training/skolko-zhivet-sinica-doklad-o-sinice/>)

## ZADATAK 1.

A) Na osnovu prikazane hranidbene piramide objasnite postoji li još mogućih članova toga hranidbenog lanca. Ako postoji predložite člana.

---

B) Uz prepostavku da primarni proizvođači prikazane piramide tijekom određenog vremenskog razdoblja apsorbiraju 9817 kcal, koliko će energije na raspolaganju imati smrdljivi Martin.

---

## ZADATAK 2.

Prepostavimo da krumpirova zlatica u gornjoj piramidi ishrane mora svaki dan pojesti 2/3 svoje tjelesne mase u lišću. Krumpirova zlatica prosječne veličine teži 150 miligrama. Jedna jedinka zlatice pri temperaturi od 16 °C pojede oko  $260 \text{ mm}^2$  lisne mase, pri temperaturi od 21 °C pojede oko  $430 \text{ mm}^2$  a pri temperaturi od 25 °C oko  $800 \text{ mm}^2$ , dok svaka zlatica za života pojede oko  $120 \text{ cm}^2$  lisne mase.

Prosječni list krumpira ima površinu  $400 \text{ mm}^2$  i masu 100 miligramma.

Izračunaj koliko će listova krumpira pojesti 5 krumpirovih zlatica u 3 dana na temperaturi od 21 °C.

---

## ZADATAK 3.

Istraži sličan primjer hranidbenog lanca u kojem je jedan od članova kukac štetnik na biljkama te skiciraj piramidu biomase i energije.

## **RL I1 SIMULACIJA ZA SAMOSTALNO ISTRAŽIVANJE – PROBLEM BIOMAGNIFIKACIJE**

### **UVOD:**

Rapidno povećanje onečišćenja okoliša ljudskom djelatnošću svakodnevni je problem. Nakon što jednom uđu hranidbene lanci, pojedine štetne tvari nakupljaju se (bioakumuliraju) u živim organizmima, a njihova koncentracija eksponencijalno se povećava kroz stupnjeve hranidbenog lanca od proizvođača prema top predatoru. To povećanje koncentracije štetnih tvari kroz hranidbeni lanac slijedom organizama nazivamo biomagnifikacijom.

Posebnu opasnost za ljudsko zdravlje predstavljaju teški metali poput žive koje unosimo u svoj organizam konzumacijom hrane. Živa u atmosferu dospijeva spaljivanjem fosilnih goriva. Nošena strujanjem zraka, dospijeva i u vodene ekosustave. U vodi se, djelovanjem mikroorganizama, najčešće prevodi u kemijski spoj dimetil-živu kemijske formule  $Hg(CH_3)_2$ .

Živa je poznati teratogeni otrov što znači da izaziva deformacije na plodu u majčinom tijelu. Jedan od najstrašnijih događaja trovanja dimetil-živom konzumacijom hrane je „Minamata bolest“ u Japanu, koja se pojavila 1956. godine. Živa se u obliku kemijskog spoja dimetil-žive ( $Hg(CH_3)_2$ ) iz otpadnih voda iz tvornice Chisso, koje su se ispuštale u more, taložila u ribama i drugim morskim organizmima, a ljudi su je konzumacijom unosili u tijelo. Samo od izravnih posljedica je umrlo više od dvije tisuće ljudi, a velik broj djece još se dugi niz godina rađao s fizičkim i mentalnim deformacijama. Ovo je samo jedan od dokaza da onečišćenje okoliša može imati kobne posljedice na ljudsko zdravlje.

**Pribor i materijali:** jedna plastična posuda s poklopcom, 9 malih čašica za aperitiv, 3 srednje čaše od 2 dcL, jedna velika čaša (više od 2 dcL), 20 bombona iste boje (npr. zeleni M&Ms) koji predstavljaju proizvođače, 10 bombona iste boje (npr. crveni M&Ms) koji predstavljaju proizvođače kontaminirane živom.

**Napomena:** osim bombona moguće je koristiti smotuljke (kuglice) papira u dvije boje napravljene primjerice od post-it papirića ili dvije različite boje sjemenki graha ili slično.

### **Istraživačko pitanje:**

Koji član prehrambenog lanca je u najvećoj opasnosti ako u prehrambeni lanac uđe živa?

### **Opis postupka:**

**Korak 1.** U većoj posudi s poklopcom pomiješajte sve bombone koje ste pripremili. U posudi biste trebali imati 30 bombona u dvije različite boje. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio organizama kontaminiranih živom (u ovom slučaju to je 10 od 30 odnosno 1/3 ili 0,33).

**Korak 2.** Simulirajte kako potrošači I. reda jedu proizvođače na način da u malu čašicu, zatvorenih očiju stavite po tri bombona iz veće posude s poklopcom. Postupak ponovite za svih 9 malih čašica. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima I. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 27).

**Korak 3.** Simulirajte kako potrošači II. reda jedu potrošače I. reda na način da u srednju čašu od 2 dL ispraznите sadržaj iz dviju malih čašica (od ukupno 9 iz drugog koraka). Postupak ponovite za sve 3 srednje čaše od 2 dL. U Tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima II. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 18).

**Korak 4.** Simulirajte kako potrošači III. reda jedu potrošače II. reda na način da u veliku čašu (veću od 2 dL) ispraznите sadržaj dviju srednjih čaša od 2 dL. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima II. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 12).

**Korak 5.** Ispraznite sadržaj svih čaša u početnu veliku posudu i simulaciju ponovite još dva puta, a podatke zabilježite u tablicu 1. Izračunajte prosječni udio organizama kontaminiranih živom za svaku prehrambenu razinu.

**Tablica 1.** Količina žive po organizmu.

ORGANIZAM	PRVA SIMULACIJA	DRUGA SIMULACIJA	TREĆA SIMULACIJA	Prosječna vrijednost žive po skupini organizama
proizvođači				
potrošači I. reda				
potrošači II. reda				
potrošači III. reda				

**Pitanje 1.** S obzirom na stečeno znanje o biomagnifikaciji, je li zdravije često konzumirati meso srdele ili tune? Argumentirajte svoj odgovor.

---

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

## RL I2 SIMULACIJA ZA SAMOSTALNO ISTRAŽIVANJE – PROBLEM BIOMAGNIFIKACIJE

### UVOD:

Rapidno povećanje onečišćenja okoliša ljudskom djelatnošću svakodnevni je problem. Nakon što jednom uđu hranidbene lanci, pojedine štetne tvari nakupljaju se (bioakumuliraju) u živim organizmima, a njihova koncentracija eksponencijalno se povećava kroz stupnjeve hranidbenog lanca od proizvođača prema top predatoru. To povećanje koncentracije štetnih tvari kroz hranidbeni lanac slijedom organizama nazivamo biomagnifikacijom.

Posebnu opasnost za ljudsko zdravlje predstavljaju teški metali poput žive koje unosimo u svoj organizam konzumacijom hrane. Živa u atmosferu dospijeva spaljivanjem fosilnih goriva. Nošena strujanjem zraka, dospijeva i u vodene ekosustave. U vodi se, djelovanjem mikroorganizama, najčešće prevodi u kemijski spoj dimetil-živu kemijske formule  $Hg(CH_3)_2$ .

Živa je poznati teratogeni otrov što znači da izaziva deformacije na plodu u majčinom tijelu. Jedan od najstrašnijih događaja trovanja dimetil-živom konzumacijom hrane je „Minamata bolest“ u Japanu, koja se pojavila 1956. godine. Živa se u obliku kemijskog spoja dimetil-žive ( $Hg(CH_3)_2$ ) iz otpadnih voda iz tvornice Chisso, koje su se ispuštale u more, taložila u ribama i drugim morskim organizmima, a ljudi su je konzumacijom unosili u tijelo. Samo od izravnih posljedica je umrlo više od dvije tisuće ljudi, a velik broj djece još se dugi niz godina rađao s fizičkim i mentalnim deformacijama. Ovo je samo jedan od dokaza da onečišćenje okoliša može imati kobne posljedice na ljudsko zdravlje.

**Pribor i materijali:** jedna plastična posuda s poklopcom, 9 malih čašica za aperitiv, 3 srednje čaše od 2 dCL, jedna velika čaša (više od 2 dCL), 20 bombona iste boje (npr. zeleni M&Ms) koji predstavljaju proizvođače, 10 bombona iste boje (npr. crveni M&Ms) koji predstavljaju proizvođače kontaminirane živom.

**Napomena:** osim bombona moguće je koristiti smotuljke (kuglice) papira u dvije boje napravljene primjerice od post-it papirića ili dvije različite boje sjemenki graha ili slično.

### Istraživačko pitanje:

Koji član prehrambenog lanca je u najvećoj opasnosti ako u prehrambeni lanac uđe živa?

### Opis postupka:

**Korak 1.** U većoj posudi s poklopcom pomiješajte sve bombone koje ste pripremili. U posudi biste trebali imati 30 bombona u dvije različite boje. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio organizama kontaminiranih živom (u ovom slučaju to je 10 od 30 odnosno 1/3 ili 0,33).

**Korak 2.** Simulirajte kako potrošači I. reda jedu proizvođače na način da u malu čašicu, zatvorenih očiju stavite po tri bombona iz veće posude s poklopcom. Postupak ponovite za svih 9 malih čašica. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima I. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 27).

**Korak 3.** Simulirajte kako potrošači II. reda jedu potrošače I. reda na način da u srednju čašu od 2 dL ispraznите sadržaj iz dviju malih čašica (od ukupno 9 iz drugog koraka). Postupak ponovite za sve 3 srednje čaše od 2 dL. U Tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima II. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 18).

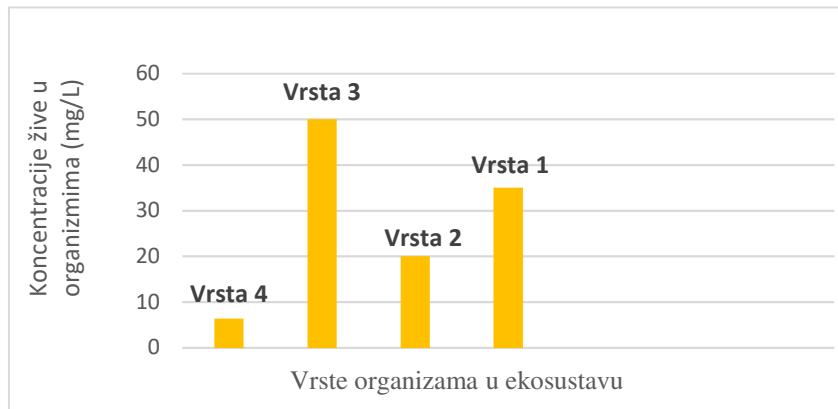
**Korak 4.** Simulirajte kako potrošači III. reda jedu potrošače II. reda na način da u veliku čašu (veću od 2 dL) ispraznите sadržaj dviju srednjih čaša od 2 dL. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima II. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 12).

**Korak 5.** Ispraznite sadržaj svih čaša u početnu veliku posudu i simulaciju ponovite još dva puta, a podatke zabilježite u tablicu 1. Izračunajte prosječni udio organizama kontaminiranih živom za svaku prehrambenu razinu.

**Tablica 1.** Količina žive po organizmu.

ORGANIZAM	PRVA SIMULACIJA	DRUGA SIMULACIJA	TREĆA SIMULACIJA	Prosječna vrijednost žive po skupini organizama
proizvođači				
potrošači I. reda				
potrošači II. reda				
potrošači III. reda				

**Zadatak 1.** Spojevi žive (u obliku kemijskog spoja dimetil - žive) ušli su hranidbene lance. Na temelju ponuđenog grafičkog prikaza nacrtajte prehrambeni lanac koji čine 4 vrste te tim vrstama dodijelite stupnjeve hranidbenog lanca (hranidbene razine).



**Graf 1.** Koncentracija žive u organizmima po stupnjevima hranidbenog lanca.

**Pitanje 1.** S obzirom na stečeno znanje o biomagnifikaciji, je li zdravije često konzumirati meso srdele ili tune? Argumentirajte svoj odgovor.

---



---



---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---



---



---

## RL I3 SIMULACIJA ZA SAMOSTALNO ISTRAŽIVANJE – PROBLEM BIOMAGNIFIKACIJE

### UVOD:

Rapidno povećanje onečišćenja okoliša ljudskom djelatnošću svakodnevni je problem. Nakon što jednom uđu hranidbene lanci, pojedine štetne tvari nakupljaju se (bioakumuliraju) u živim organizmima, a njihova koncentracija eksponencijalno se povećava kroz stupnjeve hranidbenog lanca od proizvođača prema top predatoru. To povećanje koncentracije štetnih tvari kroz hranidbeni lanac slijedom organizama nazivamo biomagnifikacijom.

Posebnu opasnost za ljudsko zdravlje predstavljaju teški metali poput žive koje unosimo u svoj organizam konzumacijom hrane. Živa u atmosferu dospijeva spaljivanjem fosilnih goriva. Nošena strujanjem zraka, dospijeva i u vodene ekosustave. U vodi se, djelovanjem mikroorganizama, najčešće prevodi u kemijski spoj dimetil-živu kemijske formule  $Hg(CH_3)_2$ .

Živa je poznati teratogeni otrov što znači da izaziva deformacije na plodu u majčinom tijelu. Jedan od najstrašnijih događaja trovanja dimetil-živom konzumacijom hrane je „Minamata bolest“ u Japanu, koja se pojavila 1956. godine. Živa se u obliku kemijskog spoja dimetil-žive ( $Hg(CH_3)_2$ ) iz otpadnih voda iz tvornice Chisso, koje su se ispuštale u more, taložila u ribama i drugim morskim organizmima, a ljudi su je konzumacijom unosili u tijelo. Samo od izravnih posljedica je umrlo više od dvije tisuće ljudi, a velik broj djece još se dugi niz godina rađao s fizičkim i mentalnim deformacijama. Ovo je samo jedan od dokaza da onečišćenje okoliša može imati kobne posljedice na ljudsko zdravlje.

**Pribor i materijali:** jedna plastična posuda s poklopcom, 9 malih čašica za aperitiv, 3 srednje čaše od 2 dcL, jedna velika čaša (više od 2 dcL), 20 bombona iste boje (npr. zeleni M&Ms) koji predstavljaju proizvođače, 10 bombona iste boje (npr. crveni M&Ms) koji predstavljaju proizvođače kontaminirane živom.

**Napomena:** osim bombona moguće je koristiti smotuljke (kuglice) papira u dvije boje napravljene primjerice od post-it papirića ili dvije različite boje sjemenki graha ili slično.

### Istraživačko pitanje:

Koji član prehrambenog lanca je u najvećoj opasnosti ako u prehrambeni lanac uđe živa?

### Opis postupka:

**Korak 1.** U većoj posudi s poklopcem pomiješajte sve bombone koje ste pripremili. U posudi biste trebali imati 30 bombona u dvije različite boje. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio organizama kontaminiranih živom (u ovom slučaju to je 10 od 30 odnosno 1/3 ili 0,33).

**Korak 2.** Simulirajte kako potrošači I. reda jedu proizvođače na način da u malu čašicu, zatvorenih očiju stavite po tri bombona iz veće posude s poklopcom. Postupak ponovite za svih 9 malih čašica. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima I. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 27).

**Korak 3.** Simulirajte kako potrošači II. reda jedu potrošače I. reda na način da u srednju čašu od 2 dL ispraznite sadržaj iz dviju malih čašica (od ukupno 9 iz drugog koraka). Postupak ponovite za sve 3 srednje čaše od 2 dL. U Tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima II. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 18).

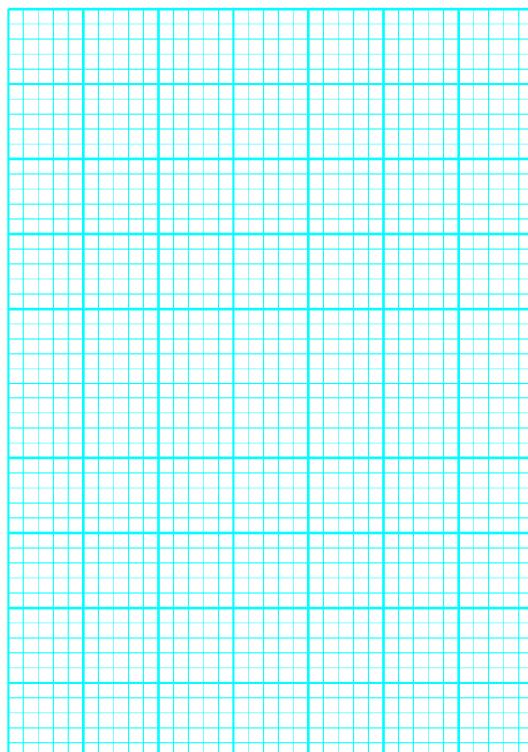
**Korak 4.** Simulirajte kako potrošači III. reda jedu potrošače II. reda na način da u veliku čašu (veću od 2 dL) ispraznite sadržaj dviju srednjih čaša od 2 dL. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima II. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 12).

**Korak 5.** Ispraznite sadržaj svih čaša u početnu veliku posudu i simulaciju ponovite još dva puta, a podatke zabilježite u tablicu 1. Izračunajte prosječni udio organizama kontaminiranih živom za svaku prehrambenu razinu.

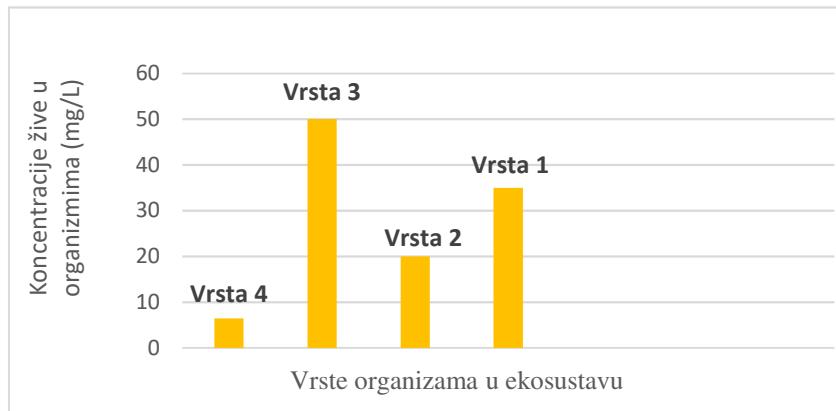
**Tablica 1.** Količina žive po organizmu.

ORGANIZAM	PRVA SIMULACIJA	DRUGA SIMULACIJA	TREĆA SIMULACIJA	Prosječna vrijednost žive po skupini organizama
proizvođači				
potrošači I. reda				
potrošači II. reda				
potrošači III. reda				

**Zadatak 1.** Na temelju rezultata dobivenih simulacijom konstruirajte grafički prikaz prosječne vrijednosti žive zastupljene u pojedinoj razini hranidbenog lanca. Samostalno odredite zavisnu i nezavisnu varijablu.



**Zadatak 2.** Spojevi žive (u obliku kemijskog spoja dimetil - žive) ušli su hranidbene lance. Na temelju ponuđenog grafičkog prikaza nacrtajte prehrambeni lanac koji čine 4 vrste te tim vrstama dodijelite stupnjeve hranidbenog lanca (hranidbene razine). U rješavanju zadatka koristite grafički prikaz dobiven na temelju rezultata simulacije (zadatak 1.).



**Graf 1.** Koncentracija žive u organizmima po stupnjevima hranidbenog lanca.

**Pitanje 1.** Ako se zbog utjecaja žive jako smanji brojnost populacije potrošača III. reda, kako bi to utjecalo na brojnost ostalih članova razmatranog hranidbenog lanca? Detaljno objasnite svoj odgovor.

---

---

**Pitanje 2.** S obzirom na stečeno znanje o biomagnifikaciji, je li zdravije često konzumirati meso srdele ili tune? Argumentirajte svoj odgovor.

---

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

## RL I4 SIMULACIJA ZA SAMOSTALNO ISTRAŽIVANJE – PROBLEM BIOMAGNIFIKACIJE

### UVOD:

Rapidno povećanje onečišćenja okoliša ljudskom djelatnošću svakodnevni je problem. Nakon što jednom uđu hranidbene lanci, pojedine štetne tvari nakupljaju se (bioakumuliraju) u živim organizmima, a njihova koncentracija eksponencijalno se povećava kroz stupnjeve hranidbenog lanca od proizvođača prema top predatoru. To povećanje koncentracije štetnih tvari kroz hranidbeni lanac slijedom organizama nazivamo biomagnifikacijom.

Posebnu opasnost za ljudsko zdravlje predstavljaju teški metali poput žive koje unosimo u svoj organizam konzumacijom hrane. Živa u atmosferu dospijeva spaljivanjem fosilnih goriva. Nošena strujanjem zraka, dospijeva i u vodene ekosustave. U vodi se, djelovanjem mikroorganizama, najčešće prevodi u kemijski spoj dimetil-živu kemijske formule  $Hg(CH_3)_2$ .

Živa je poznati teratogeni otrov što znači da izaziva deformacije na plodu u majčinom tijelu. Jedan od najstrašnijih događaja trovanja dimetil-živom konzumacijom hrane je „Minamata bolest“ u Japanu, koja se pojavila 1956. godine. Živa se u obliku kemijskog spoja dimetil-žive ( $Hg(CH_3)_2$ ) iz otpadnih voda iz tvornice Chisso, koje su se ispuštale u more, taložila u ribama i drugim morskim organizmima, a ljudi su je konzumacijom unosili u tijelo. Samo od izravnih posljedica je umrlo više od dvije tisuće ljudi, a velik broj djece još se dugi niz godina rađao s fizičkim i mentalnim deformacijama. Ovo je samo jedan od dokaza da onečišćenje okoliša može imati kobne posljedice na ljudsko zdravlje.

**Pribor i materijali:** jedna plastična posuda s poklopcom, 9 malih čašica za aperitiv, 3 srednje čaše od 2 dCL, jedna velika čaša (više od 2 dCL), 20 bombona iste boje (npr. zeleni M&Ms) koji predstavljaju proizvođače, 10 bombona iste boje (npr. crveni M&Ms) koji predstavljaju proizvođače kontaminirane životinjom.

**Napomena:** osim bombona moguće je koristiti smotuljke (kuglice) papira u dvije boje napravljene primjerice od post-it papirića ili dvije različite boje sjemenki graha ili slično.

### Istraživačko pitanje:

Koji član prehrambenog lanca je u najvećoj opasnosti ako u prehrambeni lanac uđe živa?

### Opis postupka:

**Korak 1.** U većoj posudi s poklopcom pomiješajte sve bombone koje ste pripremili. U posudi biste trebali imati 30 bombona u dvije različite boje. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio organizama kontaminiranih životinjom (u ovom slučaju to je 10 od 30 odnosno 1/3 ili 0,33).

**Korak 2.** Simulirajte kako potrošači I. reda jedu proizvođače na način da u malu čašicu, zatvorenih očiju stavite po tri bombona iz veće posude s poklopcom. Postupak ponovite za svih 9 malih čašica. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima I. reda (broj bombona sa životinjom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 27).

**Korak 3.** Simulirajte kako potrošači II. reda jedu jedu potrošače I. reda na način da u srednju čašu od 2 dL ispraznite sadržaj iz dviju malih čašica (od ukupno 9 iz drugog koraka). Postupak ponovite za sve 3 srednje čaše od 2 dL. U Tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima II. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 18).

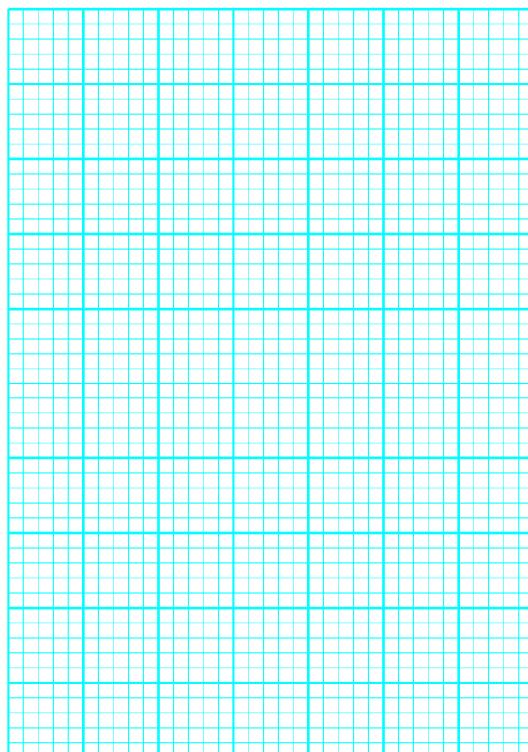
**Korak 4.** Simulirajte kako potrošači III. reda jedu jedu potrošače II. reda na način da u veliku čašu (veću od 2 dL) ispraznite sadržaj dviju srednjih čaša od 2 dL. U tablicu 1. zabilježite koliki je udio žive među organizmima potrošačima II. reda (broj bombona sa živom/ukupni broj pojedenih bombona u populaciji odnosno 12).

**Korak 5.** Ispraznite sadržaj svih čaša u početnu veliku posudu i simulaciju ponovite još dva puta, a podatke zabilježite u tablicu 1. Izračunajte prosječni udio organizama kontaminiranih živom za svaku prehrambenu razinu.

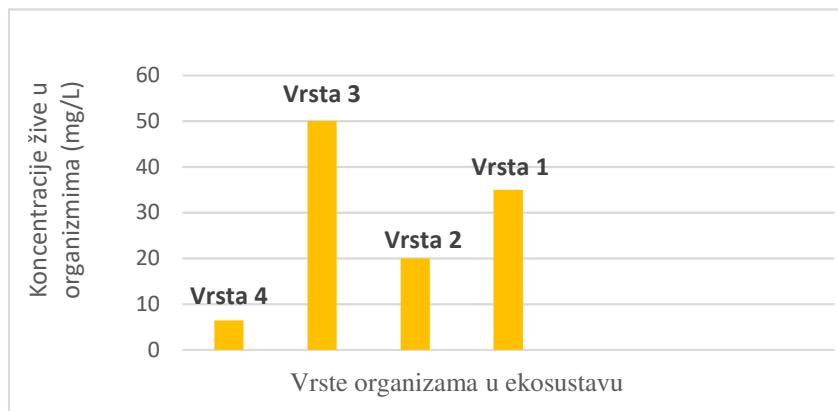
**Tablica 1.** Količina žive po organizmu.

ORGANIZAM	PRVA SIMULACIJA	DRUGA SIMULACIJA	TREĆA SIMULACIJA	Prosječna vrijednost žive po skupini organizama
proizvođači				
potrosači I. reda				
potrosači II. reda				
potrosači III. reda				

**Zadatak 1.** Na temelju rezultata dobivenih simulacijom konstruirajte grafički prikaz prosječne vrijednosti žive zastupljene u pojedinoj razini hranidbenog lanca. Samostalno odredite zavisnu i nezavisnu varijablu.



**Zadatak 2.** Spojevi žive (u obliku kemijskog spoja dimetil - žive) ušli su hranidbene lanci. Na temelju ponuđenog grafičkog prikaza nacrtajte prehrambeni lanac koji čine 4 vrste te tim vrstama dodijelite stupnjeve hranidbenog lanca (hranidbene razine). U rješavanju zadatka koristite grafički prikaz dobiven na temelju rezultata simulacije (zadatak 1.).



**Graf 1.** Koncentracija žive u organizmima po stupnjevima hranidbenog lanca.

**Pitanje 1.** Ako se zbog utjecaja žive jako smanji brojnost populacije potrošača III. reda, kako bi to utjecalo na brojnost ostalih članova razmatranog hranidbenog lanca? Detaljno objasnite svoj odgovor.

---

---

**Pitanje 2.** S obzirom na stečeno znanje o biomagnifikaciji, je li zdravije često konzumirati meso srdele ili tune? Argumentirajte svoj odgovor.

---

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

## **PROBLEM 2. KSENOESTROGENI I POREMEĆAJI**

### **UVOD:**

U 21. stoljeću možemo sa sigurnošću reći, da je plastika najveći zagađivač vodenih ekosustava, a posebice morskih. Ulaskom plastike u mora, djelovanjem vjetra, valova i Sunca sitni fragmenti plastike odlamaju se u čestice manje od 0,5 cm i kao takvi dobili su naziv mikroplastika. Razne toksične tvari nakupljaju se na površini mikroplastike te je ribe (i ostali organizmi) mogu zamijeniti za hranu pa tako ulazi u prehrambeni lanac koji uključuje i ljude. Smatra se da rijetko gdje postoji kutak morskog ekosustava, a da je lišen mikroplastike.

Plastika i mikroplastika sadrže spojeve koji imaju negativan utjecaj na živi svijet pa tako i ljudsko zdravlje. Većina proizvoda od plastike sadrži spojeve koje nazivamo **ksenoestrogeni**. To su kemijskih spojevi topivi u mastima (gdje se i bioakumuliraju unutar organizama) čija zajednička osobina je da oponašaju spolne hormone. Znanstvena istraživanja ukazuju da ksenoestrogeni mogu dovesti do disbalansa spolnih hormona u ljudskom organizmu, povezuju se s kancerogenim učinkom, povećavajući rizik od raka dojke, testisa i jajnika te neplodnošću kod oba spola.

Najčešći ksenoestrogeni su bisfenol A (kratica BPA), ftalati (skupina kemijskih spojevi koji se koriste kod proizvodnje plastike), teški metali zajedničkog naziva metaloestrogeni (u svom sastavu sadrže živu, kadmij ili olovo) te razni pesticidi.

**Zadatak 1.** Istražite mehanizam djelovanja ksenoestrogena na ljudski organizam poglavito reproduktivni sustav žene i muškarca.

**Pitanje 1.** Plastične boce od napitaka i kupovne vode u svojem sastavu obično sadrže bisfenol A (ako ne sadrže bisfenol A, onda sadrže neki drugi kemijski spoj koji isto ima ksenoestrogenski učinak). Pokazalo se da izlaganjem takve boce djelovanju sunčeva zračenja, bisfenol A ulazi u vodu u boci te ga konzumacijom unosimo u svoj organizam. Navedi barem 5 alternativnih načina na koje možeš zamijeniti plastičnu ambalažu u svojoj svakodnevničkoj i time smanjiti unos ksenoestrogena u svoj organizam.

---

---

---

---

---

---

## Koncept *Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije u okviru makrokoncepta Procesi i međuovisnosti u životnom svijetu Biologije 1. razreda*

U okviru koncepta *Međuovisnost živog svijeta i okoliša: Prilagodljivost* razvijena je tema *Prilagodbe biljnih i životinjskih organizama na specifične uvjete okoliša*. Temeljni ishodi koji učenici ostvaruju koristeći pripremljene materijale su: BIO SŠ B.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava; BIO SŠ B.1.3 Uspoređuje prilagodbe organizama na specifične životne uvjete;

BIO SŠ D.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti.

Detaljnije razrađeni ishodi (BIO SŠ B.1.1.1. Uspoređuje djelovanje abiotičkih i biotičkih čimbenika na razvoj i preživljavanje organizama.; BIO SŠ B.1.1.2. Objasnjava ekološku valenciju na primjerima.; BIO SŠ B.1.3.1. Uspoređuje prilagodbe na specifične uvjete u okolišu.; BIO SŠ D.1.1.1. Prikuplja podatke uz donošenje zaključaka tijekom učenja i poučavanja.; BIO SŠ D.1.1.2. Postavlja hipotezu pomoću predloška razlikujući zavisnu i nezavisnu varijablu uz definiranje ciljeva istraživanja.; BIO SŠ D.1.1.8. Koristi pouzdane literaturne izvore uz njihovo pravilno navođenje.), pružaju uvid u načine i mogućnosti razvijanja makrokoncepta *Procesi i međuovisnosti u životnom svijetu* na nivou 1. razreda gimnazije korištenjem predloženih materijala.

Iako na prvi pogled proces nastanka i sam pojam prilagodbi izgleda kao učenicima lako shvatljiv koncept, čini se da je konceptualno razumijevanje prilagodbi živih organizama na specifične uvjete okoliša ipak u pojedinim slučajevima otežano. Istraživanja su pokazala da postoji nerazumijevanje pojma prilagodbi, koje je često povezano s učenikovim usvajanjem uobičajene, a ne biološke uporabe pojma u jeziku učenika. Prilagodba je osobina koju je vrsta razvila tijekom evolucije, a omogućila joj je opstanak u uvjetima okoliša u kojemu živi. Naime, jedinke s osobinama, koje im omogućuju specifičnu prednost i preživljavanje, postaju sve češće unutar populacije kao rezultat selekcijskog pritiska.

Pred učenike je postavljen problem u kojem su opisivali i uspoređivali prilagodbe pojedinih biljnih i životinjskih vrsta iz njihovog neposrednog okoliša.

U ovom dijelu ponuđene su razne aktivnosti u kojima učenici mogu samostalno, u paru ili u skupini pregledom ponuđenih videozapisa i drugih digitalnih sadržaja te rješavanjem radnih listića na poznatim primjerima biljnih i životinjskih vrsta, karakterističnih za područje Republike Hrvatske, uspješno izgraditi koncept vezan uz prilagodbe na specifične uvjete okoliša. Učenje ovog makrokoncepta u biologiji može biti povezano s drugim prirodnim predmetima poput geografije, kemije i fizike.

### Izvadak za tematski hodogram

Pri korištenju BUBO materijala uz koncept *Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije* može se u godišnji izvedbeni kurikulum unijeti odgojno-obrazovne ishode i očekivanja međupredmetnih tema prema tablici 2.

**Tablica 2 Dio GIK-a uz koncept Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije u 1 razredu SŠ**

RAZRED	1.	Dio godišnjeg izvedbenog kurikuluma uz primjenu ASIO modela učenja	
TEMATSKA CJELINA	NASTAVNA TEMA	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	OČEKIVANJA MEĐUPREDMETNIH TEMA
Prilagodljivost organizama	<b>Prilagodbe biljnih i životinjskih organizama na specifične uvjete okoliša</b> Broj sati = 4	BIO SŠ B.1.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na specifične životne uvjete.  BIO SŠ B.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava.  BIO SŠ B.1.2. Analizira održavanje uravnoteženoga stanja u prirodi povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem.  BIO SŠ D.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti.	<b>Održivi razvoj</b> odr A.4.2. Objavljava važnost uspostavljanja prirodne ravnoteže odr A.5.1. Kritički promišlja o povezanosti vlastitoga načina života s utjecajem na okoliš i ljudi. <b>Osobni i socijalni razvoj</b> osr B.5.3. Preuzima odgovornost za svoje ponašanje. <b>Uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije</b> ikt C.4.3. Učenik samostalno kritički procjenjuje proces, izvore i rezultate pretraživanja, odabire potrebne informacije. <b>Učiti kako učiti</b> uku A.4/5.1. Učenik samostalno traži nove informacije iz različitih izvora, transformira ih u novo znanje i uspješno primjenjuje pri rješavanju problema. uku A.4/5.2. Učenik se koristi različitim strategijama učenja i samostalno ih primjenjuje u ostvarivanju ciljeva učenja i rješavanju problema u svim područjima učenja. uku A.4/5.4. Učenik samostalno kritički promišlja i vrednuje ideje.

### Plan poučavanja i radni listići za učenje teme *Prilagodbe biljnih i životinjskih organizama na specifične uvjete okoliša*

Tematska cjelina
Prilagodljivost organizama
Nastavna tema
Prilagodbe biljnih i životinjskih organizama na specifične uvjete okoliša

<b>Cilj nastavne teme</b>	
Učenici će, pomoći videozapisa i dodatnih izvora informacija: usporediti prilagodbe jednogodišnjih, listopadnih biljaka, biljaka trajnica s lukovicom i podancima i biljaka četinjača na nepovoljne uvjete okoliša (niska temperatura) te će na osnovu ekoloških valencija pojedinih biljnih vrsta odrediti njihov areal rasprostranjenosti; odredit će i obrazložiti prilagodbe biljaka (hidrofiti, higrofiti, kserofiti i mezofiti) na različita staništa u ovisnosti o dostupnoj količini vode; usporediti će i objasniti prilagodbe bršljana (epifit), imele (poluparazit) i viline kose (parazit) s obzirom na način života; usporediti prilagodbe životinja na specifične uvjete okoliša na primjerima životinjskih vrsta karakterističnih za područje Republike Hrvatske (krtica, vjeverica, medvjed, krstokljun, djetlići i šoška). Samostalnim istraživačkim radovima objasnit će prilagodbe bijele imele na poluparazitski način života, obrazložiti ovisnost duljine njezinih izbojaka u ovisnosti o broju sunčanih sati tijekom godine te se upoznati s prilagodbama zmija otrovnica prisutnih u RH (riđovka, poskok i planinski žutokrug).	
<b>Ključni pojmovi</b>	<b>Temeljni koncepti</b>
ekološka valencija, hidrofiti, higrofiti, kserofiti, mezofiti, poluparazitske biljke, parazitske biljke, epifiti, endotermija (homeotermija), ektotermija (poikilotermija), hibernacija, migracije ptica	Procesi i međuovisnosti u životome svijetu <ul style="list-style-type: none"> <li>• Međuovisnost živog svijeta i okoliša: <b>Prilagodljivost</b></li> <li>• Održavanje ravnoteže u prirodi: <b>Životni uvjeti</b></li> </ul>

### Kontekst poučavanja koncepta

- na osnovu videozapisa i dodatnih relevantnih izvora literature, analizirati prilagodbe biljaka na niske temperature: listopadno drveće (hrast lužnjak, *Quercus robur*), četinjače (obična smreka, *Picea abies*), trajnice s lukovicom (proljetni šafran, *Crocus vernus* i đurđica, *Convallaria majalis*)
- na osnovu pripremljenih materijala i dodatnih relevantnih izvora informacija istražiti i objasniti prilagodbe biljaka na različita staništa u ovisnosti o dostupnoj količini vode: hidrofiti (bijeli lopoč, *Nymphaea alba*; vodena kuga, *Egeria densa* i tvrdi rogolist, *Ceratophyllum demersum*); higrofiti (močvarna kaljužnica, *Caltha palustris*; kserofiti (indijska smokva, *Opuntia ficus-indica*; čuvarkuća, *Sempervivum tectorum* i orhideja (*Phalaenopsis* sp.) i mezofiti (hrast lužnjak, *Quercus robur*)
- na osnovu videozapisa i samostalnog pretraživanja relevantnih izvora informacija opisati prilagodbe biljaka na različite načine života: epifit (bršljan, *Hedera helix*), poluparazit (bijela imela, *Viscum album*) i parazit (vilina kosa, *Cuscuta epithymum*)
- na osnovu videozapisa, dodatnih literaturnih izvora i nastavnih materijala istražiti i objasniti prilagodbe sisavaca karakterističnih za prostor RH na primjerima: crvena vjeverica (*Sciurus vulgaris*), mrki medvjed (*Ursus arctos*), europska krtica (*Talpa europea*)
- pomoću videozapisa i dodatnih materijala opisati prilagodbe ptica na specifične uvjete okoliša: krstokljun (*Loxia curvirostra*), veliki djetlić (*Dendrocopos major*), šojska (*Garrulus glandarius*)
- izradom samostalnog istraživačkog rada objasniti prilagodbe bijele imele (*Viscum album*) na poluparazitski način života i prilagodbe zmaja otrovnica na primjerima poskok (*Vipera ammodytes*), riđovka (*Vipera berus*) i planinskog žutokruga (*Vipera ursini*)

### Odgojno-obrazovni ishodi

<b>BIO SŠ B.1.1.</b>	Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava.
<b>BIO SŠ B.1.3.</b>	Uspoređuje prilagodbe organizama na specifične životne uvjete.
<b>BIO SŠ D.1.1.</b>	Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti.

### Ishodi razrade/aktivnosti

**BIO SŠ B.1.1.1.** Uspoređuje djelovanje abiotičkih i biotičkih čimbenika na razvoj i preživljavanje organizama.

**BIO SŠ B.1.1.2.** Objašnjava ekološku valenciju na primjerima.

**BIO SŠ B.1.3.1.** Uspoređuje prilagodbe na specifične uvjete u okolišu.

**BIO SŠ D.1.1.1.** Prikuplja podatke uz donošenje zaključaka tijekom učenja i poučavanja.

**BIO SŠ D.1.1.2.** Postavlja hipotezu pomoću predloška razlikujući zavisnu i nezavisnu varijablu uz definiranje ciljeva istraživanja.

**BIO SŠ D.1.1.8.** Koristi pouzdane literaturne izvore uz njihovo pravilno navođenje.

### Tijek Artikulacija (pregledni nacrt nastavnog sata)

Trajanje

BS

BR. SATA	DIO SATA	HODOGRAM AKTIVNOSTI	min
		<b>OBRNUTA UČIONICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>predmetni nastavnik na prethodnom nastavnom satu treba podijeliti učenike u 4 grupe</li> <li>svakoj grupi učenika, predmetni nastavnik daje jednu karticu s fotografijom predstavnika skupine biljaka prema razvijenim prilagodbama na uvjete staništa u ovisnosti o raspoloživoj vodi, kao i Radni listić (B)</li> <li>kartica sadržava QR kod, koji učenike upućuje na pripremljeni nastavni materijal za samostalno poučavanje (hidrofiti, higrofiti, kserofiti i mezofiti) prije nastavnog sata – unutar Word dokumenta RL IOOP - Radni listić (B) – <u>Prilagodbe biljaka s obzirom na različitu količinu dostupne vode</u></li> <li>učenici su dužni samostalno poučiti kod kuće navedene materijale, s ostalim članovima grupe raspraviti i riješiti zadatke na radnom listiću te usuglasiti način prezentacije svoga uratka preostalim učenicima u razredu (iz ostalih grupa) – kratka MS Office PowerPoint prezentacija ili plakat (po izboru učenika)</li> </ul>	
	<b>POČETNI DIO</b>	<b>Uvodni videozapis „1. video za listić A – prilagodbe biljaka s naracijom“</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>učenici prate videozapis te bilježe prikazane prilagodbe biljaka</li> </ul>	5
1.	<b>SREDIŠNJI DIO</b>	<b>Radni listić (A)</b> – za rad u paru <ul style="list-style-type: none"> <li>učenici podijeljeni u parove rješavaju pitanja s radnog listića na osnovu uvodnog (1.) videozapisu (25 minuta)</li> <li>provjera uspješnosti rješavanja radnog listića kroz raspravu u razredu (10 minuta)</li> </ul>	35
	<b>ZAVRŠNI DIO</b>	<b>Izlazna kartica</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>predmetni nastavnik dijeli učenicima izlazne kartice sa sljedećim pitanjima: <ol style="list-style-type: none"> <li><i>Navedi najvažniji razlog zbog kojega listopadne biljke odbacuju lišće u jesen.</i></li> <li><i>Na koji je način šira ekološka valencija za temperaturu u četinjača povezana s njihovim arealom?</i></li> </ol> <p>Objasni jednom rečenicom.</p> </li></ul>	5

		3. Na koji je način tulipan prilagođen nepovoljnim temperaturnim uvjetima?									
2.	POČETNI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>na početku nastavnog sata, predmetni nastavnik skicira na ploču ili projicira prikazanu tablicu</li> <li>učenici popunjavaju dio tablice, koji se odnosi na „<b>Prilagodbe biljaka na niske temperature</b>“, kao oblik provjere usvojenosti ishoda prethodnog nastavnog sata</li> <li>prikazanu će tablicu učenici dovršiti na kraju ovog nastavnog sata na temelju novih spoznaja</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Skupina biljaka</th> <th>Prilagodbe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prilagodbe biljaka na niske temperature</td> <td>Listopadno drveće Četinjače Trajnice s lukovicama Jednogodišnje biljke</td> </tr> <tr> <td>Prilagodbe biljaka s obzirom na dostupnost vode</td> <td>Hidrofiti Higrofiti Kserofiti Mezofiti</td> </tr> <tr> <td>Prilagodbe biljaka s obzirom na način života</td> <td>Epifiti Poluparaziti Paraziti</td> </tr> </tbody> </table>	Skupina biljaka	Prilagodbe	Prilagodbe biljaka na niske temperature	Listopadno drveće Četinjače Trajnice s lukovicama Jednogodišnje biljke	Prilagodbe biljaka s obzirom na dostupnost vode	Hidrofiti Higrofiti Kserofiti Mezofiti	Prilagodbe biljaka s obzirom na način života	Epifiti Poluparaziti Paraziti	5
Skupina biljaka	Prilagodbe										
Prilagodbe biljaka na niske temperature	Listopadno drveće Četinjače Trajnice s lukovicama Jednogodišnje biljke										
Prilagodbe biljaka s obzirom na dostupnost vode	Hidrofiti Higrofiti Kserofiti Mezofiti										
Prilagodbe biljaka s obzirom na način života	Epifiti Poluparaziti Paraziti										
	SREDIŠNJI DIO	<p><b>Izlaganje učeničkih grupnih radova</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pomoću pripremljenih materijala za izlaganje (prezentacija ili plakat), učenici kratko izlažu temu svoga grupnog rada učenicima preostalih grupa (svaka grupa = 5 minuta = 20 minuta)</li> <li>uz izlaganje pojedinih grupa, učenici bilježe najvažnije prilagodbe u tablicu (dio tablice koji se odnosi na „<b>Prilagodbe biljaka s obzirom na dostupnost vode</b>“)</li> </ul> <p><b>Radni listić (C)</b> – za rad u paru</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>uoči rješavanja radnog listića, učenici prate videozapis vezan uz prilagodbe parazitske biljke, viline kose, putem sljedeće poveznice <a href="https://bit.ly/3oSwr4P">https://bit.ly/3oSwr4P</a> ili joj učenici pristupaju putem QR koda prikazanog na radnom listiću</li> <li>uz rješavanje radnih listića, prate videozapis <b>2. video - bršljan za listić C - bez naracije</b>, kojega predmetni nastavnik projicira te učenici kratko proučavaju dodatni materijal vezan uz prilagodbe bršljana putem poveznice <a href="https://bit.ly/3CFROv3">https://bit.ly/3CFROv3</a> ili joj učenici pristupaju putem QR koda prikazanog na radnom listiću</li> </ul>	20								
	ZAVRŠNI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>nakon održanih svih zadataka, učenici popunjavaju posljednji dio tablice „<b>Prilagodbe biljaka s obzirom na način života</b>“ kao oblik provjere usvojenosti ishoda na kraju nastavnog sata</li> </ul> <p><b>SAMOSTALNI ISTRAŽIVAČKI RAD ZA RAD KOD KUĆE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>učenici dobivaju upute za samostalni istraživački rad kod kuće, zajedno s videozapisom <b>3. video – imela za Istraživanje s naracijom</b></li> <li>prema dobivenim uputama i na osnovu sadržaja radnih listića, učenici se opredjeljuju za zadatak istraživačkog rada prema vlastitom interesu</li> <li>učenici podijeljeni u grupe prema interesu kod kuće održuju sve zadatke planiranog istraživačkog rada kroz 2 tjedna</li> <li>na nastavnom satu, koji će uslijediti nakon vremena od 2 tjedna nužnog za izvođenje istraživačkog rada i rješavanja svih zadataka, kroz zajedničku raspravu na satu učenici iznose svoja saznanja, rezultate i zaključke samostalnog istraživačkog rada</li> </ul> <p><b>Dodata naaktivnost (prijedlog predmetnom nastavniku):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nastavnik može predložiti učenicima izvođenje aktivnosti u skladu s uputama iz priloženog dokumenta „<b>Zabavi se i istraži</b>“</li> </ul>	15								
	PRIJE SATA	<p><b>Radni listić (A)</b> – za individualni rad kod kuće</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>učenici prije bloka nastavnih sati rješavaju radni listić (A) sa zadacima vezanima uz prethodno obrađene nastavne sadržaje u svrhu provjere usvojenosti ishoda</li> </ul>	5								
3.	POČETNI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>kao uvod u nastavnu temu „<b>Prilagodbe životinja</b>“ - na početku nastavnog sata metodom razgovora analizira se i provjera uspješnost rješavanja zadataka s radnog listića (A)</li> </ul>	10								
	SREDIŠNJI DIO	<p><b>Radni listić (B)</b> – za grupni rad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>učenici podijeljeni u <b>3 grupe</b> rješavaju pojedine dijelove radnog listića (B) (15 minuta), na način da <b>1. grupa</b> učenika proučava materijale i rješava zadatke vezane za krticu, <b>2. grupa</b> učenika zadatke vezane za vjevericu i <b>3. grupa</b> zadatke vezane za medvjeda</li> <li>nakon rješavanja zadataka s radnog listića, na temelju samostalnog istraživanja i novih saznanja – učenici kreiraju poster pomoću <b>digitalnog alata Canva</b> (<a href="https://www.canva.com/">https://www.canva.com/</a>) (10 minuta)</li> </ul>	25								
	ZAVRŠNI DIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>učenici prezentiraju svoje uratke učenicima preostalih grupa (8 minuta)</li> <li>na kraju nastavnog sata podijeliti učenicima kartice „<b>321 – procjenili!</b>“ za <b>refleksiju</b>, koje priprema predmetni nastavnik prema predlošku iz priloga ove pripreme (2 minute)</li> </ul>	10								



	<b>POČETNI DIO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>na početku nastavnog sata učenici započinju izradu <b>umne ili konceptualne mape</b>, sa središnjim pojmom „<b>PRILAGODBE ŽIVOTINJA</b>“, na način da izrade dio umne mape na temelju saznanja s prethodnog nastavnog sata uz napomenu da će umnu ili konceptualnu mapu završiti na kraju ovoga nastavnog sata (<b>10 minuta</b>)</li></ul>	10
4.	<b>SREDIŠNJI DIO</b>	<b>Radni listić (C)</b> – za rad u paru <ul style="list-style-type: none"><li>učenici u parovima rješavaju radni listić (C) (<b>20 minuta</b>)</li><li>nakon rada u paru, pomoći novih saznanja vezanih uz prilagodbe ptica - dovršavaju svoje umne ili konceptualne mape (<b>10 minuta</b>)</li></ul>	30
	<b>ZAVRŠNI DIO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>učenici i predmetni nastavnik analiziraju <b>umne ili konceptualne mape</b> učenika u svrhu provjere usvojenosti ishoda ove nastavne teme (<b>5 minuta</b>)</li></ul>	5
<b>POSLJE SATA</b>		<p><b><u>SAMOSTALNI ISTRAŽIVAČKI RAD ZA RAD KOD KUĆE</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>učenici dobivaju upute za samostalni istraživački rad kod kuće vezan uz zmije otrovnice prisutne u RH</li><li>prema dobivenim uputama i na osnovu sadržaja radnih listića, učenici se opredjeljuju za zadatak istraživačkog rada prema vlastitom interesu</li><li>učenici podijeljeni u grupe prema interesu (iznimani, jak, umjeren i slab interes) kod kuće rješavaju radni listić do sljedećeg nastavnog sata</li><li>na sljedećem nastavnom satu provjerava se uspješnost rješavanja radnog listića kroz raspravu učenika</li></ul> <p><b><u>Dodatne aktivnosti (prijeđlog predmetnom nastavniku):</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>nastavnik može predložiti učenicima rješavanje radnog listića ili samo dijelova radnog listića za uvježbavanje „<b>Radni listić za uvježbavanje – prilagodbe životinja</b>“ za samostalni rad kod kuće</li><li>ujedno, nastavnik može predložiti i izvođenje aktivnosti u skladu s uputama iz dokumenta „<b>Pomožimo životnjama u vrtu</b>“</li></ul>	

### Radni listić (A)

Prilagodbe su osobine koje su korisne u određenoj sredini, predstavljaju prednosti postignute u evoluciji. One su rezultat međusobnog djelovanja promjenjivog okoliša (abiotičkih i biotičkih faktora) i promjenjivog genetičkog materijala – genoma, snagom prirodnog odabira (prirodne selekcije).

**Uz praćenje videozapisa, odgovorite na sljedeća pitanja.**

1. Koje se promjene abiotičkih čimbenika očekuju u zimskom periodu?

---

---

2. a) Koja bi nagla promjena ekološkog čimbenika mogla najviše našteti drvenastim biljkama kada ne bi odbacile lišće?

3. b) Obrazložite svoj odgovor.

---

---

4. Istražite i objasnite zašto lišće u jesen mijenja boju.

---

---

5. Koja je svrha takvog povlačenja klorofila?

---

---

6. Navedite i objasnite prilagodbe koje četinjačama omogućuju zadržavanje listova zimi.

---

---

---



7. Unatoč zadržavanju listova u četinjača tijekom zime, na tlu je moguće uočiti mnoštvo njihovih odbačenih iglica. Na koji način to objašnjavate?

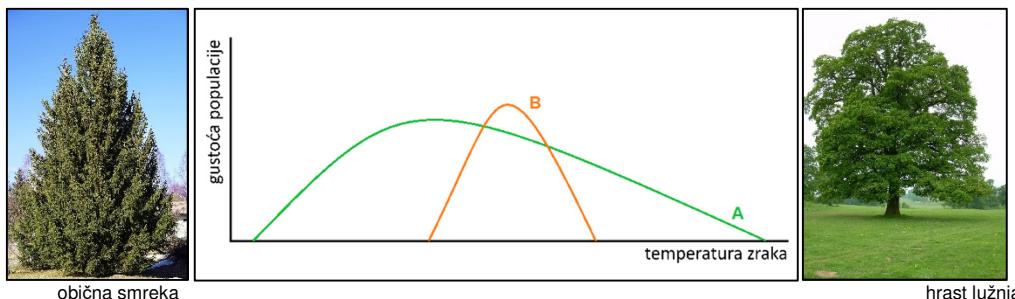
---

---

8. U kojim biomima četinjače čine dominantnu skupinu biljaka?

---

9. Grafički je prikazana ekološka valencija obične smreke (*Picea abies*) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) dvjema krivuljama označenim slovima A i B.



a) Koja se od navedenih krivulja (A ili B) odnosi na ekološku valenciju obične smreke, odnosno hrasta lužnjaka?

Obična smreka: \_\_\_\_\_ (navesti slovo)      Hrast lužnjak: \_\_\_\_\_ (navesti slovo)

b) Obrazložite svoj odgovor.

---



---

10. Koje prilagodbe za preživljavanje u nepovoljnim uvjetima nalazimo kod šafrana i đurđice?

---



---



11. Navedite još neke biljke, koje na isti način poput šafrana i đurđice preživljavaju temperaturno nepovoljno razdoblje.



đurđica

12. Na koji su način jednogodišnje biljke *rješile problem* preživljavanja nepovoljnih uvjeta?

---



---

Izvori korištenih fotografija:  
 - pozadinska fotografija (<http://clipart-library.com/newimages/fall-leaves-clip-art-38.png>)  
 - ilustracija smreke u 6. pitanju (<https://thumbs.dreamstime.com/b/tree-isolated-picea-abies-fir-tree-see-my-other-works-portfolio-35416620.jpg>)  
 - fotografija obične smreke u 9. pitanju ([https://plantsbenefits.com/wp-content/uploads/2020/08/TINY-Picea\\_abies.jpg](https://plantsbenefits.com/wp-content/uploads/2020/08/TINY-Picea_abies.jpg))  
 - fotografija hrasta lužnjaka u 9. pitanju ([https://stetniciblob.core.windows.net/web/post\\_images/475.jpg](https://stetniciblob.core.windows.net/web/post_images/475.jpg))  
 - fotografija đurđice uz 10. i 11. pitanje ([https://www.monaconatureencyclopedia.com/wp-content/uploads/2014/05/convallaria\\_majalis\\_e\\_una\\_pianta\\_erbacea\\_perenne\\_circumboreale\\_di\\_20\\_30\\_cm\\_con\\_rizoma\\_stolonifero\\_a\\_giuseppe\\_mazza.jpg](https://www.monaconatureencyclopedia.com/wp-content/uploads/2014/05/convallaria_majalis_e_una_pianta_erbacea_perenne_circumboreale_di_20_30_cm_con_rizoma_stolonifero_a_giuseppe_mazza.jpg))

## **Prilagodbe biljaka s obzirom na različita staništa u ovisnosti o dostupnoj količini vode**

### **Napomene za radne skupine:**

1. Učenici trebaju biti podijeljeni u 4 grupe. U grupe se mogu podijeliti sami ili ih u grupe mogu podijeliti njihovi predmetni nastavnici.
2. Svaka grupa dobiva karticu sa sličicom jedne vrste biljke iz odgovarajuće skupine biljaka (prema prilagodbama na različita staništa s obzirom na dostupnu količinu vode), a pored slike biljke nalazi se QR kod koji treba voditi na poveznicu, na kojoj se nalazi tekst vezan uz pojedinu skupinu biljaka (*hidrofiti, higrofiti, kserofiti ili mezofiti*).
3. Učenici u grupama, pomoću priloženog teksta (kojemu pristupaju pomoću QR koda), rješavaju nekoliko pitanja vezana uz svoju skupinu biljaka (na radnom listiću) i po potrebi istražuju dodatne relevantne izvore podataka pretraživanjem interneta i ostale dostupne literature.
4. Nakon grupnog rada, učenici svoja saznanja dijele kroz raspravu s učenicima ostalih grupa, a raspravu moderira predmetni nastavnik.

1. grupa učenika: **HIDROFITI**

**Kartica** (potrebno ju je isprintati u boji i dati na početku grupnog rada učenicima):



Bijeli lopoč (*Nymphaea alba*)  
(autorska fotografija)

**Koje su prilagodbe razvile biljke iz ove skupine?  
Saznajte putem QR koda!**

Ovdje je potrebno umetnuti QR kod, koji vodi na poveznicu s tekstom (na sljedećoj stranici ovog dokumenta). Tekst na poveznicu postavlja informatička skupina ovog projekta i izrađuje QR kod, kojega postavlja u ovaj prostor.

**Na sljedećoj stranici:**

Tekst vezan uz odgovarajuću skupinu biljaka, koji se treba nalaziti na poveznici na koju vodi QR kod na kartici.

## HIDROFITI



*Wolffia arrhiza*  
(beskorijenska sitna leća)  
(izvor: <https://bit.ly/3Fwj5ly>)



*Ceratophyllum demersum*  
(tvrdi rogolist)  
(izvor: <https://bit.ly/3kXuuDg>)



*Egeria densa*  
(vodena kuga)  
(izvor: <https://bit.ly/30CQLPj>)

Hidrofiti su vodene biljke, koje mogu živjeti u cijelosti potopljene vodom (submerzno), biti dio plutajuće vegetacije ili dijelom u vodi, a dijelom iznad ili pored vode (amfibijski hidrofiti). Hidrofiti su morali razviti niz prilagodbi, koje im omogućuju učinkovito iskorištavanje ugljikovog dioksida te primanje minerala neposredno iz vode. Tako neke od plutajućih hidrofita (*Wolffia arrhiza*, *Ceratophyllum demersum* i dr.) tijekom života ne stvaraju korijen.

Ugljikov dioksid, plin ključan u procesu fotosinteze, kemijski reagira s vodom, stoga submerzni hidrofiti imaju na raspolaganju jednaku količinu ugljikovog dioksida kao i organizmi na kopnu. Međutim, zasićenost vode kisikom značajno je manja u odnosu na udio kisika u zraku, stoga je razina kisika u vodi, za potrebe disanja svih aerobnih organizama, jedan od glavnih izazova života u vodi. Hidrofiti imaju razvijene tanke vanjske stijenke epiderme i kutikule (pokrovne strukture), koje im omogućuju učinkovitu i brzu izmjenu plinova i tvari, a njihovi su listovi često tanki i nitasto rascijepani, što povećava apsorpcijsku površinu listova preko koje se odvija difuzija plinova.

Zbog specifičnosti života u vodi, hidrofiti ne razvijaju pući i dlačice, a njihovi su provodni elementi (provodne cijevi) zakržljali ili se uopće ne razvijaju. Uslijed uzgona vode, mehaničko tkivo nema značajnu funkciju kao kod biljaka na kopnu. Nasuprot tomu, imaju snažno razvijene međustanične prostore (intercelulare), koji preuzimaju funkciju zračnih spremišta. Takvi široki zračni kanali pospješuju uzgon vode, kao i difuziju plinova u unutrašnjost biljnog tkiva. Hidrofiti zakorijenjeni u mulj, kojega karakteriziraju uvjeti hipoksije (smanjene koncentracije kisika) ili čak anoksije (potpuni izostanak kisika), razvijaju dišno korijenje, koje karakterizira aerenhim, posebna vrsta tkiva nastala spajanjem međustaničnih prostora ispunjenih zrakom.

---

Izvor:

Denffer, D. von i Ziegler, H. (1982) Morfologija i fiziologija. Učebnik botanike za visoke škole. Školska knjiga, Zagreb.

## Radni listić (B)

Osim na promjene temperature, biljke su se tijekom vremena prilagodile na različita staništa s obzirom na dostupnu količinu vode.

Pomoću priloženog teksta i dodatnih izvora literature, odgovorite na sljedeća pitanja. Nakon grupnog rada, svoja čete saznanja podijeliti u raspravi s ostalim učenicima u razredu.

13. Što su hidrofiti?

---

14. Pomoću teksta i ostalih izvora informacija, navedite nekoliko primjera hidrofita. Uz njihove hrvatske nazive, navedite i njihove latinske nazive u skladu s pravilima.

---

---

15. Proučavajući priloženi tekst, izdvojite prilagodbe hidrofita (u obliku natuknica).

---

---

16. a) Dok je bijeli lopoč (*Nymphaea alba*) dio plutajuće vegetacije, vodena kuga (*Egeria densa*) submerzna je vodena biljka. Koja je od ovih biljaka razvila bolje prilagodbe za odvijanje procesa fotosinteze? Objasnite svoj odgovor.

---

---

b) Međustanični prostori ispunjeni zrakom u hidrofita također su povezani s uspješnošću provođenja procesa fotosinteze. Na koji način? Obrazložite svoj odgovor.

---

---

17. Istražite i proučite izgled listova tvrdog rogolista (*Ceratophyllum demersum*). Na koji je način građa njegovih listova povezana s učinkovitošću izmjene plinova u vodi?

---

---

Izvor korištene fotografije:  
- ilustracija bijelog lopoča u pozadini (<https://i.pinimg.com/originals/40/b9/cf/40b9cf0febbd8d19c72cbdcf543944a2.png>)

**2. grupa učenika: HIGROFITI**

**Kartica** (potrebno ju je isprintati u boji i dati na početku grupnog rada učenicima):



**Koje su prilagodbe razvile  
biljke iz ove skupine?  
Saznajte putem QR koda!**

Ovdje je potrebno umetnuti QR kod, koji vodi na poveznicu s tekstom (na sljedećoj stranici ovog dokumenta).  
Tekst na poveznicu postavlja informatička skupina ovog projekta i izrađuje QR kod, kojega postavlja u ovaj prostor.

**Na sljedećoj stranici:**

Tekst vezan uz odgovarajuću skupinu biljaka, koji se treba nalaziti na poveznici na koju vodi QR kod na kartici.

## HIGROFITI



*Caltha palustris*  
(močvarna kaljužnica)  
(izvor: <https://bit.ly/30NEAj5>)

Biljke vlažnih staništa nazivaju se higrofiti. Staništa na kojima obitavaju karakterizira stalno vlažno tlo i visoka zračna vlaga. Higrofilne se biljke mogu pronaći na sjenovitim, vlažnim staništima, kao i u tropskim kišnim šumama.

S obzirom na životne uvjete staništa na kojima se razvijaju higrofiti, većina se prilagodbi ovih biljaka odnosi na pojačavanje (intenziviranje) transpiracije (izlučivanje vode iz biljaka u obliku vodene pare, najčešće kroz puči – otvore na površini listova). Iz toga razloga, boravak higrofita u uvjetima suhog zraka dovodi do njihovog brzog ugibanja, budući imaju razvijene prilagodbe za brz i učinkovit gubitak suvišne vode.

Kako bi učinkovito gubili vodu preko površine svojih listova, higrofiti pokazuju niz osobitosti u građi, koje su rezultat prilagodbe uvjetima staništa. Imaju površinom velike, ali tanke i sočne listove. Transpiracijsku površinu dodatno povećavaju različite strukture, poput lisnih dlačica. Lisne puči izbočene su iznad površine epiderme (pokrovног sloja stanica) što pospješuje gubitak vode iz biljnog organizma. Imaju izvrsno razvijene međustanične prostore ispunjene zrakom (intercelulare). Većina higrofita ima razvijene i hidatode – strukture putem kojih učinkovito gube vode, u uvjetima koje karakterizira izrazito visoka zračna vlaga pa je onemogućen gubitak vode putem puči transpiracijom (zbog nedovoljno velike razlike u hidrostatskim tlakovima između tla i atmosfere).

Velika lisna površina, značajna za gubitak suvišne vode, prednost je na sjenovitim staništima, u uvjetima slabog intenziteta svjetlosti jer omogućuje odvijanje procesa fotosinteze.

---

Izvor:

Denffer, D. von i Ziegler, H. (1982) Morfologija i fiziologija. Udžbenik botanike za visoke škole. Školska knjiga, Zagreb.

## **Radni listić (B)**

*Osim na promjene temperature, biljke su se tijekom vremena prilagodile na različita staništa s obzirom na dostupnu količinu vode.*

**Pomoću priloženog teksta i dodatnih izvora literature, odgovorite na sljedeća pitanja. Nakon grupnog rada, svoja čete saznanja podijeliti u raspravi s ostalim učenicima u razredu.**

**1. Što su higrofiti?**

**2. Pomoću teksta i ostalih izvora informacija, navedite nekoliko primjera higrofita. Uz njihove hrvatske nazive, navedite i njihove latinske nazive u skladu s pravilima.**

---

---

**3. Proučavajući priloženi tekst, izdvojite prilagodbe higrofita (u obliku natuknica).**

---

---

**4. a) Znanstvenici su uočili da je broj puči na listovima jedne vrste higrofita veći u odnosu na biljke ostalih staništa. Na koji je način broj puči kod higrofita povezan s prilagodbama na životne uvjete njihovog staništa? Objasnite svoj odgovor.**

---

---

**b) Osim broja puči, znanstvenici su utvrdili da higrofite karakterizira velika površina listova. Na koji je način ona povezana s uspješnošću ishrane higrofita u dubokoj sjeni šume?**

---

---

**5. U rano se jutro na rubovima listova higrofita može uočiti veliki broj sitnih kapljica vode. Istražite i objasnite na koji način navedena pojava povezana s regulacijom količine vode u tijelu kod higrofita.**

---

---

Izvor korištene fotografije:

- ilustracija bijelog lopoča u pozadini ([https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/174\\_Caltha\\_palustris.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/174_Caltha_palustris.jpg))

3. grupa učenika: **KSEROFITI**

**Kartica** (potrebno ju je isprintati u boji i dati na početku grupnog rada učenicima):



Indijska smokva (*Opuntia ficus-indica*)  
(izvor: <https://bit.ly/3FFJCgg>)

**Koje su prilagodbe razvile biljke iz ove skupine?  
Saznajte putem QR koda!**

Ovdje je potrebno umetnuti QR kod, koji vodi na poveznicu s tekstom (na sljedećoj stranici ovog dokumenta). Tekst na poveznicu postavlja informatička skupina ovog projekta i izrađuje QR kod, kojega postavlja u ovaj prostor.

**Na sljedećoj stranici:**

Tekst vezan uz odgovarajuću skupinu biljaka, koji se treba nalaziti na poveznici na koju vodi QR kod na kartici.

## KSEROFITI



*Opuntia ficus-indica* (indijska smokva)  
(izvor: <https://bit.ly/3FHSzWj>)



*Sempervivum tectorum* (čuvarkuća)  
(izvor: <https://bit.ly/3FBf9ju>)

Kserofiti su biljke iznimno suhih staništa. Njihove su prilagodbe usmjerenе prema smanjenju izlučivanja (gubitka) vode te učinkovitijeg iskorištavanja vode iz tla, dostupne najčešće na većim dubinama.

Kserofitne biljke imaju iznimno dug i razvijen korijen, koji im omogućuje primanje vode iz dubljih slojeva tla, a kod nekih kserofitnih vrsta svojom veličinom i razvijenošću nadmašuje nadzemni dio. Imaju iznimno razvijeno mehaničko tkivo, koje osigurava značajnu potporu i čvrstoću i u svjetima velikog gubitka vode iz tijela biljke.

Listovi su ovih biljaka često mali, kožasti i siromašni biljnim sokom. Vanjska stijenka epiderme (pokrovног sloja stanica) je zadebljala zbog sloja kutikule, a karakterizira ju i sloj voska čime se dodatno ograničava transpiracija (gubitak vode iz biljke isparavanjem vodene pare, najčešće preko pući – otvora na listovima). Njihove su pući sužene i udubljene, a mogu biti prekrivene i dlačicama.

Najznačanija zaštita od prejake transpiracije osigurana je jakim smanjenjem (redukcijom) površine listova, što se osigurava i smanjenjem broja listova i izdanaka. Neke od kserofitnih vrsta zbog toga, na početku ekstremno suhih razdoblja, mogu odbacivati lišće, dok je kod vazdazelenih kserofita uočen nanizam, tj. patuljasti rast biljaka. Jedan od načina redukcije transpiracijske lisne površine je i uvijanje listova, što se očituje kod trava, kao i preobrazbom listova u trnove kod kaktusa.

Smanjenje lisne površine, u svrhu redukcije transpiracije, smanjuje uspješnost asimilacije ugljikovog dioksida (OTOSNTEZE), stoga ove biljke imaju razvijenu posebnu vrstu tkiva (asimilacijski parenhim) u području stabljike, koje im osigurava odvijanje procesaOTOSNTEZE i u tom dijelu biljke. Posebno su zanimljive kserofitne vrste orhideja koje žive korijenjem pričvršćene na kori drveća (epifiti), kod kojih zbog redukcije lisne površine, ulogu uOTOSNTEZU preuzima korijenje zelenkaste boje.

Pojedine vrste kserofita iskorištavaju rijetka i kratka kišna razdoblja, na način da gomilaju vodu u posebnim spremišnim, vodnim tkivima, osiguravajući se tako zalihama vode za duga sušna razdoblja. Takve kserofite stoga karakteriziraju vrlo debeli i mesnato sočni vegetativni organi, a nazivaju se sukulentama.

## Radni listić (B)

Osim na promjene temperature, biljke su se tijekom vremena prilagodile na različita staništa s obzirom na dostupnu količinu vode.

Pomoću priloženog teksta i dodatnih izvora literature, odgovorite na sljedeća pitanja. Nakon grupnog rada, svoja čete saznanja podijeliti u raspravi s ostalim učenicima u razredu.

1. Što su kserofiti?

---

2. Pomoću teksta i ostalih izvora informacija, navedite nekoliko primjera kserofita. Uz njihove hrvatske nazive, navedite i njihove latinske nazive u skladu s pravilima.

---

---

3. Proučavajući priloženi tekst, izdvojite prilagodbe kserofita (u obliku natuknica).

---

---

4. a) Ekstremno visoke temperature uzrokuju zatvaranje puči kod nekih kserofitnih vrsta tijekom dana. Istražite i objasnite na koji je način zatvaranje puči povezano s životnim uvjetima staništa ove skupine biljaka.

---

---

b) Iznimno veliki intenzitet Sunčevog zračenja, karakterističan za ekstremno vruća staništa, može dovesti do pregrijavanja biljnih organizama i njihovog ugibanja. Na koji su način trave i kaktusi prilagođeni takvim uvjetima?

---

---

5. Učenik je uočio da prilikom zalijevanja epifitne vrste orhideje *Phalaenopsis* sp. njezino korijenje poprimi zelenu boju. Istražite i objasnite ovu pojavu te istaknite prilagodbe ove vrste na život na drveću s promjenjivom raspoloživosti vode.

---

---

Izvor korištene fotografije:

- ilustracija kaktusa u pozadini (<https://cdn.picpng.com/cactus/transparency-cactus-24244.png>)

**4. grupa učenika: MEZOFITI**

**Kartica** (potrebno ju je isprintati u boji i dati na početku grupnog rada učenicima):



Hrast lužnjak (*Quercus robur*)  
(izvor: <https://bit.ly/3oQqPlj>)

**Koje su prilagodbe razvile biljke iz ove skupine?  
Saznajte putem QR koda!**

Ovdje je potrebno umetnuti QR kod, koji vodi na poveznicu s tekstom (na sljedećoj stranici ovog dokumenta). Tekst na poveznicu postavlja informatička skupina ovog projekta i izrađuje QR kod, kojega postavlja u ovaj prostor.

**Na sljedećoj stranici:**

Tekst vezan uz odgovarajuću skupinu biljaka, koji se treba nalaziti na poveznici na koju vodi QR kod na kartici.

## MEZOFITI



*Quercus robur* (hrast lužnjak)  
(izvor: <https://bit.ly/3oQqPli>)

Biljke prilagođene životu na umjereno vlažnim staništima nazivaju se mezofiti. Imaju tanje listove, veće površine, preko kojih učinkovito gube višak vode (transpiracijom – u obliku vodene pare kroz pući, otvore na listovima) i provode proces fotosinteze.

Budući da žive na staništima umjerene vlažnosti, većinom ne razvijaju specifične prilagodbe poput biljaka ekstremno suhih ili ekstremno vlažnih staništa. Iz toga su razloga mezofitne vrste ekološki najrasprostranjenija skupina kopnenih biljaka. Debela vanjska stijenka epiderme (pokrovног sloja stanica) nije razvijena, kao niti kutikula, voštane prevlake, dlačice i ostale strukture ključne kod biljnih vrsta suhih staništa, a važne prilikom ograničavanja i redukcije transpiracije.

Međutim, neki mezofiti svojim prilagodbama, a uzimajući u obzir specifične uvjete pojedinih staništa, mogu biti prilagođeni razdobljima suše (bogato razvijen korijenov sustav, rizomi i lukovice u kojima je pohranjena voda, zatvaranje pući s ciljem sprječavanja gubitka vode transpiracijom) i prekomjerne vlažnosti tla (otvaranje pući s ciljem gubitka viška vode), no vremenski duga ekstremno suha i vlažna razdoblja ne preživljavaju.

---

Izvor:

Denffer, D. von i Ziegler, H. (1982) Morfologija i fiziologija. Udžbenik botanike za visoke škole. Školska knjiga, Zagreb.

## Radni listić (B)

Osim na promjene temperature, biljke su se tijekom vremena prilagodile na različita staništa s obzirom na dostupnu količinu vode.

**Pomoću priloženog teksta i dodatnih izvora literature, odgovorite na sljedeća pitanja. Nakon grupnog rada, svoja čete saznanja podijeliti u raspravi s ostalim učenicima u razredu.**

1. Što su mezofiti?

- 
2. Pomoću teksta i ostalih izvora informacija, navedite nekoliko primjera mezofita. Uz njihove hrvatske nazine, navedite i njihove latinske nazine u skladu s pravilima.
- 
- 

3. Proučavajući priloženi tekst, izdvojite prilagodbe mezofita (u obliku natuknica).

---

---

4. a) Uočeno je da su tijekom vrućeg ljetnog dana puči mezofitne vrste, hrasta lužnjaka (*Quercus robur*), otvorene. Na koji su način otvorene puči povezane sa spriječavanjem pregrijavanja biljnog organizma? Objasnite svoj odgovor.

---

---

b) Povećanje lisne površine predstavlja prilagodbu mezofitnih biljnih vrsta na životne uvjete staništa. Na koji način? Objasnite svoj odgovor.

---

---

5. Pustinjske biljne vrste, u odnosu na mezofite, imaju manji areal rasprostranjenosti. Na koji način to objašnjavate? Istražite i obrazložite svoj odgovor.

---

---

Izvor korištene fotografije:

- ilustracija drveta hrasta u pozadini (<https://bit.ly/3DMlgkG>)

## Radni listić (C)

Prisjetite se koje ste biljne vrste mogli lako prepoznati u prvoj videozapisi, a potom pogledajte videozapis na sljedećoj poveznici: <https://bit.ly/3oSwr4P> ili joj pristupite skeniranjem QR koda.



*Hedera helix* (bršljan)  
(izvor: <https://bit.ly/3l23BOB>)



*Cuscuta epithymum* (vilina kosa)  
(izvor: <https://bit.ly/3l23BOB>)



*Viscum album* (bijela imela)  
(izvor: <https://bit.ly/2ZiYqC8>)

### Na osnovu pregledanih videozapisa, odgovorite na sljedeća pitanja:

18. Na osnovu pregledanih videozapisa, odredite koja je od navedenih biljaka:

- a) parazit \_\_\_\_\_  
b) poluparazit \_\_\_\_\_  
c) epifit \_\_\_\_\_

Saznajte više o bršljanu putem sljedeće poveznice ili QR koda!

<https://bit.ly/3CFROv3>



2. Koja osobina bršljanu omogućava penjanje po drveću ili drugim čvrstim podlogama te koju korist time postiže?

---

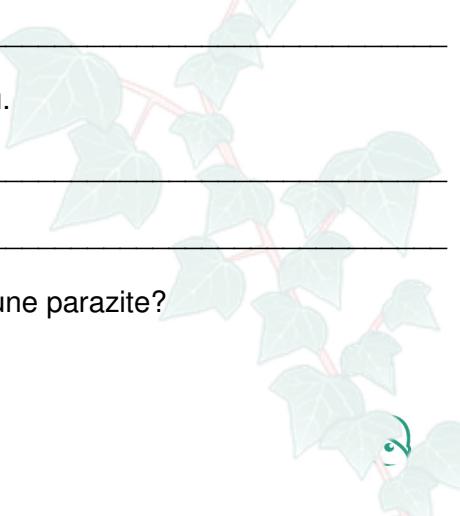
---

3. Crpi li bršljan vodu i mineralne tvari ili tvari od domaćina po kojem se penje?

---

---

4. Objasnite zašto penjačice, poput bršljana, brzo rastu.



5. Što karakterizira biljne vrste, koje predstavljaju potpune parazite?

- 
- 
6. Navedite prilagodbe parazitskih biljaka na nametnički način života.

---

---

7. Imela je zimzelena biljka koja raste u obliku razgranjenih grmića često visoko na stablima. Kako imela, s obzirom da obavlja fotosintezu ipak iskorištava svog domaćina?



8. Navedite prilagodbe imele na takav način života.

---

---

9. Znanstvenici su utvrdili da prisutnost imele na nekom drvetu intenzivira proces transpiracije kod drveta. Istražite navedenu pojavu i objasni svoj odgovor.

---

---

Izvori korištenih fotografija:

- ilustracija bršljana u pozadini (<https://bit.ly/3l27SSa>)
- ilustracija imele u pozadini (<https://bit.ly/3l4w71T>)

## I1 - OVOG BOŽIĆA POTRAŽI IMELU

### UVOD:

Bijela imela (*Viscum album L.*) je zimzelena vrsta iz porodice *Viscaceae*. Poluparazitska je biljka koja se različitom učestalošću pojavljuje na bjelogoričnim i crnogoričnim vrstama drveća (Slika 1.).

Sadrži klorofil pa sama proizvodi organske tvari fotosintezom, ali je u pogledu opskrbljivanja vodom i mineralnim tvarima u potpunosti ovisna o domaćinu na kojem se nalazi. Plod je okrugla, bijela, iznutra jako ljepljiva boba koja sazrijeva zimi. Pri klijanju razvije se posebni organ za pričvršćivanje biljke za granu domaćina.



**Slika 1.** Bijela imela (*Viscum album L.*) – <https://www.earthtokathy.com/mistletoe-viscum-album-research/>: preuzeto 21.11.2021.

### ZADATAK 1. DOMAĆINI

#### Istraživačko pitanje:

*Parazitira li imela na svim vrstama drveća?*

#### Opis postupka:

**Napomena:** Imela se kod godišnjeg rasta grana viličasto te iz prošlogodišnjeg izdanka, rastu novi ovogodišnji izdanci. Na taj način krenuvši od posljednjeg izdanka na biljci možeš pronaći izdanke prethodnih godina. Izbojci pojedinih godina jasno su razgraničeni i lako se lome na mjestima razgraničenja pa je svaki izbojak lako otkinuti i zatim ravnalom izmjeriti.

**Korak 1.** Posjeti park ili šumu u svome kraju te na stablima biljaka pronađi jedinke imele. Na nekim će stablima biti jedna jedinka dok se na drugima može pronaći više jedinki imele.

**Korak 2.** Determiniraj vrste listopadnih i vazdazelenih stabala na kojima si pronašao/la imelu. U determinaciji možeš koristi i digitalne aplikacije poput „*PlantNet*“ ili slično.

**Pitanje 1.** Navedi vrste domaćina na kojima je pronađena imela.

---

**Pitanje 2.** Navedi prilagodbe imele na poluparazitski način života. Zašto se imela ne smatra pravim parazitom?

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

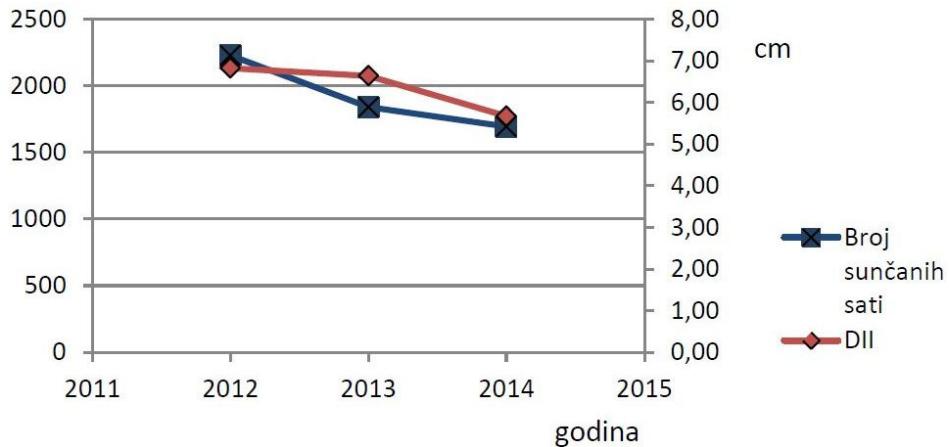
---

---

**ZADATAK 2. OVISNOST DULJINE IZBOJAKA O BROJU SUNČANIH SATI GODIŠNJE**

**UVOD:**

Biolozi su proveli terensko istraživanje bijele imele u Zagrebu. Uz pomoć ravnala mjerili su duljinu izbojaka jedinki imele i na temelju prikupljenih podataka izračunali su prosječne duljine izbojaka imele (oznaka DII). Imela se kod godišnjeg rasta grana viličasto te iz prošlogodišnjeg izdanka, rastu novi ovogodišnji izdanci. Na taj način krenuvši od posljednjeg izdanka, na biljci je moguće pronaći izdanke prethodnih godina. Izbojci pojedinih godina jasno su razgraničeni i lako se lome na mjestima razgraničenja pa je svaki izbojak lako otkinuti i zatim ravnalom izmjeriti. Na web stranici Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) mogu se pronaći podaci o broju sunčanih sati za svaku godinu u kojoj je provođeno istraživanje. Podaci dobiveni istraživanjem prikazani su grafički (slika 2.).



**Slika 2.** Ovisnost prosječne duljine izbojaka imele u cm (DII – crvena linija) i broju sunčanih sati po godini (plava linija).

**Istraživačko pitanje:**

*Utječe li i kako, broj sunčanih sati u godini na prosječan godišnji rast izbojaka imele?*

**Pitanje 1.** U kakvom su odnosu duljina izbojaka i broj sunčanih sati u godini? Objasni dobivene rezultate.

---

---

**Pitanje 2.** Kako nazivamo biljne vrste koje zahtijevaju veliku količinu sunčeve svjetlosti za rast i razvitak (kod kojih sunčeva svjetlost ima izuzetno pozitivan utjecaj na rast)?

---

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

## I2 - OVOG BOŽIĆA POTRAŽI IMELU

### UVOD:

Bijela imela (*Viscum album L.*) je zimzelena vrsta iz porodice *Viscaceae*. Poluparazitska je biljka koja se različitom učestalošću pojavljuje na bjelogoričnim i crnogoričnim vrstama drveća (Slika 1.).

Sadrži klorofil pa sama proizvodi organske tvari fotosintezom, ali je u pogledu opskrbljivanja vodom i mineralnim tvarima u potpunosti ovisna o domaćinu na kojem se nalazi. Plod je okrugla, bijela, iznutra jako ljepljiva boba koja sazrijeva zimi. Pri klijanju razvije se posebni organ za pričvršćivanje biljke za granu domaćina.



**Slika 1.** Bijela imela (*Viscum album L.*) – <https://www.earthtokathy.com/mistletoe-viscum-album-research/>: preuzeto 21.11.2021.

### ZADATAK 1. DOMAĆINI

#### Istraživačko pitanje:

*Parazitira li imela na svim vrstama drveća?*

#### Opis postupka:

**Napomena:** Imela se kod godišnjeg rasta grana viličasto te iz prošlogodišnjeg izdanka, rastu novi ovogodišnji izdanci. Na taj način krenuvši od posljednjeg izdanka na biljci možeš pronaći izdanke prethodnih godina. Izbojci pojedinih godina jasno su razgraničeni i lako se lome na mjestima razgraničenja pa je svaki izbojak lako otkinuti i zatim ravnalom izmjeriti.

**Korak 1.** Posjeti park ili šumu u svome kraju te na stablima biljaka pronađi jedinke imele. Na nekim će stablima biti jedna jedinka dok se na drugima može pronaći više jedinki imele.

**Korak 2.** Determiniraj vrste listopadnih i vazdazelenih stabala na kojima si pronašao/la imelu. U determinaciji možeš koristi i digitalne aplikacije poput „*PlantNet*“ ili slično.

**Pitanje 1.** Navedi vrste domaćina na kojima je pronađena imela.

---

**Pitanje 2.** Navedi prilagodbe imele na poluparazitski način života. Zašto se imela ne smatra pravim parazitom?

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

---

## ZADATAK 2. OVISNOST DULJINE IZBOJAKA O BROJU SUNČANIH SATI GODIŠNJE

### UVOD:

Biozoji su proveli terensko istraživanje bijele imele u Zagrebu. Uz pomoć ravnala mjerili su duljinu izbojaka jedinki imele i na temelju prikupljenih podataka izračunali su prosječne duljine izbojaka imele (Tablica 1). Imela se kod godišnjeg rasta grana viličasto te iz prošlogodišnjeg izdanka, rastu novi ovogodišnji izdanci. Na taj način krenuvši od posljednjeg izdanka, na biljci je moguće pronaći izdanke prethodnih godina. Izbojci pojedinih godina jasno su razgraničeni i lako se lome na mjestima razgraničenja pa je svaki izbojak lako otkinuti i zatim ravnalom izmjeriti.

**Tablica 1.** Srednje vrijednosti (prosječna duljina) izbojaka imele po godinama provođenog istraživanja.

	Godine istraživanja		
	2012.	2013.	2014.
Prosječna duljina izbojka ( $\bar{x}$ ) / cm	6,82	6,64	5,67

### Istraživačko pitanje:

*Utječe li i kako, broj sunčanih sati u godini na prosječan godišnji rast izbojaka imele?*

**Korak 1.** Na web stranici Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) pronađi podatke o broju sunčanih sati za tri promatrane godine i zabilježi podatke u Tablicu 2.

**Tablica 2.** Podaci o broju sunčanih sati.

Broj sunčanih sati		
2012.	2013.	2014.

**Zadatak 1.** Linijskim dijagramom prikaži ovisnost srednje duljine izbojaka o broju sunčanih sati za svaku godinu.

**Pitanje 1.** U kakvom su odnosu duljina izbojaka i broj sunčanih sati u godini? Objasni dobivene rezultate.

---

---

**Pitanje 2.** Kako nazivamo biljne vrste koje zahtijevaju veliku količinu sunčeve svjetlosti za rast i razvitak (kod kojih sunčeva svjetlost ima izuzetno pozitivan utjecaj na rast)?

---

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

### I3 - OVOG BOŽIĆA POTRAŽI IMELU

#### **UVOD:**

Bijela imela (*Viscum album L.*) je zimzelena vrsta iz porodice *Viscaceae*. Poluparazitska je biljka koja se različitom učestalošću pojavljuje na bjelogoričnim i crnogoričnim vrstama drveća (Slika 1.).

Sadrži klorofil pa sama proizvodi organske tvari fotosintezom, ali je u pogledu opskrbljivanja vodom i mineralnim tvarima u potpunosti ovisna o domaćinu na kojem se nalazi. Plod je okrugla, bijela, iznutra jako ljepljiva boba koja sazrijeva zimi. Pri kljanju razvije se posebni organ za pričvršćivanje biljke za granu domaćina.



**Slika 1.** Bijela imela (*Viscum album L.*) – <https://www.earthtokathy.com/mistletoe-viscum-album-research/>: preuzeto 21.11.2021.

#### **ZADATAK 1. DOMAĆINI**

##### **Istraživačko pitanje:**

*Parazitira li imela na svim vrstama drveća?*

##### **Opis postupka:**

**Napomena:** Imela se kod godišnjeg rasta grana viličasto te iz prošlogodišnjeg izdanka, rastu novi ovogodišnji izdanci. Na taj način krenuvši od posljednjeg izdanka na biljci možeš pronaći izdanke prethodnih godina. Izbojci pojedinih godina jasno su razgraničeni i lako se lome na mjestima razgraničenja pa je svaki izbojak lako otkinuti i zatim ravnalom izmjeriti.

**Korak 1.** Posjeti park ili šumu u svome kraju te na stablima biljaka pronađi jedinke imele. Na nekim će stablima biti jedna jedinka dok se na drugima može pronaći više jedinki imele.

**Korak 2.** Determiniraj vrste listopadnih i vazdazelenih stabala na kojima si pronašao/la imelu. U determinaciji možeš koristi i digitalne aplikacije poput „*PlantNet*“ ili slično.

**Pitanje 1.** Navedi vrste domaćina na kojima je pronađena imela.

---

**Pitanje 2.** Navedi prilagodbe imele na poluparazitski način života. Zašto se imela ne smatra pravim parazitom?

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

---

**ZADATAK 2. OVISNOST DULJINE IZBOJAKA O BROJU SUNČANIH SATI GODIŠNJE**

**Pribor:** ravnalo, selotejp, papir, škare, uređaj s pristupom internetu

**Istraživačko pitanje:**

*Utječe li i kako, broj sunčanih dana u godini na prosječan godišnji rast izbojaka imele?*

**Korak 1.** Uberi 20 biljaka imele.

**Korak 2.** Pronađi izbojke zadnje tri godine (2021., 2020. i 2019.) za svaku ubranu biljku. (NAPOMENA o načinu detekcije izbojaka prema starosti nalazi se na početku).

**Korak 3.** Svaki izbojak lagano otkinuti te selotejpom zalijestiti na komad papira. Svaki izbojak označiti.

**Korak 4.** Svaki izbojak izmjeri na način da uz izbojak postaviš ravnalo i očitaš duljinu izbojka. Podatke mjerenja upisuj u pripadajuću tablicu (Tablica 1).

**Korak 5.** Izračunaj prosječnu duljinu izbojaka za svaku od promatranih godina.

**Tablica 1.** Duljina izbojaka imele po godini.

Broj jedinke (izbojka)	DII (cm)		
	2019.	2020.	2021.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
Prosječna duljina izbojka ( $\bar{x}$ ) / cm			

**Korak 6.** Na web stranici Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) pronađi podatke o broju sunčanih sati za tri promatrane godine i zabilježi podatke u Tablicu 2.

**Tablica 2.** Podaci o broju sunčanih sati.

Broj sunčanih sati		
2019.	2020.	2021.

**Zadatak 1.** Linijskim dijagramom prikaži ovisnost srednje duljine izbojaka o broju sunčanih sati za svaku godinu.

**Pitanje 2.** U kakvom su odnosu duljina izbojaka i broj sunčanih sati u godini? Objasni dobivene rezultate.

---

---

**Pitanje 3.** Kako nazivamo biljne vrste koje zahtijevaju veliku količinu sunčeve svjetlosti za rast i razvitak (kod kojih sunčeva svjetlost ima izuzetno pozitivan utjecaj na rast)?

---

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

---

## **I4 - OVOG BOŽIĆA POTRAŽI IMELU**

### **UVOD:**

Bijela imela (*Viscum album L.*) je zimzelena vrsta iz porodice *Viscaceae*. Poluparazitska je biljka koja se različitom učestalošću pojavljuje na bjelogoričnim i crnogoričnim vrstama drveća (Slika 1.).

Sadrži klorofil pa sama proizvodi organske tvari fotosintezom, ali je u pogledu opskrbljivanja vodom i mineralnim tvarima u potpunosti ovisna o domaćinu na kojem se nalazi. Plod je okrugla, bijela, iznutra jako ljepljiva boba koja sazrijeva zimi. Pri klijanju razvije se posebni organ za pričvršćivanje biljke za granu domaćina.



**Slika 1.** Bijela imela (*Viscum album L.*) – <https://www.earthtokathy.com/mistletoe-viscum-album-research/>: preuzeto 21.11.2021.

### **ZADATAK 1. DOMAĆINI**

#### **Istraživačko pitanje:**

*Parazitira li imela na svim vrstama drveća?*

#### **Opis postupka:**

**Napomena:** Imela se kod godišnjeg rasta grana viličasto te iz prošlogodišnjeg izdanka, rastu novi ovogodišnji izdanci. Na taj način krenuvši od posljednjeg izdanka na biljci možeš pronaći izdanke prethodnih godina. Izbojci pojedinih godina jasno su razgraničeni i lako se lome na mjestima razgraničenja pa je svaki izbojak lako otkinuti i zatim ravnalom izmjeriti.

**Korak 1.** Posjeti park ili šumu u svome kraju te na stablima biljaka pronađi jedinke imele. Na nekim će stablima biti jedna jedinka dok se na drugima može pronaći više jedinki imele.

**Korak 2.** Determiniraj vrste listopadnih i vazdazelenih stabala na kojima si pronašao/la imelu. U determinaciji možeš koristi i digitalne aplikacije poput „*PlantNet*“ ili slično.

**Pitanje 1.** Navedi vrste domaćina na kojima je pronađena imela.

---

**Pitanje 2.** Navedi prilagodbe imele na poluparazitski način života. Zašto se imela ne smatra pravim parazitom?

---

---



**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

---

**ZADATAK 2. OVISNOST DULJINE IZBOJAKA O BROJU SUNČANIH SATI GODIŠNJE**

**Pribor:** ravnalo, selotejp, papir, škare, uređaj s pristupom internetu

**Istraživačko pitanje:**

*Utječe li i kako, broj sunčanih sati u godini na prosječan godišnji rast izbojaka imele?*

**Korak 1.** Uberi 20 biljaka imele.

**Korak 2.** Pronađi izbojke zadnje tri godine (2021., 2020. i 2019.) za svaku ubranu biljku. (NAPOMENA o načinu detekcije izbojaka prema starosti nalazi se na početku).

**Korak 3.** Svaki izbojak lagano otkinuti te selotejpom zaliijepiti na komad papira. Svaki izbojak označiti.

**Korak 4.** Svaki izbojak izmjeri na način da uz izbojak postaviš ravnalo i očitaš duljina izbojka. Podatke mjerenja upisuj u pripadajuću tablicu (Tablica 1).

**Korak 5.** Izračunaj prosječnu duljinu izbojaka za svaku od promatranih godina.

**Tablica 1.** Duljina izbojaka imele po godini.

Broj jedinke (izbojka)	Duljina (cm)		
	2019.	2020.	2021.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
Prosječna duljina izbojka ( $\bar{x}$ ) / cm			

**Korak 6.** Na web stranici Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) pronađi podatke o broju sunčanih sati za tri promatrane godine i zabilježi podatke u Tablicu 2.

**Tablica 2.** Podaci o broju sunčanih sati.

Broj sunčanih sati		
2019.	2020.	2021.

**Zadatak 1.** Linijskim dijagramom prikaži ovisnost srednje duljine izbojaka o broju sunčanih sati za svaku godinu.

**Pitanje 2.** U kakvom su odnosu duljina izbojaka i broj sunčanih sati u godini? Objasni dobivene rezultate.

---

---

**Pitanje 3.** Kako nazivamo biljne vrste koje zahtijevaju veliku količinu sunčeve svjetlosti za rast i razvitak (kod kojih sunčeva svjetlost ima izuzetno pozitivan utjecaj na rast)?

---

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

---

### **ZADATAK 3. OVISNOST DULJINE IZBOJAKA O PROSJEČNOJ GODIŠNJOJ KOLIČINI OBORINA**

#### **Istraživačko pitanje:**

*Utječe li i kako, prosječna količina padalina u godini na prosječan godišnji rast izbojaka imale?*

**Korak 1.** Na web stranici Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) pronađi podatke o prosječnoj količini oborina za tri promatrane godine i zabilježi podatke u Tablicu 2.

**Tablica 3.** Podaci o prosječnoj količini oborina po godini.

Prosječna količina oborina tijekom godine		
2019.	2020.	2021.

**Zadatak 1.** Linijskim dijagramom prikaži ovisnost srednje duljine izbojaka o prosječnoj količini oborina za svaku promatrano godinu.

**Pitanje 2.** U kakvom su odnosu duljina izbojaka i prosječna količina oborina u godini? Objasni dobivene rezultate.

---

---

**ZAKLJUČAK** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

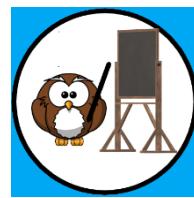
---

---

## RL O1 Čudesan svijet boja u jednom listu...

Aktivnost istraživanja provodi svaki učenik samostalno kod kuće, ali učenici (5) svakodnevno komuniciraju preko **forum** na platformi BUBO.

*Cilj istraživanja: Usporediti sastav pigmenata u listovima jedne listopadne biljke i jedne vazdazelene biljke.*



Prije početka istraživanja učenici na forumu raspravljaju o vrstama koje će koristiti u istraživanju (jedna listopadna i jedna vazdazelena biljka). Konačni izbor objavljuje nastavnik na forumu.

### **Pripremiti:**

- zaštitne rukavice
- zaštitne naočale
- listovi listopadne biljke
- listovi vazdazelene biljke
- filter papir za kavu
- plastičnu čašu (2)
- drvena kuhača
- etanol
- voda
- škare
- lončić
- manja zdjela
- kuhalo
- kuhinjska krpa
- prozirna plastična folija
- gumica za kosu (2)
- drveni štapić (2)
- flomaster

**NAPOMENA:** Pri rezanju lišća nožem pripazite da ne dođe do ozljede. Također, kod pripreme vodene kupelji s vrelom vodom potrebna je prisutnost odrasle osobe.

**Poveznica:** <https://youtu.be/0zkpZby7c9o>

### **Koraci u postupku:**

1. Izrežite listove na što sitnije dijelove i stavite u dvije plastične čaše. Označite čaše.
2. Pomoću drvene kuhače zgnječite dijelove uz postupno dodavanje etanola. Pokrijte prozirnom folijom i učvrstite gumicom.
3. U lončić ulijte vodu i zagrijte do vrenja.
4. Obje čaše stavite u zdjelu u koju ćete oprezno, služeći se krpom, uliti vrelu vodu. Ostavite 30 minuta. Za to vrijeme izrežite dvije trake filter papira i na gornji dio učvrstite drveni štapić.
5. Po isteku vremena skinite foliju s čaša i u svaku čašu uronite filter papir - tako da je drveni štapić položen preko ruba čaše.
6. Nakon 90 minuta izvadite traku filter papira i promotrite raspored boja. Popunite tablicu.

	<p><b>LIST listopadne biljke</b> <b>(dopuni)</b></p> 	<p><b>LIST vazdazelene biljke</b> <b>(dopuni)</b></p> 
<b>OPAŽANJE – filter papir</b>		
<b>PITANJE</b>		
<b>Zaključak</b>		
Što se dogodilo?	Kako se dogodilo?	Time smo dokazali?
<p><b>Fotografije filter papira postavite na forum.</b></p> <p><b>Pokreni novu raspravu na forumu:</b></p> <p><b>TEMA:</b> Zašto listopadne biljke sadrže manju koncentraciju klorofila tijekom jeseni od vazdazelenih biljaka?</p>		

## RL O2 Čudesan svijet boja u jednom listu...

Istraživanje rade 4 učenika tako da svaki učenik koristi list druge boje. Članovi skupine komuniciraju preko aktivnosti platforme BUBO – chat. Chat otvara nastavnik u određeno vrijeme, a učenici komuniciraju u realnom vremenu o svim izazovima istraživačkog rada. Nastavnik samo usmjerava proces istraživanja.



*Cilj istraživanja: Usporediti sastav pigmenata u listovima različitih boja.*

Prije početka istraživanja učenici se dogovaraju na forumu o listovima koje će koristiti u svom istraživanju prema slijedećem rasporedu:

1. UČENIK – list zelene boje
2. UČENIK – list žute boje
3. UČENIK – list crvene boje
4. UČENIK – list narančaste boje

Zajedničku odluku o izboru biljnih vrsta nastavnik objavljuje na forumu.

### Prepremiti:

- zaštitne rukavice
- zaštitne naočale
- listovi listopadnih biljaka
- listovi vazdazelene biljke
- filter papir za kavu
- plastičnu čašu
- drvena kuhača
- etanol
- voda
- škare
- lončić
- manja zdjela
- kuhalo
- kuhinjska krpa
- prozirna plastična folija
- gumica za kosu (1)
- drveni štapić

**NAPOMENA:** Pri rezanju lišća nožem pripazite da ne dođe do ozljede. Također, kod pripreme vodene kupelji s vrelom vodom potrebna je prisutnost odrasle osobe.

**Poveznica:** <https://youtu.be/0zkpZby7c9o>

### Koraci u postupku:

1. Izrežite listove na što sitnije dijelove i stavite u plastičnu čašu.
2. Pomoću drvene kuhače zgnječite dijelove uz postupno dodavanje etanola. Pokrijte prozirnom folijom i učvrstite guminicom.
3. U lončić ulijte vodu i zagrijte do vrenja.
4. Čašu stavite u zdjelu u koju ćete oprezno, služeći se krpom, uliti vrelu vodu. Ostavite 30 minuta. Za to vrijeme izrežite traku filter papira i na gornji dio učvrstite drveni štapić.
5. Po isteku vremena skinite foliju i uronite filter papir u čašu tako da je drveni štapić položen preko ruba čaše.
6. Nakon 90 minuta izvadite traku i promotrite raspored boja na filter papiru. Popunite tablicu.

LIST biljke  (dopuni)	OPAŽANJE – filter papir	PITANJE
		
Zaključak		
Što se dogodilo?	Kako se dogodilo?	Time smo dokazali?
<p><b>IZRADITE ZAJEDNIČKI STRIP ili POSTER</b> korištenjem digitalnog alata u kojem će se prikazati sve etape u istraživanju. U izradi se mogu koristiti fotografije snimljene pametnim telefonom. Zajednički uradak objavite na forumu.</p> <p><b>POVEZNICE:</b></p> <p><a href="https://www.adobe.com/express/create/poster">https://www.adobe.com/express/create/poster</a> <a href="#">Free Comic Strip Maker: Create Your Comic Book Online   Adobe Spark</a> <a href="#">Free Comic Maker for Homeschooling (pixton.com)</a> <a href="#">Početna – Canva</a></p> <p><b>Nastavnik započinje novu raspravu</b> na forumu uz objavu videozapisa: <a href="#">Chlorophyll chromatography with different leaves Timelapse - YouTube</a></p>		
<p><b>TEMA:</b> Događa li se u listopadnih biljaka fotosinteza tijekom jeseni? (raspravu potkrijepite podacima iz istraživanja?)</p>		

### RL O3 Čudesan svijet boja u jednom listu...

Aktivnost istraživanja provodi učenik samostalno kod kuće.

*Cilj istraživanja: Usporediti mikroskopsku građu lista vazdazelene i listopadne biljke s obzirom na prilagodbe klimatskim uvjetima.*



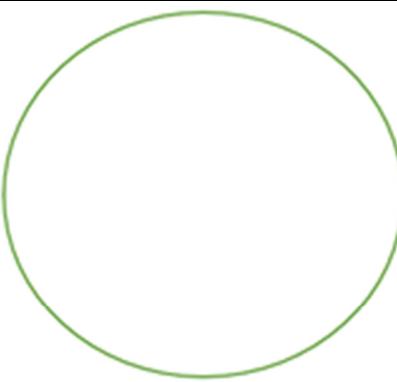
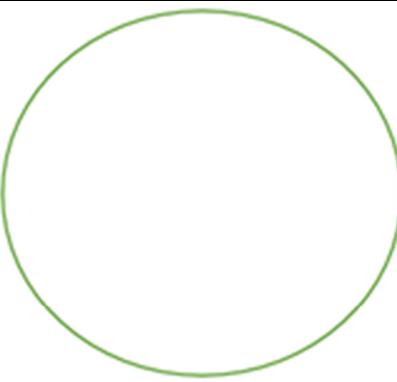
#### Prepremiti:

- mikroskop
- list vazdazelene biljke (četinjače)
- list listopadne biljke
- predmetno stakalce
- pokrovno stakalce
- kuhinjska krpa
- škare
- kapaljka
- voda
- skalpel

NAPOMENA: Kod izrade poprječnog prereza lista skalpelom potrebna je prisutnost odrasle osobe - da ne dođe do ozljede.

#### Koraci u postupku:

1. Skalpelom napravi poprečni prerez lista listopadne i vazdazelene biljke.
2. Na predmetno stakalce, u kapljicu vode stavi prerez i pokrij pokrovnim stakalcem.
3. Mikroskopirajte na srednjem povećanju.
4. U predviđeni prostor prikaži građu lista, označite epidermu i parenhim.
5. Popunite tablicu.
6. Odgovori na 3 pitanja na kraju listića i sve zajedno pošalji nastavniku kao zadaću (na platformi BUBO).

REZULTATI	
	
LISTOPADNA BILJKA _____	VAZDAZELENA BILJKA _____
Povećanje:	Povećanje;

<b>Zaključak</b>		
Koje razlike uočavate u unutrašnjoj građi listova?	Koje strukture na pokožici lista se mogu smatrati prilagodbama lista na nepovoljno životno razdoblje	Time smo dokazali:
<p><b>ISTRAŽITE LITERATURNE IZVORE</b> na temu građe epiderme listova.</p> <p><b>Započnite novu raspravu za svoje razredne kolege kroz aktivnost forum:</b></p> <p><b>TEMA:</b> Razlikuje li se unutrašnja građa lista u biljaka različitih klimatskih područja?</p>		

**ODGOVORITE NA PITANJA:**

1. Koje su moguće pogreške pri izvođenju pokusa i njihovi uzroci?
2. Koja su ograničenja pri zaključivanju?
3. Kako se ovaj praktični rad može pretvoriti u zanimljivo istraživanje?

## RL 04 Čudesan svijet boja u jednom listu...

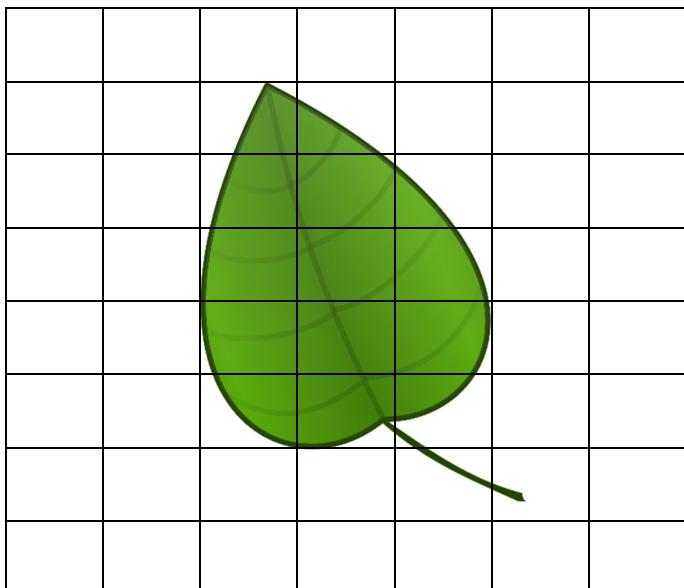
Aktivnost istraživanja provodi svaki učenik samostalno kod kuće, ali učenik može u svakoj etapi rada zatražiti pomoć od nastavnika porukom - preko platforme BUBO.



*Cilj istraživanja: Usporediti listove vazdazelenih i listopadnih biljaka s obzirom na oblik, dužinu, teksturu i površinu lista.*

### Pripremiti:

- povećalo (lupa)
- ravnalo
- listovi listopadnih biljaka (2) i vazdazelenih biljaka(2). Odaberite vrste koje su karakteristične za vaš zavičaj!



Slika 1 – mrežica kvadrata ( $a=1\text{cm}$ ) za mjerjenje površine

### Koraci u postupku:

1. Za svali kist odredite sljedeća obilježja
  - a) oblik lista (eliptičan, jajolik, igličast, streličast, perast, srcolik i dr.)
  - b) dužina lista – ravnalom izmjerite dvije točke koje su najudaljenije
  - c) tekstura – (glatka, hrapava, voštana, prekrivena dlačicama i dr.)
  - d) površina u  $\text{cm}^2$  – za određivanje površine izradite mrežicu kvadrata na prozirnoj foliji (Slika 1), Na list stavite foliju i zatim pobrojite kvadrate. Površinu izrazite u  $\text{cm}^2$ .
2. Sve podatke unesite u tablicu.
3. Odgovorite na pitanja na kraju listića i sve zajedno pošaljite nastavniku kao zadaću (na platformi BUBO).

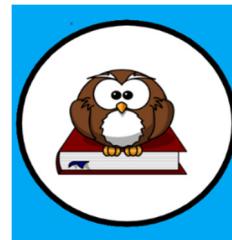
Obilježja:	Listopadna biljka		Vazdazelena biljka	
	1)	2)	1)	2)
oblik				
dužina/mm				
tekstura				
površina/cm <sup>2</sup>				
<b>Zaključak</b>				
Po kojim obilježjima biste mogli razlikovati listove listopadnih i vazdazelenih biljaka?	Koja obilježja listova se mogu smatrati prilagodbama na nepovoljno životno razdoblje?	Time smo dokazali:		

### ODGOVORITE NA PITANJA:

1. Koje su moguće pogreške pri izvođenju pokusa i njihovi uzroci?
2. Koja su ograničenja pri zaključivanju?
3. U kakvom su odnosi intenzitet transpiracije i površina lista?
4. Možemo li oblik lista i dužinu smatrati prilagodbom? Obrazloži svoj odgovor!

## RL 05 Čudesan svijet boja u jednom listu...

Aktivnost istraživanja provodi svaki učenik samostalno kod kuće, ali učenici (5) svakodnevno komuniciraju preko **forum** na platformi BUBO. Na kraju istraživanja učenici objedinjuju rezultate kroz izradu zajedničkog izvještaja u alatu *Zadaća*.

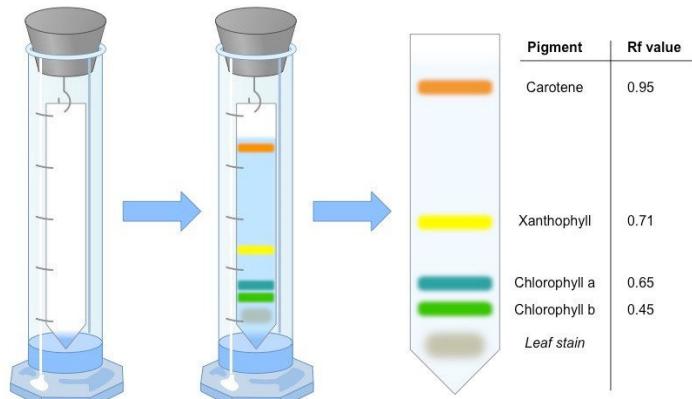


*Cilj istraživanja: Usporediti sastav biljnih pigmenata u listu jedne listopadne biljke i jedne vazdazelene biljke.*

Prije početka istraživanja svaki učenik treba prikupiti listove listopadnih i vazdazeljenih biljaka. Raspravom na forumu učenici se dogovaraju o izboru biljaka koje će koristiti u istraživanju, kako se ne bi dogodilo da dvoje učenika koristi isti materijal.

### Pripremiti:

- zaštitne rukavice
- listovi listopadne biljke
- listovi vazdazelene biljke
- filter papir za kavu
- keramička zdjela (2)
- plastična čaša (2)
- drvena kuhača
- etanol
- kapaljka
- škare
- kuhinjska krpa
- drveni štapić (2)
- ravnala
- grafitna olovka
- pjesak
- fen za kosu



Izvor: <https://microbenotes.com/paper-chromatography/>

**NAPOMENA:** Pri rezanju lišća nožem pripazite da ne dođe do ozljede.

**Poveznica:** <https://youtu.be/W56RHxu2Hpc>

### Koraci u postupku:

1. Izrežite listove na što sitnije dijelove i stavite u dvije keramičke zdjele.
2. Pomoću drvene kuhače zgnječite dijelove uz postupno dodavanje etanola. Kako biste što bolje usitnili biljni materijal možete dodati i malo pjeska.
3. Izrežite dvije trake filter papira i učvrstite ih na drveni štapić. Ravnalom povucite ravnu crtu 2cm od ruba filter papira. (Nemojte koristiti flomaster da ne biste dobili pogrešna očitanja na kraju pokusa).
4. Kapaljkom uzmete uzorak i nanesite ga na sredinu crte. Odmah osušite fenom za kosu. Napravite to pet puta. Ponovite postupak s drugim uzorkom.
5. U plastičnu čašu ulijte etanol toliko da prekrije dno. Uronite filter papir.
6. Nakon što uočite prestanak kretanja otapala duž filter papira izvadite traku.

7. Na filter papiru ravnalom povucite ravnu crtu koja označava udaljenost koju je prešlo otapalo. Također odredite udaljenost za svaki od uočenih pigmenata.
8. Identificirajte pigmente za svaki list prema slijedećoj formuli:

$$Rf \text{ vrijednost} = \frac{b}{a}$$

a

gdje je b udaljenosti koju prijeđe otopljena tvar (tj. boja ili pigment koji se ispituje), a je udaljenosti koju prijeđe otapalo (poznato kao fronta otapala) duž papira. Usporedite dobivene vrijednosti sa standardom.

Tablica 1. Standard Rf vrijednosti

Pigment	Rf
Klorofil a	0,65
Klorofil b	0,45
Ksantofil	0,71
Karotin	0,95

Izvor: <https://microbenotes.com/paper-chromatography/>

9. Popunite tablicu.
10. Odgovorite na pitanja na kraju listića i sve zajedno pošaljite nastavniku kao zadaću (na platformi BUBO).

	PIGMENT 1		PIGMENT 2		PIGMENT 3		PIGMENT 4	
	Rf	Naziv pigmenta						
LIST 1 _____								
LIST 2 _____								

#### Zaključak

Postoji li razlika u zastupljenosti lisnih pigmenta između listopadnih i vazdazelenih biljaka?

Time smo dokazali:

#### Fotografije filter papira postavite na forum.

Zajedno izradite izvještaj o provedenom istraživanju u koji ćete umetnuti fotografije filter papira i pošaljite kao Zadaću na platformu BUBO.

#### ODGOVORITE NA PITANJA:

1. Koje su moguće pogreške pri izvođenju pokusa i njihovi uzroci?
2. Koja su ograničenja pri zaključivanju?
3. Može li se koncentracija pigmenata u listu smatrati prilagodbom na nepovoljno životno razdoblje?  
Obrazložite svoj odgovor.

## Zabavite se i istražite

Suho lišće i plodovi biljaka mogu poslužiti kao materijal za vaš kreativni umjetnički izražaj.

- Izradite sliku ili ukras od lišća, plodova i sjemenki koje možete pronaći u svojem okruženju.

Na predloženim (i sličnim) internetskim stranicama pronaći ćete neke ideje za korištenje lišća.

<https://www.pinterest.com/pin/648236940124153686/>

<https://www.pinterest.com/pin/253679391501619498/>

<https://www.pinterest.com/pin/68743015615/>



IZVOR: <https://i.pinimg.com/564x/d6/bb/1a/c6bb1ab265b45009e6cla598ec3c2158.jpg>



IZVOR: <https://i.pinimg.com/564x/32/95/81/329581508d483a64aa7c83c7d3dac3dd.jpg>

Na predloženim (i sličnim) internetskim stranicama pronaći ćete neke ideje za korištenje sjemenki i plodova.

<https://www.pinterest.com/pin/624381935846251743/>

<https://www.pinterest.com/pin/70437485431305/>

<https://www.pinterest.com/pin/543739355021253818/>

<https://www.pinterest.com/pin/266345765446110495/>



IZVOR: <https://i.pinimg.com/564x/05/e2/8a/05e28e760fd021b197b0611936d75984.jpg>



IZVOR: <https://i.pinimg.com/564x/08/cc/b6/08ccb6584e05a3639c8b75a6c0f18508.jpg> IZVOR: <https://i.pinimg.com/564x/c6/06/a5/c606a5a58a9687b5e5b035ddde8360ce.jpg>



Kreirajući ovakve slike i ukrase možete naučiti o vrstama biljaka koje koristite u svojim uradcima.

- Istražite i u obliku kratkog eseja napišite specifične osobine korištenih biljnih vrsta. Naglasak stavite na prilagodbe.

Obratite pažnju na način opravšivanja i rasprostranjivanja sjemenki.

- Ako slika prikazuje neku životinjsku vrstu uz esej o biljkama istražite i napišite i njezine prilagodbe.

Zajedno s ostalim učenicima pripremite u školi ili virtualno izložbu vaših radova.

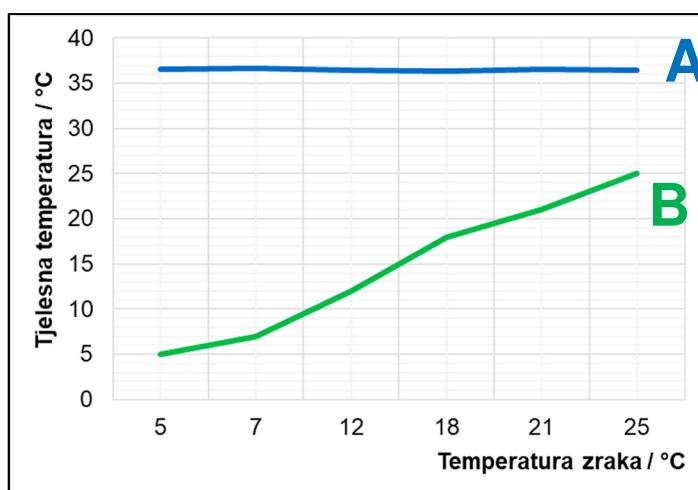
**Radni listić (A)**

Kozmički ritam izmjene godišnjih doba u umjerenom pojasu pronašao je svoj odraz u raznolikim prilagodbama živih bića koje žive na tom području. Dolaskom jeseni događa se niz promjena u abiotičkim čimbenicima okoliša, a najznačajniji je temperaturna. U odnosu na druge životinje, sisavci i ptice uglavnom su neovisni o promjeni vanjske temperature.

1. Kako se nazivaju životinje, koje održavaju stabilnu tjelesnu temperaturu neovisno o temperaturnim promjenama u njihovom okolišu?

---

2. Grafički je prikazana ovisnost tjelesne temperature crvene vjeverice (*Sciurus vulgaris*) i riđovke (*Vipera berus*) o temperaturi zraka. Pozorno promotrite grafički prikaz, a potom odgovorite na pitanja.



- a) Odredite koja se krivulja iz grafičkog prikaza odnosi na crvenu vjevericu, odnosno riđovku.

Crvena vjeverica: krivulja \_\_\_\_\_

Riđovka: krivulja \_\_\_\_\_

- b) Objasnite svoj odgovor iz zadatka a).

---

---

- c) Istražite i objasnite kakve su ekološke valencije za temperaturu ptica i sisavaca.

---

---

- d) Navedite anatomske prilagodbe ptica i sisavaca s obzirom na mogućnost održavanja stalne tjelesne temperature.

---



3. Unatoč endotermiji (homotermiji), nisu svi sisavci jednakim aktivnim tijekom hladnog zimskog perioda. Razmislite i odgovorite koji je najvažniji razlog slabe ili gotovo nikakve zimske aktivnosti kod nekih sisavaca.
- 
-



### **Upoznajmo SISAVCE karakteristične za naše područje i istražimo prilagodbe na uvjete okoliša u kojemu žive!**

#### **Radni listić (B)**

ukazuju i zimi izbačeni Za dane kada je površinski dio tla čvrsto smrznut, krtica u blizini svoje spavaonice ima skladište zaliha. U toj "smočnici" skuplja velik broj gujavica kod kojih je ugrizom izazvala paralizu, ali ih nije ubila. Na taj joj način gujavice predstavljaju svježe zalihe hrane za zimski period.



**Krtica**, koja živi u tunelima u tlu, aktivna je i zimi kada lovi ličinke kukaca i puževe, koji su se povukli ispod površine. Na tu njezinu aktivnost svježi humci zemlje na površini.



Pomoću videozapisa, kojemu možete pristupiti putem poveznice: [https://bit.ly/Prilagodbe\\_zivotinja\\_krtica](https://bit.ly/Prilagodbe_zivotinja_krtica) ili skeniranjem QR koda, saznajte više o načinu života krtice, a potom odgovorite na pitanja.

1. Uz pomoć relevantnih izvora informacija te u skladu s pravilima, navedite znanstveno ime krtice.  
\_\_\_\_\_
2. Istražite i opišite anatomske prilagodbe krtice na opisani i u videozapisu prikazani način života.  
\_\_\_\_\_
3. Pomoću web stranice *IUCN Red List*, dostupne putem sljedeće poveznice: <https://www.iucnredlist.org/> ili skeniranjem QR koda, istražite i opišite ugroženost ove vrste i njezino područje rasprostranjenosti.  
\_\_\_\_\_



**Vjeverice**, također spremaju zimnicu, najčešće tako da plodove označe mirisom prije nego ih zakopaju što dublje u zemlju kako bi ih poslije mogle pronaći. One djelomično spavaju zimski san budeći se povremeno zbog hranjenja. Vjeverice su iznimno vješte u kretanju po drveću pa gnijezda grade između grana.

Pomoću videozapisa, kojemu možete pristupiti putem poveznice: [https://bit.ly/Prilagodbe\\_zivotinja\\_vjeverica](https://bit.ly/Prilagodbe_zivotinja_vjeverica) ili skeniranjem QR koda, saznajte više o načinu života vjeverice, a potom odgovorite na pitanja.

4. Uz pomoć relevantnih izvora informacija te u skladu s pravilima, navedite znanstveno ime crvene vjeverice.  
\_\_\_\_\_



5. Istražite i opišite anatomske prilagodbe crvene vjeverice, koje joj osiguravaju lako kretanje po drveću.
- 
- 
- 

*Kod brojnih sisavaca poput **medvjeda, jazavaca i puhova** nema razvijenog obrasca spremanja hrane za zimu, zbog čega većina njih nema dostatne količine hrane za preživljavanje. Međutim, ove su životinjske vrste, s ciljem opstanka, pronašle drugi način preživljavanja nepovoljnih uvjeta s niskim temperaturama zimi.*



Pomoći videozapisa, kojemu možete pristupiti putem poveznice: [https://bit.ly/Hibernacija\\_medvjet](https://bit.ly/Hibernacija_medvjet) ili skeniranjem QR koda, saznajte više o hibernaciji kod smeđeg medvjeda, a potom odgovorite na pitanja.



Saznajte više o smeđem medvjedu na portalu Priroda Hrvatske, autora Gorana Šafareka, putem sljedeće poveznice: [https://bit.ly/PrirodaHrvatske\\_medvjet](https://bit.ly/PrirodaHrvatske_medvjet) ili skeniranjem QR koda. Informacije s ove poveznice mogле bi vam pomoći prilikom rješavanja sljedećih pitanja.



6. Uz pomoć relevantnih izvora informacija te u skladu s pravilima, navedite znanstveno ime smeđeg medvjeda.
- 

7. Na koji način životinje poput mrkog medvjeda preživljavaju zimu - razdoblje niskih temperatura?
- 

8. Na osnovu videozapisa i/ili dodatnih relevantnih izvora informacija, istražite i objasnite morfološke i fiziološke prilagodbe smeđeg medvjeda za takav oblik prezimljavanja.
- 
- 
- 

9. Na koji je način ponašanje ženki smeđeg medvjeda, tijekom njezine brige za potomke, povezano s opstankom ove vrste? Objasnite svoj odgovor.
- 
- 
-

**Sada upoznajmo PTICE karakteristične za naše područje i istražimo prilagodbe na uvjete okoliša u kojemu žive!**

**Radni listić (C)**



Athena, grčka božica mudrosti, često je portretirana sa sovom kao pratiocem. Zbog toga su stari Atenjani iznimno štovali sove kao simbol mudrosti. Novčići tiskani u Ateni imali su lice božice na jednoj, a sovu na drugoj strani. Uočite da je i zaštitni znak ovoga projekta, u kojemu i vi svojom aktivnošću sudjelujete, sova velika ušara (*Bubo bubo*).

Jednako kao i sisavci, ptice su endotermni organizmi te unatoč njihovom uglavnom sitnjem tijelu, neovisnije su o temperaturnim promjenama u odnosu na sisavce. Razlog tomu je osobito visoka temperatura krvi. U odnosu na sisavce, čija je prosječna temperatura tijela između 36 °C i 38 °C, tjelesna se temperatura ptica kreće unutar raspona 40 – 42 °C.



**Crveni krstokljun (Loxia curvirostra)** je ptica stanarica našeg područja i primjer je dobre prilagođenosti na niske temperature. Za razliku od većine ptica on se gnijezdi zimi, budući da u to doba godine nalazi svoju najobilniju hranu. Sjemenke kojima se hrani sadrže mnogo E vitamina što potiče razmnožavanje i leženje jaja.

Pomoću videozapisa, kojemu možete pristupiti putem poveznice: [https://bit.ly/Prilagodbe\\_zivotinja\\_krstokljun](https://bit.ly/Prilagodbe_zivotinja_krstokljun) ili skeniranjem QR koda, saznajte više o prilagodbama bjelokrilog krstokljuna (*Loxia leucoptera*) na uspješnost u hranjenju.



1. U kojim je šumama krstokljun česti stanovnik? Sjemenkama kojih se biljaka hrani?

---

---

2. Istražite i opišite morfološku prilagodbu kljuna krstokljuna s obzirom na način hranjenja.

---

---



Sada upoznajte **velikog djetlića** (*Dendrocopos major*) na portalu Priroda Hrvatske, autora Gorana Šafareka, putem sljedeće poveznice: [https://bit.ly/PrirodaHrvatske\\_djetlic](https://bit.ly/PrirodaHrvatske_djetlic) ili skeniranjem QR koda. Informacije s ove poveznice mogле bi vam pomoći prilikom rješavanja sljedećih pitanja.

- Skicirajte građu kljuna crvenog krstokljuna i velikog djetlića. Usporedite njihovu građu i objasnite na koji su način ove ptice, zahvaljujući građi svoga kljuna, uspješne u pronašlasku i uzimanju hrane.

Prostor za skicu

---

---

Sada upoznajte još jednu vrstu ptice naših krajeva putem sljedeće poveznice: [https://bit.ly/Prilagodbe\\_zivotinja\\_sojka](https://bit.ly/Prilagodbe_zivotinja_sojka) ili skeniranjem QR koda!



**Šojke** (*Garullus glandarius*), slično kao i vjeverice, spremaju zalihu hrane za zimu. Ove zanimljive ptice žireve zakopavaju na različita mesta na vrlo širokom području. Ponekad čak i kilometrima daleko od mesta na kojem su ih skupile. Budući da mnoge od tih žireva kasnije ne iskopaju, iz njih se na proljeće razvije nova biljka. Na taj način šojke direktno pomažu u širenju hrastovih šuma. Tko zna, možda je onaj usamljeni hrast kraj kojeg često prolazite davno zasadila upravo jedna mala skakutava šojka.



Pronađite dodatne informacije o šojki putem poveznice: [https://bit.ly/NPBrijuni\\_sojka](https://bit.ly/NPBrijuni_sojka) ili skeniranjem QR koda. Ove bi vam informacije mogle biti korisne pri rješavanju sljedećih zadataka.

- Na osnovu članka „Šojka – pametna čuvarica šume“, ali i videozapisa, izdvojite i navedite prilagodbe u ponašanju šojke.

---

---

- Kao što vam je poznato, dio ptica koje u proljeće i ljeti možemo vidjeti u našem okružju ne ostaju ovdje i zimi. Kad razmišljamo o pticama selicama najčešće se sjetimo lastavica i roda. Navedi još neke ptice koje sele prema jugu.

---

Više o migracijama, odnosno seobama ptica možete saznati putem sljedeće poveznice: [https://bit.ly/Migracije\\_ptica](https://bit.ly/Migracije_ptica) ili skeniranjem QR koda.



6. Zašto neke ptice, iako su endotermne, odlaze iz naših krajeva na područja s višim zimskim temperaturama?

---

---

7. Ptice na svoj put prema jugu kreću u ranu jesen, dok su temperature još dosta visoke, a uoči odlaska na put – kod ptica je selica zabilježena pojava migratorne uznemirenosti. Istražite i objasnite navedenu pojavu te navedite koji ekološki čimbenik predstavlja signal za početak migracije.

---

---

---

8. Navedite važne obrasce ponašanja vezane uz migracije ptica u jatima, koje ste mogli uočiti na videozapisu.

---

---

---

**Izvori fotografija:**

- fotografija krtice (str. 3.):  
<http://www.freenatureimages.eu/animals/mammalia,%20zoogdieren,%20mammals/Talpa%20europaea%2C%20Mole/index.html>
- fotografija vjeverice (str. 4.): [https://www.naturephoto-cz.com/sciurus-vulgaris-photo\\_lat-11118.html](https://www.naturephoto-cz.com/sciurus-vulgaris-photo_lat-11118.html)
- fotografija medvjede (str. 4.): <https://prirodahrvatske.com/2018/03/07/medvjed/>
- fotografija kovanica (str. 6.): <https://www.sozcu.com.tr/2021/gundem/dunyada-sadece-kirk-tane-vardi-biri-muglada-yakalandi-6283575/>
- fotografija krstokljuna (str. 6.): <https://hr.kagouletheband.com/zivotnye/33191-kakaya-ptica-vyvodit-ptencov-zimoy.html>

## RADNI LISTIĆ – POMOZIMO ŽIVOTINJAMA U VRTU



Mackesy, C., Dječak, krtica, lisica i konj. Planetopija.2020.

### **Ostavite im lišće!**

Jež (*Erinaceus concolor*) je sisavac kojeg često viđamo i u seoskim i u gradskim sredinama. Nažalost, mnogo ježeva stradava na prometnicama posebno u vrijeme parenja pa je njihov broj u opadanju.

Ježevi su korisni posjetitelji i stanovnici dvorišta i vrtova. Između ostalog hrane se puževima, ličinkama kukaca i strvinom.

Dobar vrt s raznolikim biljnim vrstama najčešće osigurava dovoljno hrane za ježeve no, kako bi im pomogli da sakupe dovoljno masnog tkiva za lakše i uspješnije prezimljavanje možemo im ponuditi i dodatnu hranu.



Autor: Romana Halapir Franković

Uredan vrt bez otpalog lišća koje trune možda izgleda lijepo, ali želimo li zadržati ježa ne smijemo ukloniti sve otpalo jesenje lišće jer ćemo ježu uskratiti pripravu ugodnog gnijezda.

Ježevi za svoja gnijezda radije koriste suhe listopadne listove srednje veličine. Hrast, lješnjak i bukva odličan su izbor kao i lišće voćaka poput jabuke i trešnje. Zgrnite lišće u hrpe i pokušajte ih održati suhim zaklonom, na primjer prislonite komad drveta na ogradu. Također možete ostaviti malo slame u blizini potencijalnih gnijezda.

**Ideju kako izgraditi zimsko sklonište za ježa možete pronaći na sljedećem linku:**

[https://www-shropshirewildlifetrust-org-uk.translate.goog/actions/how-build-hedgehog-home?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=hr&\\_x\\_tr\\_hl=hr&\\_x\\_tr\\_pto=nui.sc](https://www-shropshirewildlifetrust-org-uk.translate.goog/actions/how-build-hedgehog-home?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=hr&_x_tr_hl=hr&_x_tr_pto=nui.sc)

### Za vrt s pjesmom!

Ako imamo vlastiti vrt ptice su nam važan saveznik. One za svoju ishranu koriste brojne vrste štetočina i na jednostavan, ekonomičan način daju svoj doprinos u biološkom suzbijanju mnogihukaca.

Divlje ptice tijekom ishrane potomstva mogu utrošiti do 10.000 puževa, gusjenica i insekata.

Da bi privukli ptice u naš vrt i zadržali ih u njemu potrebno je ispuniti neke uvjete:

- osigurati stalni i što raznovrsniji izvor hrane,
- osigurati čistu vodu za piće i kupanje,
- osigurati stanište za ptice koje se žele nastaniti u našem vrtu,
- ne upotrebljavati kemijske preparate u vrtu.

Posebno je važno ponuditi hranu pticama tijekom zimskog perioda.



Autor: Romana Halapir Franković

**Ideje kako izgraditi hranilice za ptice možete pronaći na sljedećem linku:**

<https://zoo.hr/wp-content/uploads/2019/10/HRANILICE-ZA-PTICE -bro%C5%A1ura-ZOO-ZAGREB.pdf>

## Svijet bez kukaca opršivača bio bi svijet bez čokolade!

Populacije mnogih kukaca kao što su pčele, ose i leptiri je u opadanju, što izaziva zabrinutost oko budućnosti hrane s obzirom da se mnogi usjevi oslanjaju upravo na te kukce opršivače.

Istraživanja u Nizozemskoj pokazala su da se prosječna populacija leptira gotovo prepolovila od 1991. godine do danas, a slično je i s bumbarima.



Autor: Romana Halapir Franković

Osim opršivača, neki su nam kukci, poput božje ovčice ili osa najeznica u vrtovima važni kao pomoć u suzbijanju nametnika posebice biljnih uši i gusjenica.

Uzroci smanjenju populacija su brojni, poput gubitka staništa zbog djelovanja čovjeka i klimatskih promjena. Prijetnju predstavlja i korištenje pesticida i gnojiva za povećanje prinosa usjeva.

Da bi kukce namamili u vrt i omogućili im ugodno prezimljavanje možemo napraviti hotel za njih.

**Ideje kako izgraditi skloništa za kukce možete pronaći na sljedećim linkovima:**

<https://www.biovert.com/hotel-za-kukce/>

<http://www.urbanavrtlarka.com/2013/11/20/hotel-za-kukce/>

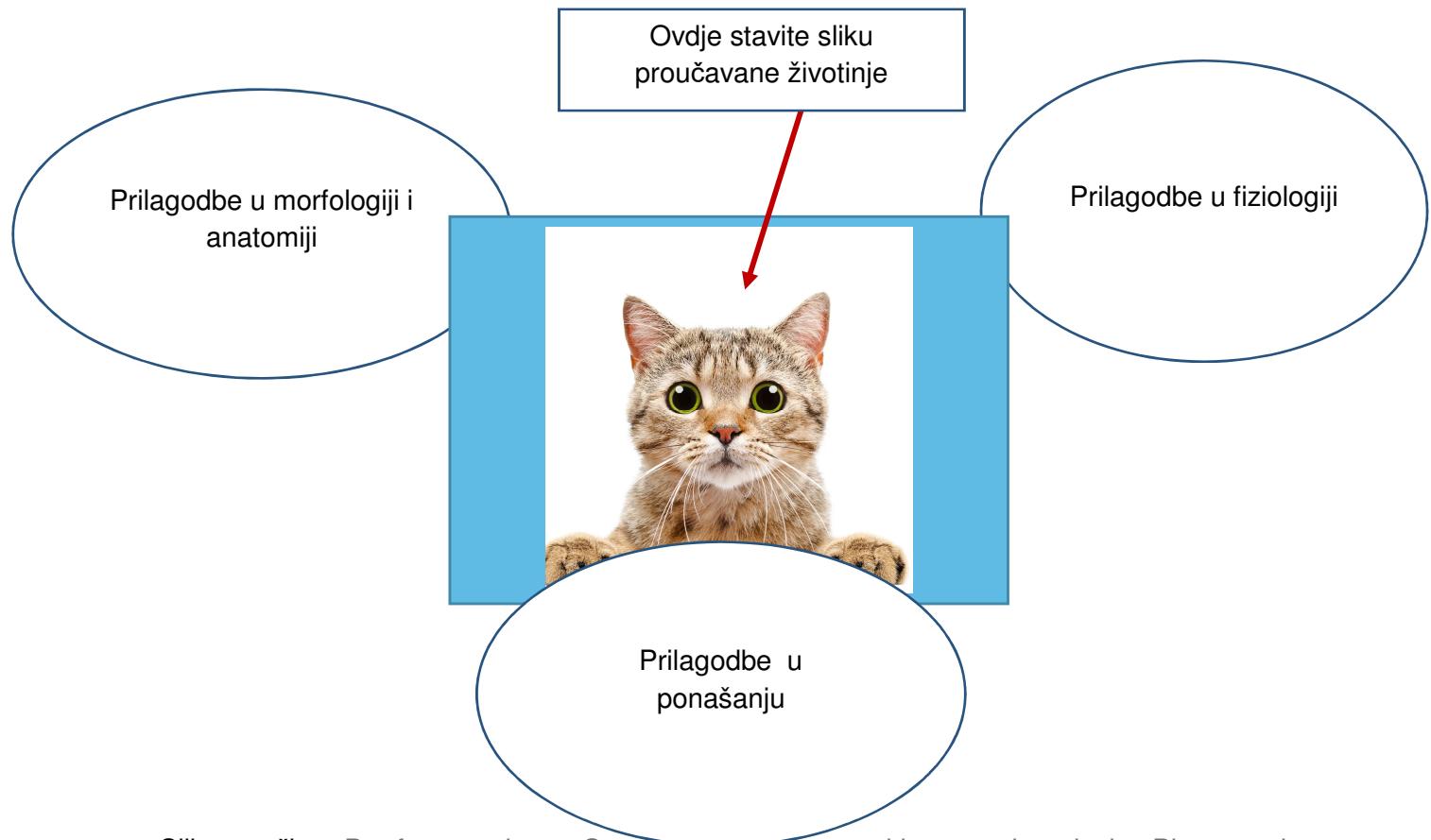
### Istraživački zadatak za uvježbavanje:

#### 1. dio zadatka

Kako biste produbili i primijenili svoje znanje o prilagodbama kod životinja proučite svog kućnog ljubimca. Ukoliko nemate vlastitog ljubimca zamolite nekog od prijatelja koji nije iz razreda i ima kućnog ljubimca da za ovu zadaću proučite njegovog. Iako su kućni ljubimci najčešće mačke i psi zanimljivo bi bilo prikazati prilagodbe različitih životinja poput nekih gmažova, kukaca, riba, ptica, hrčaka...

Istražite i opišite koje morfološke, anatomske, fiziološke i etološke (prilagodbe ponašanja) ima promatrana životinja. Svakako se pri opisivanju poslužite i nekom dostupnom stručnom literaturom.

Rezultate svog istraživanja prikažite u obliku plakata. Donji predložak je prijedlog izgleda plakata.



Slika mačke: Purrfect study: a Scottish straight cat with natural curiosity. Photograph: Sonsedska/Getty Images/iStockphoto

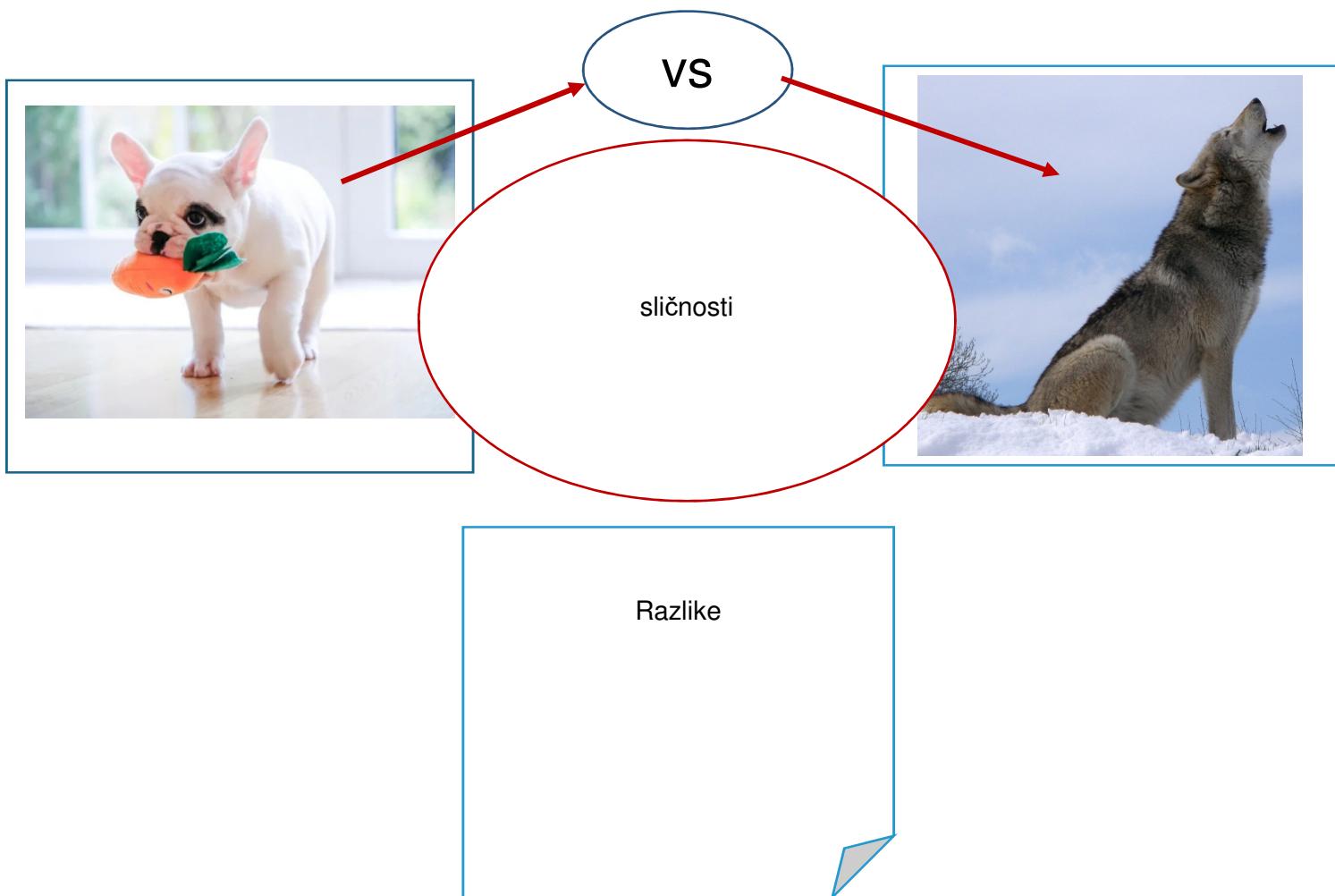
(<https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2020/sep/05/what-cats-mean-by-miaow-japans-pet-guru-knows-just-what-your-feline-friend-wants>)

## 2. dio zadatka

Svoju promatrano životinju usporedite s nekim njenim divljim srodnikom. Istaknite karakteristične sličnosti i razlike. Prikažite u nastavku plakata.

Slika psa: <https://www.petmd.com/news/view/why-do-dogs-bring-you-their-toys-greet-you-38092>

Slika vuka: <https://www.zmescience.com/ecology/animals-ecology/wolves-howl-dialects/>



→ I za one koji žele još!

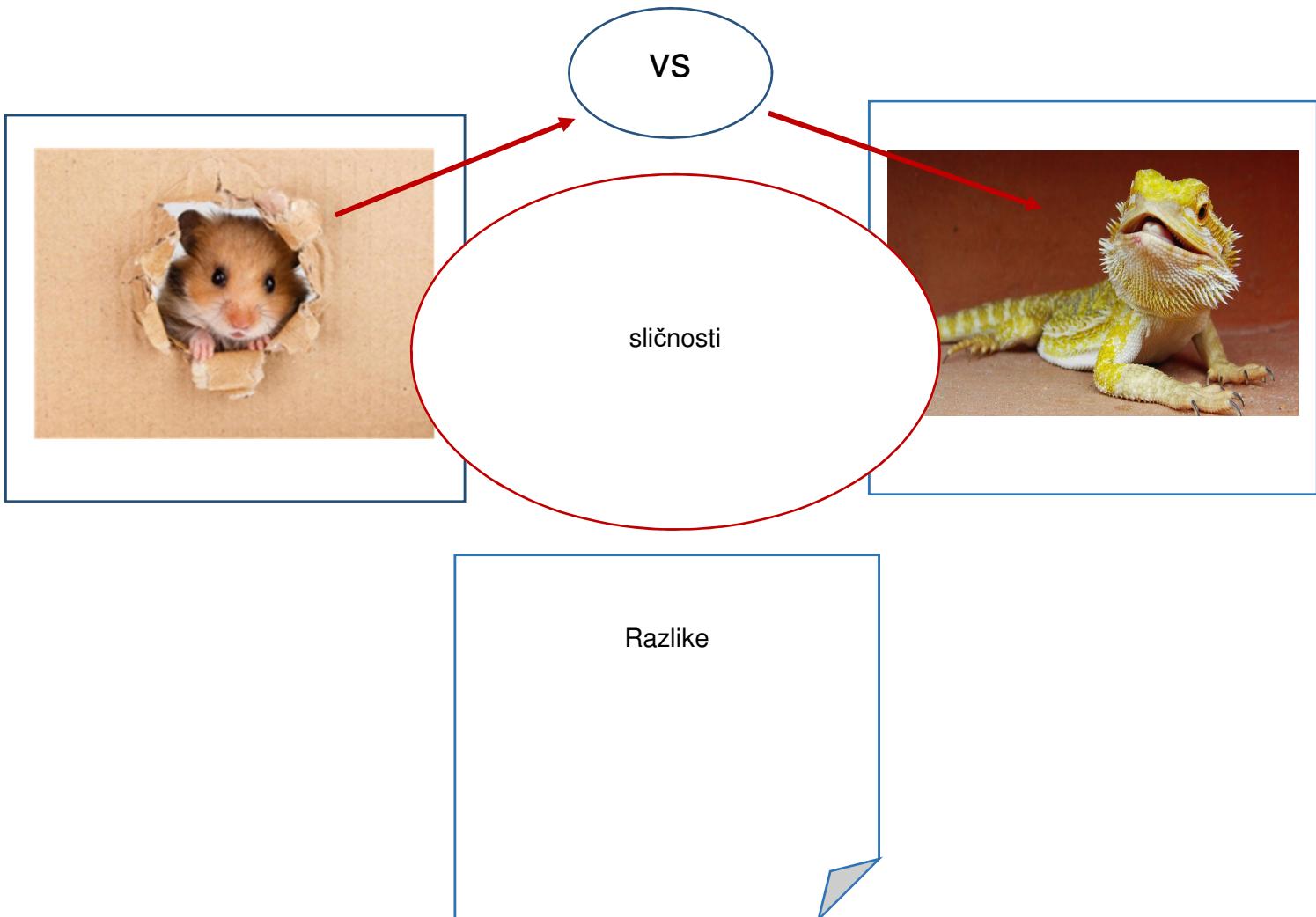
### 3. dio zadatka

Svoju promatrano životinju usporedite s nekim nesrodnim organizmom po svom izboru.

Kao i u 2. zadatku istaknite karakteristične sličnosti i razlike. Prikažite na posebnom plakatu.

Hrčak: <https://www.petmd.com/exotic/care/how-keep-your-hamster-healthy-and-active-mentally-stimulating-toys>

Bradata agama: <https://www rtl.hr/zivotistil/kucni-ljubimci/3268065/bradata-agama-kucni-ljubimac-o-kojem-treba-dobro-razmisiliti/>



## I1 UVOD:

Teritorij Republike Hrvatske nastanjuju tri vrste zmija otrovnica - poskok, planinski žutokrug i riđovka. Riđovka, *Vipera berus L.* zmija je otrovica koja u prosjeku dosegne duljinu tijela oko 65 cm. Tijelo joj je zdepasto građeno s karakterističnom cik-cak šarom koja se nalazi na leđnoj strani i pruža se cijelim tijelom, kratkim repom te blago trokutastom glavom. Kod mužjaka ove vrste prevladava sivo do crno obojenje tijela, dok su ženke uglavnom smeđe obojene (slika 1.).



**Slika 1.** Usporedba obojenosti mužjaka (lijevo) i ženke riđovke (desno). Foto: Igor Vilaj

## Istraživačko pitanje:

Kakav utjecaj ima doba dana na aktivnost jedinki riđovke u pojedinom mjesecu tijekom godine?

Provedeno je terensko istraživanje populacije riđovke u Turopolju u trajanju od 4 godine. Tijekom terenskog istraživanja ekolozi su bilježili podatke o dnevnoj i mjesечноj aktivnosti jedinki riđovke na istraživanom području, a ti podaci dani su u **tablici 1**. Podaci u središnjem dijelu tablice (brojevi) označavaju broj jedinki riđovke koji je pronađen u određenom dobu dana tijekom pojedinog mjeseca.

**Tablica 1.** Dobiveni podaci o aktivnosti riđovke u Turopolju prema dobu dana u pojedinom mjesecu u godini.

	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
ožujak	0	0	0	11	7	4	8	0	0	0
travanj	0	0	7	7	12	3	11	11	0	0
svibanj	0	1	5	6	2	1	3	2	0	0
lipanj	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0
srpanj	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
kolovoz	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
rujan	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0

**Zadatak.** Unesi prikupljene podatke u program Excel te konstruiraj stupčasti grafički prikaz kojim ćeš prikazati ovisnost broja opažanja jedinki riđovke o dobu dana po mjesecima u godini, te odgovori na postavljena pitanja. Na osi x prikaži „vremenski period u danu“, a na osi y „broj opažanja zmija“.

**Pitanje 1.** U kojem mjesecima u godini su jedinki riđovke najaktivnije? Objasni mogući razlog.

---

---

**Pitanje 2.** Usporedi aktivnost jedinki riđovke u proljetnim i ljetnim mjesecima s obzirom na doba dana. Objasni svoj odgovor.

---

---

**Pitanje 3.** Zašto jedinke riđovke nisu aktivne u zimskim mjesecima? Objasni svoj odgovor.

---

---

**Zaključak** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

## **I2 UVOD:**

Teritorij Republike Hrvatske nastanjuju tri vrste zmija otrovnica - poskok, planinski žutokrug i riđovka.

Riđovka, *Vipera berus L.* zmija je otrovica koja u prosjeku dosegne duljinu tijela oko 65 cm. Tijelo joj je zdepasto građeno s karakterističnom cik-cak šarom koja se nalazi na leđnoj strani i pruža se cijelim tijelom, kratkim repom te blago trokutastom glavom. Kod mužjaka ove vrste prevladava sivo do crno obojenje tijela, dok su ženke uglavnom smeđe obojene (slika 1.).



**Slika 1.** Usporedba obojenosti mužjaka (lijevo) i ženke riđovke (desno). Foto: Igor Vilaj

U Republici Hrvatskoj nalazimo dvije podvrste riđovke u tri odvojene populacije. Podvrsta *Vipera berus bosniensis* (Boettger, 1889) naseljava nizinska, kao i visoko-planinska staništa. Nizinske populacije pojavljuju se na poplavnim ravnicama rijeke Drave, Save i Dunava do oko 400 metara nadmorske visine, dok su visoko-planinske populacije zastupljene na području planina Dinare i Troglava na oko 1500-1900 metara nadmorske visine. Druga podvrsta riđovke *Vipera berus berus* (Linnaeus, 1758), prema podacima prikupljenim dosadašnjim istraživanjima, naseljava karakteristična šumovito-planinska staništa s prijelazno alpskom klimom, uglavnom na oko 900 -1600 metara nadmorske visine, koja su u Republici Hrvatskoj ograničena samo na područje Gorskog kotara.

## **Istraživačko pitanje:**

Kakav utjecaj ima doba dana na aktivnost jedinki riđovke u pojedinom mjesecu tijekom godine i postoji li razlika u aktivnosti između nizinske i visoko-planinske populacije dvije različite podvrste riđovke?

Provedeno je terensko istraživanje dvije populacije riđovke u trajanju od 4 godine. Paralelno je provođeno istraživanje nizinske populacije podvrste *V.berus bosniensis* iz Turopolja i visoko-planinske populacije podvrste *V. berus berus* iz Gorskog kotara.

Tijekom terenskog istraživanja ekolozi su bilježili podatke o dnevnoj i mjesecnoj aktivnosti jedinki riđovke na istraživanom području, a ti podaci dani su u **tablici 1.** i **tablici 2.** Podaci u

središnjem dijelu tablice (brojevi) označavaju broj jedinki riđovke koji je pronađen u određenom dobu dana tijekom pojedinog mjeseca.

**Tablica 1.** Dobiveni podaci o aktivnosti riđovke u Turopolju prema dobu dana u pojedinom mjesecu u godini.

	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
ožujak	0	0	0	11	7	4	8	0	0	0
travanj	0	0	7	7	12	3	11	11	0	0
svibanj	0	1	5	6	2	1	3	2	0	0
lipanj	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0
srpanj	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
kolovoz	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
rujan	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0

**Tablica 2.** Dobiveni podaci o aktivnosti riđovke u Gorskom Kotaru prema dobu dana u pojedinom mjesecu u godini.

	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h	18-19h	19-20h
lipanj	0	0	1	1	5	6	5	3	0	0	0	0
srpanj	5	6	9	4	2	0	0	2	0	0	2	1

**Zadatak 1.** Unesi prikupljene podatke u program Excel te konstruiraj stupčaste grafičke prikaze kojima ćeš prikazati ovisnost broja opažanja jedinki riđovke o dobu dana po mjesecima u godini za svaku lokaciju istraživanja (Gorski Kotar i Turopolje), te odgovori na postavljena pitanja. Na osi x prikaži „vremenski period u danu“, a na osi y „broj opažanja zmija“.

**Pitanje 1.** U kojem mjesecima u godini su jedinke riđovke najaktivnije u nizinskoj populaciji? Objasni mogući razlog.

---



---

**Pitanje 2.** Usporedi aktivnost jedinki riđovke iz nizinske populacije u proljetnim i ljetnim mjesecima s obzirom na doba dana. Objasni svoj odgovor.

---



---



**Pitanje 3.** Usporedi aktivnost jedinki riđovke iz Turopolja s aktivnošću jedinki riđovke iz Gorskog kotara.

---

**Pitanje 4.** Zašto jedinke riđovke nisu aktivne u zimskim mjesecima? Objasni svoj odgovor.

---

---

**Zaključak** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

### I3 ZADATAK 1. AKTIVNOST JEDINKI RIĐOVKE

#### UVOD:

Teritorij Republike Hrvatske nastanjuju tri vrste zmija otrovnica - poskok, planinski žutokrug i riđovka. Riđovka, *Vipera berus L.* zmija je otrovica koja u prosjeku dosegne duljinu tijela oko 65 cm. Tijelo joj je zdepasto građeno s karakterističnom cik-cak šarom koja se nalazi na leđnoj strani i pruža se cijelim tijelom, kratkim repom te blago trokutastom glavom. Kod mužjaka ove vrste prevladava sivo do crno obojenje tijela, dok su ženke uglavnom smeđe obojene (slika 1.).



Slika 1. Usporedba obojenosti mužjaka (lijevo) i ženke riđovke (desno). Foto: Igor Vilaj

U Republici Hrvatskoj nalazimo dvije podvrste riđovke u tri odvojene populacije. Podvrsta *Vipera berus bosniensis* (Boettger, 1889) naseljava nizinska, kao i visoko-planinska staništa. Nizinske populacije pojavljuju se na poplavnim ravninama rijeke Drave, Save i Dunava do oko 400 metara nadmorske visine, dok su visoko-planinske populacije zastupljene na području planina Dinare i Troglava na oko 1500-1900 metara nadmorske visine. Druga podvrsta riđovke *Vipera berus berus* (Linnaeus, 1758), prema podacima prikupljenim dosadašnjim istraživanjima, naseljava karakteristična šumovito-planinska staništa s prijelazno alpskom klimom, uglavnom na oko 900 -1600 metara nadmorske visine, koja su u Republici Hrvatskoj ograničena samo na područje Gorskog kotara.

#### Istraživačko pitanje:

Kakav utjecaj ima doba dana na aktivnost jedinki riđovke u pojedinom mjesecu tijekom godine i postoji li razlika u aktivnosti između nizinske i visoko-planinske populacije dvije različite podvrste riđovke?

Provedeno je terensko istraživanje dvije populacije riđovke u trajanju od 4 godine. Paralelno je provođeno istraživanje nizinske populacije podvrste *V.berus bosniensis* iz Turopolja i visoko-planinske populacije podvrste *V. berus berus* iz Gorskog kotara.

Tijekom terenskog istraživanja ekolozi su bilježili podatke o dnevnoj i mjesечноj aktivnosti jedinki riđovke na istraživanom području, a ti podaci dani su u **tablici 1.** i **tablici 2.** Podaci u središnjem dijelu tablice (brojevi) označavaju broj jedinki riđovke koji je pronađen u određenom dobu dana tijekom pojedinog mjeseca.

**Tablica 1.** Dobiveni podaci o aktivnosti riđovke u Turopolju prema dobu dana u pojedinom mjesecu u godini.

	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
ožujak	0	0	0	11	7	4	8	0	0	0
travanj	0	0	7	7	12	3	11	11	0	0
svibanj	0	1	5	6	2	1	3	2	0	0
lipanj	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0
srpanj	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
kolovoz	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
rujan	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0

**Tablica 2.** Dobiveni podaci o aktivnosti riđovke u Gorskom Kotaru prema dobu dana u pojedinom mjesecu u godini.

	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h	18-19h	19-20h
lipanj	0	0	1	1	5	6	5	3	0	0	0	0
srpanj	5	6	9	4	2	0	0	2	0	0	2	1

**Zadatak 1.** Unesi prikupljene podatke u program Excel te konstruiraj stupčaste grafičke prikaze kojima ćeš prikazati ovisnost broja opažanja jedinki riđovke o dobu dana po mjesecima u godini za svaku lokaciju istraživanja (Gorski Kotar i Turopolje), te odgovori na postavljena pitanja. Na osi x prikaži „vremenski period u danu“, a na osi y „broj opažanja zmija“.

**Pitanje 1.** U kojem mjesecima u godini su jedinke riđovke najaktivnije u nizinskoj populaciji? Objasni mogući razlog.

---



---

**Pitanje 2.** Usporedi aktivnost jedinki riđovke iz nizinske populacije u proljetnim i ljetnim mjesecima s obzirom na doba dana. Objasni svoj odgovor.

---



---

**Pitanje 3.** Usporedi aktivnost jedinki riđovke iz Turopolja s aktivnošću jedinki riđovke iz Gorskog kotara.

---



---

**Pitanje 4.** Zašto jedinke riđovke nisu aktivne u zimskim mjesecima? Objasni svoj odgovor.

---



---

**Zaključak** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---



---

## ZADATAK 2. OBOJENOST TIJELA I MELANIZAM

### **UVOD:**

Kod jedinki riđovke u oba spola pojavljuje se i karakteristično jednolično crna obojenost tijela (iznimka su bijele točke oko područja usta na glavi) koja se naziva melanizam (slika 2.). Melanizam je pojava nakupljanja pigmenta melanina u koži.

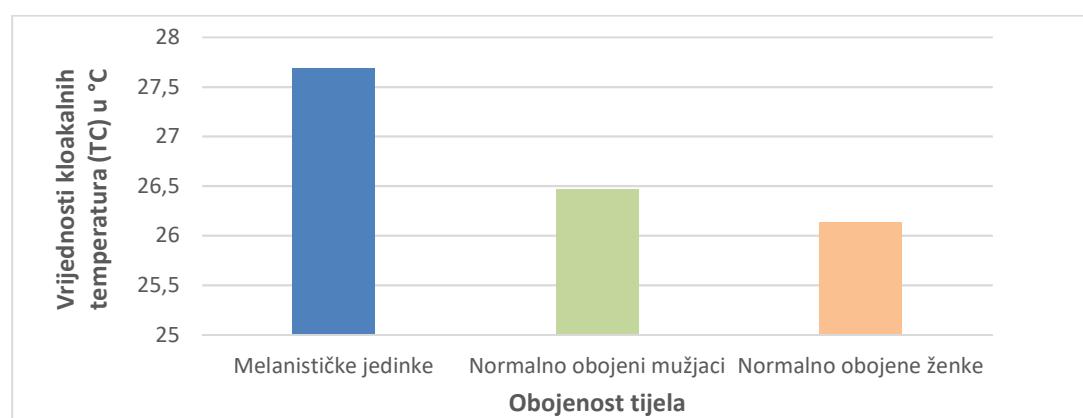


**Slika 2.** Melanistički obojena jedinka riđovke. Foto: Igor Vilaj

### **Istraživačko pitanje:**

IMA LI OBOJENOST TIJELA RIĐOVKE UTJECAJ NA EFIKASNOST ZAGRIJAVANJE TIJELA (TERMOREGULACIJU)?

U provedenom istraživanju, osim aktivnosti jedinki riđovke, prikupljani su i drugi ekološki parametri. Svakoj ulovljenoj jedinki riđovke ekolozi su uz pomoć specijalizirane sonde izmjerili temperaturu tijela u području kloake (**TC** – klokalna temperatura). Nakon istraživanja izračunate su srednje vrijednosti klokalnih temperatura te je napravljena usporedba s obzirom na obojenost tijela i spol (Grafički prikaz 1.). Na temelju grafičkog prikaza ponudi odgovore na postavljena pitanja.



**Graf 1.** Usporedba srednjih vrijednosti temperature tijela u ovisnosti o obojenosti tijela i spolu.

**Pitanje 1.** Usporedi srednje vrijednosti kloakalnih temperatura tijela ovisno o obojenosti tijela. Što možeš uočiti na grafičkom prikazu?



**Pitanje 2.** Povežeš li odgovor na pitanje 1. s termoregulacijom zmija – koje bi bile prednosti crno obojenih jedinki (melanističkih) u odnosu na normalno obojene jedinke?

---

---

**Pitanje 3.** Koje su potencijalno negativne strane melanističkog obojenja tijela jedinki riđovke s obzirom na mogućnost stapanja s okolišem u kojem žive i stopom predacije?

---

---

**Pitanje 4.** Napravljena je usporedba obojenosti tijela jedinki riđovke iz područja Gorskog kotara (alpska klima) i Turopoljske populacije (umjereno-kontinentalna klima). Ustanovljeno je da u visoko-planinskoj populaciji (Gorski kotar) postoji veći broj jedinki koje imaju melanističko obojenje tijela. Koji su mogući razlozi te pojave?

---

---

**Zaključak** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---

---

## I4 ZADATAK 1. AKTIVNOST JEDINKI RIĐOVKE

### **UVOD:**

Teritorij Republike Hrvatske nastanjuju tri vrste zmija otrovnica - poskok, planinski žutokrug i riđovka.

Riđovka, *Vipera berus L.* zmija je otrovica koja u prosjeku dosegne duljinu tijela oko 65 cm. Tijelo joj je zdepasto građeno s karakterističnom cik-cak šarom koja se nalazi na leđnoj strani i pruža se cijelom tijelom, kratkim repom te blago trokutastom glavom. Kod mužjaka ove vrste prevladava sivo do crno obojenje tijela, dok su ženke uglavnom smeđe obojene (slika 1.). Odrasle jedinke riđovke uglavnom se hrane malim sisavcima.



**Slika 1.** Usporedba obojenosti mužjaka (lijevo) i ženke riđovke (desno). Foto: Igor Vilaj

U Republici Hrvatskoj nalazimo dvije podvrste riđovke u tri odvojene populacije. Podvrsta *Vipera berus bosniensis* (Boettger, 1889) naseljava nizinska, kao i visoko-planinska staništa. Nizinske populacije pojavljuju se na poplavnim ravninama rijeke Drave, Save i Dunava do oko 400 metara nadmorske visine, dok su visoko-planinske populacije zastupljene na području planina Dinare i Troglava na oko 1500-1900 metara nadmorske visine. Druga podvrsta riđovke *Vipera berus berus* (Linnaeus, 1758), prema podacima prikupljenim dosadašnjim istraživanjima, naseljava karakteristična šumovito-planinska staništa s prijelazno alpskom klimom, uglavnom na oko 900 -1600 metara nadmorske visine, koja su u Republici Hrvatskoj ograničena samo na područje Gorskog kotara.

### **Istraživačko pitanje:**

Kakav utjecaj ima doba dana na aktivnost jedinki riđovke u pojedinom mjesecu tijekom godine i postoji li razlika u aktivnosti između nizinske i visoko-planinske populacije dvije različite podvrste riđovke?

Provedeno je terensko istraživanje dvije populacije riđovke u trajanju od 4 godine. Paralelno je provođeno istraživanje nizinske populacije podvrste *V.berus bosniensis* iz Turopolja i visoko-planinske populacije podvrste *V. berus berus* iz Gorskog kotara.

Tijekom terenskog istraživanja ekolozi su bilježili podatke o dnevnoj i mjesecnoj aktivnosti jedinki riđovke na istraživanom području, a ti podaci dani su u **tablici 1.** i **tablici 2.** Podaci u središnjem dijelu tablice (brojevi) označavaju broj jedinki riđovke koji je pronađen u određenom dobu dana tijekom pojedinog mjeseca.

**Tablica 1.** Dobiveni podaci o aktivnosti riđovke u Turopolju prema dobu dana u pojedinom mjesecu u godini.

	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
ožujak	0	0	0	11	7	4	8	0	0	0
travanj	0	0	7	7	12	3	11	11	0	0
svibanj	0	1	5	6	2	1	3	2	0	0
lipanj	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0
srpanj	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
kolovoz	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
rujan	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0

**Tablica 2.** Dobiveni podaci o aktivnosti riđovke u Gorskem Kotaru prema dobu dana u pojedinom mjesecu u godini.

	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h	18-19h	19-20h
lipanj	0	0	1	1	5	6	5	3	0	0	0	0
srpanj	5	6	9	4	2	0	0	2	0	0	2	1

**Zadatak 1.** Unesi prikupljene podatke u program Excel te konstruiraj stupčaste grafičke prikaze kojima ćeš prikazati ovisnost broja opažanja jedinki riđovke o dobu dana po mjesecima u godini za svaku lokaciju istraživanja (Gorski Kotar i Turopolje), te odgovori na postavljena pitanja. Na osi x prikaži „vremenski period u danu“, a na osi y „broj opažanja zmija“.

**Pitanje 1.** U kojem mjesecima u godini su jedinke riđovke najaktivnije u nizinskoj populaciji? Objasni mogući razlog.

---



---

**Pitanje 2.** Usporedi aktivnost jedinki riđovke iz nizinske populacije u proljetnim i ljetnim mjesecima s obzirom na doba dana. Objasni svoj odgovor.

---



---

**Pitanje 3.** Usporedi aktivnost jedinki riđovke iz Turopolja s aktivnošću jedinki riđovke iz Gorskog kotara.

---

**Pitanje 4.** Zašto jedinke riđovke nisu aktivne u zimskim mjesecima? Objasni svoj odgovor.

---

---

**Zaključak** (i odgovor na istraživačko pitanje):  

---

---

## ZADATAK 2. OBOJENOST TIJELA I MELANIZAM

### **UVOD:**

Kod jedinki riđovke u oba spola pojavljuje se i karakteristično jednolično crna obojenost tijela koja se naziva melanizam (iznimka su bijele točke oko područja usta na glavi) (slika 2.). Melanizam je pojava nakupljanja pigmenta melanina u koži.

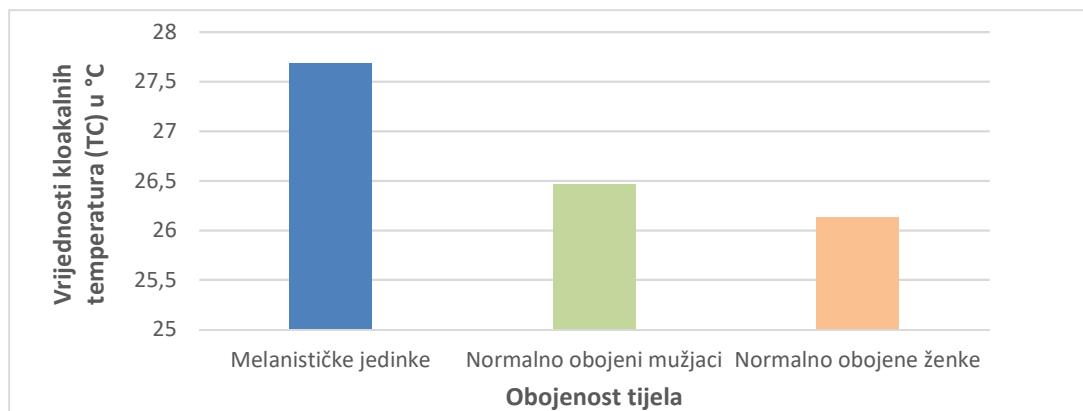


**Slika 2.** Melanistički obojena jedinka riđovke. Foto: Igor Vilaj

### **Istraživačko pitanje:**

Ima li obojenost tijela riđovke utjecaj na efikasnost zagrijavanje tijela (termoregulaciju)?

U provedenom istraživanju, osim aktivnosti jedinki riđovke, prikupljeni su i drugi ekološki parametri. Svakoj ulovljenoj jedinki riđovke ekolozi su uz pomoć specijalizirane sonde izmjerili temperaturu tijela u području kloake (**TC** – klokalna temperatura). Nakon istraživanja izračunate su srednje vrijednosti kloakalnih temperatura te je napravljena usporedba s obzirom na obojenost tijela i spol (Grafički prikaz 1.). Na temelju grafičkog prikaza ponudi odgovore na postavljena pitanja.



**Graf 1.** Usporedba srednjih vrijednosti temperatura tijela u ovisnosti o obojenosti tijela i spolu.

**Pitanje 1.** Usporedi srednje vrijednosti kloakalnih temperatura tijela ovisno o obojenosti tijela. Što možeš uočiti na grafičkom prikazu?

---



---

**Pitanje 2.** Povežeš li odgovor na pitanje 1. s termoregulacijom zmija – koje bi bile prednosti crno obojenih jedinki (melanističkih) u odnosu na normalno obojene jedinke?

---



---

**Pitanje 3.** Koje su potencijalno negativne strane melanističkog obojenja tijela jedinki riđovke s obzirom na mogućnost stapanja s okolišem u kojem žive i stopom predacije?

---



---

**Pitanje 4.** Napravljena je usporedba obojenosti tijela jedinki riđovke iz područja Gorskog kotara (alpska klima) i Turopoljske populacije (umjereno-kontinentalna klima). Ustanovljeno je da u visoko-planinskoj populaciji (Gorski kotar) postoji veći broj jedinki koje imaju melanističko obojenje tijela. Koji su mogući razlozi te pojave?

---



---

**Zaključak** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---



---

## ZADATAK 3. MORFOMETRIJSKE RAZLIKE IZMEĐU JEDINKI DVJJE POPULACIJE

### UVOD:

Prilikom ekoloških istraživanja, biolozi kako bi pratili stanje u određenoj populaciji istraživane vrste i prikupili podatke o samoj vrsti, koriste metodu morfometrije. Morfometrija je disciplina bazirana na prikupljanju kvantitativnih podataka mjerenjem parametara živog organizma – duljine tijela, širine tijela, visine tijela i brojnih drugih vanjskih karakteristika. Morfometrijski podaci mogu poslužiti i za usporedbe populacija jedinki istih vrsta na različitim lokalitetima.

### Istraživačko pitanje:

Postoji li razlika u duljini tijela između nizinske populacije riđovke podvrste *Vipera berus bosniensis* i visoko-planinske populacije podvrste *Vipera berus berus*?

U sklopu istraživanja ekologije riđovke, biolozi su prikupili i morfometrijske podatke od duljini tijela (**LTOT** – ukupna duljina tijela od vrha njuške do kraja repa jedinke zmije) jedinki riđovke u dvije odvojene populacije, one nizinske i visoko-planinske (Slika 3).



**Slika 3.** Ukupna duljina tijela jedinke riđovke (LTOT) od početka njuške do vrha repa. Foto: Igor Vilaj

**Zadatak 1.** U tablici 2. nalaze se prikupljeni podaci o duljini tijela ulovljenih jedinki zmija. Dobivene podatke unesi u Excel tablicu te izračunaj srednju vrijednost duljine tijela za obje promatrane populacije riđovke.

**Tablica 2.** Usporedba duljine tijela dvije populacije riđovke u Republici Hrvatskoj.

Nizinska populacija riđovke podvrste <i>V. berus bosniensis</i>	Visoko-planinska populacija riđovke podvrste <i>V. berus berus</i>
Duljina tijela (LTOT)	Duljina tijela (LTOT)
63	44,3
65,8	58,1
55	64,2
66,2	50,2
51,6	60,4
58	58,8
62,6	48,8
60,58	65,7
57,9	66,6
59,6	72,9
59,1	26,7
61,6	61,1
46	30,3
64,3	54,5
61,5	57,3
62,4	53,9
71	60,3
65,6	70,6
21,1	45,2
58,8	51
64,23	50

**Pitanje 1.** Kako se odnose srednje vrijednosti duljina tijela između dvije promatrane populacije?

---



---

**Pitanje 2.** Pokušaj protumačiti dobivene razlike s obzirom na klimatske uvjete u kojima žive te dvije promatrane populacije i potencijalnu dostupnost plijena.

---



---

**Zaključak** (i odgovor na istraživačko pitanje):

---



---

**Kartica za refleksiju (samoprocijenu grupnog rada na kraju 3. nastavnog sata)**

<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>PROCIJENI!</b>
Danas sam naučila/naučio: • ... • ... • ...	Iznimno mi je bilo zanimljivo: • ... • ...	 Može li ti nastavnik pomoći?	Zbunjuje me: • ...

## Terensko istraživanje *Promjene u prirodi u proljeće uz makrokoncept Prirodoznanstveni pristup Biologije 1. razreda*

Priprema materijala za terensku nastavu bazirala se na ishodima BIO SŠ A.1.1. Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere uz primjenu načela klasifikacije živoga svijeta; BIO SŠ B.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava; BIO SŠ C.1.1. Objasnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života.

Cilj je potaknuti učenike na samostalno proučavanje biljnog i životinjskog svijeta u jednom vodenom ekosustavu čime bi postigli kvalitetu znanja na razini konceptualnog razumijevanja i rješavanja problema, kao i kreiranja vlastitih ideja u svrhu rješavanja pojedinih problema. U skladu s navedenim, temeljni su ishodi dodatno razrađeni kako slijedi: BIO SŠ A.1.1.4. Primjenjuje dihotomski ključ za određivanje vrsta iz neposrednoga okoliša.; BIO SŠ A.1.1.6. Razvrstava predstavnike živih bića u pojedine skupine na temelju morfoloških obilježja.; BIO SŠ B.1.1.1. Uspoređuje djelovanje abiotičkih i biotičkih čimbenika na razvoj i preživljavanje organizama.; BIO SŠ B.1.1.4. Prepoznaže ugrožene vrste na lokalnoj i globalnoj razini procjenjujući razloge njihove ugroženosti.; BIO SŠ C.1.1.1. Objasnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosustavima.; BIO SŠ C.1.1.2. Analizira hranidbene odnose u različitim ekosustavima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide.; BIO SŠ C.1.1.3. Objasnjava protjecanje energije ekosustavom i kruženje tvari.; BIO SŠ C.1.2.3. Povezuje čovjekovo ponašanje s konceptom održivoga razvoja.

Radni materijali su temeljeni na istraživačkom učenju i timskom radu te potiču učenje kroz izravnu vezu sa živom prirodom, što ujedno stvara preuvjet za stjecanje kvalitetnijeg i trajnog znanja. Terenska je nastava osmišljena kroz proučavanje strukture i karakteristika učenicima najbližeg vodenog ekosustava (primjerice jezera) te usporedbu brojnosti vrsta unutar biocenoze.

Tako osmišljena terenska nastava učenicima omogućuje i olakšava povezivanje nastave biologije i različitih drugih nastavnih predmeta – kako onih iz STEM područja, tako i povijesti, geografije i primjerice hrvatskoga jezika.

### Usporedba brojnosti vrsta na primjeru vodenog ekosustava

#### Cilj terenske nastave:

Vodeni ekosustavi, poput jezera, svojom raznolikošću biljnog i životinjskog svijeta pružaju izvrsne mogućnosti za osmišljavanje izvanučioničke nastave. Takva bi se nastava trebala temeljiti na glavnim odrednicama praktičnog rada, ali i istraživačkog učenja te bi učenici kroz grupni rad, na takvoj lokaciji, bili u izravnoj vezi sa živom prirodom, što ujedno stvara preuvjet za stjecanje trajnog znanja.

Cilj je potaknuti učenike na samostalno proučavanje biljnog i životinjskog svijeta u jednom vodenom ekosustavu čime bi postigli kvalitetu znanja na razini konceptualnog razumijevanja i rješavanja problema, kao i kreiranja vlastitih ideja u svrhu rješavanja pojedinih problema.

## Izvadak za tematski hodogram

Pri korištenju BUBO materijala uz terensko istraživanje može se u godišnji izvedbeni kurikulum unijeti odgojno-obrazovne ishode i očekivanja međupredmetnih tema prema tablici 3.

Tablica 3 Dio GIK-a uz terensko istraživanje u 1. razredu SŠ

RAZRED	1.	Dio godišnjeg izvedbenog kurikuluma uz primjenu ASIO modela učenja	
TEMATSKA CJELINA	NASTAVNA TEMA	ODGOJNO-OBRASOVNI ISHODI	OČEKIVANJA MEĐUPREDMETNIH TEMA
Terenski rad u biologiji	<b>Usporedba brojnosti vrsta na primjeru nekog ekosustava</b> Broj sati = 4	BIO SŠ A.1.1. Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere uz primjenu načela klasifikacije živoga svijeta.  BIO SŠ B.1.1. Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava.  BIO SŠ C.1.1. Objašnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života.  BIO SŠ D.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i opisuje razvoj znanstvene misli tijekom povijesti.  BIO SŠ D.1.2. Raspravlja o etičkim pitanjima u biološkim istraživanjima i primjeni bioloških otkrića uz donošenje odluka o vlastitim postupanjima.	<b>Održivi razvoj</b> odr A.5.1. Kritički promišlja o povezanosti vlastitoga načina života s utjecajem na okoliš i ljudi. <b>Osobni i socijalni razvoj</b> osr B.5.2. Suradnici uči i radi u timu. osr B.5.3. Preuzima odgovornost za svoje ponašanje. <b>Poduzetništvo</b> pod B.5.2. Planira i upravlja aktivnostima <b>Učiti kako učiti</b> uku A.4/5.1. Učenik samostalno traži nove informacije iz različitih izvora, transformira ih u novo znanje i uspješno primjenjuje pri rješavanju problema. uku A.4/5.4. Učenik samostalno kritički promišlja i vrednuje ideje. uku D.4/5.2. Učenik ostvaruje dobru komunikaciju s drugima, uspješno surađuje u različitim situacijama i spremjan je zatražiti i ponuditi pomoći.

## Plan poučavanja i radni listići za učenje teme *Usporedba brojnosti vrsta na primjeru nekog ekosustava*

Tematska cjelina
EKOSUSTAVI
Nastavna tema
Usporedba brojnosti vrsta na primjeru nekoga ekosustava

Cilj nastavne teme	
Cilj je potaknuti učenike na samostalno poučavanje biljnog i životinjskog svijeta u jednom vodenom ekosustavu čime bi postigli kvalitetu znanja na razini konceptualnog razumijevanja i rješavanja problema, kao i kreiranja vlastitih ideja u svrhu rješavanja pojedinih problema.	
Ključni pojmovi	Temeljni koncepti
vodeni ekosustav, stratifikacija jezera, fitoplankton, vegetacija, životinje, hranidbeni lanci, protok energije, zaštita, revitalizacija	<b>Organiziranost živoga svijeta</b> - Organizacijske razine živog svijeta - Organizacijska raspodjela živih bića <b>Procesi i međuovisnosti u životome svijetu</b> - Održavanje ravnoteže u prirodi <b>Energija u životome svijetu</b> - Izmjena tvari i pretvorba energije na razini ekosustava <b>Prirodoznanstveni pristup</b> - svi koncepti unutar makrokoncepta

### Kontekst poučavanja koncepta

- proučavanje strukture i karakteristika nekog vodenog ekosustava (primjerice jezera) te usporedba brojnosti vrsta unutar životnih zajednica toga ekosustava

### Odgajino-obrazovni ishodi

<b>BIO SŠ A.1.1.</b>	Uspoređuje promjenu složenosti različitih organizacijskih razina biosfere uz primjenu načela klasifikacije živoga svijeta.
<b>BIO SŠ B.1.1.</b>	Uspoređuje prilagodbe organizama s obzirom na abiotičke i biotičke uvjete okoliša na primjeru zavičajnoga ekosustava.
<b>BIO SŠ C.1.1.</b>	Objašnjava vezanje i pretvorbu energije u procesima kruženja tvari u biosferi povezujući ih sa životnim uvjetima i održanjem života.

### Ishodi razrade/aktivnosti

- BIO SŠ A.1.1.4.** Primjenjuje dihotomski ključ za određivanje vrsta iz neposrednoga okoliša.
- BIO SŠ A.1.1.6.** Razvrstava predstavnike živilih bića u pojedine skupine na temelju morfoloških obilježja.
- BIO SŠ B.1.1.1.** Uspoređuje djelovanje abiotičkih i biotičkih čimbenika na razvoj i preživljavanje organizama.
- BIO SŠ B.1.1.4.** Prepoznaje ugrožene vrste na lokalnoj i globalnoj razini procjenjujući razloge njihove ugroženosti.
- BIO SŠ C.1.1.1.** Objašnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosustavima.
- BIO SŠ C.1.1.2.** Analizira hranidbene odnose u različitim ekosustavima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide.
- BIO SŠ C.1.1.3.** Objašnjava protjecanje energije ekosustavom i kruženje tvari.
- BIO SŠ C.1.2.3.** Povezuje čovjekovo ponašanje s konceptom održivoga razvoja.

Tijek nastavnih sati unutar bloka		Trajanje	2x BS (180 min)
BR. SATA	DIO SATA	HODOGRAM AKTIVNOSTI	min
1. BS	<b>POČETNI DIO (teren)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na početku nastavnog sata, predmetni nastavnik dijeli učenike u 4 skupine te svim učenicima daje radne liste za rad na terenu i u učionici (prilog: <a href="#">Radni listići „Usporedba brojnosti vrsta na primjeru vodenog ekosustava“</a>)</li> <li>- predmetni nastavnik podsjeća učenike na pravila ponašanja prilikom terenskih aktivnosti</li> <li>- zajedno s predmetnim nastavnikom, učenici odlaze na teren s vodenim ekosustavom po izboru predmetnog nastavnika (preporuka: jezero; svi priloženi materijali odnose se na jezero, no uz male ih modifikacije predmetni nastavnik može prilagoditi svojim potrebama i mogućnostima)</li> </ul>	5
	<b>SREDIŠNJI DIO (teren)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- učenici izvode terenske aktivnosti prema uputama s radnih listića (prilog: <a href="#">Radni listići „Usporedba brojnosti vrsta na primjeru vodenog ekosustava“</a>)</li> </ul>	80
	<b>ZAVRŠNI DIO (teren)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na kraju nastavnog sata, učenici popunjavaju dijelove radnoga listića</li> </ul>	5
2. BS	<b>POČETNI DIO (učionica)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nakon terenskih aktivnosti, dolaskom u učionicu učenici ponovno formiraju skupine u kojima su izvodili terenska istraživanja</li> <li>- učenici dogovaraju način <b>prezentacije svoga uratka</b> učenicima u preostalim skupinama u razredu</li> </ul>	5
	<b>SREDIŠNJI DIO (učionica)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- učenici pojedinih skupina dovršavaju dio aktivnosti obuhvaćen radnim listićima (primjerice, mikroskopiranje u 2. skupini učenika; determinacija vrsta; ispisivanje fotografija i dr.)</li> <li>- učenici pripremaju prezentaciju svojih saznanja s terenskog istraživanja (pomoću nekog <b>digitalnog alata</b>)</li> <li>- učenici svake pojedine skupine pripremaju <b>2 pitanja zatvorenog tipa</b> (višestruki izbor, alternativni izbor, zadaci redanja i povezivanja) za učenike preostalih skupina, kojima će se na kraju nastavnog sata (nakon prezentacije uradaka) <b>provjeriti usvojenost ishoda obrađivane nastavne teme</b></li> <li>- pripremljena pitanja učenici pojedinih skupina trebaju dodati u zajednički <b>Kahoot! kviz</b> (<a href="https://kahoot.it/">https://kahoot.it/</a>) na računalu predmetnog nastavnika</li> </ul>	40
	<b>ZAVRŠNI DIO (učionica)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- učenici <b>prezentiraju svoj uradak preostalim skupinama</b> (svaka skupina 10 minuta)</li> <li>- tijekom izlaganja, predmetni nastavnik moderira ovom aktivnošću, na način da postavlja dodatna pitanja učenicima koji prezentiraju, ali i ostalim učenicima, s ciljem postizanja šireg razumijevanja obrađene nastavne teme</li> <li>- nužno je napomenuti učenicima da je tijekom izlaganja svojih uradaka nužno ostvarivati interakciju s učenicima preostalih skupina</li> </ul>	40
	<b>ZAVRŠNI DIO (učionica)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- na kraju bloka nastavnih sati svi se učenici prijavljuju u <b>Kahoot!</b> i rješavaju kviz putem svojih pametnih uređaja</li> </ul>	5

<i>Radni listić</i>	<i>Terenska nastava (vodeni ekosustav)</i>	<i>1. skupina</i>
<b>STRUKTURA I KARAKTERISTIKE JEZERA</b>		

**Potreban pribor:**

pribor za pisanje, Secchi ploča, metar, termometar

Jezero je zonalno raspoređeno te se dijeli na:

- a) zonu slobodne vode
- b) zonu dna jezera

Zona slobodne vode (limnion, pelagijal) obuhvaća vodenu masu od površine do dna jezera, a dijeli se na:

- a) eufotički (osvijetljeni) sloj
- b) afotički (neosvijetljeni) sloj

Zona dna jezera (bental) dijeli se na

- a) litoralnu zonu – do 30 m dubine
- b) sublitoralnu zonu – do 180 m dubine
- c) dubinsku zonu (profundal) – više od 180 m dubine

**1. Objasnite na koji način količina svjetlosti na različitim dubinama vodenog stupca ograničava postojanje pojedinih životnih zajednica u jezeru.**

---

---

**2. Plankton je životna zajednica vodenih organizama, koji lebde u vodi nošeni njezinim strujanjem.**

**2.1. Objasnite glavnu podjelu planktona na dvije velike skupine.**

---

---

**2.2. Koja skupina planktonskih organizama predstavlja primarne producente u vodama? Koji proces im to omogućava? Koja je važnost tog procesa za živa bića u jezeru?**

---

---

### 2.3. Pomoću Secchi ploče izmjerite prozirnost jezera.



Pomoću užeta, polako spuštajte Secchi ploču u vodu i to do onog trenutka do kojeg se ploča više ne vidi. Nakon toga, izvadite Secchi ploču iz vode te pomoću metra izmjerite duljinu od kraja ploče sve do mokrog dijela užeta. Zabilježite svoj rezultat.

(izvor:  
<https://hercegova-trgovina.hr/wp-content/uploads/2020/09/Secchijeva-plo%C4%8Dna.png>)

<https://hercegova-trgovina.hr/wp-content/uploads/2020/09/Secchijeva-plo%C4%8Dna.png>

Prozirnost jezera = \_\_\_\_\_ m

### 2.4. Povežite izmjerenu prozirnost jezera s trenutnom količinom planktona u jezerskoj vodi. Koja skupina planktona dominira u toj biocenozi?

---

---

2.4. Pored planktona, u jezerima razlikujemo još neke biotičke zajednice, a one su navedene u lijevom stupcu. Istražite dostupnu literaturu, a potom povežite zajednice s opisima iz desnog stupca.

- |              |  |
|--------------|--|
| 1. neuston   | a) zajednica koju čine organizmi koji naseljavaju površinu stajačih voda |
| 2. nekton    | b) zajednica organizama koji se aktivno pokreću u slobodnoj vodi (ribe)  |
| 3. perifiton | c) zajednica organizama koji žive na dnu                                 |
| 4. bentos    | d) obraštajne zajednice (na nekoj podlozi)                               |

2.5. Koje specifično svojstvo vode omogućava život neustonu u vodenim ekosustavima? Navedite nekoliko primjera takve zajednice, koje uočavate na jezeru.

---

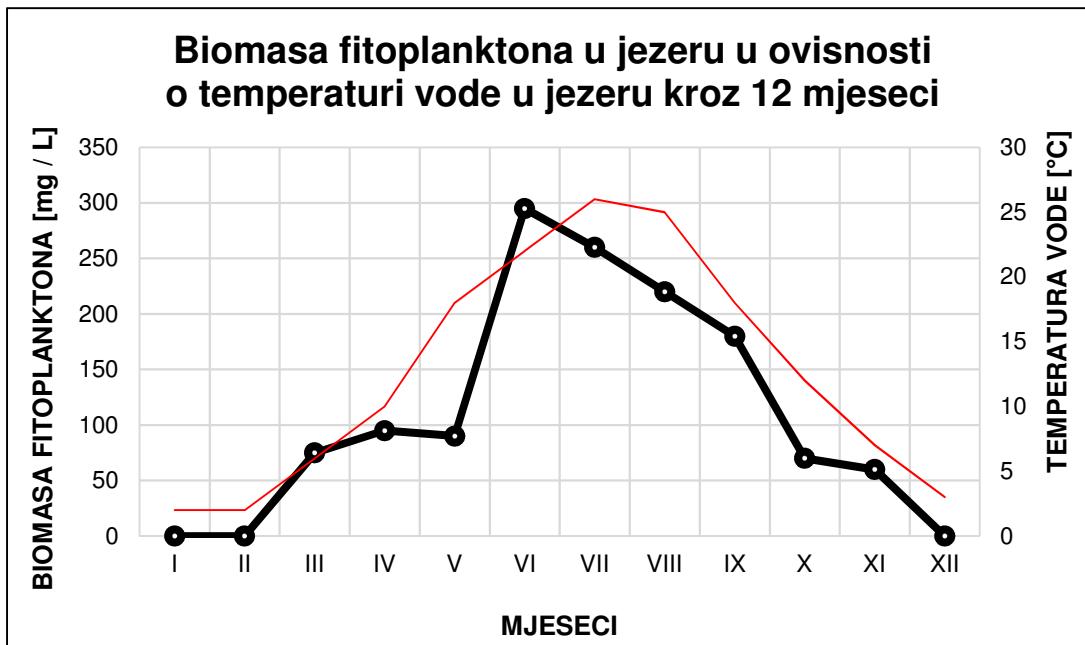
---

3. Temperatura vode ili zraka se mjeri termometrom, a izražava u stupnjevima Celzijusa (°C).

U sjeni, nipošto ne na direktnom Suncu, izmjerite temperaturu zraka (oko 30 cm iznad vode) i temperaturu vode (oko 30 cm ispod vode) te zabilježite svoje rezultate mjerjenja.

3.1. Temperatura zraka = \_\_\_\_\_ °C      Temperatura vode = \_\_\_\_\_ °C

3.2. Slika prikazuje biomasu fitoplanktona (mg / L) u ovisnosti o izmjerenoj temperaturi zraka tijekom 12 mjeseci unutar jedne godine. Deblja linija s ucrtanim točkama prikazuje biomasu fitoplanktona, a tanja linija prikazuje temperaturu zraka tijekom jedne godine.



Objasnite na koji način promjena temperature tijekom godine utječe na količinu fitoplanktona u jezeru. Navedite tijekom kojih je mjeseci fitoplankton razvijen u velikoj količini, odnosno razdoblje u kojem ga ima vrlo malo.

---

---

---

---

**3.3. Na temelju polaznog teksta, objasnite zašto se voda u jezeru sporo zagrijava u proljeće, a dolaskom nižih temperatura sporo hlađi?**

Specifični toplinski kapacitet definira se kao energija (toplina), koju je potrebno dovesti 1 kg neke tvari da bi joj se temperatura povećala za 1 K ili 1 °C. Voda je tvar visokog specifičnog toplinskog kapaciteta te on iznosi  $4190 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ .

---

---

---

**3.4. Koje svojstvo vode omogućava preživljavanje organizama tijekom zime, kada se temperature spuštaju ispod 0 °C? Objasnите.**

---

---

---

## FITOPLANKTONSKA ZAJEDNICA U JEZERU

### Potreban pribor:

pribor za pisanje, fitoplanktonska mrežica, vodootporni flomaster, staklene bočice za uzorke, Lugolova otopina, svjetlosni mikroskop, priručnici za determinaciju fitoplanktona, priručnici za determinaciju biljaka, fotoaparat ili smartphone za fotografiranje

### UZORKOVANJE FITOPLANKTONA

**Pročitajte upute za uzorkovanje fitoplanktona, a potom odgovorite na pitanja.**

#### Upute za rad

1. Napunite kantu vodom iz jezera.
2. Procijedite vodu iz kante kroz fitoplanktonska mrežicu.
3. Procijeđeni uzorak stavite u pripremljenu bočicu. Na bočicu stavite naljepnicu i napišite sljedeće podatke: mjesto, vrijeme i naziv uzorka.
4. U uzorak dodajte 1 mL Lugolove otopine kako biste fiksirali uzorak.
5. Pomoću svjetlosnog mikroskopa i priručnika za determinaciju odredite nekoliko vrsta fitoplanktona.

**1. Zbog čega je bitno prilikom uzimanja uzorka koristiti fitoplanktonsku mrežicu?**

---

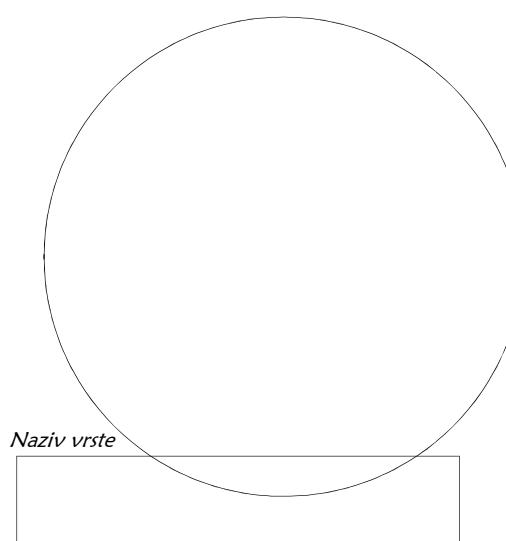
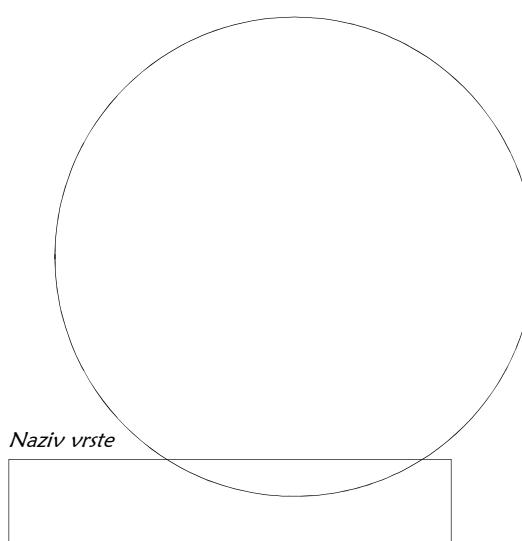
---

**2. Koji reagens koristimo za fiksaciju uzorka? Što bi se dogodilo da uzorak ne fiksirate?**

---

---

**3. Nacrtaj dvije vrste fitoplanktona koje vidiš pod mikroskopom te pomoću ključeva za determinaciju otkrij o kojim je vrstama riječ.**



*Radni listić*

*Terenska nastava (vodeni ekosustav)*

**3. skupina**

**BILJNI I ŽIVOTINJSKI SVIJET U I OKO JEZERA**

**1. Nabrojite nekoliko uobičajenih predstavnika biljnog svijeta u jezeru i njegovom neposrednom okolišu.**

*Koristite dostupnu literaturu za determinaciju biljaka. Fotografirajte biljke, ispišite fotografije u boji te ih ulijepite u, za to, predviđeni prostor.*





**2. Navedite nekoliko prilagodbi biljaka za život u jezeru.**

---

---

---

---

**3. Nabrojite nekoliko karakterističnih životinja, koje žive u jezeru te u njegovom neposrednom okolišu.**

*Pokušajte fotografirati životinje u neposrednoj blizini jezera ili na samoj površini vode. Ispišite fotografije u boji te ih ulijepite u, za to, predviđeni prostor.*

---

---

---

---



Radni listić

Terenska nastava (vodeni ekosustav)

4. skupina

## HRANIDBENI LANCI U JEZERU I PROTOK ENERGIJE

**1. Odgovorite na sljedeća pitanja vezana uz hranidbene odnose u ekosustavu.**

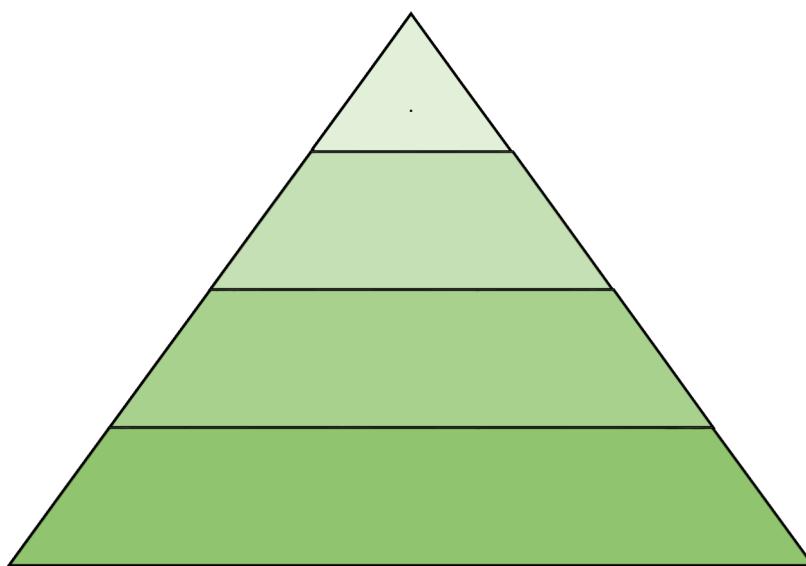
**1.1. Objasnite svojim riječima pojma - *hranidbeni lanac*.**

---

---

**1.2. U hranidbenu piramidu razvrstajte ponuđene pojmove.**

Ponuđeni pojmovi: *primarni proizvođači, potrošači 1. reda, mesojedi, potrošači 3. reda*



**1.3. Navedite po dva predstavnika za svakog člana hranidbenog lanca.**

---

---

---

---

**1.4. Koja je uloga primarnih producenata za sve preostale članove hranidbenog lanca?**

---

---

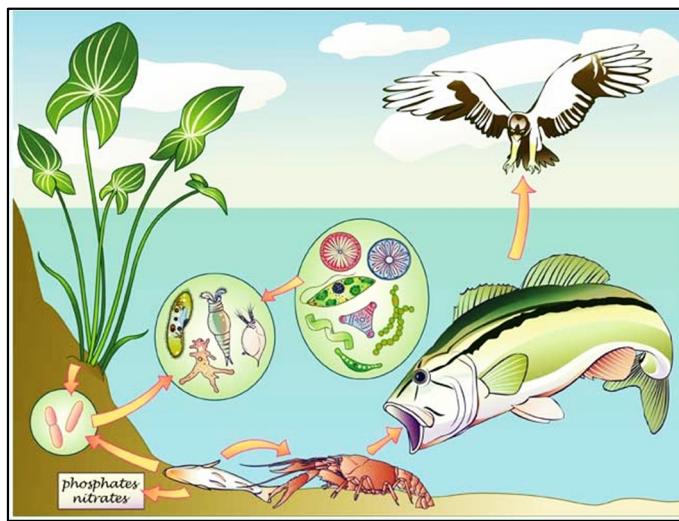
1.5. U kakvom su odnosu biomasa i energija na svakoj trofičkoj razini hranidbenog lanca?

---

---

---

2. Na slici je prikazan jedan hranidbeni lanac u jezeru. Zaokružite biljne i životinjske vrste koje ste mogli uočiti na terenu te razmislite u kojem su odnosu te vrste s obzirom na prehranu? Svoja razmišljanja zapišite.



(izvor: [www.curriculumnacional.cl](http://www.curriculumnacional.cl))

---

---

---

3. Navedite primjer jednog hranidbenog lanca u jezeru na primjeru biljaka i životinja s kojima ste se susreli.

---

---

---

---

4. Objasnите protok energije u prethodno navedenom hranidbenom lancu.

---

---

---

*Radni listić*

*Terenska nastava (vodeni ekosustav)*

**SVI**

## **ZAŠTITA I REVITALIZACIJA VODENIH EKOSUSTAVA**

- 1. Navedite moguće negativne utjecaje na vodene ekosustave, konkretno na jezero (vodeni ekosustav) na kojemu ste istraživali. Kakve su sve posljedice čovjekova utjecaja na vodene ekosustave, u prvom redu na bioraznolikost jezera?**

---

---

---

- 2. Možete li, u jezeru i njegovoj neposrednoj okolini, uočiti neke tragove ljudske aktivnosti, koji bi mogli negativno utjecati na živi svijet u jezeru?**

*Fotografirajte, a dolaskom u učionicu ispišite fotografije u boji te ih ulijepite u prostor predviđen za to.*





**3. Koja je važnost zaštite vodenih ekosustava? Pomoću interneta istražite jesu li provedeni nekakvi oblici zaštite i očuvanja okoliša na istraživanom jezeru.**

---

---

---

---

**4. Predložite svoj plan zaštite i revitalizacije istraživanoga jezera i na koji biste ga način proveli.**

---

---

---

---