

LIFE  
Lynx



# EKOLOGIJA IN VARSTVENA BIOLOGIJA RISOV

Priročnik za učitelje

Ana Pšeničnik in Iztok Tomažič



LIFE  
Lynx



LIFE16 NAT/SI/000634



# EKOLOGIJA IN VARSTVENA BIOLOGIJA RISOV

Priročnik za učitelje

Ana Pšeničnik in Iztok Tomažič

## EKOLOGIJA IN VARSTVENA BIOLOGIJA RISOV – priročnik za učitelje

1. izdaja – elektronska izdaja

Avtorja: Ana Pšeničnik, dr. Iztok Tomažič  
Strokovni pregled: dr. Hubert Potočnik, dr. Tomaž Skrbinšek, dr. Marjeta Konec, Jaka Črtalič  
Urednika: Manca Velkavrh, dr. Iztok Tomažič  
Ilustrator: dr. Iztok Tomažič  
Slikovno gradivo: Jaka Črtalič, dr. Miha Krofel, dr. Iztok Tomažič, LIFE Lynx, [www.lifelynx.eu](http://www.lifelynx.eu),  
[www.risi.si](http://www.risi.si), [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), [www.wikipeida.org](http://www.wikipeida.org)  
Fotografija na naslovnici: dr. Miha Krofel  
Oblikovanje: dr. Iztok Tomažič  
  
Založnik: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo  
Kraj in leto izida: Ljubljana, 2020

Priročnik je nastal v okviru projekta LIFE Lynx (LIFE16 NAT/SI/000634) s podporo finančnega mehanizma LIFE.

-----  
Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani  
COBISS.SI-ID=45384451  
ISBN 978-961-6822-70-1 (pdf)  
-----



Reševanje risa v Dinaridih  
in jugovzhodnih Alpah  
pred izumrtjem



## Predgovor

Na ohranjanje vrst v naravi imata velik vpliv širša javnost in njena podpora. Varovanje risa je v Sloveniji ena izmed situacij, kjer je poleg naravovarstvenih ukrepov zelo pomembno tudi družbeno sprejemanje risa na območju Slovenije. Populacija evrazijskega risa je namreč na tem območju kritično ogrožena. V kolikor želimo ohraniti to vrsto, je pomembno, da znamo z njo sobivati. Pri vzpostavitvi sobivanja pa nam pomaga izobraževanje, ki se prične že v osnovni šoli.

Pozitivna stališča in družbeno sprejemanje lahko torej omogočimo s pomočjo izobraževanja, kjer učenci pridobijo informacije in kakovostno znanje o biologiji in ekologiji te vrste ter o tem, kako lahko z njo sobivamo. Poučevanje bioloških vsebin naj bi temeljilo tudi na obravnavi tem, ki so povezane z lokalnim okoljem ter aktualno problematiko, k čemur stremijo pripravljene didaktične vsebine v priročniku. Prav tako pa ste učitelji pri svojem pouku dolžni upoštevati cilje iz učnih načrtov. Zato smo priročnik zasnovali na način, da lahko z obravnavo aktualnih tem iz lokalnega okolja dosežete mnoge učne cilje iz učnih načrtov Naravoslovje in Biologija. Tako lahko učencem lažje osmislite obravnavano snov, saj je povezana s trenutnim dogajanjem ter mnogimi praktičnimi primeri.

### Splošno o projektu

Glavni cilj projekta LIFE Lynx je reševanje Dinarsko-JV alpske populacije risa pred izumrtjem ter njena dolgoročna ohranitev. Populacija je trenutno izredno majhna, izolirana, njeni osebki pa so si med seboj zelo sorodni. Stopnjo sorodnosti je tako potrebno znižati, in sicer z doselitvijo zdravih osebkov iz druge, neogrožene populacije. V projektu bomo v Slovenijo in na Hrvaško z mednarodnim sodelovanjem doselili rise iz slovaškega in romunskega dela Karpatov ter s tem preprečili izumrtje naše populacije. Hkrati se bomo zavzemali za ohranjanje močne podpore javnosti in ključnih deležnikov za ohranitev risa, kar bomo dosegli tudi z izdelavo upravljavskih orodij, ki bodo temeljila na rezultatih znanstvenih raziskav. Sodelovali bomo z državami EU, v katerih ta populacija risov živi, ter na sistematičen način zagotovili dolgoročno ohranitev doseljenih živali in skrbeli za sprejemanje širše javnosti za varovanje risa. Sprejemanju projekta s strani deležnikov in širše javnosti bomo namenili veliko pozornosti, saj je tesno sodelovanje z lokalnimi prebivalci in vsemi deležniki v procesu reševanja populacije risa ključnega pomena za njeno dolgoročno ohranitev. Izdelali bomo strateške dokumente na nacionalnih nivojih in na nivoju populacije, s katerimi bomo zagotavljali dolgoročno ohranitev obnovljene populacije. Znanstvena orodja, ki jih bomo na podlagi podatkov iz projekta razvili, nam bodo namreč omogočila razumevanje razvoja populacije, spremljanje uspešnosti ponovne naselitve, testiranje različnih upravljavskih scenarijev ter izbor najboljšega načina upravljanja s populacijo. Dolgoročni cilj projekta je razvoj populacije v uspešno delujočo enoto, ki bo kot del metapopulacije zmožna samostojnega in dolgoročnega obstoja na tem ozemlju. Prav tako bomo omilili vplive razdrobljenosti habitata preko prizadevanj za vzpostavitev povezanosti z drugimi okoliškimi populacijami in upoštevanja zahtev vrste v prostorskem načrtovanju.

## Vsebina

### KAZALO

<b>1. Usklajenost priročnika z učnimi načrti</b>	<b>1</b>
1.1 Učni načrt Naravoslovje	1
1.2 Učni načrt Biologija	2
<b>2. Dejavnosti in ostala gradiva</b>	<b>3</b>
2.1 SPOZNAJ RISA	4
2.2 PRIMERJAVA VELIKIH ZVERI	8
2.3 ŽIVLJENJSKI PROSTOR RISA	14
2.4 KOLIKO RISOV JE PRI NAS?	20
2.5 PREHRANSKI SPLETI IN TROFIČNI NIVOJI	24
2.6 ODNOS MED PLENOM IN PLENILCEM	30
2.7 PREHRANSKE PRILAGODITVE RAZLIČNIH GOZDNIH ŽIVALI	36
2.8 KAKO IZRAČUNATI DELEŽ RISOV Z GENETSKO OKVARO	46
2.9 TELEMETRIJA	52
2.10 BIOAKUMULACIJA	57
<b>3. Zahvala</b>	<b>64</b>
<b>4. O projektu</b>	<b>63</b>



Avtor: Miha Krofel

# Usklajenost priročnika z učnimi načrti

Priročnik je zasnovan tako, da je uporaben kot učni pripomoček za poučevanje bioloških vsebin naravoslovja in biologije v osnovni šoli. Vsebine v priročniku se navezujejo predvsem na vsebine sedmega in devetega razreda. Večino dejavnosti priročnika je mogoče uporabiti tudi v sklopu izvenšolskih dejavnosti ali naravoslovnih dni.

## 1.1 Učni načrt Naravoslovje

V spodnji preglednici so predstavljene povezave med dejavnostmi in vsebinami, ki so zapisane v učnem načrtu Naravoslovje.



	DEJAVNOST	Zgradba in delovanje živali	Razmnoževanje, rast in osebni razvoj živali	Razvrščanje živali	Zgradba in delovanje ekosistemov	Primerjava zgradbe in delovanja različnih ekosistemov	Človek spreminja ekosisteme	Človek onesnažuje zrak, vodo in tla
1	SPOZNAJ RISA	X		X				
2	PRIMERJAVA VELIKIH ZVERI	X	X	X				
3	ŽIVLJENJSKI PROSTOR RISA				X	X		
4	KOLIKO RISOV JE PRI NAS?	X				X		
5	PREHRANSKI SPLETI IN TROFIČNI NIVOJI				X			
6	ODNOS MED PLENOM IN PLENILCEM				X			
7	PREHRANSKE PRILAGODITVE RAZLIČNIH GOZDNIH ŽIVALI	X			X			
8	KAKO IZRAČUNATI DELEŽ RISOV Z GENETSKO OKVARO?							
9	TELEMETRIJA	X						
10	BIOAKUMULACIJA						X	X



## 1.1 Učni načrt Biologija



V spodnji preglednici so predstavljene povezave med dejavnostmi in vsebinami, ki so zapisane v učnem načrtu Biologija.

Osmo dejavnost je mogoče uporabiti tudi pri pouku biologije v 8. razredu.

	DEJAVNOST	Dedovanje	Evolucija	Biotska pestrost	Ekologija	Varstvo narave in okolja
1	SPOZNAJ RISA			X		
2	PRIMERJAVA VELIKIH ZVERI			X		
3	ŽIVLJENJSKI PROSTOR RISA				X	
4	KOLIKO RISOV JE PRI NAS?				X	X
5	PREHRANSKI SPLETI IN TROFIČNI NIVOJI				X	
6	ODNOS MED PLENOM IN PLENILCEM				X	
7	PREHRANSKE PRILAGODITVE RAZLIČNIH GOZDNIH ŽIVALI				X	
8	KAKO IZRAČUNATI DELEŽ RISOV Z GENETSKO OKVARO?	X			X	X
9	TELEMETRIJA				X	X
10	BIOAKUMULACIJA				X	X

# Dejavnosti in ostala gradiva

2.1 SPOZNAJ RISA

2.2 PRIMERJAVA VELIKIH ZVERI

2.3 ŽIVLJENJSKI PROSTOR RISA

2.4 KOLIKO RISOV JE PRI NAS?

2.5 PREHRANSKI SPLETI IN TROFIČNI NIVOJI

2.6 ODNOS MED PLENOM IN PLENILCEM

2.7 PREHRANSKE PRILAGODITVE RAZLIČNIH GOZDNIH ŽIVALI

2.8 ZAKAJ SO RISI OGROŽENI

2.9 TELEMETRIJA

2.10 BIOAKUMULACIJA



Avtor: Miha Krofel

## 2.1 SPOZNAJ RISA

Razred: 7 (Naravoslovje)

Čas izvedbe: 45 min v šoli in 45 min doma

### Namen dejavnosti

Poznavanje vrste, njenih značilnosti in lastnosti je osnova za uspešno raziskovanje ter oblikovanje pozitivnih stališč o določenem organizmu. Pri dejavnosti učenci spoznajo telesne značilnosti in prilagoditve evrazijskega risa (*Lynx lynx*).



### Teoretično ozadje

Živa bitja razvrščamo v sistem glede na njihovo sorodnost oz. glede na njihov razvoj v geološki zgodovini (**evoluciji**). Organizem, ki ga uvrstimo v neko sistematsko kategorijo, naj bi bil s predstavniki te skupine bolj soroden kot s preostalimi organizmi. Nekoč so o sorodnosti organizmov sklepali zgolj na podlagi telesnih podobnosti, danes pa se za potrjevanje sorodnejših organizmov uporabljajo tudi molekularne (genetske) metode. Na najnižji sistematski kategoriji so si organizmi najbolj sorodni in navadno tudi najbolj podobni. Najnižja oz. osnovna sistematska kategorija je **vrsta**. Za uvrščanje organizmov v sistem uporabljamo dvoimensko poimenovanje vrst, ki ga je prvi uporabil Carl Linnaeus leta 1735 v svojem delu *Systema Naturae*. Dvoimensko poimenovanje je sestavljeno iz rodovnega in vrstnega imena. V latinščini je **rodovno ime** na prvem mestu in se piše z veliko začetnico, **vrstno ime** pa je na drugem mestu in se piše z malo začetnico. Natančno, sistematično poimenovanje in razlikovanje posameznih vrst je pomembno za njihovo preučevanje in varovanje, saj se s tem zmanjša možnost nespornostov in napačnega prepoznavanja vrst, njihovih značilnosti in potreb. Uspešno delo raziskovalcev in uspešno ohranjanje vrst je možno le s sodelovanjem številnih raziskovalcev in drugih strokovnjakov, ki skrbijo za njihovo ohranjanje.

**Preglednica 2.1:** Uvrstitev evrazijskega risa v sistem.

Kraljestvo	Animalia – živali
Deblo	Chordata – strunarji
Poddeblo	Vertebrata – vretenčarji
Razred	Mammalia – sesalci
Red	Carnivora – zveri
Družina	Felidae – mačke
Rod	<i>Lynx</i> – risi
Vrsta	<i>Lynx lynx</i> – evrazijski ris

**Preglednica 2.1** Evrazijski ris (*Lynx lynx*) je uvrščen v sistem v spodaj navedene kategorije:

V rod risov (*Lynx*) poleg evrazijskega risa (*Lynx lynx*) uvrščamo še tri vrste. To so kanadski ris (*Lynx canadensis*), rdečerjavi ris (*Lynx rufus*) in iberski ris (*Lynx pardinus*).

Evrzijski ris je med najbolj ogroženimi sesalci v Evropi. Za njegovo ohranjanje je zato poznavanje in preučevanje te vrste zelo pomembno, saj na tak način spoznavamo, kakšno okolje potrebujejo in kateri dejavniki ga najbolj ogrožajo, pa tudi, kako bi te težave lahko rešili ali omilili. Pomembno je tudi, da risa pozna tudi širša javnost. Tako lahko bolje razumejo naravne procese in odločitve, ki jih sprejemamo glede njegove številčnosti in ukrepe pri zaščiti pašnih živali.

### Izvedba dejavnosti

**Predznanje učencev:** Vedeti morajo, da organizme razvrščamo v sistem glede na njihovo sorodnost z drugimi organizmi. Vedeti morajo, da je najnižja oz. osnovna sistematska kategorija vrsta, za katero so značilne skupne lastnosti, po katerih se razlikuje od drugih vrst. Poznati morajo koncept dvoimenskega poimenovanja vrste.

**Potek dela:** Z učenci se najprej pogovorite o uvrščanju organizmov v sistem in jim predstavite koncept binomskega poimenovanja vrste ter zakaj je pomembno ločevati organizme med seboj. Nato naj učenci samostojno preberejo besedilo o risu in sproti označujejo posamezne morfološke značilnosti živali na fotografiji. S pomočjo besedila naj izdelajo pojmovni zemljevid o risu (lahko tudi doma) in odgovorijo na vprašanja v nadaljevanju. Za vedoželjne učence je namenjen drugi del dejavnosti, pri katerem učenci spoznajo delovanje nočnega vida živali (vsebina pomembna za doseganje ciljev primerjave zgradbe in delovanja čutil).

## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: SKRIVNOSTNI PREBIVALCI NAŠIH GOZDOV

**Kaj se boš naučil-a?** Spoznal-a boš nekaj glavnih morfoloških značilnosti evrazijskega risa.

**Kaj potrebuješ?** Učni list, spletne vire.

**Kaj narediš?** Preberi besedilo in iz njega razberi značilnosti te vrste. Na fotografiji označi in dopiši značilnosti risov.

**1. Najprej preberi besedilo ter v besedilu z rdečo barvico podčrtaj pomembne lastnosti, z modro pa neznane pojme. Za slednje poišči razlage ali vprašaj učitelja (npr. spolni dimorfizem).**

Evrazijski ris (*Lynx lynx*) je največja živeča vrsta risa. Težek je med 15 in 21 kilogrami (samice so povprečno 2,5 kg lažje od samcev), v dolžino meri 80 – 150 cm, v višino pa okoli 65 cm. Zanje je značilen spolni dimorfizem, ki se izraža v večji velikosti in teži samcev. Obarvanost kožuha je sivo - rjava, ki je po trebuhu in bokih svetlejša kot po hrbtu. Lahko opazimo tudi odtenke rdečkaste in rumenkaste barve. Na kožuhu so različni vzorci lis in pik, ki so značilni za vsak posamezen osebek, nekateri osebki pa so lahko brez izrazitega vzorca. Dlaka je sestavljena iz zgornje plasti (nadlanke), ki daje risu značilno barvo kožuha ter iz spodnje plasti (podlanke), ki ga greje v zimskem času.

Ris ima značilno mačjo glavo s kratkim smrčkom, vendar kljub temu izrazito dobro voha. Čutili, na kateri se pretežno zanaša, sta vid in sluh. Zato lahko pri risih opazimo odlično razvite oči ter velike trikotne uhlje z značilnimi čopki dlak na vrhu. Glavo na videz še povečajo zalizci na straneh, kot pravimo čopoma daljše dlake ob licih. Pomembno čutilo je tudi tip, kar mu omogočajo brki ali vibrise, ki izražajo iz gobca, lic ter nad očmi.

Njegovo podolgovato telo podpirajo krajše sprednje in nekoliko daljše zadnje noge, ki mu omogočajo hitre, dolge skoke pri lovu. Iz njegovih okroglih šap izražajo ostri kremplji, ki so med hojo vpotegnjeni v kožne gube na prstih, da se lahko ris premika neslišno. Na zadnjih nogah ima ris štiri prste, na sprednjih pa pet. Na koncu telesa ima kratek, od 10 do 30 centimetrov dolg, rep s črno konico.

**2. Na fotografiji s puščico označi in dopiši lastnosti, ki so značilne za evrazijskega risa (*Lynx lynx*). V pomoč naj ti bo zgoraj napisano besedilo.**

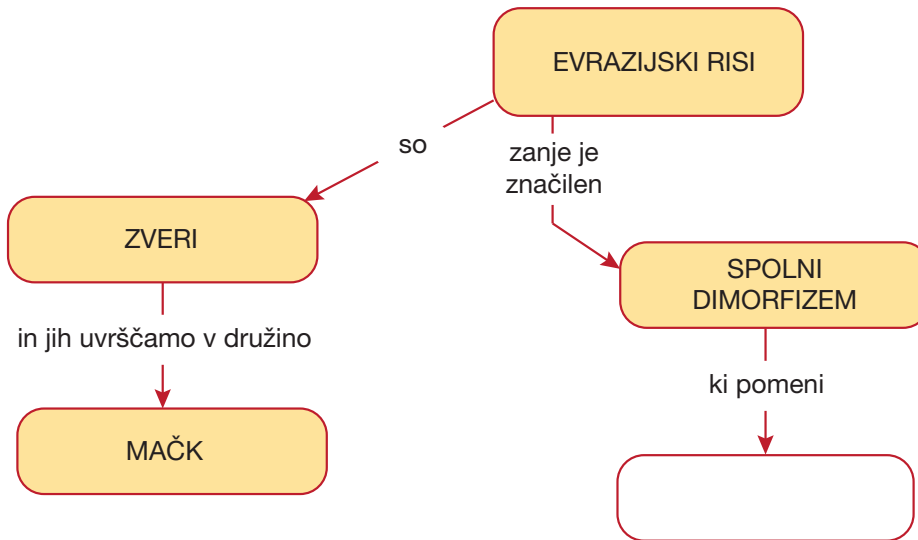


Avtor: Miha Krotel

**Neznane besede in njihova razlaga:**

Spolni dimorfizem : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

### 3. Dopolni pojmovni zemljevid o risu.



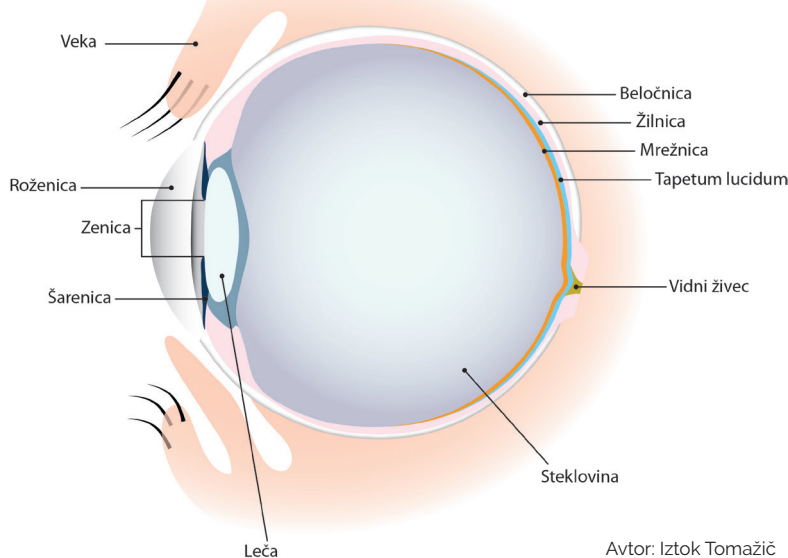
### 4. Na spletu poišči podatke o uvrstitvi Evrazijskega risa v sistem in izpolni preglednico.

Kraljestvo	Animalia – živali
Deblo	
Poddeblo	
Razred	
Red	
Družina	
Rod	
Vrsta	

## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: TUDI V MRaku LAHKO DOBRO VIDIM.

Ris je plenilec, ki pleni večinoma zvečer oziroma v mraku. V mraku pa se pojavi težava – zaradi zmanjšane količine svetlobe je težje ločevati predmete med seboj oziroma opaziti svoj plen. Skozi evolucijo se je pri risu in nekaterih ostalih vrstah sesalcev razvila prilagoditev, ki omogoča boljši nočni vid. Ta prilagoditev je nastanek posebne plasti na notranji strani očesa, ki se imenuje **odsevna plast** oziroma **tapetum lucidum**. Tapetum lucidum je plast posebnih celic, ki vsebujejo kristalne strukture, ki lahko odbijajo svetlobo. Ko vstopi svetloba skozi oko, potuje do zadnje notranje strani očesa - do mrežnice. V mrežnici je mnogo čutilnih celic (**fotoreceptorjev**), ki absorbirajo svetlobo ter pošljejo signal po živčnih celicah do možganov. Kljub temu, da je čutilnih celic lahko več milijonov, se nekaj svetlobe (fotonov) izmuzne mimo njih. Podnevi, ko je jakost svetlobe oziroma število fotonov zelo veliko, to ne predstavlja problema. Ponoči pa v oko prehaja manj fotonov, zaradi česar je slika slabša. V primeru, da ima organizem za mrežnico še dodatno odbojno plast (tapetum lucidum), se fotoni, ki se izmuznejo mimo fotoreceptorjev na tej plasti odbijejo nazaj v mrežnico. Tam lahko zadenejo čutilne celice, zaradi tega pa se lahko tudi v mraku ustvari boljša slika opazovanega objekta.

Odsevno plast lahko opaziš tudi pri domači mački, ko se njene oči zasvetijo, kadar npr. v mraku posvetiš vanje.



Avtor: Iztok Tomažič

## KAJ SEM SE NAUČIL-A?

- Katera čutila so za risa najpomembnejša?
  - Tip in vid.
  - Tip in sluh.
  - Tip in voh.
  - Vid in sluh.
  - Vid in voh.
  - Vonj in sluh.
- Povprečna telesna masa odraslega risa je:
  - do 15 kg.
  - 16 - 21 kg.
  - 22 - 35 kg.
  - 36 - 50 kg.
  - več kot 50 kg.

3. Na kratko opiši, zakaj risi vidijo dobro tudi ponoči.

-----

-----

-----

## 2.2 PRIMERJAVA VELIKIH ZVERI

Razred: 7 (Naravoslovje)

Čas izvedbe: 45 min v šoli in 45 min doma

### Namen dejavnosti

Namen je, da se učenci naučijo razbirati podatke iz besedila ter preko tega pridobijo novo znanje. Medved, volk in ris so si v določenih lastnostih podobni, v določenih pa so si zelo različni. Učenci spoznajo njihove morfološke lastnosti, značilna vedenja in načine življenja.



### Teoretično ozadje

Vse tri vrste živali – risa, volka in medveda – uvrščamo v skupino velikih zveri in so razširjene tudi na območju Slovenije. Med njimi je veliko razlik, ki so nastale tekom evolucijskega razvoja. Te razlike omogočajo vsem tem živalim, da lahko na določenem območju sobivajo. Te vrste imajo različne **prehranske zahteve, vedenje, način življenja** ter **rabo prostora**. Pravimo, da zaseda vsaka izmed teh živali svojo **ekološko nišo**.

### Izvedba dejavnosti

**Predznanje učencev:** Ni potrebno.

**Potek dela:** V prvem delu učenci s pomočjo besedila izpolnijo Vennov diagram. Iz besedila razberejo podatke o velikih zvereh ter jih umestijo v diagram glede na skupne značilnosti živali.

V drugem delu si učenci pomagajo z dodatno literaturo (knjige, učbeniki, spletni viri) ter izpolnijo manjkajoče podatke v preglednici.

V spodnji preglednici so prikazane rešitve preglednice v učnem listu.

Lastnosti	Ris	Volk	Medved
<b>Velikost živali</b>	Višina: 65 cm Dolžina: 80-150 cm Teža: 15-21 kg	Višina: 70-90 cm Dolžina: 100-120 cm Teža: 40-55 kg	Višina: 90-120 cm Dolžina: 150-250 cm Teža: 120-400kg
<b>Šape (velikost oblika)</b>	Sprednja stopala imajo 5 prstov (v tla se večinoma odtisnejo 4), zadnja stopala imajo 4 prste. Šapa je okrogle oblike, dolžina približno 7 cm. Kremplji v stopinji niso vidni.	Sprednja stopala imajo 5 prstov (v tla se večinoma odtisnejo 4), zadnja stopala imajo 4 prste. Šapa je ovalne oblike, dolžina približno 8 cm. Kremplji so v stopinji vidni.	Na sprednjih in zadnjih šapah je 5 prstov. Odtisi zadnjih nog so podolgovati, odtise se cel podplat. Dolžina zadnje šape je približno 30 cm. Odtisi sprednjih šap so bolj okrogli, dolžina je približno 15 cm.
<b>Število mladičev</b>	2-3 mladiči, ki se skotijo konec maja/v začetku junija.	5-8 mladičev, ki se skotijo marca/ aprila.	1-4 (po navadi 2) mladiči, ki se skotijo med decembrom in februarjem.
<b>Prehrana</b>	Srna, jelen, gams, zajec, polh, ostali mali sesalci, ptiči in ostalo.	Jelen, divji prašič, srna, zajec, drobnica, manjši sesalci in ostalo.	Rastlinski viri hrane (žir, semena trav, različno sadje, pšenica, koruza, čemaž, lešniki, različne koreninice,...), žuželke, mrhovina in ostalo.

## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: PRIMERJAM VELIKE ZVERI?

**Kaj se boš naučil-a?** Naučil-a se boš, kakšne so podobnosti in razlike med risom, volkom in medvedom.

**Kaj potrebuješ?** Učni list, dodatno literaturo (spletni viri, knjige, učbeniki).

**Kaj narediš?** Pri nalogi primerjaj vse tri zveri. Izpolni shemo ter odgovori na vprašanja.

**1. Med seboj primerjaj risa, volka in medveda. Preberi besedilo ter dopolni Vennov diagram. Na spletu ali v drugih virih lahko poiščeš še dodatne podatke, ki so ti zanimivi, ter jih vključiš.**

Vse tri omenjene živali (risa, volka in medveda) uvrščamo v red **zveri** ter razred **sesalcev** (slika 1). Za sesalce so skupne značilnosti pokritost z dlako, stalna telesna temperatura ter kotenje živih mladičev, ki do določene starosti sesajo materino mleko. Pri zvreh pa so skupne značilnosti nameščenost oči na sprednjem delu glave, ostri podočniki ter kožuh iz dveh plasti dlake (podlanke in nadlanke).



Avtor: Miha Krofel



Avtor: Iztok Tomažič

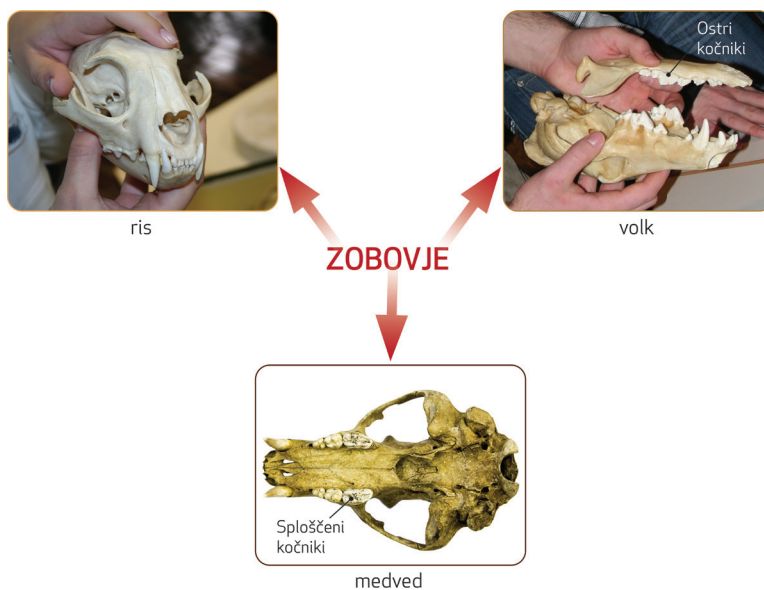


Avtor: Iztok Tomažič

Slika 1: a) evrazijski ris (*Lynx lynx*), b) sivi volk (*Canis lupus*) in c) rjavi medved (*Ursus arctos*).

Večinoma so zveri plenilci, torej uživajo meso; na primer ris in volk. Poznamo pa tudi vrste, ki so vsejede, kot je rjavi medved. Zaradi načina prehranjevanja so se v njihovi evoluciji pojavile razlike v zgradbi zobovja (slika 2). Pri medvedu, ki je vsejeda žival, so kočniki bolj sploščeni in razširjeni, medtem ko so pri risu in volku ostrejši (podočniki pa so pri vseh treh živalih zelo ostri in dolgi).

Mačke imajo dobro razvit sluh ter dnevni in nočni vid. Ris lovi iz zasede. To pomeni, da se plenu približa do razdalje, ki jo lahko opravi v nekaj skokih. Za uspešno plenjenje mora biti njegov skok zelo natančen, kar mu lahko omogoči le dober vid. Medved ima zaradi drugačnega načina iskanja hrane vid slabše razvit, zaradi tega pa zelo dobro sliši in še posebej dobro vonja. Velik del njegove prehrane je rastlinskega izvora, je pa tudi mrhovino ter ličinke žuželk. Lovi precej redko. Kako dobro je razvit vonj, se lahko opazi glede na obliko lobanje. Nosni del je pri volku in medvedu podaljšan, v njem pa najdemo zelo nagubano kostno površino. To pomeni, da imata volk in medved več vohalnih čutnic kot ris, pri katerem je smrček bolj top.



Avtor: Iztok Tomažič

Slika 2: Zobovje risa, volka in medveda.



Glede na način iskanja hrane se razlikujejo tudi druge telesne značilnosti. Ker ris pleni iz zasede, je pomembno, da ga žival ne sliši (slika 3). Prilagoditev, ki mu pri tem pomaga, je zmožnost vpotegnitve krempljev v kožne gube na šapah. Torej se pri risovih stopinjah kremplji v odtisu ne bodo videli (slika 4b). Volk in medved svojih krempljev ne moreta vpotegniti, zato jih lahko opazimo v njihovih stopinjah. V nasprotju z risom sta volk in medved dobra tekača in svoj plen preganjata.



Avtor: Miha Krofel

Slika 3: Ris v gozdni podrasti.

Pri medvedjih stopinjah opazimo tudi, da se odtisne celoten podplat, kar za risa in volka ni značilno (slika 4). Na stopinjah lahko opaziš, da ima medved spredaj in zadaj po 5 prstov. Pri stopinjah od risa in volka se v stopinjah opazijo po 4 prsti spredaj in zadaj, vendar imata na sprednjih šapah po 5 prstov, kjer je eden izmed njih dvignjen višje in se zaradi tega ne odtisne v podlago.



Avtor: Iztok Tomažič

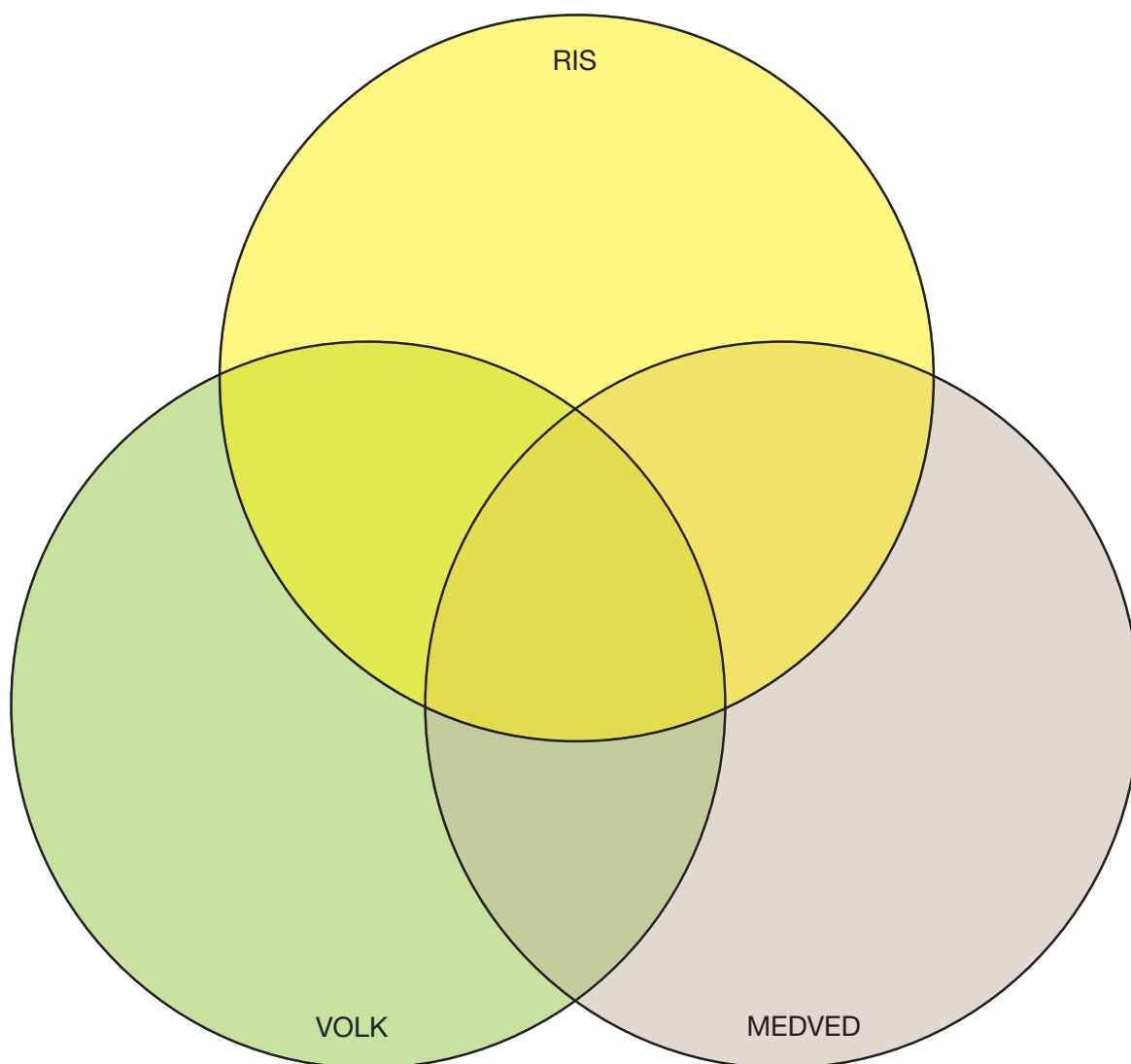
Slika 4: Odtisi stopinj a) medveda, b) risa in c) volka.

Glede na način življenja lahko prav tako določimo razlike in podobnosti med vrstami. Medved in ris sta samotarja in se samci ter samice večino časa zadržujejo sami, razen med paritveno sezono. Volk je v nasprotju žival, ki živi v večji skupini, imenovani trop. Trop sestavljata alfa samec in samica ter njihovi mladiči. Vodilni par se pari enkrat na leto med januarjem in marcem. Medvedje samice se v enem paritvenem obdobju lahko pari z več samci (od aprila do avgusta), medtem ko se risja samica pari le z enim samcem (med februarjem in marcem). Pari se s tistim samcem, s katerim se njen teritorij prekriva. Teritorialnost je značilna tudi za volkove, ne pa za medvede.

Teritorialni živali sta torej ris in volk, ki svoj teritorij tudi označujeta. Oba ga označujeta s kemičnimi signali (kot je uriniranje in iztrebljanje), volk pa ga označuje tudi s tuljenjem. S tem živali med seboj komunicirajo ter izmenjujejo informacije o tem, kateri teritorij je že zaseden. Risi uporabljajo kemično označevanje tudi za iskanje spolnega partnerja. Na podoben način – z drgnjenjem ličnic in hrbta ob drevo – puščajo kemične označbe tudi medvedvi.

Vse opisane živali so gozdne živali, ki živijo v listnatih, iglastih in mešanih gozdovih. Na območju Kočevske ter Notranjske so te živali stalno prisotne. Volk se je pred kratkim razširil tudi na območje Gorenjske, kjer ima že vzpostavljene trope. Medved ter ris sta na tem območju občasno prisotna.

Vse tri vrste živali so ogrožene predvsem zaradi vpliva človeka. Prva grožnja je razdrobljenost življenjskega prostora zaradi gradnje novih cest in ostale infrastrukture. Promet jih ogroža tudi zaradi številnih povozov. Dodaten negativen vpliv na populacije teh živali je tudi ilegalen odstrel. Vse tri vrste velikih zveri so v Sloveniji zavarovane. V naravi imajo pomembne vloge, ki pripomorejo k ohranjanju gozdnega ekosistema, zato jim pravimo **ključne vrste**. Najpomembnejši vlogi sta plenjenje oziroma regulacija rastlinojedihi živali (ris in volk) ter raznašanje semen (medved, volk in ris). Ris in volk na različne načine regulirata rastlinojede živali. Najbolj očitna načina regulacije sta vpliv na njihovo številčnost ter pogosto odstranjevanje bolnih ali fizično slabše razvitih osebkov.



## 2. Odgovori na vprašanja in izpolni preglednico. Pri reševanju si lahko pomagaš s spletnimi viri.

Katere funkcije opravlja dlaka?

-----  
 -----

Preko odlitkov opazuj, pri kateri živali ni vidnih krempljev. Zakaj meniš, je temu tako?

-----  
 -----

Zakaj lahko imajo volkovi večji zarod kot medved in ris?

-----  
 -----

Lastnosti	Ris	Volk	Medved
Velikost živali			
Šape (velikost oblika)			
Število mladičev			
Prehrana			

## KAJ SEM SE NAUČIL-A?

1. Katere so skupne značilnosti vseh treh zveri?

-----

-----

2. Poveži opis živali z njenim imenom:

Žival
Medved
Volk
Ris

Opis
Živi v gozdu, je teritorialna žival. Je mesojeda žival. Pleni in živi v skupini (tropu).
Živi v gozdu, ni teritorialna žival. Je vsejeda žival. Pleni zelo redko.
Živi v gozdu, je teritorialna žival. Je mesojeda žival. Pleni sama in živi samotarsko.

## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: RAZISKUJ TUDI SAM

Veliko informacij o velikih zvereh lahko najdeš na spodnjih povezavah.



### Ris:

- LIFE Lynx: <https://www.lifelynx.eu/biologija/?lang=sl>
- DinaRis: <http://www.risi.si/Enciklopedija>



### Rjavi medved:

- DINALP BEAR: <https://dinalpbear.eu/rjavi-medved/>



### Volkovi

- O volkovih in aktivnostih, povezanih z njimi: <https://www.volkovi.si/?lang=sl>
- LIFE WOLFALPS in LIFE WOLFALPS EU: <http://www.lifewolfalps.eu/sl/>

### Vse zveri:

- Carnivora Dinarica: <https://www.carnivoradinarica.eu/velike-zveri/>
- Dinaricum: <http://dinaricum.si/dinaridi/#zivali>
- Stopinje in sledovi divjadi: [https://www.lovska-zveza.si/userfiles/Prostozivece\\_zivali/pdf/Stopinje\\_in\\_sledovi\\_divjadi.pdf](https://www.lovska-zveza.si/userfiles/Prostozivece_zivali/pdf/Stopinje_in_sledovi_divjadi.pdf)

## 2.3 ŽIVLJENJSKI PROSTOR RISA

Razred: 7 (Naravoslovje)

Čas izvedbe: 90 min v šoli ali doma

### Namen dejavnosti

Učenci pri vaji spoznajo, da najdemo organizme v določenih habitatih (življenjskih prostorih), ki jim ustrezajo.



### Teoretično ozadje

Organizme najdemo v različnih življenjskih okoljih oziroma habitatih. **Habitat** je splet vseh **neživih dejavnikov**, ki jih **vrsta** potrebuje za dolgoročno preživetje. Vsaka vrsta ima določene zahteve, ki morajo biti zadoščene, da lahko na določenem območju preživi. Najdemo jih torej tam, kjer je splet vseh okoljskih razmer takšen, da lahko osebkovi v njih zadovoljijo vse svoje potrebe. Ris npr. potrebuje strnjeno gozdnato pokrajino, kjer se lahko dobro skrrije in kjer je prisoten njegov plen.

Ista ali zelo podobna kombinacija neživih dejavnikov v okolju pogosto ustreza več vrstam. Fizični prostor, ki zajema vse **nežive dejavnike** ter **različne vrste**, ki v njem živijo, imenujemo **biotop**.

### Izvedba dejavnosti

**Predznanje učencev:** Učenci morajo poznati nekaj vrst organizmov v njihovem okolju. Vedeti morajo, da so živa bitja prilagojena okolju, v katerem živijo. Učenci morajo razumeti, da so pogon za prilagoditve živali spremembe v okolju. Prilagajanje živih bitij pa zaradi nenehnih sprememb v okolju ni nikoli zaključeno.

**Potek dela:** Učenci preberejo navodilo in rešijo naloge. Z učenci se pogovorite o tem, zakaj najdemo v različnih življenjskih prostorih različne organizme. Izpostavite dejstvo, da lahko posamezno vrsto najdemo v različnih življenjskih prostorih, pomembno je le, da so zadoščene njene potrebe.

## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: ŽIVLJENJSKI PROSTOR RISA

**Kaj se boš naučil-a?** Naučil-a se boš, kateri življenjski prostori so primerni za risa.

**Kaj potrebuješ?** Učni list.

**Kaj narediš?** Preberi navodilo in izpolni naloge.

### 1. Za posamezen dejavnik obkroži črko Ž (živi dejavnik) ali N (neživi dejavnik).

Dejavnik	Odgovor
Voda	Ž N
Mineralne snovi	Ž N
Drevo	Ž N
Temperatura	Ž N
Podrast	Ž N
Zračni tlak	Ž N

Dejavnik	Odgovor
Glive	Ž N
Svetloba	Ž N
Bakterije	Ž N
Sinica	Ž N
Padavine	Ž N
Kamnine	Ž N

### 2. Kakšen misliš, da bi bil življenjski prostor risa? Nariši, kako si predstavljaš risa v njegovem naravnem okolju in opiši, kaj vse si predstavljaš v njem.

---



---



---



---



---

3. V preglednici so fotografije različnih habitatov. V desno stran dopiši, ali se ti zdi takšen habitat za risa primeren ali ne. Utemelji, zakaj si se tako odločil.

Evrazijski ris v Sloveniji izbira za svoj življenjski prostor **gozdnata območja, umaknjena od človeških naselij**. Pomembno je, da je v njegovem življenjskem prostoru na voljo **dovolj hrane**. Glavne plenske vrste so srna, gams, mladi jeleni, polh, zajec ... Pomembna je podrast, ki mu zagotavlja **kritje pri lovu**. V svojem življenjskem prostoru morajo imeti manjše **kotanje ali votline**, ki jih uporabljajo kot zatočišče. V Evropi in Aziji ga najdemo vse od mediteranskih gozdov pri morju do gozdne meje v gorovju, kot tudi v stepi.

Življenjski prostor	Zakaj prostor je, oziroma ni primeren?
 <p style="text-align: right; font-size: small;">https://sl.wikipedia.org/wiki/Travi%C5%A1%C4%8De#/media/Slika:Prau.JPG</p>	<p>Travišče:</p>
 <p style="text-align: right; font-size: small;">Avtor: Iztok Tomazič</p>	<p>Iglasti gozd:</p>
 <p style="text-align: right; font-size: small;">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Croix_de_Fer_-_View_to_South-West.JPG</p>	<p>Alpska tundra:</p>

## Življenjski prostor

## Zakaj prostor je, oziroma ni primeren?



Mešani gozd:



Deževni gozd:

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Gozd#/media/Slika:Hellyer\\_Gorge,\\_Tasmania.jpg](https://sl.wikipedia.org/wiki/Gozd#/media/Slika:Hellyer_Gorge,_Tasmania.jpg)



Listnati gozd:

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Gozd#/media/Slika:A\\_deciduous\\_beech\\_forest\\_in\\_Slovenia.jpg](https://sl.wikipedia.org/wiki/Gozd#/media/Slika:A_deciduous_beech_forest_in_Slovenia.jpg)



Alpe (melišče):

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Meli%C5%A1%C4%8De#/media/Slika:Stenarska\\_vratca.jpg](https://sl.wikipedia.org/wiki/Meli%C5%A1%C4%8De#/media/Slika:Stenarska_vratca.jpg)



4. Obišči spletno stran <https://www.lifelynx.eu/biologija/?lang=sl> na kateri najdeš podatke o življenjskem prostoru risa. Primerjaj svoje odgovore z opisom na spletni strani.

---

---

---

---

5. Zapiši skupne zaključke, na kakšno okolje je prilagojen ris.

---

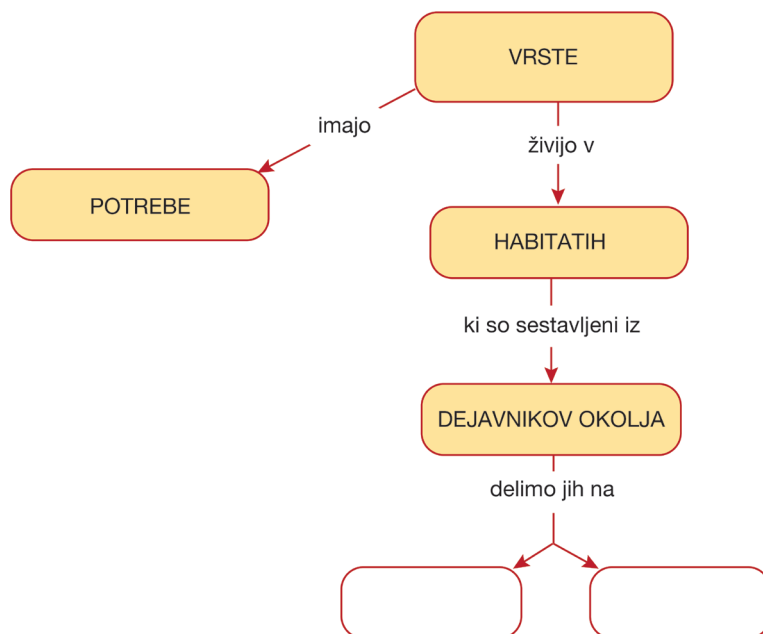
---

---

---

## KAJ SEM SE NAUČIL-A?




Nadaljuj z izgradnjo pojmovnega zemljevida:



## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: PRIMERJAVA ŽIVLJENJSKIH PROSTOROV

Na svetu obstajajo različni organizmi, ki so prilagojeni le določenim dejavnikom okolja. Lahko se zgodi, da so si organizmi **zelo sorodni**, ampak **živijo v različnih okoljih**. Nasprotno pa najdemo organizme, ki si **niso tako zelo sorodni**, vendar imajo **skupno življenjsko okolje**.

V zgornjih nalogah si lahko dodobra spoznal življenjsko okolje evrazijskega risa. Poznamo še 3 druge vrste risov, ki so si z evrazijskim risom zelo sorodne, kljub temu pa zasedajo druga življenjska okolja. Kako raznolika so ta okolja, si lahko ogledaš v preglednici.

Ime vrste	Življenjski prostor	Opis
Iberski ris ( <i>Lynx pardinus</i> )	 <small><a href="https://pixabay.com/photos/lynx-iberian-lynx-feline-cat-5748114/">https://pixabay.com/photos/lynx-iberian-lynx-feline-cat-5748114/</a></small>	Iberski ris je precej podoben evrazijskemu risu, se pa večinoma prehranjuje z zajci. Njegov življenjski prostor je hriboviti svet jugozahodne Španije, ki je pokrit z manjšim grmovjem in drevesi. Pomembno za to vrsto je, da so v njenem življenjskem prostoru prisotne manjše votline, ki jih uporablja kot zatočišče.
Rdečerjavi ris ( <i>Lynx rufus</i> )	 <small><a href="https://pixabay.com/photos/bobcat-forest-nature-predator-4656312/">https://pixabay.com/photos/bobcat-forest-nature-predator-4656312/</a></small>	Rdečerjavega risa lahko najdemo v subtropskih močvirjih, savanah, grmovnatih pokrajinah, gozdovih ter puščavah severne Amerike. Zanj je pomembno, da sta prisotni nizka vegetacija za prikrivanje ter njegova hrana – predvsem zajci, glodavci, večji rastlinojedi ter plazilci. Potreben je tudi razgiban relief s prisotnimi kotanjami, ki lahko služijo kot zatočišče.
Kanadski ris ( <i>Lynx canadensis</i> )	 <small>Wikipedia: Erwin and Peggy Bauer, U.S. Fish and Wildlife Service</small>	Kanadski ris poseljuje območja severne Amerike, ki jih prekriva tajga (sklenjen iglasti gozd) oziroma večje površine grmičevja. Na tem območju se nahaja tudi njegov glavni plen – snežni zajec. Kanadski ris je prilagojen na daljšo prisotnost snežne odeje.

Nasprotno od tega pa lahko v življenjskem okolju, ki ga zaseda npr. evrazijski ris, najdemo tudi druge velike zveri. Na primer **volka** (*Canis lupus*) in **rjavega medveda** (*Ursus arctos*). Poleg teh dveh vrst najdemo v njihovem habitatu še mnogo drugih organizmov. Celotnemu življenjskemu prostoru z vsemi organizmi in neživimi dejavniki pa pravimo **ekosistem**.



Avtor: Iztok Tomažič

Avtor: Iztok Tomažič

## 2.4 KOLIKO RISOV JE PRI NAS?

Razred: 7 (Naravoslovje)

Čas izvedbe: do 45 min v šoli

### Namen dejavnosti

Učenci spoznajo kako poteka raziskovalno delo in kako pridemo do različnih podatkov o prostoživečih živalih. Namen dejavnosti je učencem predstaviti, da je preučevanje organizmov v naravi zelo pomembno, saj brez predhodnega znanja o njihovi številčnosti, o tem, kje se nahajajo ter kako se vedejo, ne moremo izbrati ustreznih ukrepov za njihovo varstvo in ohranjanje.



### Teoretično ozadje

Za uspešno varovanje in ohranjanje vrst je potrebno redno spremljanje stanja posamezne vrste. Temu pravimo tudi monitoring. **Monitoring** vrste je sistematično zbiranje različnih podatkov, kot so številčnost in razširjenost populacije, prepoznavanje območij, kjer se osebki razmnožujejo, spremljanje populacijskih trendov, lociranje teritorijev ter preučevanje vedenja živali. Takšne podatke zbirajo raziskovalci z večletnimi raziskavami, pri katerih skozi leta uporabljajo iste metode. To omogoči, da lahko podatke med seboj primerjajo. Dlje časa kot monitoring poteka, večjo vrednost imajo zbrani podatki. Pridobivanje podatkov o živalih v naravnem okolju pa je pogosto velik izziv, saj jih je težko neposredno opazovati. Zaradi tega si raziskovalci pomagajo z različnimi raziskovalnimi metodami. Poznamo **invazivne** ter **neinvazivne metode preučevanja**.

Invazivna raziskovalna metoda je opisana pri vaji telemetrija. Pri tej vaji pa bodo učenci spoznali neinvazivno raziskovalno metodo. Neinvazivna metoda pomeni, da raziskovalec ne pride v neposreden stik z živaljo. Pri risih se je takšna metoda uporabila za oceno številčnosti risov v Sloveniji. Metoda se imenuje **fotoidentifikacija**. Temelji na tem, da na območju pojavljanja risov postavimo avtomatske kamere, ki imajo vgrajen senzor za zaznavanje premikov. Kamere se ob zaznanem premiku živali pred njo sprožijo ter posnamejo fotografijo ali videoposnetek. Na podlagi fotografiranih risov lahko med seboj ločimo posamezne osebke, saj ima vsak osebek zanj značilen vzorec na kožuhi, podobno kot prstni odtisi pri ljudeh. Ta metoda nam poda informacije o pojavljanju posameznih risov, njihovem razmnoževanju (v primeru, da opazimo mladiče) ter številčnosti. Seveda je potrebno za načrtovanje vsake metode dodobra preučiti način, kako metodo izvesti, da bomo s čim manj napora dobili čim več in čim bolj natančne podatke. Zato se na terenu najprej išče znake prisotnosti proučevane vrste. Bodisi dlako, ki jo pustijo ob drgnjenju ob debla, skale ali celo vogale gozdnih koč, stopinje v blatu ali snegu ali najden plen risa. Na ta način lahko ugotovimo, kje se risi v prostoru nahajajo, saj pogosto uporabljajo iste poti za premikanje. Šele takrat, ko vemo, da so risi na določenem območju prisotni, je smiselno namestiti kamere, ki se sprožijo ob zaznavi gibanja in pridobiti njihove fotografije.



Avtor: Iztok Tomažič

### Izvedba dejavnosti

**Predznanje učencev:** Učenci morajo vedeti, da se organizmi iste vrste združujejo v populacije. Vedeti morajo tudi, da so te enote evolucijsko ter raziskovalno zelo pomembne, ter da je za poznavanje stanja določene populacije potrebno o njej dobiti osnovne informacije kot sta številčnost ter razširjenost osebkov.

**Potek dela:** Z učenci se pogovorite o raziskovalni metodi fotoidentifikacije in o njenem namenu. Učenci naj nato s pomočjo besedila dejavnosti rešijo učni list. Skupaj preverite rešitve in odgovore v učnem listu ter razpravljajte o pomenu neinvazivnih raziskovalnih metod.

## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: KOLIKO NAS JE?

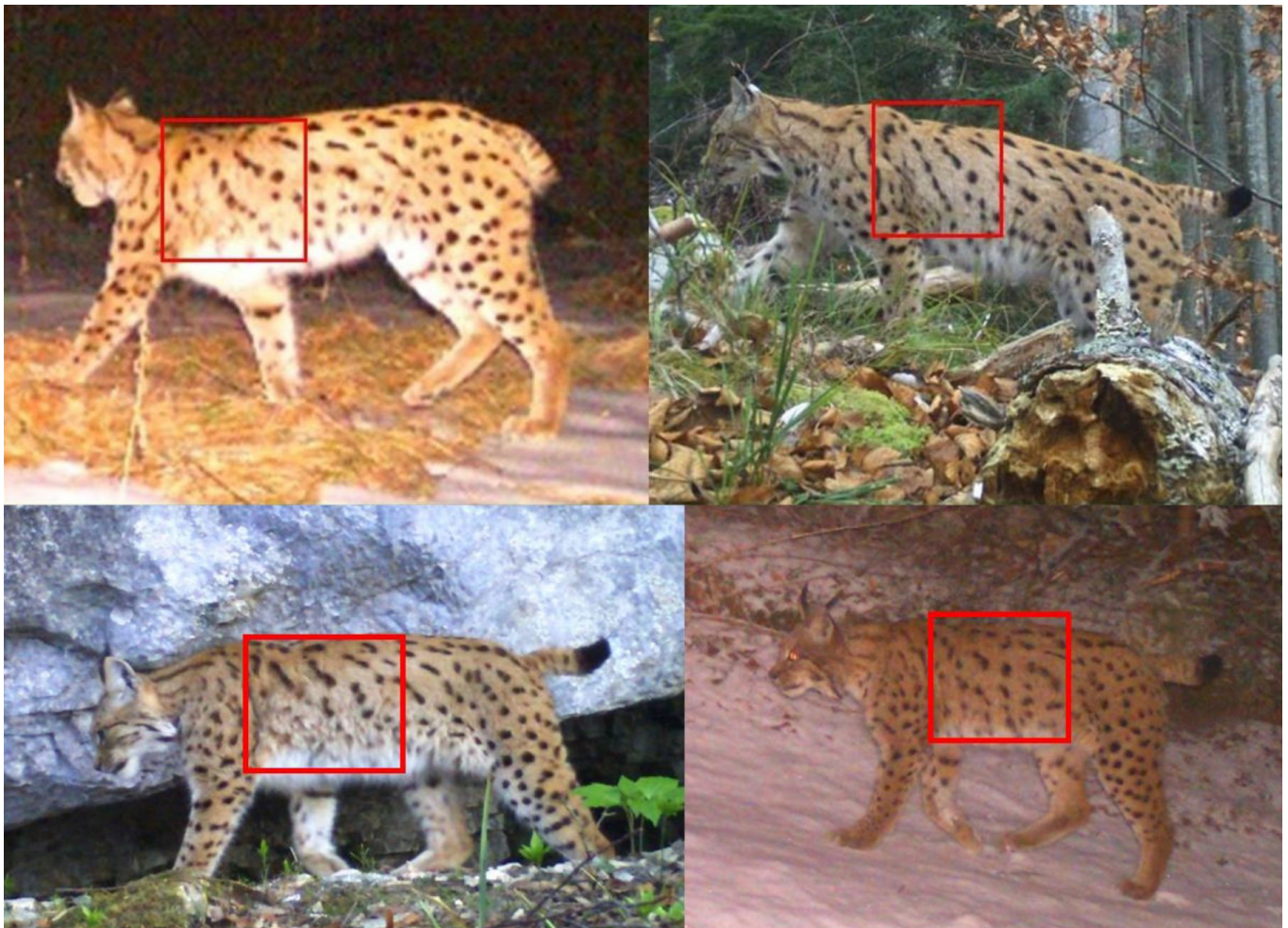
**Kaj se boš naučil-a?** Naučil-a se boš, kako se izvaja raziskovalna metoda fotoidentifikacije.

**Kaj potrebuješ?** Učni list.

**Kaj narediš?** Preberi navodilo in izpolni naloge.

### 1. Najprej preberi besedilo in nato reši nalogo.

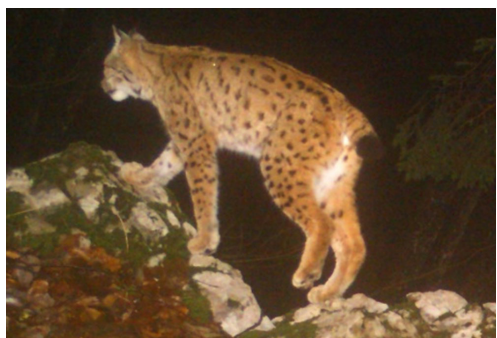
Fotoidentifikacija je ena izmed raziskovalnih metod, ki jo lahko uporabljamo pri določanju minimalnega števila risov, ki živijo na določenem območju. S pomočjo fotopasti oziroma avtomatskih kamer, ki posnamejo fotografije živali v naravi, lahko analiziramo pridobljene posnetke in razlikujemo posamezne rise med seboj. Vsak ris ima značilen vzorec pik in lis po telesu. Ta lastnost raziskovalcem omogoča, da lahko posameznega risa prepoznajo na različnih fotografijah.



Vir: LIFE Lynx

Na zgornjih fotografijah je prikazan primer ročne prepoznavne osebkov risa prek vzorca njihovega kožuha. Rdeč kvadrat prikazuje, kako so raziskovalci preko vzorca lis primerjali po dva posnetka istega (fotografiji zgoraj) ali različnega (fotografiji spodaj) risa.

2. Pred teboj je zahtevna naloga. Dobil si več posnetkov iz različnih avtomatskih kamer, ki so bile postavljene na območju pojavljanja risa. Zanima te, koliko različnih osebkov si »ujel« na fotopasti. Na desni strani imaš prostor za beležke, kamor si lahko zapisuješ podobnosti med osebki, da boš lažje ugotovil koliko osebkov si uspel fotografirati. Primerjaj posamezne pare risov, pri čemer bodi pozoren na bolj izrazite vzorce.



Moje beležke:

Število različnih osebkov: \_\_\_\_\_

Vir: LIFE Lynx

Razmisli in zapiši, zakaj je pomembno, da imamo za vsak osebek fotografijo iz leve in iz desne strani telesa?

-----

-----

-----

## KAJ SEM SE NAUČIL-A?

Kako se imenuje metoda pri kateri s pomočjo avtomarskih kamer (fotopasti) ocenjujemo številčnost živali na nekem območju? Kako ta metoda deluje?

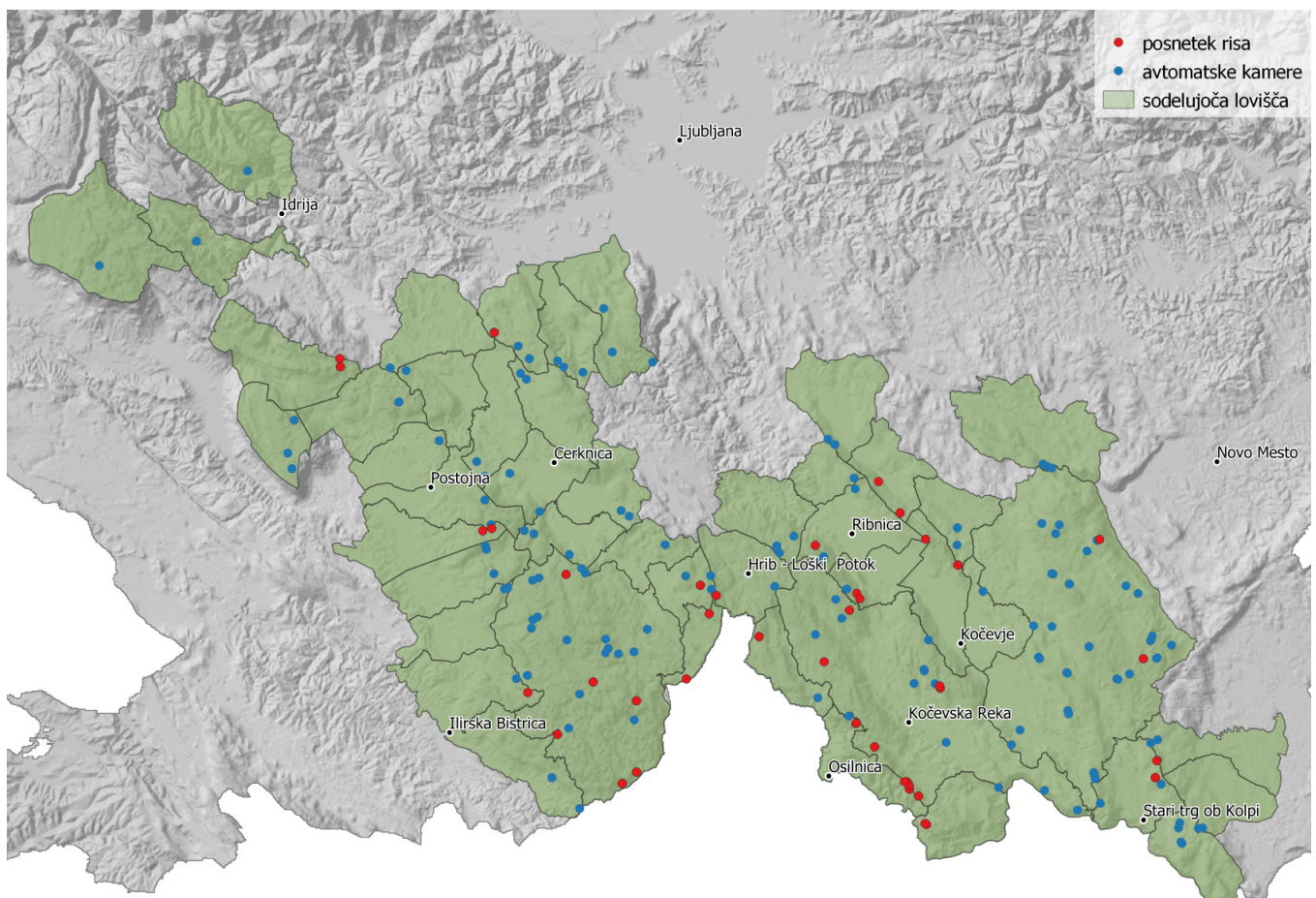
-----

-----

-----

## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: PRIMERJAVA ŽIVLJENJSKIH PROSTOROV

Raziskovalci so s pomočjo lovcev in lovč postavili 253 foto-pasti na 185 lokacijah na območju pojavljanja risa. Ugotovili so, da je na območju slovenske strani Dinaridov prisotnih vsaj 20 odraslih osebkov in dva mladiča. Na spodnji fotografiji so narisane lokacije postavljenih kamer. Z rdečo so označene kamere, na katerih so dobili vsaj 1 posnetek risa, z modro pa so označene kamere, na katerih risa niso posneli. S posnetki iz vseh kamer bodo lahko raziskovalci bolje ocenili velikosti teritorijev posameznih risov, kje se posamezni risi gibljejo ter kje se razmnožujejo.



Vir: [https://www.lifelynx.eu/wp-content/uploads/2020/09/Lovisca\\_risi\\_2019-20\\_LOVEC\\_medium.png](https://www.lifelynx.eu/wp-content/uploads/2020/09/Lovisca_risi_2019-20_LOVEC_medium.png)

Zanimivost: Risi niso edine vrste živali, ki jih lahko raziskujemo z uporabo fotoidentifikacije. Domači raziskovalci z uporabo fotoidentifikacije ugotavljajo na primer številčnost delfinov v slovenskem morju (<https://www.morigenos.org/raziskovanje/>).

## 2.5 PREHRANSKI SPLETI IN TROFIČNI NIVOJI

Razred: 7 (Naravoslovje)

Čas izvedbe: do 45 min v šoli in  
do 90 min doma

### Namen dejavnosti

Prehranske verige in prehranski spleti so eden izmed konceptov, preko katerih učencem prikažemo, kako so organizmi v naravi med seboj povezani. Celosten pogled na naravo kot povezavo različnih dejavnikov in organizmov pa je pomemben za razumevanje ekologije in oblikovanje pozitivnih naravovarstvenih stališč.



### Teoretično ozadje

Organizmi v naravi so med seboj v različnih odnosih. Poznamo **tekmovalne odnose**, **vzajemnost** ter **izkoriščevalne odnose**, med katere prištevamo objedanje (herbivorijo), plenilstvo in parazitizem. Slednji trije so ključni za poznavanje prehranskega spleta v posameznem ekosistemu.

Značilnost izkoriščevalnih odnosov je ta, da ima eden izmed organizmov v odnosu zmanjšan **fitnes** oziroma zmožnost preživetja zaradi **neposrednega vpliva**. Pri **herbivoriji** se rastlinojedi organizmi prehranjujejo z različnimi rastlinami, vendar jih po navadi ne uničijo popolnoma. Prav tako je pri **parazitizmu**, kjer se paraziti hranijo z gostiteljem, vendar ga ne ubijejo. **Plenilstvo** pa je odnos, kjer plenilec pokonča svoj plen, s katerim se prehranjuje.

Za tekmovalne odnose je prav tako značilno, da ima eden izmed osebkov zmanjšan fitnes, vendar je **vpliv posreden**. Bodisi osebki med seboj tekmujejo za hrano, prostor ali spolnega partnerja.

Za vzajemnost pa je značilno, da imata oba vpletena organizma od odnosa neko korist, torej drug na drugega vplivata pozitivno. Pravimo, da takšni organizmi živijo v **sožitju**.

### Izvedba dejavnosti

**Predznanje učencev:** Učenci morajo vedeti, da so rastline organizmi, ki v procesu fotosinteze same izgradijo lastno biomaso in nato predstavljajo vir hrane drugim organizmom. Vedeti morajo, da so lahko živali rastlinojede, vsejede ali mesojede.

**Potek dela:** Z učenci se pogovorite o tem, da so organizmi v naravi povezani in so v različnih odnosih kot so objedanje, plenilstvo in parazitizem.

Učenci nato preberejo besedilo o prehranskih verigah, prehranskem spletu ter trofičnih nivojih, kar jim omogoči reševanje drugega sklopa, pri katerem na primeru prehranskega spleta te informacije povežejo.

Učenci s pomočjo besedila izpolnijo nalogo.

Skupaj preverite rešitve in odgovore v učnem listu in se pogovorite o prehranjevalnem spletu, ki so ga učenci izdelali doma s pomočjo spletnih virov in/ali knjig.

## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: KDO POJE KOGA?

**Kaj se boš naučil-a?** Naučil-a se boš, kako so organizmi med seboj povezani v krajše prehranjevalne verige, te pa so prepletene v prehranjevalni splet. Spoznal-a boš, da organizme razvrščamo v različne trofične nivoje, glede na to, na kateri stopnji prehranjevalne verige se nahajajo.

**Kaj potrebuješ?** Učni list.

**Kaj narediš?** Preberi besedilo in reši naloge.

### 1. Prehranski odnosi med organizmi v ekosistemu so lahko prikazani kot sestavljene prehranske verige.

**Prehranska veriga** je enosmerna povezava med rastlinami ter različnimi živalmi, pri katerih je s puščico nakazano, katera žival oziroma kdo koga poje. Na ta način prikažemo, kako se v ekosistemu energija pretaka iz enega na drugi prehranski nivo.

Primer:

**Svetloba -> trava -> srna -> ris -> klop**

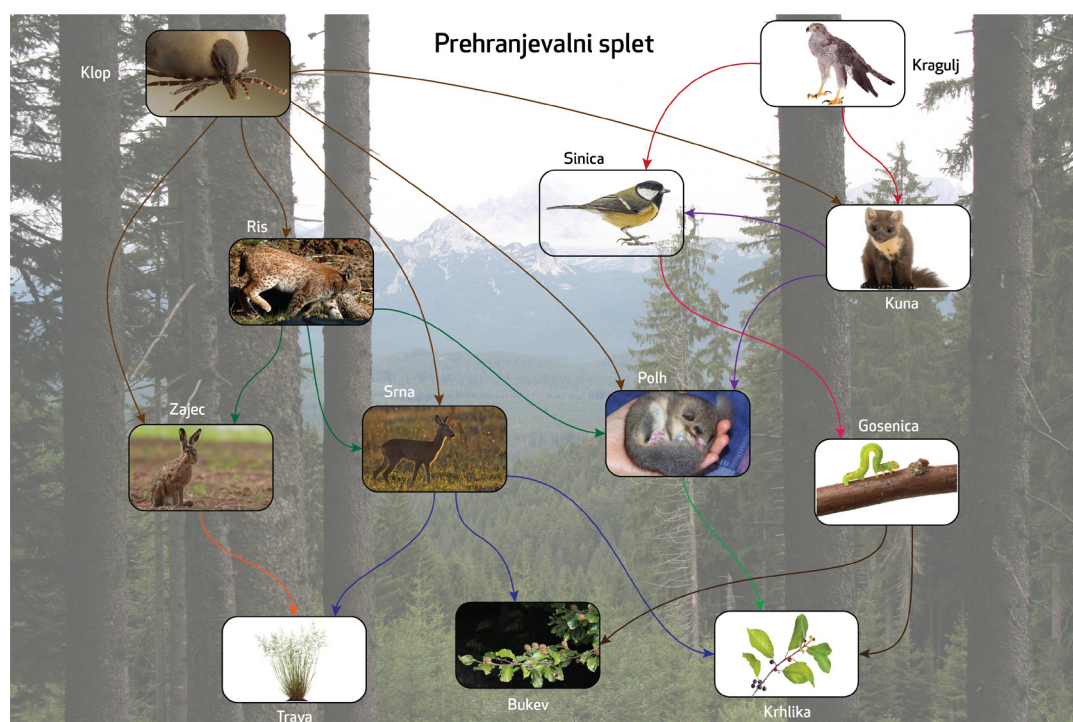
Vsak organizem v tej prehranjevalni verigi prikazuje različen **prehranski nivo**. Prehranski nivo je vsaka prehranjevalna stopnja, skozi katero se nadaljuje pretok energije. Zato pridobijo organizmi v prehranjevalni verigi dodatne izraze, ki opisujejo stopnjo nivoja (npr. srna je v zgoraj napisani prehranjevalni verigi primarni porabnik).

Primer:

**Svetloba -> primarni proizvajalec -> primarni porabnik -> sekundarni porabnik -> terciarni porabnik**

V naravi se večina živali prehranjuje z več kot le enim virom hrane. Če izrišemo več različnih prehranjevalnih verig in jih med seboj povežemo, dobimo **prehranjevalni splet**.

### 2. Na shemi so prikazani prehranjevalni odnosi med posameznimi organizmi. S pomočjo te sheme dopolni tabelo.



Prilagojeno po: Naravoslovje 7: Samostojni delovni zvezek s poskusi za naravoslovje v sedmem razredu osnovne šole (MKZ, 2020)



## Pretok energije v prehranjevalnem spletu

Energija se prenese <b>IZ</b> :	Energija se prenese <b>NA</b> :
Sonce	
Trava	
Bukev	
Krhlika	
Zajec	
Srna	
Polh	
Gosenica	
Ris	
Velika sinica	
Kuna	

**3. V tabelo pri posameznem organizmu dopiši prehranski nivo, v katerega ta organizem spada glede na zgoraj opisani prehranjevalni splet. Trofični nivoji so: primarni proizvajalec, primarni porabnik, sekundarni porabnik, terciarni porabnik.**

Organizem	Trofičen nivo
Gosenica	
Trava	
Ris	
Srna	
Klop	
Bukev	

**4. Na katero vrsto bi pozitivno vplivalo povečanje številčnosti polhov?**

-----

**5. Razmisli. V odmrlih organizmih je energija še vedno shranjena. Kdo pretvarja njihovo energijo?**

-----

## KAJ SEM SE NAUČIL-A?

1. Kakšen način prehranjevanja imajo primarni porabniki (mesojedi, vsejedi, rastlinojedi način)?  
-----
2. Izdelaj prehranjevalni splet iz naslednjih organizmov: **hrast, rogač, jež, polž, trava, lisica, miš, kanja, smreka, veverica**. Lahko dodaš tudi druge organizme.

## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: KDO 'KRADE' RISU PLEN?

Ris se po uspešnem plenjenju še več dni vrača k svojemu plenu. Njegov plen je v večini primerov srna, ki predstavlja preveliko količino hrane le za en obrok. Zaradi tega ris svoj plen rahlo zakrije z listjem ali pa ga odvede pod kakšno drevo. Nato plen zapusti, čez dan počiva na drugi lokaciji, ob mraku oziroma zvečer pa se vrne k plenu in nadaljuje s hranjenjem. To lahko počne nekaj dni (3-4 dni). Raziskovalci so ugotovili, da se k risovem plenu ne vrača le ris, ampak tudi mnogo nepovabljenih gostov. Z uplenjeno srno se lahko hranijo lisice, divje svinje, kune, vrane, medvedi in druge živali. V kolikor ima ris srečo, bodo nekatere izmed njih posegle le po manjših koščkih mesa. V najslabšem primeru pa lahko njegov plen najde medved ter si ga prilasti oziroma poje v celoti. Ris tako ostane brez zasluženega obroka, naslednji dan pa se mora podati v iskanje novega plena. Glede na ugotovljeno je ris zelo pomemben v naravi, saj njegov plen predstavlja vir hrane tudi drugim organizmom v gozdu.



Slika: Ris (<http://www.risi.si/Slika:Risek080416.jpg>) in medved ob plenu (<http://www.risi.si/Slika:Medo.jpg>).

## Rešitve tabel v učnem listu

2. Na shemi so prikazani prehranjevalni odnosi med posameznimi organizmi. S pomočjo te sheme dopolni tabelo.

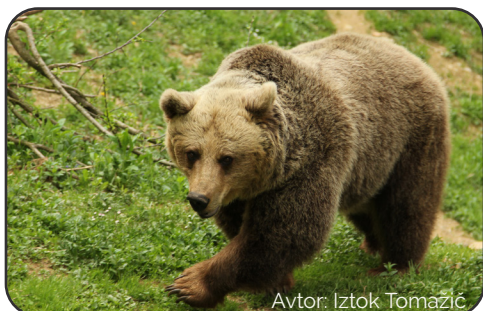
### Pretok energije v prehranjevalnem spletu

Energija se prenese IZ:	Energija se prenese NA:
Sonce	Trava, bukev, krhlika
Trava	Srna, zajec
Bukev	Srna, polh, gosenica
Krhlika	Srna, gosenica
Zajec	Ris, klop
Srna	Ris, klop
Polh	Ris, klop, kuna
Gosenica	Velika sinica
Ris	Klop
Velika sinica	Kuna, kragulj
Kuna	Kragulj

3. V tabelo pri posameznem organizmu dopiši prehranski nivo, v katerega ta organizem spada glede na zgoraj opisani prehranjevalni splet. Trofični nivoji so: primarni proizvajalec, primarni porabnik, sekundarni porabnik, terciarni porabnik.

Organizem	Trofičen nivo
Gosenica	Primarni porabnik
Trava	Primarni proizvajalec
Ris	Sekundarni porabnik
Srna	Primarni porabnik
Klop	Terciarni (sekundarni) porabnik
Bukev	Primarni proizvajalec

Fotografije organizmov za samostojno sestavljanje prehranjevalnih verig.



## 2.6 ODNOS MED PLENOM IN PLENILCEM

Razred: 7 (Naravoslovje)

Čas izvedbe: do 45 min v šoli

### Namen dejavnosti

V naravi organizmi medsebojno vplivajo drug na drugega. Za razumevanje odnosov med njimi sta na spodnjem primeru razložena dejavnika plenjenja in dostopnosti hrane.



### Teoretično ozadje

Številčnost populacije posamezne živalske vrste v določenem ekosistemu je omejena z različnimi dejavniki. V splošnem na njeno velikost vplivata predvsem dva dejavnika. To sta **količina dostopne hrane** zanjo ter **intenzivnost plenjenja** njenih plenilcev. V naravi sta ta dva dejavnika v soodvisnosti in nimata ves čas enakega vpliva, zato opazimo nihanje v številu organizmov skozi čas.

Zelo znan primer je soodvisnost ameriškega snežnega zajca (*Lepus americanus*) in kanadskega risa (*Lynx canadensis*). Zajci so rastlinojede živali. Velikost populacije te vrste se iz leta v leto spreminja in je odvisna od količine hrane, ki jo ima populacija na voljo. Kadar je hrane veliko, se bo številčnost osebkov populacije povečala. Kadar hrane primanjkuje, pa se bo zmanjšala. Temu načinu regulacije, kjer je številčnost odvisna od dostopnosti hrane pravimo **uravnavanje od spodaj** (*bottom up control/regulation*). Vendar pa število zajcev ni omejevano le s količino dostopne hrane, temveč tudi z jakostjo plenjenja. Njihovi plenilci so kanadski risi. Ko naraste število zajcev, se bo povečalo tudi število risov. Zaradi tega se bo povečalo plenjenje s strani risov, ki bo populacijo zajcev zmanjšalo. Takšnemu načinu omejevanja števila organizmov pravimo **uravnavanje od zgoraj** (*top-down control/regulation*).

### Izvedba dejavnosti

**Predznanje učencev:** Učenci morajo vedeti, da je populacija skupina organizmov iste vrste, ki živi ob določenem času na določenem prostoru. Vedeti morajo, da so organizmi lahko v medsebojnih odnosih ter da je eden izmed teh odnosov plenilstvo.

**Potek dela:** Učence razdelite v skupine po 3 (ali več). Vsaka skupina dobi 60 listov s srnami (predstavljajo srne) in 30 listov z risi (predstavljajo rise). Nato si učenci razdelijo vloge. Eden bo nadzoroval število srn, eden število risov, eden pa bo beležil podatke v tabelo. Vsi učenci nato izrišejo graf. Simulacijsko vajo izvedejo v naslednjih korakih:

1. Pričnejo s 16 listi srn, ki jih enakomerno položijo na mizo. Nato naključno vržejo 4 liste z risi po mizi. Podatki o številu srn in risov v prvem letu so že zabeleženi v tabeli.
2. Listi srn, ki so v stiku z listi risa, veljajo za uplenjene srne. Listi risov, ki niso v stiku z nobenim listom srne, veljajo za poginule rise. V kolikor je v stiku s srno več kot 1 list risa, "preživi" le 1 ris.
3. Število "preživelih risov" in "preživelih srn" se podvoji zaradi razmnoževanja živali. Podatke o številu srn in risov v drugem letu zabeležijo v graf. Pozor: največje število risov je lahko 30, največje število srn pa 60. V kolikor npr. preživi 20 risov in 45 srn, se njihovo število ne podvoji, temveč vzamemo maksimalni števili – 30 risov ter 60 srn.
4. Korak 1 nato ponovijo z novim številom listov (razmnoženi risi in srne). Temu sledita korak 2 in korak 3. Korake ponavljajo toliko časa, dokler ne pridobijo podatkov o spremembah številčnosti risa in srne za obdobje 10 let.
5. Učenci iz zbranih podatkov izrišejo graf ter odgovorijo na vprašanja.

## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: MEDSEBOJNI VPLIV PLENA IN PLENILCA

**Kaj se boš naučil-a?** Naučil-a se boš, kakšen je medsebojni vpliv plena in plenilca.

**Kaj potrebuješ?** Učni list.

**Kaj narediš?** Preberi navodila, izvedi vajo in odgovori na vprašanja.

Učitelj vas razdeli v skupine. Vajo izvedete po navodilih, ki vam jih da učitelj (PRILOGA: Navodila in učni list za učence). Podatke, ki ste jih zbrali pri vaji ter jih vpisali v tabelo, uporabite za izris grafa. Vsak zase v spodnjo mrežo izriše graf, ki prikazuje številčnost risa ter srne skozi obdobje 10 let.

Ustrezno označi **x** in **y** os, dopiši **naslov grafa** ter odgovori na vprašanja.

MILIMETRСКА MREŽA ZA IZRISOVANJE GRAFA.



Kaj opaziš pri grafu?

-----

Kdaj je bilo število srn najvišje in kdaj najnižje?

-----

Kdaj je bilo število risov najvišje in kdaj najnižje?

-----

Katera vrsta živali je bolj številčna? Zakaj meniš, da je tako?

-----

Kaj se zgodi s številom risov, če upade število srn? Zakaj meniš, da je tako?

-----

Kaj bi lahko bili razlogi, da upade številčnost srn?

-----

## KAJ SEM SE NAUČIL-A?

Kaj se zgodi s številčnostjo risov, ko upade številčnost njegovega plena?

-----

-----

Obkroži ali trditev drži ali ne drži.

Številčnost srn se po povečanju števila risov zmanjša.

DRŽI

NE DRŽI

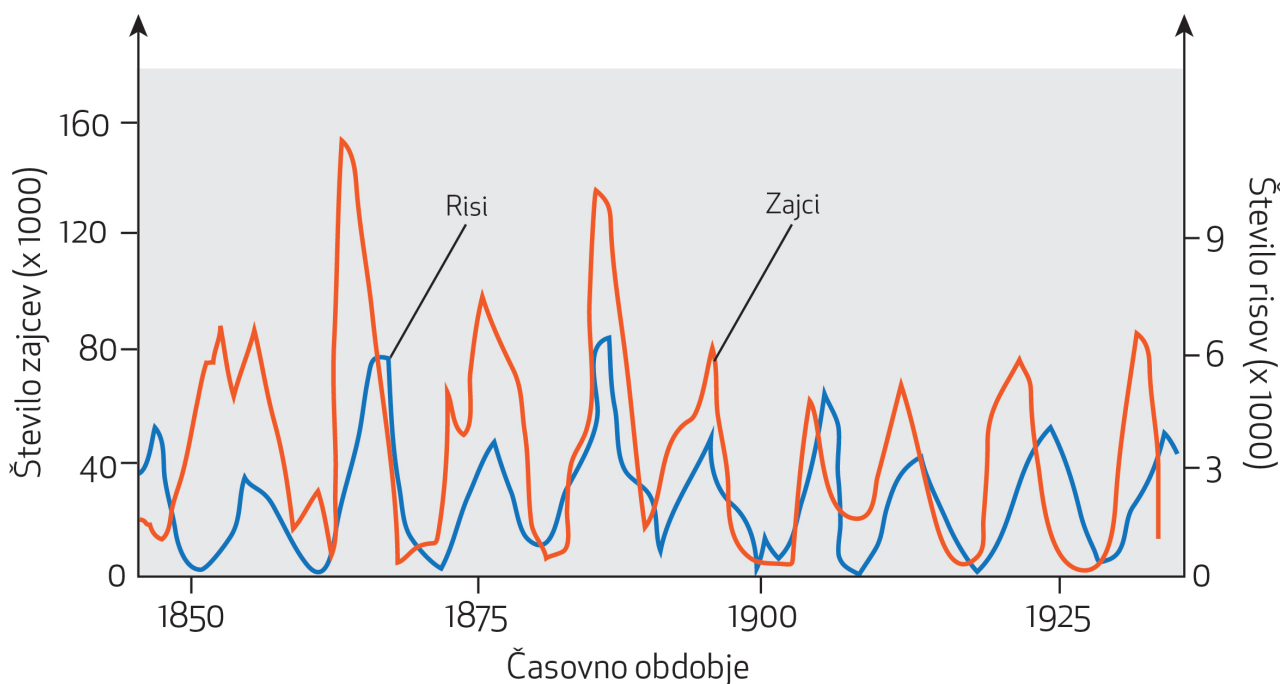
Ko številčnost srn naraste, naraste tudi številčnost risov.

DRŽI

NE DRŽI

## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: PRIMER KADANSKEGA RISA IN SNEŽNEGA ZAJCA

Na spodnjem grafu je prikazana soodvisnost kanadskega risa (*Lynx canadensis*) kot plenilca ter snežnega zajca (*Lepus americanus*) kot plena. Kot vidiš, se številčnost obeh organizmov iz leta v leto spreminja. Razlog je v tem, da vplivata drug na drugega bodisi zaradi plenjenja (ris pleni zajca) ali zaradi dostopnosti hrane (zajec je hrana za risa, hkrati pa je sam odvisen od količine rastlinske hrane). Zato na številčnost zajcev poleg števila risov, vpliva tudi količina rastlinske hrane.



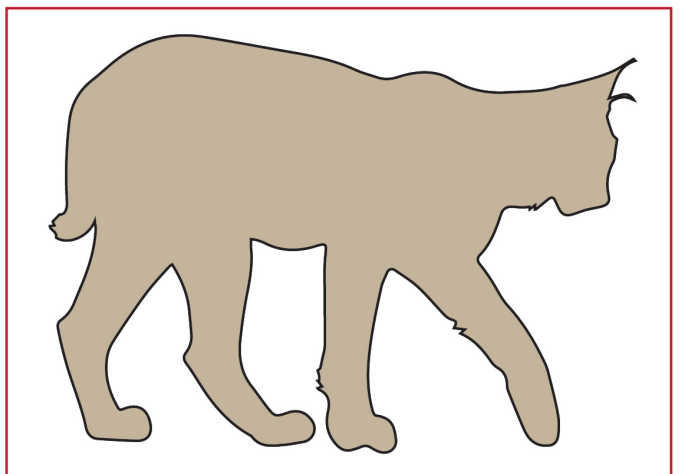
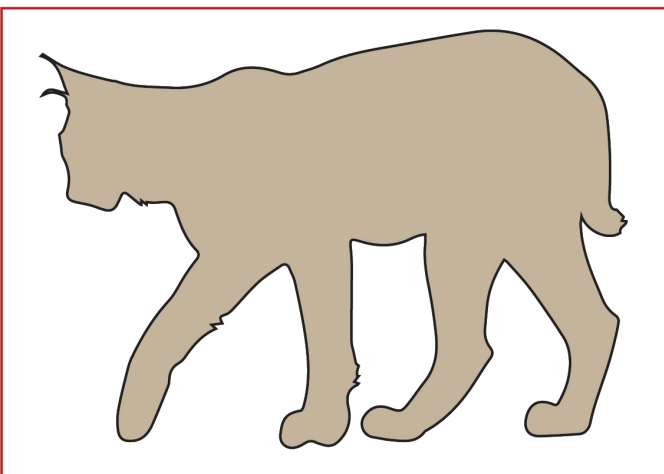
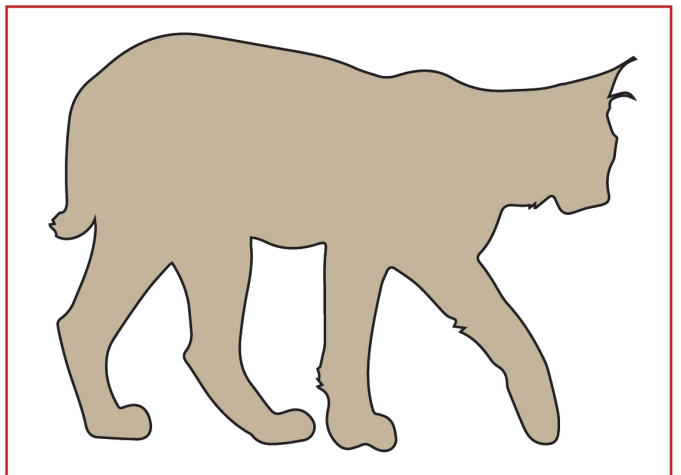
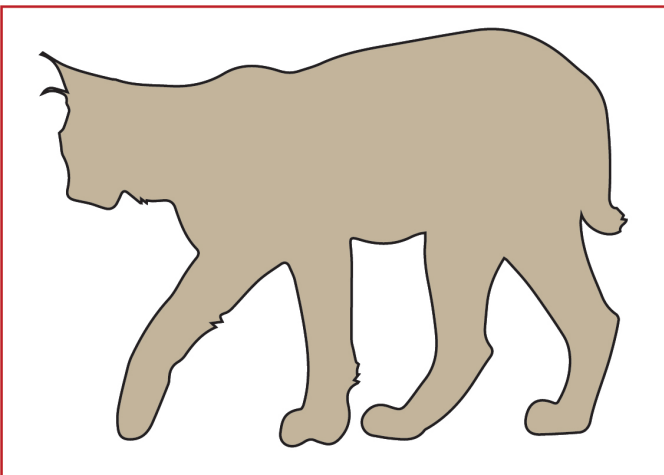
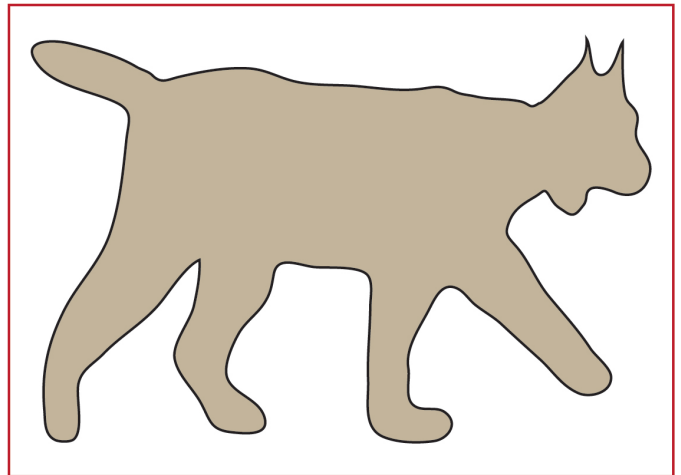
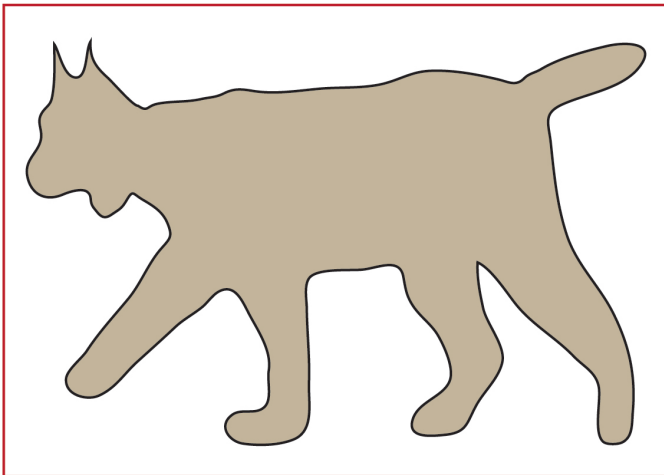
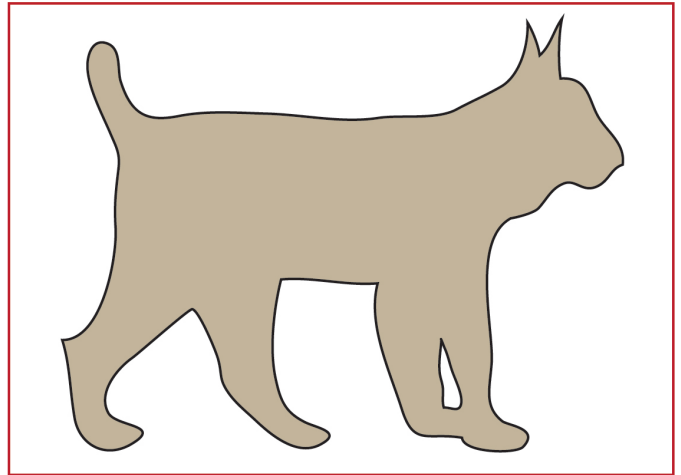
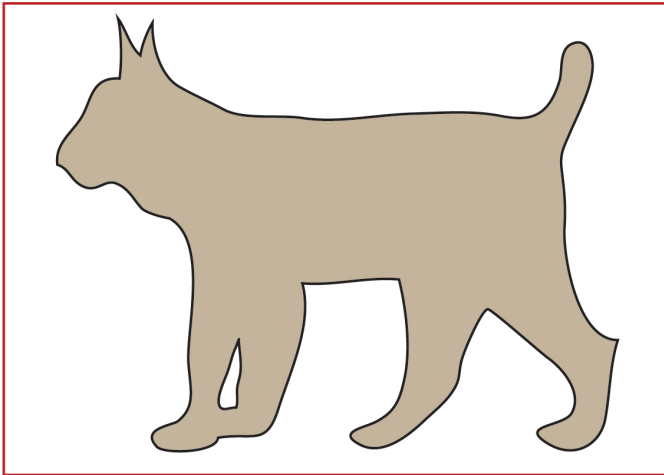
**Graf:** Samoregulacija števila risov in zajcev.

Katere podobnosti opaziš med tem grafom in tvojimi podatki?

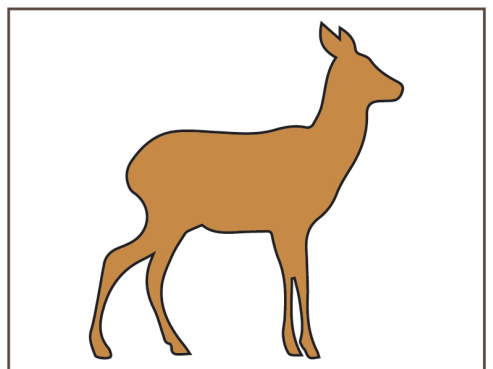
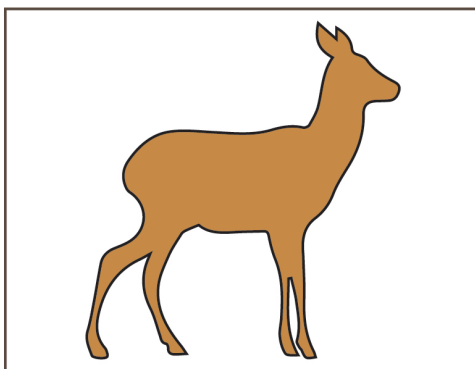
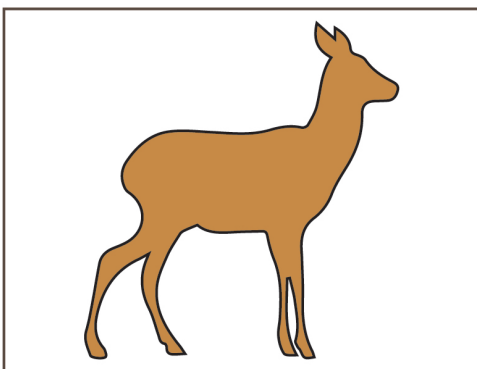
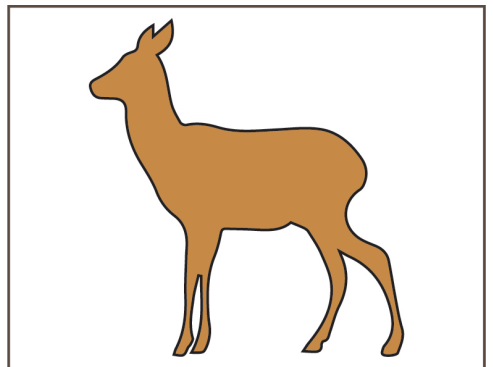
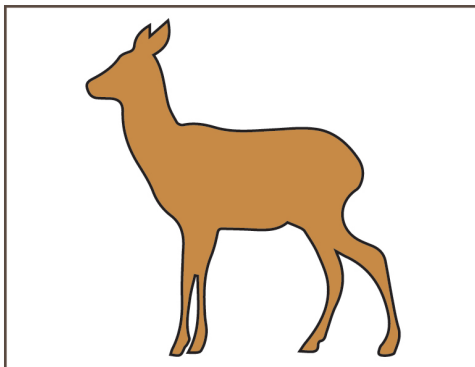
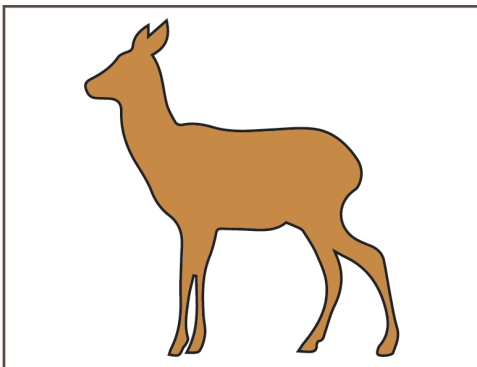
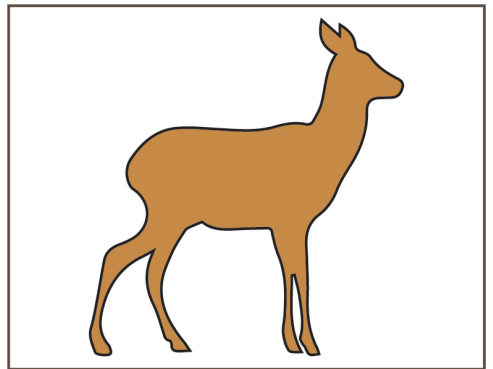
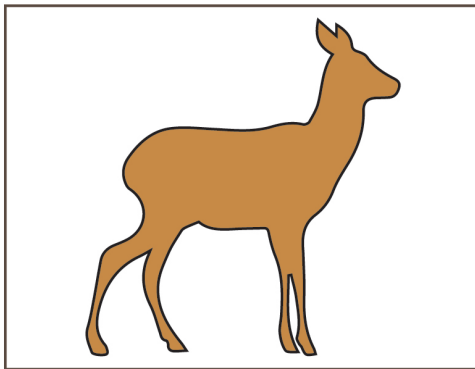
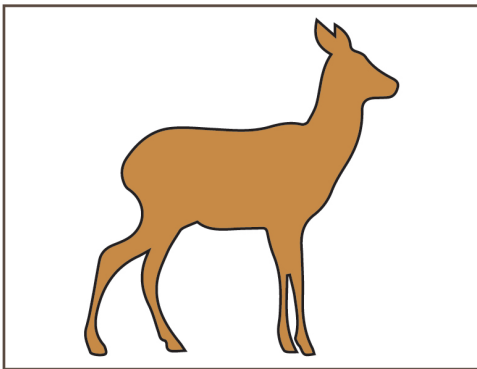
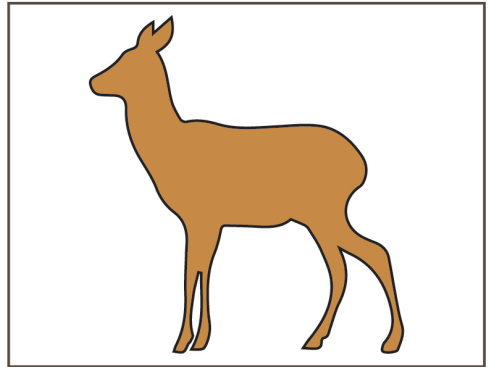
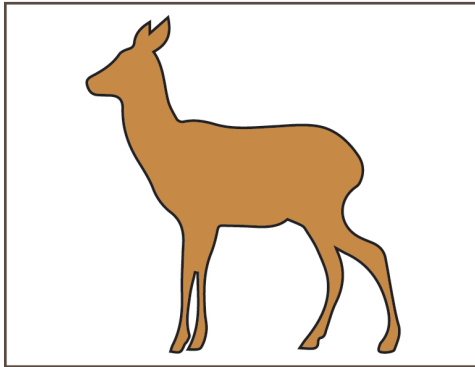
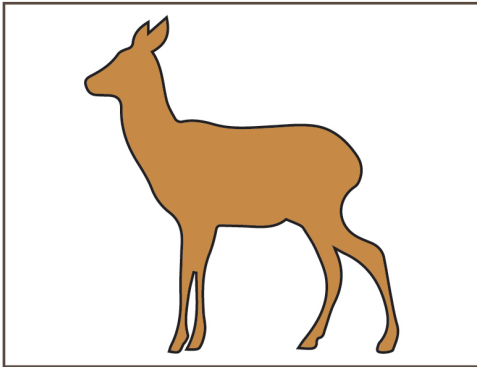
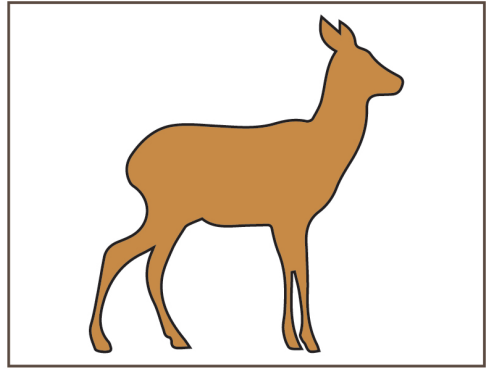
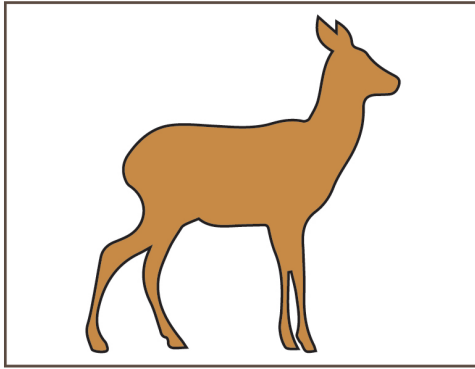
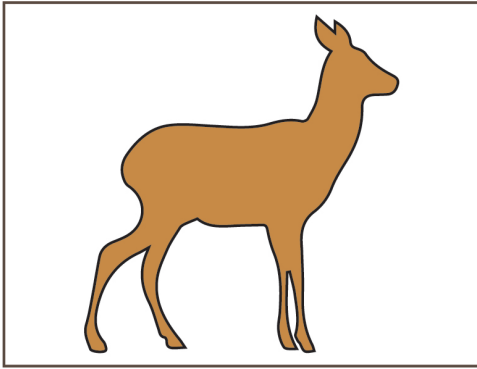
-----

-----

-----







## PRILOGA: Navodila in učni list za učence

### Potek dela:

Učitelj vas razdeli v skupine. Vsaka skupina dobi 60 listov s srnami (predstavljajo srne) in 30 listov z risi (predstavljajo rise). Nato si učenci razdelite vloge. Eden bo nadzoroval **število srn**, eden **število risov**, eden pa bo **beležil podatke** v tabelo. Vajo izvedete v naslednjih korakih:

1. Vajo pričnete s 16 listi srn, ki jih enakomerno položite na mizo. Nato naključno vržete 4 liste z risi po mizi. Podatki o številu srn in risov v prvem letu so že zabeleženi v tabeli.
2. Listi srn, ki so v stiku z listi risa, veljajo za uplenjene srne. Listi risov, ki niso v stiku z nobenim listom srne, veljajo za **poginule rise**. V kolikor je v stiku s srno več kot 1 list risa, "preživi" le 1 ris.
3. Število "preživelih risov" in "preživelih srn" **se podvoji zaradi razmnoževanja** živali. Podatke o številu srn in risov v drugem letu zabeležite v graf. **Pozor:** največje število risov je lahko 30, največje število srn pa 60. V kolikor npr. preživi 20 risov in 45 srn, se njihovo število ne podvoji, temveč vzamemo maksimalni števili – 30 risov ter 60 srn.
4. Korak 1 nato ponovite z novim številom listov (razmnoženi risi in srne). Temu sledita korak 2 in korak 3. Korake ponavljajte toliko časa, dokler ne pridobite podatkov o spremembah številčnosti risa in srne za obdobje 10 let.
5. Vsak učenec zase izriše graf iz zbranih podatkov in odgovori na vprašanja.

**TABELA ŠTEVILČNOSTI RISA IN SRNE SKOZI ČAS**

Zaporedno leto	Število srn	Število risov
1	16	4
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

## 2.7 PREHRANSKE PRILAGODITVE RAZLIČNIH GOZDNIH ŽIVALI

**Razred:** 7 (Naravoslovje),  
8 (Biologija).

**Čas izvedbe:** do 45 min v šoli

### Namen dejavnosti

Namen dejavnosti je učencem prikazati različne prilagoditve živali glede na njihov način življenja. Učenci preko primerov spoznajo povezavo med telesno zgradbo živalskih skupin in njihovim načinom prehranjevanja.



### Teoretično ozadje

Živali delimo na rastlinojede, mesojede ter vsejede živali. Glede na način prehranjevanja so se pri njih ustvarile različne morfološke prilagoditve lobanj. Opazimo lahko razlike med velikostjo ter obliko lobanj, zob ter lego oči. Vsejede in mesojede živali imajo **oči spredaj** (frontalno), saj je s tem omogočen globinski vid. Rastlinojede živali imajo oči **ob straneh** (lateralno), saj imajo s tem pokrito večje vidno polje. Zobje so pri mesojedih živalih drugačni kot pri rastlinojedih. Pri mesojedih živalih so podočniki večinoma daljši in ostri, ostre grizne površine pa imajo tudi meljaki. Pri rastlinojedih živalih ne opazimo ostrih podočnikov - pri nekaterih so lahko tudi odsotni, meljaki pa imajo ravne površine in so razširjeni. Vsejede živali imajo tako karakteristike mesojedih kot tudi rastlinojedih živali - podočniki so v večini primerov ostri, meljaki pa so razširjeni in bolj ravni.

### Izvedba dejavnosti

#### Predznanje učencev:

Učenci morajo vedeti, da so živa bitja prilagojena okolju v katerem živijo. Znati morajo razlikovati živa bitja po zunanji zgradbi in prehranjevanju. Vedeti morajo, da so živali lahko rastlinojede, mesojede ali vsejede.

#### Potek dela:

Učenci preberejo besedilo in rešijo naloge. Z njimi se pogovorite o značilnostih rastlinojedih, mesojedih in vsejedih živali. Izpostavite, da se prehrana živali razlikuje glede na letne čase. Pri uri se lahko pogovorite tudi o značilnostih in morfoloških prilagoditvah človeške lobanje.

## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: KAJ JEM?

**Kaj se boš naučil-a?** Naučil-a se boš, kakšne so razlike v lobanjah različnih živali. Spoznal-a boš, da so lobanje prilagojene glede na način prehranjevanja živali.

**Kaj potrebuješ?** Učni list.

**Kaj narediš?** Preberi navodilo in reši učni list.

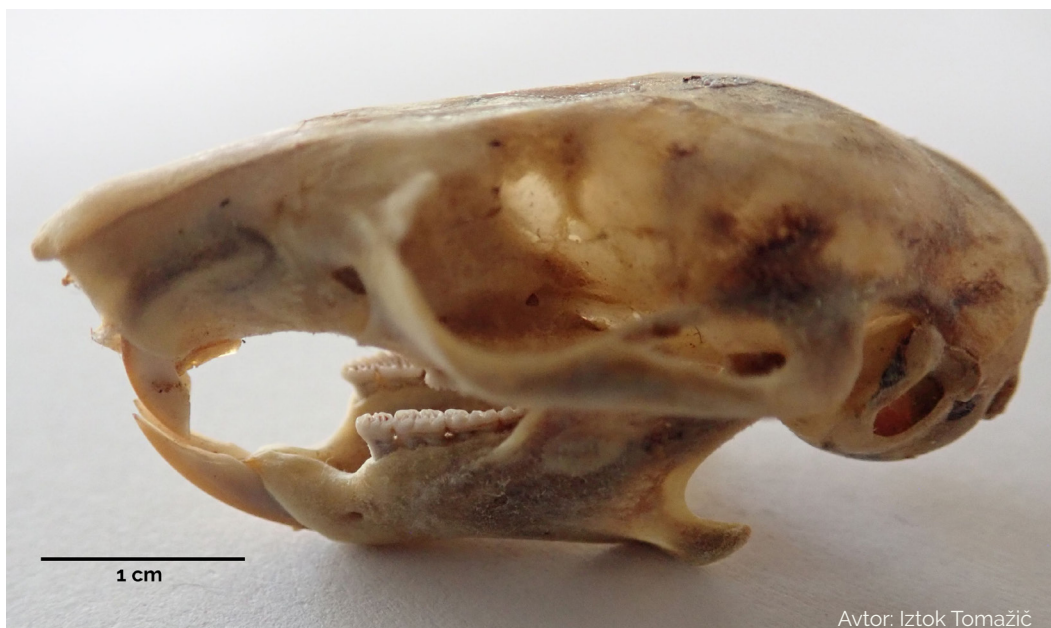
**1. Spodaj so prikazane fotografije različnih lobanj ter njihovi opisi. Natančno si preberi opis lobanje in si oglej slike. Poveži ime živali s pravim opisom lobanje. Dopiši ali je žival rastlinojeda, mesojeda ali vsejeda.**

Žival	Opis	Lobanja - črka
<b>Srna</b> Dolžina lobanje: 20 cm	Oči na lobanji so lateralno - na straneh. Nosni del je rahlo podaljšan. V zgornji čeljusti nimajo sekalcev. Podočniki so zelo majhni, nameščeni za spodnjimi sekalci in se od teh težko ločijo na prvi pogled. Za podočniki je dolg presledek. Kočniki so razširjeni in stopničasti, a kljub temu ostri.	
<b>Volk</b> Dolžina lobanje: 26 cm	Oči na lobanji so frontalno - usmerjene naprej. Nosni del je podaljšan. Podočniki so dolgi in koničasti. Za podočniki je kratek presledek. Kočniki imajo ostre, zašiljene grizne površine. Zgornji zadnji del lobanje ima izrasel velik greben za pritrjanje čeljustnih mišic (najbolj vidno iz strani).	
<b>Ris</b> Dolžina lobanje: 14 cm	Oči na lobanji so frontalno - usmerjene naprej, očesne jamice so izredno velike in zaokrožene. Nosni del ni podaljšan. Podočniki so dolgi in koničasti. Za podočniki je majhen presledek. Kočniki, ki so le trije, imajo ostre, zašiljene grizne površine. Zgornji zadnji del lobanje ima izrasel manjši greben za pritrjanje čeljustnih mišic (najbolj vidno iz strani).	
<b>Bober</b> Dolžina lobanje: 16 cm	Oči na lobanji so lateralno - na straneh. Nosni del je rahlo podaljšan. Sekalci so zelo ostri in stalno rastoči, imenovani glodači. Zgornji sekalci so usmerjeni navzdol, spodnji sekalci so usmerjeni navzgor - oboji se stikajo in brusijo in so obarvani rjavo-oranžno (zaradi železa v zobeh). Za sekalci je dolg presledek. Kočniki so razširjeni in ravni, z zelo očitnimi brazdami.	
<b>Medved</b> Dolžina lobanje: 40 cm	Oči na lobanji so frontalno - usmerjene naprej. Nosni del je podaljšan. Podočniki so dolgi in koničasti. Za spodnjimi podočniki je daljši presledek. Zgornji zadnji del lobanje ima izrasel velik greben za pritrjanje čeljustnih mišic. Kočniki so razširjeni in manj ostri.	
<b>Polh</b> Dolžina lobanje: 5 cm	Oči na lobanji so lateralno - na straneh. Nosni del je rahlo podaljšan. Sekalci so zelo ostri in stalno rastoči, imenovani glodači. Zgornji sekalci so usmerjeni navzdol, spodnji sekalci so usmerjeni navzgor - oboji se stikajo in brusijo. Za sekalci je dolg presledek. Kočniki so razširjeni in ravni, z vidnimi brazdami.	

A) Lobanja s strani (nekoliko pod kotom); lobanja od zgoraj; spodnja čeljustnica s strani; lobanja z zgornjo čeljustnico, slikana od spodaj navzgor.



B) Lobanja s strani; spodnja čeljustnica od zgoraj; lobanja z zgornjo čeljustnico od spodaj navzgor; lobanja (brez spodnje čeljustnice) od zgoraj.



C) Lobanja s strani; lobanja od zgoraj; lobanja z zgornjo čeljustnico od spodaj navzgor; spodnja čeljustnica s strani.



D) Lobanja s strani; spodnja čeljustnica s strani; lobanja z zgornjo čeljustnico, slikana od spodaj navzgor.





E) Lobanja s strani; lobanja od zgoraj; spodnja čeljustnica s strani; lobanja z zgornjo čeljustnico, slikana od spodaj navzgor.



F) Lobanja s strani; del lobanje z zgornjo čeljustnico od spodaj navzgor; spodnja čeljustnica, slikana od zgoraj.



Avtor: Iztok Tomažič



Avtor: Iztok Tomažič



Avtor: Iztok Tomažič

## 2. Odgovori na vprašanja.

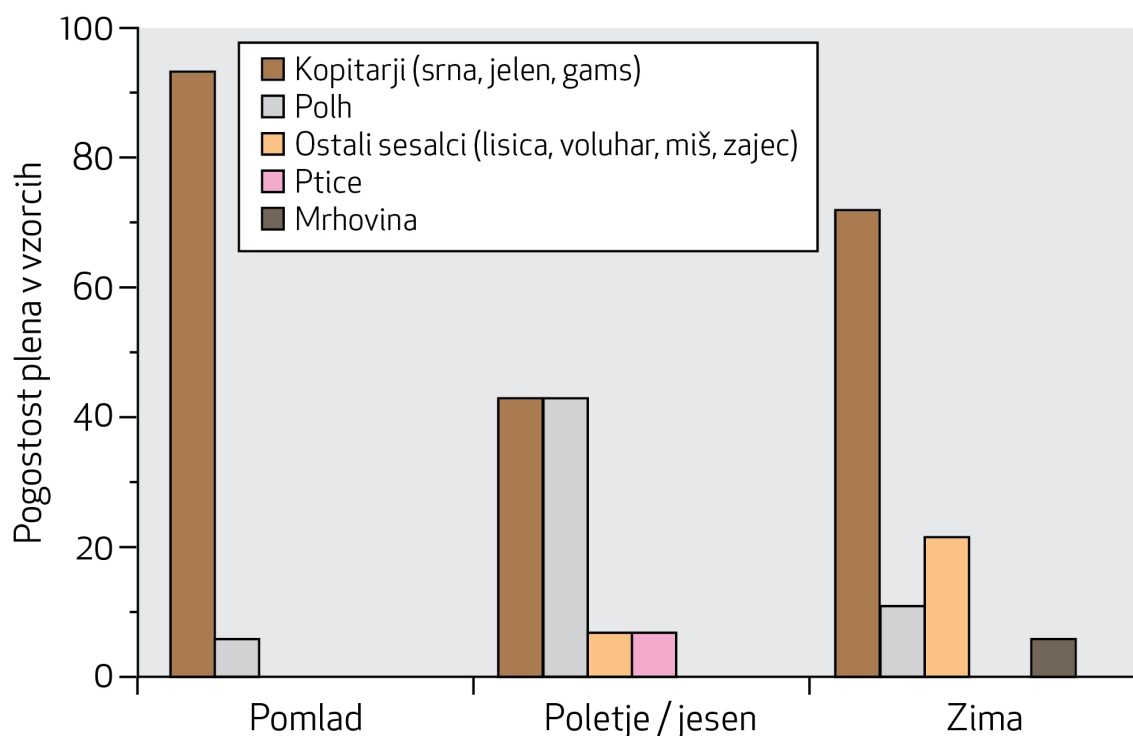
2.1 Katere lastnosti so skupne rastlinojedim živalim?

-----  
 -----

2.2. Katere lastnosti so skupne mesojedim živalim?

-----  
 -----

2.3. V različnih letnih časih je na voljo različna hrana, zato se prehrana živali razlikuje skozi leto. Na spodnjem grafu je prikazana prehrana risa v različnih letnih časih. Raziskovalci so analizirali iztrebke in želodce različnih risov ter zabeležili, s čim so se prehranjevali. "Pogostost plena v vzorcih" je delež vzorcev, pri katerih je bil tip hrane prisoten. Iz grafa razberi podatke in odgovori na vprašanja.



a) V katerem letnem času ima ris najbolj raznoliko prehrano?

-----

b) Kateri plen je najpogostejši v spomladanskem, kateri v poletnem/jesenskem in kateri v zimskem času?

-----

c) Kakšna je pogostost pojavljanja polha kot plena v posameznem letnem času?

Spomladi: -----

Poleti/jeseni: -----

Pozimi: -----

## KAJ SEM SE NAUČIL-A?

Dopolni preglednico.

Živali so:	Vsejede	Mesojede	Rastlinojede
Oči imajo nameščene:			
Podočniki so:			
Meljaki so:			
Primere živali:			

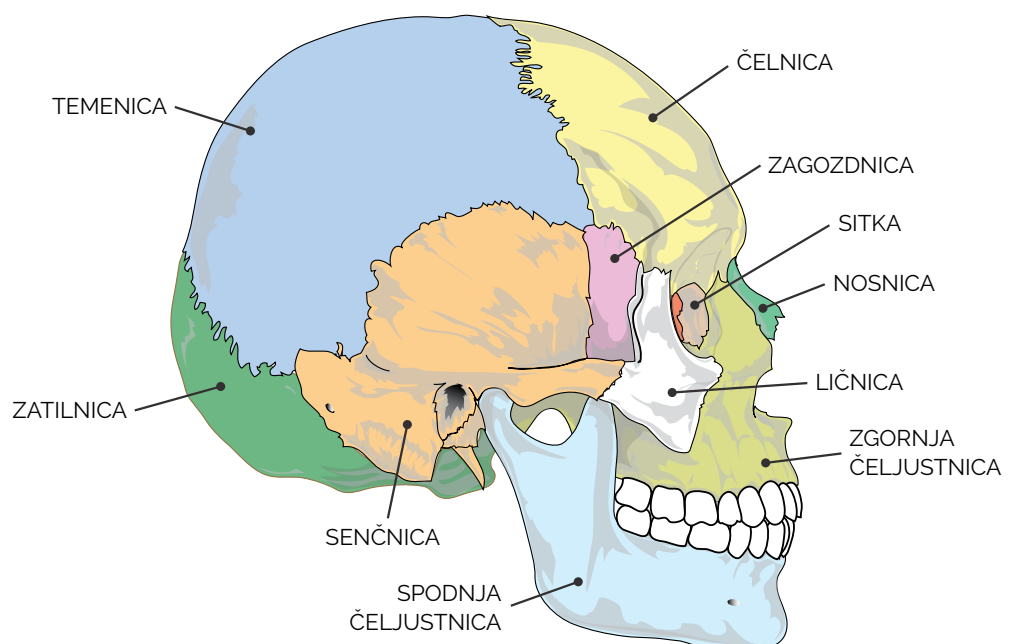
## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: KAJ PA LJUDJE?

Ljudje smo se skozi evolucijo prilagodili določenemu načinu življenja. Naš lobanjski del se je skozi evolucijo povečal zaradi večanja prostornine možganov. To nam omogoča kompleksno mišljenje in opravljanje zahtevnejših nalog. Naš nosni del je zmanjšan, očesne orbite so velike. Iz tega lahko sklepamo, da je vid za nas bolj pomembno čutilo kot vonj. Oči so nameščene spredaj (frontalno), saj smo v preteklosti potrebovali globinski vid za npr. lov divjih živali ter za natančno izdelavo orodij. Sekalci so pri ljudeh manjši, podočniki prav tako ne izstopajo po velikosti, meljaki in kočniki so sploščeni. Kljub temu, da vsak tip zob opravlja določeno nalogo, je oblika vseh manj izrazita le zaradi tega, ker smo se ljudje prilagodili na termično obdelavo hrane, kar pomeni olajšano prehranjevanje. Pri ljudeh je tudi odsoten izrasli kostni greben na zadnjem delu lobanje, kot ga imajo npr. zveri za pritrjanje čeljustnih mišic. Zaradi tega imamo manj močan ugriz.

Na spodnjih fotografijah sta prikazana odlitek modela zob ter lobanja človeka. Preko fotografij lahko opazuješ in razmisliš o zgoraj opisanih prilagoditvah človeka na način življenja, kot ga imamo danes.



Avtor: Iztok Tomazič



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Human\\_skull\\_side\\_simplified\\_%28bones%29.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Human_skull_side_simplified_%28bones%29.svg)

## 2.8 KAKO IZRAČUNATI DELEŽ RISOV Z GENETSKO OKVARO

Razred: 9 (Biologija: Genetika in Ekologija)

Čas izvedbe: 45 - 90 min v šoli

### Namen dejavnosti

Razumevanje dedovanja je osnova pri ugotavljanju problematike povezane z varstveno genetiko. Pri tej dejavnosti se učenci na primeru risa naučijo osnovnih principov dedovanja in spoznajo problem parjenja v sorodstvu.



### Teoretično ozadje

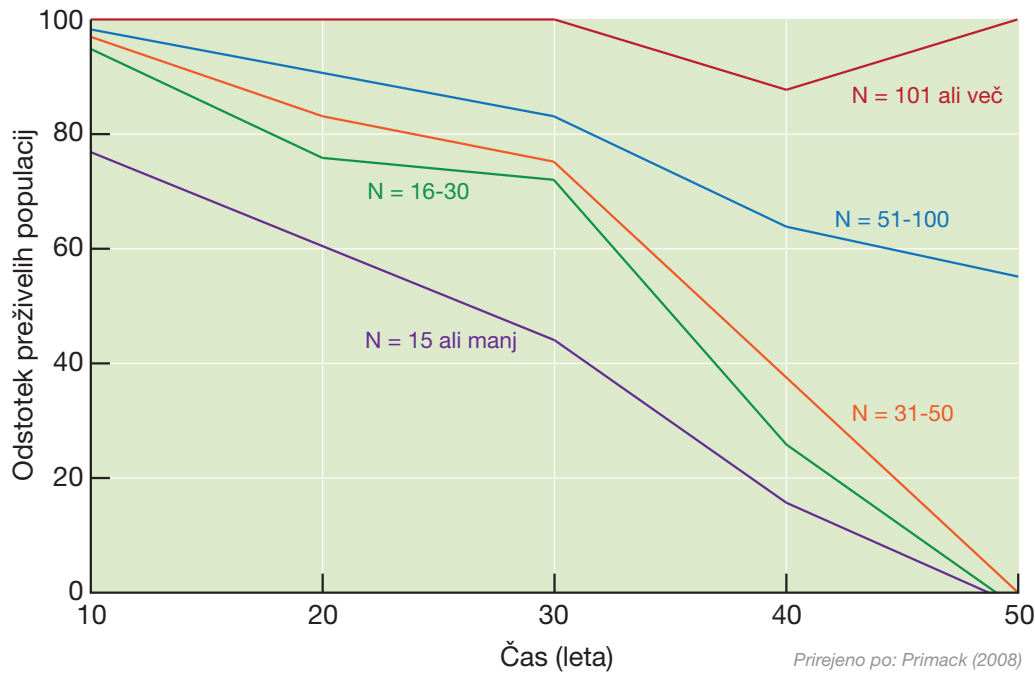
Varstveni biologi se ukvarjajo z varovanjem biotske pestrosti na različnih ravneh organizacije življenja - na ravni ekosistemov, na ravni posameznih vrst, na ravni populacij in na ravni genov. Njihova vloga pri varstvu vrst je še posebej pomembna, ko je neka vrsta ali populacija ogrožena. Populacija običajno postane ogrožena, ko postane majhna, osebki v njej pa kmalu nimajo več druge izbire, kot da se pari s svojimi sorodniki. Potomci takšnega parjenja med sorodniki (v sokrvju) imajo pogosto znatno manjšo sposobnost preživetja in uspešnega razmnoževanja. Ko se v populaciji vedno bolj pari med sabo sorodniki, pravimo, da v populaciji raste **sokrvje**. Populacija lahko zaradi tega postane še manjša, še bolj ranljiva, sokrvje pa posledično vedno bolj raste. Temu pravimo **virtinec izumiranja** in na koncu lahko takšna populacija izumre.

Vpliv velikosti populacije na njeno preživetje lepo ponazarja spodnji graf, ki nam kaže vpliv velikosti populacije (N) na preživetje populacij debelorogih ovc skozi čas. Raziskovalci so v 50 letih spremljanja številnih populacij po severnoameriškem Skalnem gorovju opazili, da so populacije z več kot 100 osebki načeloma preživele, medtem ko so majhne populacije z manj kot 50 osebki izumrle.

Naloga varstvenih biologov je, da problem prepoznajo in predlagajo rešitve, ki bodo populacijo naredili dovolj veliko, da se bo lahko izognila parjenju med sorodniki in preživela. Takšni populaciji pravimo »**minimalna viabilna populacija**« (MVP). Pri zagotavljanju »velikosti« populacije pa niso vsi osebki enakovredni – osebki, ki nimajo potomcev, svojih genov ne predajo naprej in so z genetskega vidika za populacijo nepomembni. Štejejo samo osebki, ki se uspešno razmnožujejo, skupnemu številu teh pa pravimo **efektivna velikost populacije**. Ko govorimo o MVP, govorimo o efektivni velikosti populacije. Če je le-ta majhna, bo neogibno pričelo rasti sokrvje.

Vsak organizem, ki se spolno razmnožuje, nosi v sebi "genetsko breme" škodljivih recesivnih mutacij (alelov). V genomu sesalcev je okrog 35000 genov. Ocenjuje se, da jih lahko ima vsaj 5000 smrtonosne mutacije, to je takšne mutacije, ki povzročijo smrt organizma, če se izrazijo. Še veliko več genov pa ima mutacije, ki bi lahko povzročile slabše razmnoževanje in preživetje. Na srečo so v velikih populacijah večinoma različne mutacije, zato običajno pri razmnoževanju potomci dobijo od staršev škodljive recesivne mutacije na različnih genih, tako da se le-te fenotipsko ne izrazijo.

Pri parjenju med sorodniki pa nastane težava. Potomci starševskih osebkov, ki so v sorodstvu, dobijo škodljivo mutacijo na istem genu od bližnjega skupnega prednika obeh staršev. Na primer, če se parita brat in sestra ali bratranec in sestrična. V velikih populacijah to običajno ni problem saj ima precej sesalcev mehanizme za izogibanje parjenja med sorodniki in tudi v praktično vseh človeških kulturah se incest smatra za tabu. V majhnih populacijah, kot je to primer pri naših risih, pa živali kmalu nimajo druge izbire - lahko se pari s sorodnim osebkom, ali pa se sploh ne pari!



**Slika:** Povezava med velikostjo populacije in preživetjem v obdobju 50 let na primeru severnoameriških debelorogih ovc (*Ovis canadensis*); N = velikost populacije.



**Slika:** Severnoameriška debeloroga ovca (*Ovis canadensis*).

## Izvedba dejavnosti

### Predznanje učencev:

učenci morajo vedeti, da se dedna snov nahaja v molekulah DNA in da se lastnosti prenašajo iz generacije v generacijo. Vedeti morajo, da je gen odsek DNA, ki se prepíše v beljakovino(e). Ena molekula DNA predstavlja en kromosom.

### Potek dela:

Z učenci se najprej pogovorite o tem, kaj je varstvena biologija, kaj pomeni parjenje v sorodstvu in kakšne so posledice parjenja v sorodstvu.

Učenci nato preberejo besedilo o dominantno-recesivnem dedovanju. Iz tega sklopa dobijo informacije, ki jim omogočijo reševanje drugega sklopa, ki prikazuje izražanje recesivnih lastnosti.

Skupaj preverite rešitve in odgovore v učnem listu.

## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: IZRAČUNAJ DELEŽ RISOV Z GENETSKIMI OKVARAMI

**Kaj se boš naučil-a?** Naučil-a se boš izračunati delež risov z genetskimi okvarami, kako se dedujejo lastnosti in kako pride do izražanja določenih genetskih bolezni.

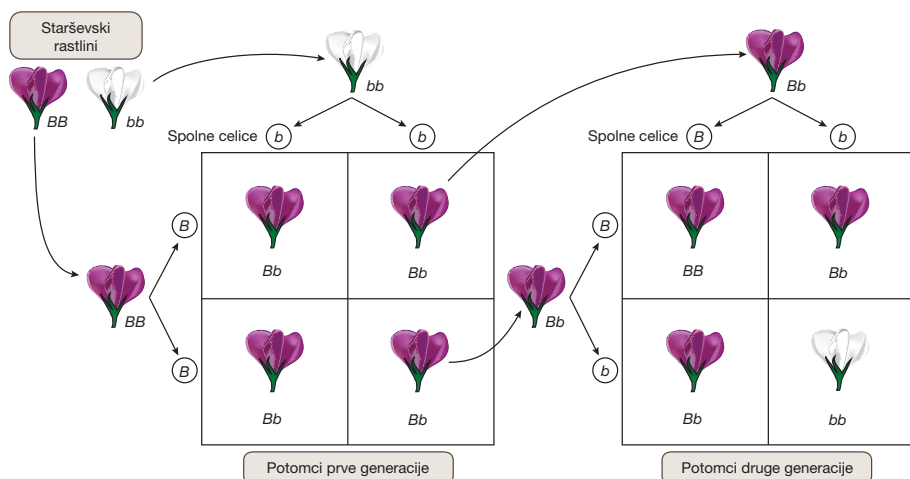
**Kaj potrebuješ?** Učni list.

**Kaj narediš?** Sledi navodilom v učnem listu.

### 1. Najprej preberi besedilo. Le tako boš lahko rešil-a nalogo na naslednji strani.

Vsak ris ima v telesnih celicah dve garnituri kromosomov. Po eno garnituro dobijo od vsakega starša. Število kromosomov v celicah se razlikuje pri posameznih vrstah. Ris ima na primer v telesnih celicah 38 kromosomov, človek pa 46. Če razložimo na primeru človeka, ki ima v telesnih celicah 46 kromosomov, jih je 23 podedoval od očeta in 23 od matere. Med nastankom spolnih celic se število kromosomov prepolovi. Tako je pri človeku v vsaki spolni celici (v moški ali v ženski spolni celici) po 23 kromosomov. Med oploditvijo (združitvijo moške in ženske spolne celice) se število kromosomov obnovi (46). Kromosomi so molekule DNA. Posameznemu odseku DNA, ki nosi informacijo za posamezno beljakovino, pa pravimo **gen**. Ker imamo v telesu dvojno garnituro kromosomov, imamo tudi dve verziji vsakega gena, ki jima pravimo **alela**. Da se izrazi neka lastnost, je lahko dovolj že ena prevladujoča različica gena (en alel). Takemu načinu dedovanja pravimo **dominantno dedovanje** (dominanten alel). Določene lastnosti pa se izrazijo le, če je zapis za dominantno lastnost odsoten na obeh alelih (oba alela sta **recesivna** - imata prikrito oziroma recesivno lastnost).

V nadaljevanju opisan primer dedovanja lahko zasledite v učbenikih biologije. Dominanten alel se označuje z veliko tiskano črko, recesiven alel pa z malo tiskano črko. Ker ima vsak gen v celici dva alela, so lahko kombinacije naslednje: AA (oba dominantna alela - osebek je dominantni homozigot), Aa (en dominanten in en recesiven alel - osebek je heterozigot) in aa (oba alela sta recesivna - osebek je recesivni homozigot). Na sliki je prikazano dominantno-recesivno dedovanje barve cvetov pri grahu. V kolikor imajo potomci vsaj en dominanten alel, bo barva cveta vijolična. Če ima potomec dva recesivna alela (je recesivni homozigot), bo barva cveta bela. Ta princip dedovanja je prvi opisal Gregor Mendel v 19. stoletju. Razmerje lastnosti prikažemo s **Punnettovim kvadratom**.



**Slika:** Dominantno-recesivno dedovanje barve cvetov pri grahu.

Prilagojeno po: Biologija 1: O biologiji, celicah in genetiki (MKZ, 2017).

#### Mini slovar:

**Gen:** Odsek na DNA, ki nosi zapis za neko lastnost.

**Alel:** Različica gena za določeno lastnost (npr. barva cvetov).

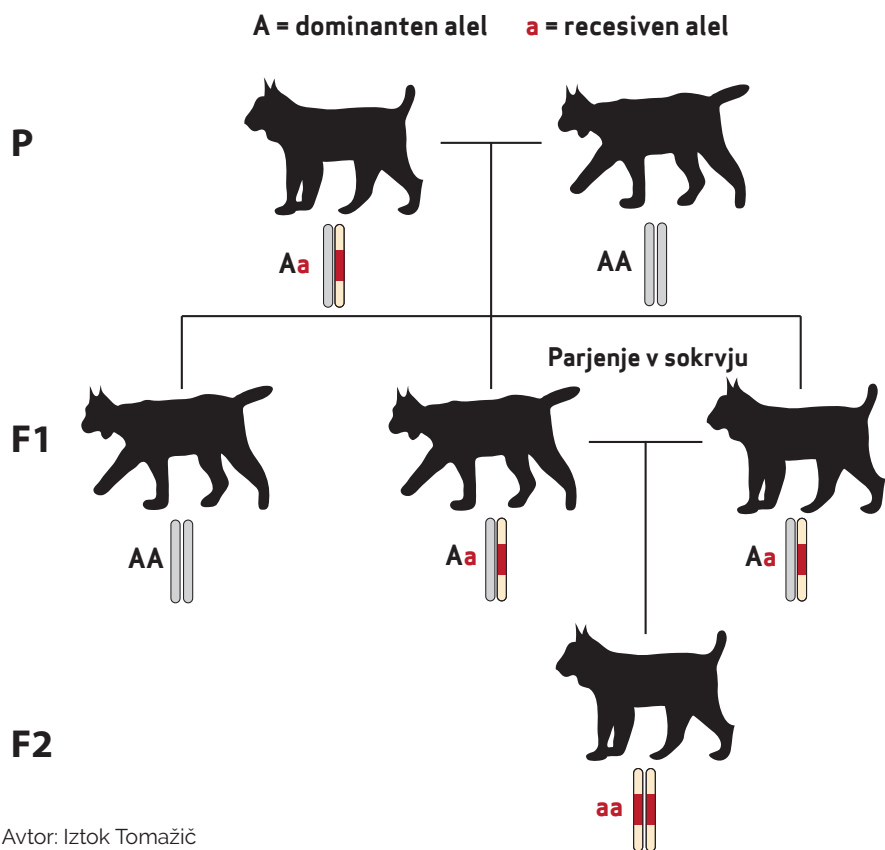
**Homozigot:** Osebek z enakima aleloma.

**Heterozigot:** Osebek z različnima aleloma.

**Recesivno dedovanje:** Gen se izrazi le v homozigotnem stanju (potrebna sta dva enaka alela, da se lastnost izrazi).

**Dominantno dedovanje:** Gen se izrazi v heterozigotnem (prevladujoč alel v paru povzroči, da se lastnost izrazi) in homozigotnem stanju (oba alela sta enaka in prevladujoča).

2. Kot raziskovalec si dobil nalogo, da s pomočjo Punnettovega kvadrata predvidiš delež risov z genetskimi okvarami v znanem primeru, prikazanem na sliki. Zanima te, kakšen je delež risov z genetskimi okvarami pri potomcih prve generacije in kakšen je delež risov z genetskimi okvarami pri potomcih druge generacije. Pri nastanku prve generacije potomcev sta se parila heterozigot ter dominantni homozigot, pri nastanku druge generacije potomcev pa sta se parila 2 heterozigota, ki sta v sorodu, sta brat in sestra.



Starševska generacija (P) z različnimi aleli. Z rdečo barvo je obarvan recesiven alel, ki nosi zapis za genetsko okvaro. S sivo barvo je obarvan alel, ki nosi neokvarjen zapis.

Potomci prve generacije (F1) so lahko podedovali 1 alel z neokvarjenim zapisom ter 1 alel z zapisom za genetsko okvaro. V F1 generaciji se parita brat in sestra.

Potomci druge generacije (F2) lahko podedujejo obe kopiji alela z zapisom za genetsko okvaro. Zato se ta lastnost tudi izrazi.

Avtor: Iztok Tomažič

Prva generacija potomcev:


Izračun deleža risov z izraženo genetsko okvaro v prvi generaciji:

Risov, pri katerih opazimo izraženo genetsko okvaro je \_\_\_\_\_ %.

Druga generacija potomcev:


Izračun deleža risov z izraženo genetsko okvaro v drugi generaciji:

Risov, pri katerih opazimo izraženo genetsko okvaro je \_\_\_\_\_ %.



## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: SOKRVJE IN GENETSKE OKVARE

Verjetno ste pri dejavnosti izračunali, da bo delež risov z izraženo genetsko okvaro 25%. Ker pa ima večina osebkov v genomu več kot en recesiven smrtonosen alel (isto velja za samca in samico), se pri sesalcih verjetnost smrtonosne genetske napake pri potomcih, ko se parita brat/sestra, ocenjuje na **43%**! Pomeni, da bo skoraj vsak drugi potomec takšnega parjenja umrl zaradi genetske napake. Seveda pa to ne pomeni, da bodo takšni osebki lepo živeli in potem kar preprosto nekega dne poginili. Največkrat pride do smrtnosti že na stopnji zarodka. Lahko pa se težave izrazijo kadarkoli v življenju osebka.

Primer, ki je bil prikazan pri dejavnosti, se je navezoval le na učinek recesivnih smrtonosnih alelov. Vendar sama smrt osebka ni edini dejavnik, ki lahko omeji njegovo uspešnost in uspešnost preživetja celotne populacije. Velik je tudi pomen recesivnih škodljivih alelov, ki osebka sicer ne "ubijejo" neposredno, ga pa naredijo šibkejšega, bolj dovzetnega na bolezni in manj sposobnega imeti potomce. To lahko ima enak ali še večji učinek na preživetje populacije kot recesivni smrtonosni aleli in še dodatno poveča škodo, ki jo povzroča parjenje v sorodstvu.

Pred doselitvami novih risov, ki so se v Sloveniji začele leta 2019, je povprečna sorodnost med našimi risi preseгла 25%. Pomeni, da sta si bili dve naključno izbrani živali v povprečju bolj sorodni kot brat in sestra, prav tako pa je bilo povprečno parjenje "hujše" z vidika parjenja v sorodstvu, kot če bi se parila brat in sestra.

Zdaj veš, kako parjenje v sorodstvu vpliva na preživetje osebkov in populacij - kaj misliš, kakšno usodo bi imela populacija risov v Dinaridih, če ne bi prišlo do doselitev novih nesorodnih živali iz Karpatov?

### KAKO JE PRIŠLO DO SOKRVJA PRI SLOVENSKIH RISIH?

V preteklosti je bil ris v Sloveniji zaradi človeške aktivnosti že iztrebljen, danes pa je v težavah zaradi parjenja v sorodstvu. Kako je prišlo do te situacije?

Ris je bil na območju Slovenije prisoten vse do 19. stoletja, ko je pričel postopno izumirati. Razlogov za izginjanje risov je bilo več. Poleg neposrednega preganjanja in lova, je na postopno zmanjševanje števila risov v veliki meri vplivalo krčenje gozdnih površin ter iztrebljanje vrst, ki so del njegove prehrane. Po izumrtju ris nekaj časa v Sloveniji ni bil prisoten, leta 1973 pa so lovci risa v Slovenijo ponovno naselili. S Slovaške so pripeljali šest evrazijskih risov. Risi, ki so izumrli pri nas so namreč pripadali isti vrsti. Živali so se uspešno parile in populacija se je povečevala ter se širila tudi prostorsko. Naselitev je tako dve desetletji veljala za izjemno uspešno. Konec osemdesetih let in v začetku devetdesetih let 20. stoletja pa se je rast in širjenje populacije ustavilo. Število risov je v Sloveniji in tudi drugih območjih, kamor se je populacija razširila, v zadnjih desetih letih hitro upadlo.

Od leta 1993 je ris v Sloveniji popolnoma zavarovana vrsta. Ker je bilo k nam pripeljanih le šest živali, je v populaciji ves čas prihajalo do parjenja v sorodstvu. Živali so postajale med seboj vedno bolj sorodne, sokrvje je iz generacije v generacijo rastlo, hitrost rasti sokrvja pa je z upadanjem števila risov postajala vedno večja. Ko veliko ali vse živali v populaciji izvirajo iz parjenja med sorodniki, v celotni populaciji padeta sposobnost preživetja in reprodukcijska uspešnost, kar nadalje vodi v še večji upad števila živali v populaciji in še hitrejšo rast sokrvja. Na koncu takšna populacija izumre.

Posledice parjenja v sorodstvu je izjemno težko preučevati v naravi, saj je treba poznati genetske odnose med posameznimi osebkami v populaciji in spremljati veliko osebkov tekom njihovega celotnega življenja. Te podatke pa je težko pridobiti, še posebej za takšne živalske vrste, kot je ris, ki ima dolgo življenjsko dobo, nizko številčnost, in ki se ljudem na splošno čim bolj izogiba. Učinke sokrvja pri risih so preučevali v skandinavskih živalskih vrtovih. Vse preučevane živali so bile ujete v naravi na Švedskem ali Finskem, ali pa so bile potomci takšnih živali. Ugotovili so, da so risi občutljivi za parjenje v sorodstvu in da je le-to vplivalo na skrajšanje življenjske dobe živali. Ker je življenje osebkov v naravi znatno težje kot v ujetništvu, so učinki sokrvja še znatno bolj izraženi, kar nam kažejo tudi raziskave opravljene na drugih živalskih vrstah.

## Genetske bolezni z recesivnim dedovanjem pri ljudeh

Tudi pri ljudeh poznamo genetske bolezni z recesivnim dedovanjem. Pravzaprav vsak med nami nosi v sebi škodljive ali celo smrtonosne recesivne alele, ampak na srečo je vsak od njih izjemno redek in verjetnost, da jih bosta imela in oče in mati, zelo majhna. Ko pa se to zgodi, pa so lahko posledice za potomca zelo hude. Najpogostejše takšne bolezni ljudi so Tay-Sachs-ova bolezen, fenilketonurija, cistična fibroza, ... Obstajajo verjetnosti od 1:2000 do 1:12000, da potomec dobi alel katere od omenjenih bolezni od obeh staršev. Druge genetske bolezni so bistveno redkejše.

## KAJ SEM SE NAUČIL-A?

1. Obkroži, ali je trditev pravilna ali ni.

a) Če križamo heterozigota in homozigota, so v prvi generaciji potomcev sami homozigoti.

PRAVILNO      NAPAČNO

b) V spolnih celicah se nahaja en alel istega gena.

PRAVILNO      NAPAČNO

c) V živalskih celicah so geni, v rastlinskih celicah pa genov ni.

PRAVILNO      NAPAČNO

2. Sokrvje pomeni, da:

a) risi svojemu plenu najprej popijejo kri.

b) se pri parjenju v sorodstvu podedujeta dva enaka alela sorodnih prednikov.

c) se pri parjenju v sorodstvu poveča raznolikost alelov pri potomcih.

d) se geni med parjenjem v sorodstvu prenašajo iz potomcev na stare starše.

## 2.9 PREUČEVANJE S TELEMETRIJO

Razred: 9 (Biologija - Ekologija).

Čas izvedbe: do 45 min v šoli

### Namen dejavnosti

Učenci pri nalogi urijo veščine razbiranja iz grafov ter zemljevidov. Preko prikazanih kart razširjenosti povezujejo informacije ter interpretirajo raziskovalne odgovore.



### Teoretično ozadje

Organizmi se v prostoru različno razporejajo. Kje in kako pogosto se bodo nahajali, je odvisno od primernosti okolja, dostopnosti hrane, prisotnosti drugih organizmov ter njihove ekologije. Poznamo teritorialne vrste živali, kot sta npr. ris in volk, ter ne teritorialne živali, kot je npr. medved. Volk živi na svojem območju v tropu, posamezen trop pa ima ločene teritorije. Ris živi na svojem območju sam, teritorij samca pa se prekriva s teritorijem ene ali več samic, ne pa s teritoriji ostalih samcev. Medved za razliko od volka in risa ni teritorialna žival, torej se na nekem območju lahko giba več medvedov, se pa praviloma manjši (in mlajši) medvedi izogibajo večjim in starejšim medvedom.

S pomočjo raziskovalne metode telemetrije lahko ugotavljamo, kje in kdaj se živali v prostoru premikajo, iz česar lahko včasih tudi sklepamo, kaj v določenem trenutku počnejo. Metoda telemetrije temelji na tem, da se žival ulovi ter se ji namesti ovratnico. Ker moramo z živaljo priti v stik, to metodo uvrščamo v skupino **invazivnih raziskovalnih metod**, a je ustrezna uporaba ovratnic in drugih oblik telemetričnih naprav strogo določena na način, da živalim ne škodujejo in jih ne motijo. Ovratnica vsebuje sprejemnik GPS, ki določa njeno lokacijo, Oddajnik signala (radijskega ter mobilnega in baterijo. Ovratnica je na živali od nekaj mesecev do nekaj let, odvisno od živalske vrste in ciljev raziskave, po tem času pa se programirano razpre in odpade. Med tem časom preko mobilnega signala raziskovalcem pošilja sporočila o gibanju živali (npr. lokacija, gibanje, mirovanje) ter o drugih informacijah o okolici v kateri se giblje (npr. temperatura, vlažnost, svetloba). S to metodo pridobimo podatke o tem, kje se je žival določen trenutek nahajala, kako hitro se je gibala, ob katerem času smo zabeležili te podatke. S pomočjo računalniških programov lahko izrišemo točke gibanja živali in prikažemo območja ter intenzivnost rabe območij na katerih se giblje, skupaj z ostalimi informacijami pa sklepamo o tem, kako se žival v prostoru vede.



Slika: Dinko z ovratnico (<http://www.risi.si/Slika:Dinko.JPG>).

### Izvedba dejavnosti

#### Predznanje učencev:

Učenci morajo vedeti, da se je vsaka vrsta skozi evolucijo prilagodila do te mere, da je vzpostavila posamezna vedenja in svoj način življenja, ki ji omogoča preživetje. Vedeti morajo, da lahko ljudje najboljše preučujemo vedenje organizmov z opazovanjem ter z drugimi načini pridobivanja podatkov.

#### Potek dela:

Z učenci se pogovorite o telemetriji kot raziskovalni metodi ter njenem namenu. Učenci naj s pomočjo besedila izpolnijo učni list. Skupaj preverite njihove odgovore.

## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: KAJ POČNEM IN KJE SE NAJAHAM?

**Kaj se boš naučil-a?** Na primeru risa boš pridobil-a večšine razbiranja prostorskih podatkov o izbrani živali.

**Kaj potrebuješ?** Učni list.

**Kaj narediš?** Preberi navodilo in reši nalogo.

**1. Učitelj vam je predstavil, kako so raziskovalci pridobivali podatke o dveh risih - samici Teji in samcu Goruju. Podatke od samca Goruja so že vnesli v zemljevid in so označeni z rumenimi točkami. Podatki od samice Teje pa v zemljevid še niso vrisani, razen 2 lokacij, kjer so našli njen plen (označeni z rdečimi točkami). S pomočjo podatkov iz tabele v zemljevid vriši točke nahajanja risinje Teje. Točke poveži v zaporedju, kot se je premikala (od 1. do 18. točke). Odgovori na vprašanja.**

**Tabela:** Podatki o risinji Teji.

Točka	Y koordinata	X koordinata	Čas v dnevu	Aktivnost risinje
1	N	6	2:00	40
2	M	7	4:00	45
3	N	7	5:00	50
4	M	9	6:00	55
5	K	10	7:00	50
6	M	8	8:00	35
7	L	9	10:00	25
8	J	12	12:00	20
9	I	11	13:00	15
10	J	11	14:00	25
11	K	11	15:00	35
12	I	10	16:00	40
13	I	12	17:00	55
14	I	13	18:00	60
15	H	12	19:00	55
16	G	12	20:00	45
17	H	11	22:00	40
18	H	13	24:00	40

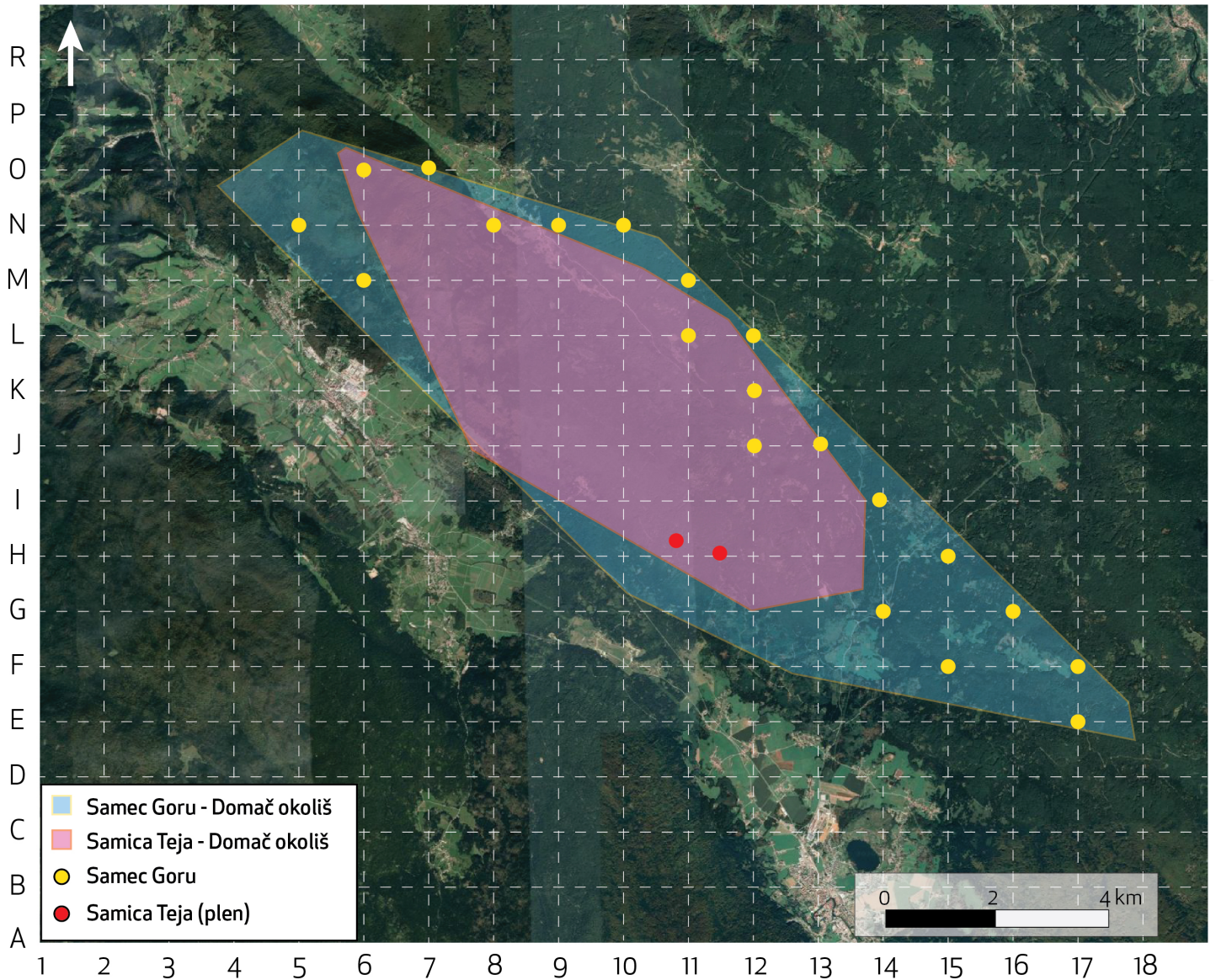
a) Katere podatke lahko razbereš iz preglednice?

-----  
 -----

b) V katerih delih dneva se je risinja Teja vrnila k plenu in kolikokrat se je to zgodilo? Utemelji.

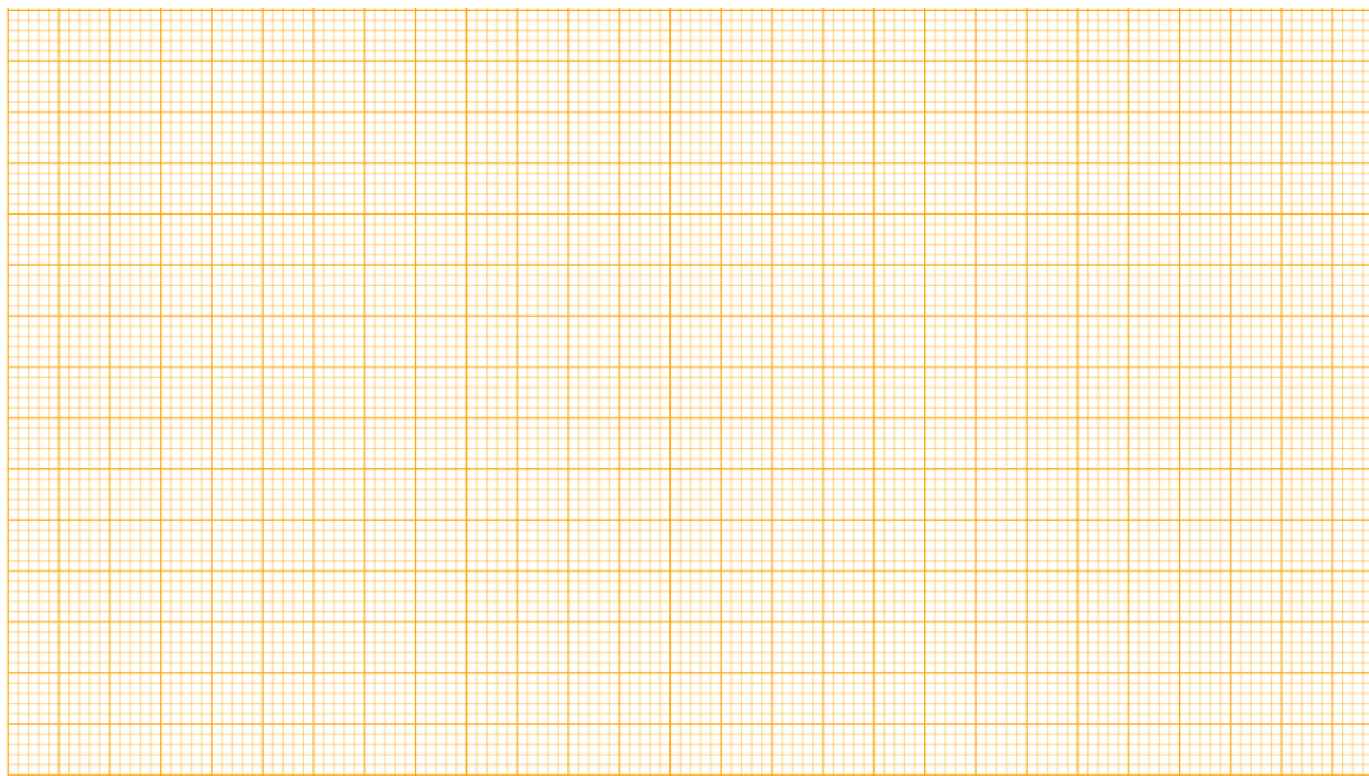
-----  
 -----  
 -----

Slika: Zemljevid.



Avtor: Iztok Tomažič

2. Iz podatkov, ki so podani v predzadnjem (čas v dnevu) in zadnjem (aktivnost risinje) stolpcu tabele, izriši graf aktivnosti risinje Teje. Na **x osi** naj bodo časovni podatki (ura v dnevu), na **y osi** pa aktivnost risinje. Aktivnost risinje je izračunana glede na podatke o njeni hitrosti in drugih parametrih, vendar nima posebne enote. Največja vrednost je 100. Ustrezno označi x in y os ter dodaj naslov grafa. S pomočjo izrisanega grafa (na naslednji strani) odgovori na vprašanja.



a) V katerem delu dneva je aktivnost risinje Teje največja?

-----

b) Kdaj bi dejal, da risinja Teja počiva?

-----

c) Kakšni sta vrednosti največje in najmanjše aktivnosti risinje Teje?

-----

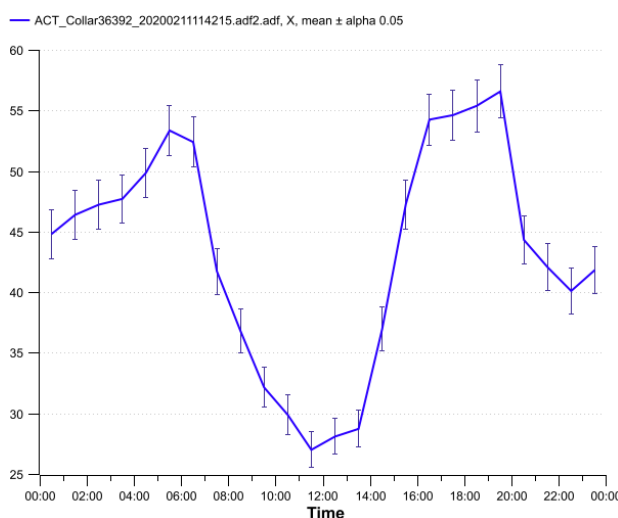
## KAJ SEM SE NAUČIL-A?

1. Na kateri koordinatni točki sta se lahko srečala risinja Teja in ris Goru?

-----

2. Ali se teritorija samca in samice prekrivata (zemljevid)? DA NE

## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: KAKO ANALIZIRAM PODATKE?



Avtor: Jaka Črtalič

Raziskovalci pri svojem delu pridobijo ogromno podatkov. Če želijo pridobiti zanesljive informacije o določenem pojavu, kot je npr. aktivnost risa skozi celoten dan, niso dovolj le podatki enega dneva, temveč potrebujejo podatke daljšega časovnega obdobja (nekaj mesecev ali leto). Tako lahko z večjo gotovostjo sklepajo določene ugotovitve.

V kolikor bi želeli prikazati vse podatke naenkrat, bi hitro nastala zmeda, vse skupaj pa bi bilo nerazumljivo. S pomočjo različnih analiz lahko zbrane podatke obdelamo in jih tako enostavneje prikažemo.

Za vsako uro imamo množico podatkov, ki smo jih s pomočjo izračuna združili v en sam, nov podatek. Ta podatek se imenuje **povprečna vrednost** ali **aritmetična sredina**. Na zgornjem grafu je povprečje prikazano s sklenjeno modro črto. Izračunamo ga tako, da seštejemo **vrednosti vseh podatkov** ter jih delimo s **število podatkov**.

Zaporedna številka podatka	Čas v dnevu	Aktivnost risa
Podatek 1	13:00	20
Podatek 2	13:00	25
Podatek 3	13:00	27



**Povprečna vrednost =**

$\frac{\text{podatek 1} + \text{podatek 2} + \text{podatek 3}}{\text{število podatkov}}$

število podatkov

Izračunaj povprečno vrednost aktivnosti risa ob 13:00.

Povprečna vrednost aktivnosti risa ob 13:00 je: \_\_\_\_\_

V kolikor bi bila na grafu izrisana samo sklenjena modra črta, bi bil zelo podoben tvojemu grafu, mar ne? Vendar opazimo na grafu tudi navpične črte.

Navpične modre črte prikazujejo **standardni odklon**. Ta nam pove, koliko znaša odstopanje množice podatkov od izračunanega povprečja – torej, koliko so znašale višje in nižje vrednosti ob določeni uri.

## 2.10 BIOAKUMULACIJA

Razred: 9 (Biologija).

Čas izvedbe: do 90 min v šoli

### Namen dejavnosti

Učenci preko vaje spoznajo, da strupene snovi v okolju ne izginejo, temveč se pogosto kopičijo v organizmih. Vaja prispeva k zavedanju učencev, da lahko imamo ljudje velik vpliv na organizme, ko v okolju uporabljamo različne kemične snovi (npr. pesticide).



### Teoretično ozadje

**Bioakumulacija** ali **biološko kopičenje** je lastnost organizmov, da ponavadi skozi prehranjevalno verigo v svojem telesu nakopičijo določene spojine. Najpogosteje se te snovi kopičijo v določenem delu telesa, na primer v jetrih, ledvicah ali maščobnih zalogah. Tudi shranjevanje kalcija v kosteh je primer bioakumulacije. Nekatero od spojin, ki se lahko kopičijo, so tudi strupene. Primer teh so različne umetne spojine, kovine in mikroplastika. Organizmi lahko pridobijo snovi neposredno iz okolja preko prehranjevanja, saj so med seboj povezani v prehranjevalne verige. Vsaka prehranjevalna veriga je sestavljena iz 3-6 členov – organizmov. Prehranjevalna veriga se prične s primarnim proizvajalcem (rastlina) in konča s končnim porabnikom (mesojeda ali vsejeda žival). Vsak organizem v prehranjevalni verigi pripada določenemu **prehranjevalnemu** oziroma **trofičnemu nivoju**.

Med trofičnimi nivoji (po prehranjevalni verigi navzgor) se prenaša energija v obliki kompleksnih molekul ter ostale snovi. Posamezne prehranjevalne verige se med seboj povezujejo v kompleksnejše prehranjevalne spletke. Iz enega na drugi nivo se prenese le majhen delež energije (okoli 10%). Stranski učinek tega prenosa pa je prenos ostalih snovi, tudi **strupenih** oziroma **škodljivih** za organizem, ki se posledično **kopičijo** v telesih organizmov. Za razliko od energije, so strupene snovi v vedno večjih količinah prisotne na višjih nivojih prehranjevalne verige, saj se ne porabljajo za opravljanje življenjskih funkcij. Rastline so prve v vrsti, ki pri življenjskih aktivnostih prevzemajo iz okolja tudi za organizme strupene/škodljive snovi. Organizmi, ki se z njimi hranijo, tako prevzemajo tudi vse strupene snovi, ki so jih rastline shranile (akumulirale) v svojem življenju. Zaradi tega se koncentracije teh snovi z vsakim naslednjim členom v verigi povečujejo – akumulirajo. **Primarni proizvajalci** torej vsebujejo najmanjšo količino takšne snovi, medtem ko **končni porabniki** vsebujejo večjo količino.

### Izvedba dejavnosti

#### Predznanje učencev:

Učenci morajo vedeti, da so organizmi med seboj povezani v prehranjevalne verige. Vedeti morajo, da se organizmi drug z drugim prehranjujejo ter da organizme uvrščamo v različne trofične nivoje glede na njihov način prehranjevanja. Razumeti morajo, da so posamezne prehranjevalne verige povezane v kompleksnejše prehranjevalne spletke.

#### Izvedba vaje 1:

Učenci najprej preberejo scenarij zgodbe in navodila vaje. Vajo 1 nato izvedite po navodilih v prilogi in se pogovorite o rezultatih. Učenci odgovorijo še na vprašanja.

#### Izvedba vaje 2:

Učenci preberejo navodila in rešijo naloge. Z učenci se pogovorite o rezultatih.



## SPOZNAVAM IN RAZISKUJEM: KAJ SE LAHKO SKLADIŠČI V TELESIH?

**Kaj se boš naučil-a?** Naučil-a se boš, kaj se v prehranjevalnih verigah dogaja s strupenimi snovmi iz okolja.

**Kaj potrebuješ?** Učni list.

**Kaj narediš?** Na učnem listu sta dve vaji. Najprej preberi scenarij prve vaje in jo izvedi skupaj s sošolci in učiteljem. Nato odgovori na vprašanja, ki se nanašajo na to vajo. Pri drugi vaji sam-a preberi navodila in reši nalogo.

### Vaja 1

**SCENARIJ ZGODBE: Koruzne vešče** so nočni metulji, katerih gosenice se prehranjujejo z listi ter stebli koruze (primarnim proizvajalcem). V kolikor kmetovalec ne ukrepa pravočasno, je lahko njegov pridelek veliko manjši. Kmetovalec se odloči, da bo koruzno njivo poškropil z insekticidom – strupeno snovjo. Insekticid lahko neposredno ubije gosenice, lahko pa preide tudi v liste in stebela koruze preko listov in korenin in deluje na škodljivce takrat ko se ti že hranijo s koruzo. Vendar pa se s koruzo prehranjujejo tudi drugi organizmi. Koruzna polja, ki so v bližini gozda, velikokrat obiščejo **rastlinojede živali** kot so **srne** in se prehranjujejo s pridelkom. Srne se potem vrnejo v gozd, kjer postanejo plen različnih **mesojedih živali** – npr. **risa**. Ris je končni porabnik, nima plenilcev, v naravi večinoma pogine zaradi poškodb, bolezni ali naravne smrti. Poginule rise pojedjo **vsejede živali**, ki jedo tudi mrhovino, kot sta npr. **medved** in **lisica** ali pa ga razkrojijo razkrojevalci (npr. ličinke žuželk, bakterije in glive).

Predpriprava:

**Nariši skico zgoraj opisane prehranjevalne verige:**

### NAVODILA:

1. Po mizah so razporejena zrna **fižola** – ta predstavljajo molekule strupene snovi, prisotne v koruzi. Vsak učenec dobi svoj **lonček** – lonček predstavlja organizem, v katerem se te snovi kopičijo. Vsak učenec dobi **napis** z imenom organizma, ki ga bo predstavljal – srna, ris ali medved. Učenci se lahko **premaknete** iz svojega mesta le takrat, ko vam dovoli učitelj.

2. Učenci, ki ste **srne**, pričnete zbirati v svoj lonček čim več fižolov (**enega po enega**). Ko vas učitelj ustavi, poveste, koliko fižolov ste uspeli zbrati, število zbranih fižolov pa sporočite učitelju.

3. Učenci, ki ste **risi**, "pojeste srne". Vsak učenec ris **izbere tri srne**, od katerih pridobi fižole (jih **presipa v svoj lonček**). Ko so srne "uplenjene", poveste učitelju, koliko fižolov ste uspeli zbrati.

4. Učenci, ki ste **medvedi**, "pojeste" poginule rise. Vsak učenec **izbere dva risa**, od katerih pridobi fižole (jih **presipa v svoj lonček**). Ko so risi "pojedeni", poveste učitelju, koliko fižolov ste uspeli zbrati.

5. Z učiteljem se pogovorite o vaji.

5.1 Kaj se je zgodilo s strupenimi snovmi? \_\_\_\_\_

5.2 Kateri organizmi so prejeli najmanj in kateri največ strupenih snovi? Zakaj?  
 \_\_\_\_\_

5.3 Ali bi bili rezultati drugačni, če bi se srne prehranjevale s koruzo, ki ni škropljena?  
 \_\_\_\_\_

## Vaja 2

Strupene snovi lahko organizmom škodujejo. Zato, da je delovanje organizma nemoteno, se takšne snovi shranjujejo v **posebnih delih telesa**. V večjih koncentracijah se shranjujejo v ledvicah in jetrih, manjši del pa v ostalih tkivih. Strupene snovi niso le snovi, ki jih človek vnaša v okolje. Strupene snovi so tudi **kovine** kot so npr. kadmij, svinec in cink, ki so v okolju tudi naravno prisotne, dodatno pa jih v kmetijskem in industrijskem okolju intenzivno vnaša še človek. Določena mera kovin v telesu za živali ne predstavlja nevarnosti, ravno zato, ker jih skladiščijo v posebnih delih telesa (kot so jetra, ledvice, kosti). V kolikor se ta količina prekorači, pa lahko predstavlja za organizme zdravstvene težave, kot so moten razvoj organov in tkiv, poslabšane gibalne sposobnosti, moteno delovanje živčevja ali nižja uspešnost razmnoževanja. Povišana količina strupenih snovi v okolju ima zaradi akumulacije, torej kopičenja teh snovi skozi prehranjevalno verigo, pogosto večji učinek na živali na koncu prehranjevalnih verig (končni porabniki).

**2.1** Podano imaš **razmerje** koncentracij kovin v različnih tkivih ter **koncentracijo** kovin v jetrih. Izračunaj še koncentracijo kovin v ledvicah ter v ostalih tkivih.

### Razmerja:

Ledvice : jetra = 5 : 1

Ledvice : ostala tkiva = 50 : 1

Jetra : ostala tkiva = 10 : 1

### Koncentracija kovin:

V jetrih: 10 mg / kg

V ledvicah: \_\_\_\_\_ (rezultat = 50 mg / kg)

V ostalih tkivih: \_\_\_\_\_ (rezultat = 1 mg / kg)



Izračun:

**2.2** Srna predstavlja hrano različnim mesojedim živalim. Ena izmed glavnih plenilcev srn sta ris in volk. Ris je malo bolj "izbirčen" kot volk, saj pri prehranjevanju ne poje drobovine (torej med drugim ne poje tudi jeter in ledvic), volk pa poje tudi te. Volk pri enem obroku poje 5 kg srne (drobovina in meso), ris pa 2 kg srne (samo meso). Izračunaj, koliko mg kovin prejme volk in koliko ris pri enem obroku, če velja: Teža jeter srne znaša 0,25 kg, teža ledvic srne znaša 0,2 kg in teža srne (brez drobovine) je 20 kg. Namiga: 1. Pri izračunu si pomagaj z zgoraj izračunanimi koncentracijami kovin, 2. Najprej izračunaj količino kovin na kilogram pojedene srne.

Volk bo prejel v enem obroku \_\_\_\_\_ mg kovin.

Ris bo prejel v enem obroku \_\_\_\_\_ mg kovin.

**2.3** Kakšno je razmerje med prejetimi kovinami pri volku in pri risu pri enem obroku? Za izračun uporabi rezultate iz naloge 2.2 (katere lahko zaokrožiš na cela števila).

Razmerje volk : ris = \_\_\_\_\_

**2.4.** Raziskovalci so opazili spremembe v koncentraciji kovin v srnah tekom njihovega odraščanja. Prikazan je primer kopičenja kadmija v ledvicah srn.

Starost srn	Koncentracija kadmija (mg / kg)
Mladiči	0,5
Eno leto stare srne	3,3
Odrasle srne	10,7

Na podlagi zgornje preglednice poskušaj razložiti rezultate.

-----

-----

## KAJ SEM SE NAUČIL-A?

**Razloži posledice škropljenja polj z različnimi strupenimi snovmi, kot je npr. insekticid.**

-----

-----

**Kaj se zgodi, ko ljudje pojemo pridelek, ki je škropljen?**

-----

-----

**Obkroži pravilen odgovor:**

Količina strupenih snovi se kopiči po prehranjevalni verigi navzgor.

DRŽI

NE DRŽI

Količina strupenih snovi v telesu se kopiči s starostjo organizma.

DRŽI

NE DRŽI

## ŽELIM ZNATI ŠE VEČ: BIOINDIKACIJA

**Bioindikacija** je ugotavljanje stanja okolja s pomočjo živih organizmov. Stanje okolja lahko ugotavljamo s **prisotnostjo oziroma odsotnostjo** določenih organizmov, lahko pa se ugotavlja z različnimi analizami strupenih snovi, ki jih ti organizmi **kopičijo** v svojih telesih. Takšne organizme, preko katerih se spremlja in določa stanje okolja, imenujemo **bioindikatorji**.

Zelo znan primer bioindikacije so **lišaji**, ki jih delimo na tri osnovne oblike zgradbe – **grmičaste, listaste in skorjaste**. Grmičasti lišaji imajo največjo površino in so torej najbolj izpostavljeni zraku, skorjasti pa imajo najmanjšo površino in so najmanj izpostavljeni. Glede na to, katera oblika je prisotna in prevladujoča v okolju, lahko določimo onesnaženost zraka. Grmičasti lišaji bodo prisotni le v okolju, kjer zrak ni onesnažen, listaste lišaje pa najdemo tudi v bolj onesnaženem okolju.

Spodaj so prikazani primeri različnih tipov lišajev. V svojem okolju lahko preveriš kje so prisotni določeni lišaji in razmisliš o onesnaženosti zraka v okolici.

**Grmičasti lišaj**



Avtor: Iztok Tomažič

**Listasti lišaj**



Avtor: Iztok Tomažič

**Skorjasti lišaj**



Avtor: Iztok Tomažič

## PRILOGA ZA UČITELJE:

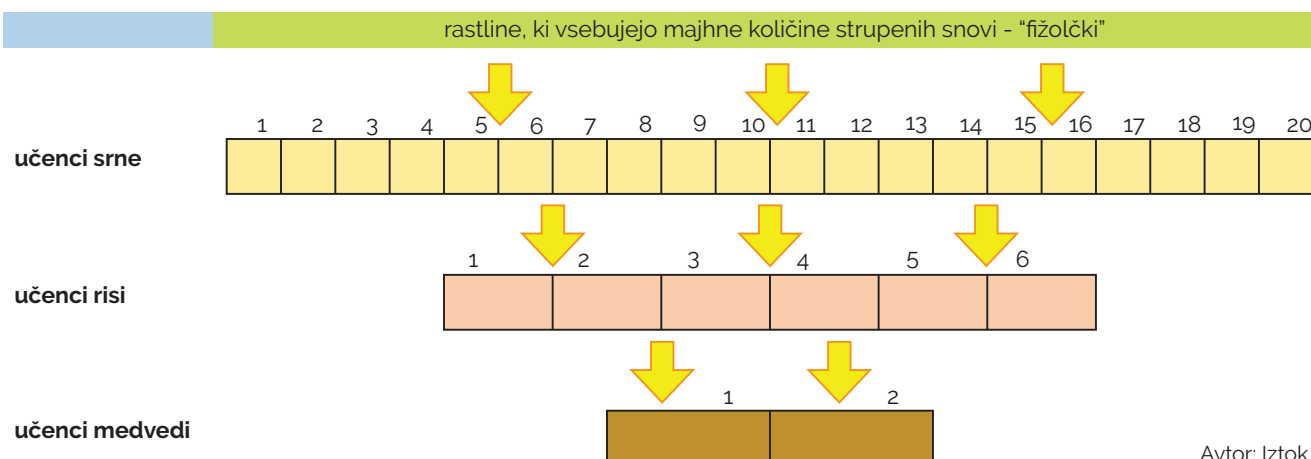
### NAVODILA VAJE 1 ZA UČITELJE:

Za izvedbo vaje 1 potrebujete: - 300 fižolov, - Lončke (za vsakega učenca 1 lonček), - Nalepke z napisi (za vsakega učenca 1 nalepko). Primer za razred z 28 učenci: 20x srna, 6x ris, 2x medved (število posameznih živali prilagodite številu učencev, razmerje med vrstami živali naj ostane podobno).

- Učenci si preberejo scenarij in navodila vaje 1.
- Učencem poveste, da vaš razred predstavlja koruzno polje, učenci pa so različni organizmi.
- Učencem razdelite **nalepke z napisi**. Učenci **sedijo na mestih**, razen ko **učitelj dovoli premikanje** učencem "risom" ter učencem "medvedom" do njihovih izbranih "srn" ter "risov".
- Fižolova zrna razporedite po mizah kjer so "srne"**. Učencem **razdelite lončke**. Zrna fižola predstavljajo molekule strupene snovi, lončki pa del telesa organizma, v katerem se te snovi kopičijo.
- Učenci, ki so srne, pričnejo zbirati v svoj lonček čim več zrn **enega po enega** - "kopičijo strupene snovi". V določenem trenutku ustavite učence ter jih vprašate, koliko fižolov so uspeli zbrati. Podatke zapišete na tablo.
- Ker so srne glavni risov plen, se preko njih strupene snovi prenesejo tudi v risa. Učenci, ki so risi, "uplenijo srne". **Vsak učenec, ki je ris, izbere tri učence "srne"** ter od njih vzame zrna fižola (**jih presipa v svoj lonček**). Učenci risi se lahko premikajo. Ko so izbrane srne "uplenjene", vprašate učence, koliko fižolov so uspeli zbrati. Podatke zapišete na tablo.
- Risi v naravi ob določenem času poginejo. Njihove ostanke pojedjo vsejede živali, ki jedo tudi mrhovino - npr. medved. Učenci, ki so medvedi, "pojedjo poginule rise". **Vsak učenec, ki je medved, izbere dva učenca "risa"** ter od njih vzame zrna fižola (**jih presipa v svoj lonček**). Učenci medvedi se lahko premikajo. Ko so izbrani risi "pojedeni", vprašate učence, koliko fižolov so uspeli zbrati. Podatke zapišete na tablo.
- Z učenci se pogovorite o tem, kako se je koncentracija insekticida povečevala na vsakem naslednjem prehranjevalnem nivoju (analizirate zbrane podatke v tabeli). Izpostavite tudi, da se je insekticid (strupene snovi) v prehranjevalno verigo vključil na nivoju primarnih proizvajalcev. Pogovorite se o tem, kaj se lahko zgodi s preživelimi srnami, preživelimi risi ter medvedi.

**TABELA ZA VPISOVANJE ZBRANIH FIŽOLOV – KONCENTRACIJE INSEKTICIDA**

Organizem	Število zrn fižola pri posameznem učencu				
	Učenec 1	Učenec 2	Učenec 3	...	Učenec n
Srna					
Ris					
Medved					



Avtor: Iztok Tomažič

## PRILOGA ZA UČITELJE:

REŠITVI NALOG 2.2 in 2.3:

### Izračun 2.2:

Volk bo prejel v enem obroku \_\_\_\_\_ mg kovin.

Rezultat:

V jetrih:  $50\text{mg/kg} \times 0,2\text{kg} = 10\text{ mg}$

V ledvicah:  $10\text{mg/kg} \times 0,25\text{kg} = 2,5\text{ mg}$

V ostalih tkivih:  $1\text{mg/kg} \times 20\text{ kg} = 20\text{ mg}$

Skupaj je v "1 srni" 32,5 mg kovin – na težo 20,45 kg. V 1 kg je torej:  $32,5\text{mg}/20,45\text{kg} = 1,589\text{ mg/kg}$ . Če volk poje 5 kg srne, zaužije torej:  $1,589\text{ mg/kg} \times 5\text{ kg} = 7,95\text{ mg}$ . Volk bo v enem obroku prejel **7,95 mg kovin**.

Ris bo prejel v enem obroku \_\_\_\_\_ mg kovin.

Rezultat:

Ris ne poje jeter in ledvic, zato računamo le z ostalimi tkivi.

V ostalih tkivih:  $1\text{mg/kg} \times 20\text{ kg} = 20\text{ mg}$

Skupaj je v "1 srni", ki jo poje ris, 20 mg kovin – na težo 20 kg (ker ne upoštevamo ledvic in jeter). V 1 kg je torej:  $20\text{ mg}/20\text{kg} = 1\text{ mg/kg}$ . Če ris poje 2 kg srne, zaužije torej:  $1\text{ mg/kg} \times 2\text{ kg} = 2\text{ mg}$ . Ris bo v enem obroku prejel **2 mg kovin**.

### Izračun 2.3:

Izračun razmerja:

Volk : ris = \_\_\_\_\_ (rezultat: 8 : 2; oziroma okrajšano: 4 : 1)

### 3. Zahvala

Izdelava priročnika ne bi bila mogoča brez pomoči, odličnih predlogov in pripomb zaposlenih na Katedri za ekologijo in varstvo okolja Oddeleka za biologijo Biotehniške fakultete. Pri ekoloških vsebinah se za posredovane informacije in pregled vsebin zahvaljujemo dr. Hubertu Potočniku, dr. Marjeti Konec in Jaki Črtaliču. Pri vsebinah povezanih z molekularno genetiko pa se za pregled in predloge zahvaljujemo dr. Tomažu Skrbinšku. Prav tako se za recenzijo zahvaljujemo Meti Mavec in dr. Maji Jelenčič.

Zahvaljujemo se tudi projektni skupini LIFE Lynx, ki nam je posredovala informacije ter slikovni material, pridobljen na projektu. Hvala Mateju Bartolu za posredovane in pregledane fotografije risov iz fotopasti. Zahvaljujemo se tudi Francu Kljunu, ki je posodil medvedovo lobanjo iz lastne zbirke, mag. Ireni Furlan, pedagoški vodji v Živalskem vrtu Ljubljana, ki je posodila lobanjo risa ter oddelku za biologijo za izposajo preostalih lobanj živali, ki smo jih lahko uporabili za slikovni material v priročniku.

## 4. O projektu

Akronim: LIFE Lynx  
 Ime projekta: Reševanje risa v Dinaridih in jugovzhodnih Alpah pred izumrtjem  
 Šifra projekta: LIFE16 NAT/SI/000634  
 Trajanje projekta: 1/7/2017 – 31/3/2024  
[www.lifelynx.eu](http://www.lifelynx.eu)  
 @LIFELynx.eu / @lifelynx.hr  
 Life.lynx.eu@gmail.com

### Projektni partnerji

Univerza v Ljubljani



### Sofinancerji

