

# Upotreba biološkog materijala u poučavanju prirodoslovlja

---

Louč, Sanela

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:281477>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



**ODJEL ZA  
BIOLOGIJU**  
Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

[Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Diplomski sveučilišni studij Biologija i kemija; smjer: nastavnički

Sanela Louč

**Upotreba biološkog materijala u poučavanju prirodoslovlja**

Diplomski rad

Osijek, 2018

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Diplomski rad

Diplomski sveučilišni studij Biologija i kemija; smjer: nastavnički

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

## UPOTREBA BIOLOŠKOG MATERIJALA U POUČAVANJU PRIRODOSLOVLJA

Sanela Louč

**Rad je izrađen na:** Odjel za biologiju

**Mentor:** dr. sc. Goran Vignjević, doc.

**Komentor:** dr. sc. Nataša Turić, doc.

### Kratki sažetak

U procesu poučavanja prirodoslovlja kod učenika je važno razvijati prirodoznanstvenu pismenost kao kompetenciju koja je u svakodnevnom životu i radu potrebna za oblikovanje znanstvenog i inovativnog načina razmišljanja, što je nužno za poimanje znanstvenih spoznaja prirodnih znanosti, vladanje vještinama znanstvenog istraživanja te odgovornog ponašanja prema okolišu. U nastavi biologije odnosno prirode i društva, izvorna stvarnost zauzima središnje mjesto kao izvor znanja u nastavi. Budući da je izvorna stvarnost ponekad nedostupna, nužna je upotreba biološkog materijala kao nastavnog sredstva, što je i specifičnost ovih nastavnih predmeta. U ovom istraživanju se kroz upitnik od 19 pitanja, u kojem je sudjelovalo 30 nastavnika iz Požeško-slavonske i Osječko-baranjske županije, utvrdila učestalost upotrebe biološkog materijala u nastavi biologije i prirode te stavovi nastavnika o upotrebi biološkog materijala i izradi preparata. Također, analizom upitnika se pokazala potreba za edukacijom nastavnika o izradi preparata, zbirki i vivarija, te je prema tome napravljen kratki priručnik za svakog nastavnika u kojem su predložene jednostavne i pristupačne metode pripreme biološkog materijala u nastavi.

**Broj stranica:** 65

**Broj slika:** 34

**Broj tablica:** 1

**Broj literaturnih navoda:** 31

**Broj priloga:** 2

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** biološki materijal, prirodoslovlje, zbirke, preparati

**Datum obrane:** 09.11.2018.

### Stručno povjerenstvo za obranu:

1. dr. sc. Nataša Turić, doc., predsjednica
2. dr. sc. Goran Vignjević, doc., član
3. dr. sc. Irena Labak, doc., član
4. dr. sc. Sandra Ečimović, doc., zamjena člana

**Rad je pohranjen:** na mrežnim stranicama Odjela za biologiju te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu

**Josip Juraj Strossmayer University in Osijek Department of Biology**  
**Graduate university study programme in Biology and Chemistry Education**  
**Scientific Area:** Natural sciences  
**Scientific Field:** Biology

## **THE USE OF BIOLOGICAL MATERIALS IN TEACHING NATURAL SCIENCES**

**Sanela Louč**

**Thesis performed at:** Department of Biology  
**Supervisor:** Goran Vignjević, PhD, assistant professor  
**Cosupervisor:** Nataša Turić, PhD, assistant professor

### **Short abstract**

Basic competences in science are important part in the process of teaching natural sciences. It is required in everyday life and work to create a scientific and innovative way of thinking, which is necessary to understand scientific discoveries, to master the scientific research skills and to create awareness for environmental protection. In the biology or nature classes live organisms should occupy a central place as a source of knowledge. Since live organisms are sometimes unavailable, the usage of biological material as a teaching material is necessary, which is also the specificity of these subjects. In this study, with a questionnaire of 19 questions, attended by 30 teachers from Požeško-slavonska and Osječko-baranjska county, the usage frequency of biological material in teaching biology and nature is determined. Also, we questioned teacher's views on the usage of biological materials and making the biological collections. The questionnaire analysis showed that the education of the teachers about the making of the preparations, biological collections and vivarium is needed. According to the results, a short teacher manual was made, that provide simple and affordable methods for preparing biological materials in teaching.

**Number of pages:** 65

**Number of figures:** 34

**Number of tables:** 1

**Number of references:** 31

**Original in:** Croatian

**Keywords:** biological material, natural science, collections, preparations

**Date of the thesis defense:** 09.11.2018.

### **Reviewers:**

1. Nataša Turić, PhD, assistant professor, chair
2. Goran Vignjević, PhD, assistant professor, member
3. Irena Labak, PhD, assistant professor, member
4. Sandra Ećimović, assistant professor, member

**Thesis deposited:** on the Department of Biology website and the Croatian Digital Theses Repository of the National and University Library in Zagreb.

*Zahvaljujem se poštovanom mentoru, doc. dr. sc. Goranu Vignjeviću i komentorici, doc. dr. sc. Nataši Turić na susretljivosti, nesebičnoj pomoći, profesionalnom vodstvu i korisnim savjetima pri izradi diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se svojim prijateljima, kolegama i Odjelu za biologiju na podršci i pomoći u radu tijekom studija.*

*I na kraju, najviše se zahvaljujem mojoj obitelji i Deniju na neizmjerne ljubavi, strpljenju, podršci, razumijevanju i financijskoj potpori tijekom ovih nezaboravnih pet godina.*

# Sadržaj

1. UVOD .....	1
1.1. Oblici rada u nastavi biologije i prirode .....	2
1.2. Metode rada u nastavi biologije i prirode .....	4
1.3. Specifičnosti prostora i opreme za nastavu prirode i biologije .....	5
1.4. Cjeloživotno usavršavanje nastavnika .....	9
1.5. Ciljevi i hipoteze diplomskog rada .....	10
2. MATERIJAL I METODE .....	11
3. REZULTATI.....	12
4. RASPRAVA .....	22
5. ZAKLJUČAK .....	26
6. METODIČKI DIO .....	27
6.1. Priprema za nastavni sat .....	27
7. LITERATURA .....	37
8. PRILOZI .....	39
8.1. Prilog 1. Upitnik: Učestalost upotrebe biološkog materijala u nastavi biologije i prirode.....	39
8.2. Prilog 2. Mini-priručnik za svakog nastavnika: jednostavne i pristupačne metode pripreme biološkog materijala .....	42
8.2.1. Izrada entomološke zbirke.....	42
8.2.2. Izrada herbarija.....	49
8.2.3. Izrada zbirke sjemenki i plodova .....	51
8.2.4. Izrada zbirke ptičjih pera.....	53
8.2.5. Izrada zbirke morskih puževa i školjki.....	53
8.2.6. Izrada zbirke gljiva.....	55
8.2.7. Prepariranje lubanja i kostura.....	55
8.2.8. Izrada mokrih preparata .....	57
8.2.9. Izrada vivarija.....	57
8.2.10. Održavanje biološkog materijala.....	64

## 1. UVOD

Prirodoslovno područje obuhvaća spoznaje prirodnih znanosti: fizike, geologije, kemije, biologije i geofizike te grane znanosti fizičke geografije. U prirodoslovlju su sakupljena stoljetna znanja koja su temelj današnjih tehnologija i utječu na prirodu, gospodarski razvoj, zdravlje i dobrobit pojedinca te društva u cjelini (web 1). To ističe važnost poučavanja prirodoslovlja. Glavni cilj učenja i poučavanja prirodoslovlja je razvoj prirodoznanstvene pismenosti kao kompetencije koja je u svakodnevnom životu i radu potrebna za oblikovanje znanstvenog i inovativnog načina razmišljanja, što je nužno za poimanje znanstvenih spoznaja prirodnih znanosti, vladanje vještinama znanstvenog istraživanja te odgovornog ponašanja prema okolišu. Osim toga, prirodoznanstveno pismen učenik svakodnevno može odgovoriti na nove izazove zbog čega prirodoznanstvena pismenost nije kompetencija koja je potrebna samo onima koji žele postati stručnjaci u prirodoslovnom području, već je potrebna svim članovima društva.

Istraživanje Međunarodnog programa za procjenu znanja i vještina učenika (PISA) iz 2015. godine u kojem je prirodoznanstvena pismenost ispitivana kao glavno područje pokazalo je kako je Hrvatska postigla ispodprosječni rezultat te se nalazi na 37. mjestu od ukupno 72 zemlje sudionice (web 2). Rezultati su zabrinjavajući jer, unatoč izuzetnoj važnosti razvoja prirodoznanstvene pismenosti kao jedne od ključnih kompetencija u modernom društvu koje se susreće sa sve više problema na osobnoj, lokalnoj ili nacionalnoj te globalnoj razini, učenici nisu izgradili temeljne prirodoslovne koncepte, a sadržaji važni za njihovu izgradnju dio su propisanog nastavnog programa u Hrvatskoj. U usporedbi s rezultatima iz 2006. godine, kad je prirodoslovna pismenost također bila glavno ispitno područje, u Hrvatskoj je došlo do značajnog pada u prosječnom postignuću učenika u prirodoslovnoj pismenosti. U prosjeku, svake 3 godine postignuće hrvatskih učenika pogoršava se za otprilike 5 bodova. Kad je riječ o razinama znanja i sposobnosti na skali prirodoslovne pismenosti, 24,7% hrvatskih učenika nije dostiglo razinu 2, odnosno ne posjeduje osnovna prirodoslovna znanja i vještine potrebne za svakodnevni život. Na najvišim razinama (razine 5 i 6) nalazi se 4% hrvatskih učenika (web 2). Također prema rezultatima državne mature iz 2015. godine, prosječna postotna riješenost ispita iz biologije je 55,1% (web 3), što ukazuje na nužnost promjene postojećeg sustava učenja, poučavanja i vrednovanja učeničkih postignuća.

Kako na aktivnom angažmanu učenika, učenje i poučavanje prirodoslovlja treba se temeljiti i na aktivnom angažmanu nastavnika. Aktivni angažman podrazumijeva opažanje, opisivanje, postavljanje pitanja, razmjenu ideja, izvođenje pokusa, objašnjavanje, planiranje, postavljanje pretpostavaka, mjerenje, obradu i prikazivanje podataka, rješavanje problema, zaključivanje, raspravu i kritičko prosuđivanje (MZO, 2017). Učenje i poučavanje izgrađuje se u prvome redu produbljivanjem odabranih tema, razvijanjem složenijih oblika mišljenja i primjenom usvojenoga znanja kroz različite metode i oblike poučavanja te različita mjesta rada što ujedno potiče interes i motivaciju učenika. Vrlo važna stavka je i primjena različitih nastavnih sredstava. U nastavi biologije odnosno prirode i društva, izvorna stvarnost zauzima središnje mjesto kao izvor znanja u nastavi stoga, nužna je upotreba biološkog materijala kao nastavnog sredstva.

### 1.1. Oblici rada u nastavi biologije i prirode

Nastavni proces je komunikativni proces te su za organizaciju nastave potrebni različiti odnosi sudionika u nastavi poput interakcije koja učenicima osigurava nesmetani razvitak, a nastavnicima potpuni odgojno obrazovni utjecaj. Interakcijom se postiže zajedništvo i sporazumijevanje većeg broja sudionika u nastavi. Po odgojno-obrazovnom djelovanju vrlo važan odnos sudionika u nastavi je i koakcija odnosno suradnja, bilo suradnja učitelja i učenika, bilo suradnja učenika i učenika. Koakcijom se produbljuje odnos sudionika u nastavi. Postoji i autoakcija odnosno samodjelovanje učitelja ili učenika koja motivira pojedinca i osposobljava ga za samostalni rad (De Zan, 2000). Kad su postignuti kvalitetni odnosi između sudionika u nastavi mogu se provoditi različiti oblici rada. Nastavna komunikacija čini nastavu dinamičnom, a cilj nije samo prenošenje poruke, već je cilj da ta poruka prenese određene učinke, što je i obilježje suvremene nastave u kojoj se potiče aktivnost i samostalnost učenika (Peko i sur.,2014).

Prema suvremenoj nastavi, nastavnik treba imati ulogu upravljača, moderatora, voditelja, organizatora, pedagoškoga menadžera, odnosno nastavnik treba dobro osmišljenim aktivnostima i metodama, kao i njihovim pravilnim redoslijedom potaknuti učenika na aktivno učenje (Matijević i Radovanović, 2011). Zbog toga frontalni oblik rada u kojem su učenici pasivni i samo slušaju predavanje nastavnika nije prihvatljiv. Iako je takav oblik rada prevladavao u „staroj školi“, zbog ekonomičnosti se i danas zadržao kao najčešći oblik rada.



Najpogodnija primjena frontalnog oblika nastavnog rada u nastavi biologije i prirode je na uvodnim satima kada se učenike treba uvesti u određenu cjelinu, temu i nastavnu jedinicu (De Zan, 2000). Iako stalna primjena frontalnog rada dovodi do zapostavljanja individualnih osobina učenika i ograničene komunikacije, frontalni oblik rada je prihvatljiv onda kada je učitelj pretežan izvor znanja, međutim ograničavanje znanja samo na sadržaje koje nastavnik poznaje i prezentira te na udžbenik, predstavlja problem za suvremenu nastavu jer učenici dobivaju određeni koncept koji ne mogu mijenjati odnosno opovrgnuti kroz izbor ažurnih podataka, zbog čega u frontalnom radu učenici trebaju aktivno sudjelovati u razgovoru ili raspravi, te istraživati određenu temu, a nastavnik ih pri tome treba usmjeravati.

Oblici nastave u kojima su učenici dovedeni u neposredni odnos s nastavnim sadržajima te samostalno rješavaju nastavne probleme su rad u skupinama, rad u parovima i individualni rad. Rad u skupinama se temelji na zajedničkom radu tri do šest učenika, a po vrsti zadataka koje skupine obavljaju razlikujemo nediferencirani rad u skupinama prilikom kojeg sve grupe rade isti zadatak, diferencirani rad u skupinama prilikom kojeg svaka grupa ima svoj zadatak i rad u ciklusima pri čemu skupine rade na različitim zadacima, te u predviđenom vremenu izmjenjuju zadatke sve dok svaka skupina ne odradi sve zadatke. Sudjelujući u radu u skupinama učenici samostalno pripremaju rad, rade po načelu podijeljenog rada, produbljuju suradnju, jačaju suradničke odnose i razvijaju svoje radne i organizacijske sposobnosti. Kao određeni nedostaci rada u skupinama mogu se navesti veliki utrošak vremena i složena organizacija (De Zan, 2000). Rad u skupinama u nastavi biologije i prirode je najbolje primjenjivati prilikom praktičnih radova i obrade međusobno sličnih sadržaja, a najučinkovitiji je u kombinacijama s drugim oblicima nastavnog rada.

U radu u paru, kako sam naziv govori, dva učenika zajednički obrađuju jedan problem prilikom čega se razvija snažan suradnički odnos i komunikacija, međusobna kontrola i poticanje na rad, te samostalnost. Rad u parovima se preporuča primjenjivati u svim etapama rada (pripremi, učenju, provjeravanju), u radu s udžbenikom i radnom bilježnicom, prilikom pokazivanja modela i slično.

Individualan rad je samostalan rad učenika. Prednosti individualnog rada su to što je učenik doveden u neposredan odnos s nastavnim sadržajem prilikom čega razvija samostalnost, stječe samopouzdanje i razvija stvaralačke sposobnosti, a uspjeh u učenju ovisi isključivo o njemu samom (De Zan, 2000).

## 1.2. Metode rada u nastavi biologije i prirode

Budući da u našem školstvu očigledno još uvijek dominira tradicionalna koncepcija nastave u kojoj prevladava frontalna nastava što utječe na kvalitetu znanja učenika osobito u prirodoslovnom području, frontalni oblik rada je moguće poboljšati pravilnom upotrebom i kombinacijom raznih nastavnih metoda odnosno načina rada u nastavi. Prema komunikacijsko-informacijskom kriteriju nastavne metode se dijele u tri skupine: praktične, vizualne i verbalne metode (De Zan, 2000). Od praktičnih metoda najpoznatija je metoda praktičnih radova, međutim u praksi učenici rijetko ili nikad izvode pokuse i druge praktične radove ili ih uglavnom izvode kao domaću zadaću, dok se praktični radovi u srednjoj školi izvode, ali se uglavnom radi o demonstraciji, pa učenici nisu u aktivnom odnosu s nepoznatim sadržajem i do spoznaja ne dolaze samostalnim promatranjem, istraživanjem i zaključivanjem (Marin, 2015).

Kod vizualnih metoda naglasak se stavlja na vizualnu komunikaciju koja pri tom ne isključuje ostale. Za poučavanje prirodoslovlja ključna je upotreba vizualnih metoda jer u suvremenoj nastavi biologije i prirode središnje mjesto zauzimaju izvorna, posredna i neposredna stvarnost, te vizualna nastavna sredstva. Vizualne nastavne metode se koriste uvijek kada nam nije dostupna izvorna stvarnost. U njih ubrajamo metodu demonstracije i metodu crtanja koje imaju raznovrsnu i široku primjenu u nastavi biologije i prirode (De Zan, 2000). U nastavi prirode i biologije crtati mogu i učenici i nastavnici, a ono omogućuje brže i temeljitije usvajanje znanja odnosno sadržaja. Metoda demonstracije učenicima omogućava spoznavanje svojeg okruženja promatranjem predmeta, procesa i pojava. U nastavi biologije i prirode, metoda demonstracije je plansko, rukovođeno promatranje okruženja na temelju kojeg učenici oblikuju konkretne i jasne predodžbe, pojmove i stavove. Svaku demonstraciju treba povezati s razgovorom s učenicima, opisivanjem, zapisivanjem, crtanjem i drugim učeničkim aktivnostima (De Zan, 2000).

U verbalne metode ubrajamo metodu usmenog izlaganja, metodu razgovora, metodu čitanja i rada na tekstu i metodu pisanja. Dakle, verbalne metode naglašavaju govornu komponentu odnosno riječi, izgovorene i pisane. Kao obilježje tradicionalne nastave ističe se metoda usmenog izlaganja nastavnika bez kojeg nastavni proces ne bi bio moguć, međutim ta metoda se često prekomjerno upotrebljava te ne razvija aktivnost učenika. U nastavi biologije i prirode usmeno izlaganje je često izraženo, ali kao dopuna drugim metodama. Pravilna primjena usmenog izlaganja oživljava nastavni proces i u njega unosi govornu dinamičnost i

metodičku sustavnost (De Zan, 2000). Jednako važna verbalna metoda u nastavi biologije i prirode je metoda razgovora koja potiče razvoj sposobnosti učenika u vidu razvoja mišljenja govora i samostalnosti. Metodom razgovora se najuspješnije obrađuje gradivo koje je učenicima djelomično poznato, ali preporučuje se postavljanje poticajnih pitanja koja pobuđuju interes učenika i potiču ih na stjecanje novih spoznaja. Kompetencije čitanja su temeljne kompetencije za pronalaženje i usvajanje novih znanja i spoznaja iz svih nastavnih predmeta pa tako i iz biologije i prirode, stoga se metoda čitanja i rada na tekstu često koristi u nastavi prirode i biologije. Unatoč tome što je neposredna izvorna stvarnost najvažniji izvor znanja u nastavi prirode i biologije, bez metode čitanja i rada na tekstu nastava ne bi bila moguća, jer osim što učenici tekstove koriste kao izvore znanja, metodom čitanja i rada na tekstu razvijaju tehniku čitanja, pravilno korištenje teksta udžbenika, radne bilježnice, znanstvenopopularne literature i osposobljavaju se za samostalan rad na tekstualnim izvorima znanja. Uz metodu čitanja i rada na tekstu veže se i metoda pisanja koja se često u nastavi biologije i prirode povezuje s metodom crtanja. U nastavi ju koriste i nastavnici tijekom pisanja na ploči, kao i učenici tijekom izrade vlastitih bilježaka i slično.

Kako ni jedan oblik rada sam nije dovoljan za kvalitetnu suvremenu nastavu biologije i prirode, tako ni jedna od navedenih metoda rada sama nije dovoljna, već je potreban pravilan odabir i kombinacija oblika i metoda rada. Oblike i metode rada možemo odabrati prema procjeni koliko dinamičnosti i učinkovitosti unose u nastavni proces. Također izbor ovisi o sadržaju nastavne jedinice, okruženju, opremljenosti škole te psihičkim sposobnostima učenika i nastavnika.

### 1.3. Specifičnosti prostora i opreme za nastavu prirode i biologije

U suvremenoj nastavi biologije i prirode potrebno je na najučinkovitiji način povezati i kombinirati prostore u kojima se izvodi nastava, te sredstva i pomagala. Od nastavnih prostora razlikujemo nastavne prostore u školi te nastavne prostore u okolišu i društvenoj okolini (botanički vrt, zoološki vrt, muzeji, seoska gospodarstva i drugo) u kojima se provodi izvanučionička nastava. Od nastavnih prostora u školi, izvanučioničku nastavu možemo provoditi u školskom parku i školskom vrtu. Nastava prirodoslovlja, točnije praktični radovi u nastavi prirode i biologije su usko povezani sa školskim vrtom i školskim parkom. Oni predstavljaju učionicu u slobodnoj prirodi u kojoj se učenici uvode u prirodoslovne postupke

i znanstvenoistraživački rad pri čemu izvode praktične radove i promatraju prirodne procese, te stječu jasne spoznaje. U nastavne prostore u školi ubrajamo još i učionicu, nastavnikov kabinet, živi kutić odnosno vivarij i ostale objekte u školi. Nastava prirode i društva zahtjeva specijaliziranu učionicu u kojoj se nalazi odgovarajući namještaj za izvođenje i demonstraciju pokusa, kao i pribor za izvođenje pokusa i ostalih praktičnih radova. Na prednjem zidu takve učionice se treba nalaziti ploča i površina za projekcije. Važan dio opreme su izložbeni panoi i vitrine u kojima su izložena nastavna sredstva poput različitih bioloških preparata, zbirki i modela. Osim tih vitrina u učionici se treba nalaziti i mala priručna biblioteka u kojoj se nalazi dodatna literatura, enciklopedije, znanstvenopopularne knjige i slično. Uz prozore se obično smještaju dijelovi živog kutka. Živi kutak čine biljke i životinje koje učenici uzgajaju u školi u uvjetima sličnim u izvornoj stvarnosti u svrhu dugotrajnog promatranja, samostalnog izvođenja pokusa i opisivanja te upoznavanja pojava u prirodi (De Zan, 2000). U specijaliziranoj učionici je poželjno da nastavnikov kabinet bude povezan s prednjim zidom učionice. Iako može služiti kao prostor za individualan rad nastavnika i učenika, nastavnički kabinet prvenstveno služi za sustavno spremanje nastavnih sredstava i pomagala.

Središnje mjesto kao izvor znanja u nastavi biologije i prirode zauzima izvorna stvarnost, odnosno učenikovo okruženje. Međutim, izvorna stvarnost nam nije uvijek pristupačna za neposredno proučavanje zbog raznih složenosti, prostornih udaljenosti ili ostalih razloga, pa se kao zamjena upotrebljava didaktički preoblikovana izvorna stvarnost, to jest nastavna sredstva. Potrebno je razlikovati nastavna sredstva i pomagala. Nastavna sredstva bi bila izvori znanja, tj. objekt spoznavanja, dok su nastavna pomagala oruđa za rad odnosno sve što pomaže upotrebu nastavnih sredstava. Iz razloga što nastavna sredstva zamjenjuju izvornu stvarnost, a objektivna je stvarnost raznovrsna, postoje brojna i raznovrsna nastavna sredstva. Prema načinu kako učenici percipiraju stvarnost nastavna sredstva se dijele na auditivna, vizualna, audiovizualna i tekstualna. S obzirom na dimenzije nastavnih sredstava razlikujemo dvodimenzionalna i trodimenzionalna nastavna sredstva, a s obzirom na način prikazivanja pojava postoje statična i dinamična nastavna sredstva (Poljak, 1991). Nastavna sredstva se mogu klasificirati i prema osjetilima koja su relevantna za njihovo korištenje i to na: vizualna, auditivna i audiovizualna nastavna sredstva (Bognar i Matijević, 2005). Osim toga, nastavna sredstva možemo podijeliti na klasična nastavna sredstva (vizualna, aditivna, audiovizualna i tekstualna) i moderna nastavna sredstva (multimedije, elektronska komunikacija, računalni softveri i slično) (Namestovski, 2008). Vrijednost primjene odgovarajućih nastavnih sredstava može se svesti na nekoliko činjenica,

a to su da nastavna sredstva omogućavaju lakše upoznavanje s pojmovima i događajima, nastavna sredstva povećavaju kreativnost u nastavi, upotrebom nastavnih sredstava nastavnik može lakše prilagoditi nastavu prethodnim znanjima učenika te njihovim interesima i sposobnostima, zatim da nastavna sredstva značajno doprinose bržoj modernizaciji oblika i metoda nastave, te zahvaljujući nastavnim sredstvima učenici uče uviđanjem, istraživanjem i rješavanjem problema i nastavna sredstva ih potiču na mobilnost i samostalnost. Osim toga, upotreba nastavnih sredstava omogućava bolji i brži način učenja, te trajnije pamćenje i upotrebu stečenih znanja u praksi (Namestovski, 2008). Kako bi se osigurala didaktička vrijednost primjene nastavnih sredstava, neophodno je da sredstva koja se upotrebljavaju budu korištena odmjereno, pravovremeno, potpuno, spretno, ekonomično i kombinirano (Namestovski, 2008). Izbor nastavnih sredstava ovisi o ciljevima odgoja i obrazovanja, o karakteristikama sadržaja učenja, o sposobnostima nastavnika i njegovim stavovima o prednostima i nedostacima raspoložive nastavne opreme (Bognar i Matijević, 2005).

U nastavi biologije i prirode koristimo se brojnim vizualnim nastavnim sredstvima. Ona služe isključivo za vizualno prednošenje i oblikovanje određenih slika u pamćenju. Pravilna primjena vizualnih nastavnih sredstava unapređuje nastavu prirode i biologije, jer njihova upotreba povećava pozornost i zanimanje za predmet spoznavanja, kod učenika razvija sposobnost motrenja, potiče misaone aktivnosti te učenici lakše i trajnije pamte naučeno. U najčešće korištena vizualna nastavna sredstva ubrajamo uzorke iz okoliša, zbirke, preparate, fosile, modele, crteže, slike, knjige, filmove, televizijske emisije i drugo (De Zan, 2000). Kod izbora vizualne podloge za proces odgoja i obrazovanja prednost uvijek treba dati izboru konkretnog materijala iz objektivne stvarnosti, kao i organizaciji učenja na njoj i u njoj. Međutim, kad god imamo pedagoško i psihološko opravdanje, nije se loše opredijeliti za raznovrsna vizualna statična i dinamična sredstva. Ponekad je zbog nedostataka učenja pomoću izvorne stvarnosti kvalitetniji izbor učenje pomoću nastavnih filmova i drugih vizualnih nastavnih sredstava. Primjerice u nastavi biologije i prirode, ponekad je bolje koristiti znanstvene televizijske emisije kroz koje učenici mogu puno kvalitetnije shvatiti život određenih vrsta nego kroz promatranje izvorne stvarnosti što je često i nemoguće vidjeti.

Auditivna nastavna sredstva osnivaju se na audio komponenti i služe kao slušni izvori znanja (Poljak, 1991). U tu bi se skupinu ubrojile razne zvučne snimke ljudskog izražavanja (verbalnog ili glazbenog), snimke glasanja životinja i raznih drugih prirodnih tonova i šumova koji su digitalno pohranjeni. Jedan od najvažnijih auditivnih izvora znanja jest neposredna

„živa“ riječ nastavnika. Svaki audio zapis treba biti didaktički oblikovan, odnosno treba biti pripremljen tako da može poslužiti za poučavanje ili samostalno učenje.

Audiovizualna nastavna sredstva u sebi sjedinjuju audio komponentu i vizualnu komponentu (Poljak, 1991). Sam naziv govori da se za njihovo percipiranje istodobno koriste osjetila za vid i sluh što osigurava bogatiju i učinkovitiju komunikaciju od uporabe samo jednog osjetila (De Zan, 2000). U audiovizualna nastavna sredstva ubrajamo zvučne nastavne filmove, televizijske emisije, multimedijske softvere i slično. U današnje doba kada nam je internet dostupan gotovo na svakom koraku, u nastavi se također vrlo često koriste youtube i slične web stranice koje sa svojim audiovizualnim klipovima dopunjuju nastavni sat i omogućuju još bolje i jasnije shvaćanje nastavne teme. Audiovizualna nastavna sredstva su provjereno efikasna, no u njihovu korištenju ne treba pretjerivati. Također, prerijetko korištenje primjerice nastavnog filma ili televizijske emisije u nastavi neće imati svrhu, jer učenici tada nisu usredotočeni na sadržaj nego na okolnosti prikazivanja filma. Dakle, ključno je umjereno korištenje. Osim toga, za efikasnu upotrebu audiovizualnih nastavnih sredstava vrlo važne su i aktivnosti koje nastavnik ostvari s učenicima neposredno prije, za vrijeme i poslije gledanja određenog audiovizualnog zapisa (Bognar i Matijević, 2005).

Tekstualna nastavna sredstva u nastavi prirode i biologije obuhvaćaju tiskane materijale poput udžbenika, priručnika, programiranih tekstova, članaka, atlasa, zbirki zadataka, enciklopedija, znanstvenopopularne literature i drugog. Praktički, to je sve ono što se odnosi na pisanu riječ ili tekst i služi za učenje u pojedinim dijelovima ili cjelini. Različita tekstualna nastavna sredstva će u današnjoj školi i školi budućnosti ostati nezamjenjiva sredstva za usmjeravanje aktivnosti učenika. Jedna od prednosti primjene tekstualnih nastavnih sredstava je ta što učenici mogu više puta gledati jednu ilustraciju primjerice u udžbeniku, vraćati se na prethodne stranice i proučavati sadržaje kad i koliko žele, što nije slučaj s drugim medijima poput nastavnih filmova ili televizijskih emisija. Također, tekstualna nastavna sredstva se mogu koristiti i kao dopuna svim drugim nastavnim sredstvima i načinima komuniciranja.

Nastavna sredstva se u odgojno-obrazovnom procesu uvijek javljaju u nekoj kombinaciji. Iz tog razloga se ne mogu sagledati sve prednosti i nedostaci nekog nastavnog sredstva, jer se analizira izvan konteksta u kojem se najčešće koristi. Bognar i Matijević (2005) govore o multimedijском pristupu odgoju i obrazovanju, tj. nastojanju za integrirano djelovanje dvaju ili više medija, uz njihovo međusobno dopunjavanje i obogaćivanje. Ta multimedijalnost je bitno obilježje suvremene organizacije učenja u školi i izvan škole.

Integracijom dvaju ili više nastavnih sredstava, zbog njihova međusobnog pojačavanja, dopunjavanja ili obogaćivanja u djelovanju, nastaju razni multimedijски sustavi. Vrlo je bitno da nastavna sredstva u tom nekom multimedijском sustavu ne ponavljaju iste informacije, iako je to dosta često teško izbjeći. Ključ je da svako nastavno sredstvo dobije zadatak u kojem će moći udovoljiti zahvaljujući nekim prednostima tog medija.

#### 1.4. Cjeloživotno usavršavanje nastavnika

Obrazovanje, osiguravajući stjecanje znanja i vještina adekvatnih zahtjevima suvremenog doba, ima ključni značaj za razvoj cjelokupnog društva. Međutim, da bi ono imalo takav značaj, mora kontinuirano i konzistentno poboljšavati svoju kvalitetu. Nastavnici u tom procesu imaju ključnu ulogu i sukladno njoj moraju i sami voditi računa o svome profesionalnom razvoju (Borožan i Marković, 2010). Tijekom redovitog formalnog obrazovanja danas nije moguće steći znanja i kompetencije za bilo koje zanimanje koje će zadovoljiti potrebe za cijeli radni vijek, te se u tom pogledu nastavničko zanimanje ne razlikuje u odnosu na ostala zanimanja. Vrlo važna činjenica je da nastavnici tijekom čitavog radnog vijeka moraju pratiti napredak stručnog (znanstvenog) područja koje proučavaju, kao i spoznaje iz znanosti koje proučavaju obrazovanje i učenje. Cjeloživotno stručno usavršavanje nastavnika smatra se imperativom nastavničkog zvanja, te razlikujemo usavršavanje na nekoliko razina: neformalnoj, formalnoj i informalnoj razini (Matijević i Radovanović, 2011).

Stručno usavršavanje učitelja, praktično gledano, počinje ulaskom u razred. Znanja usvojena tijekom studija predstavljaju podlogu za realizaciju radnog odnosa, no stvarno usavršavanje započinje u interakciji s učenicima. Prvi susret učitelja sa stručnim usavršavanjem je realizacija pripravničkog staža, potom polaganje stručnog ispita. Tijekom radnog vijeka učitelji se usavršavaju na različitim oblicima i tipovima stručnih skupova. Neki od njih su: seminari, savjetovanja, predavanja, tečajevi, radionice, okrugli stolovi, različiti kampovi i dr., koji se organiziraju na razini škole, općine, grada, županije ili na međunarodnoj razini, a nužni su jer učitelji trebaju biti u tijeku s novitetima u struci, te razvijati senzibilitet za ekspanzijom znanja. Osim teoretskih znanja, važno je steći praktična iskustva, okrenuti se akcijskim istraživanjima i interdisciplinarnom pristupu. Učitelj treba biti sposoban promišljati o svim aspektima posla i biti otvorenih vidika (Horvat i Lapat, 2012).

U izvjesnome smislu stručno usavršavanje predstavlja radnu obavezu jer je uključeno u strukturu tjedne i godišnje radne obaveze svakog nastavnika. Međutim, nastavnici se mogu i samoinicijativno, vlastitom voljom i vlastitim financijskim sredstvima usavršavati praćenjem novije stručne literature, te pedagoško- psihološke i metodičke literature, zatim upisivanjem raznih seminara za stjecanje dodatnih kvalifikacija i kompetencija, te uključivanjem u određena istraživanja ili upisivanjem specijalističkih studijskih programa. U svakom slučaju, cilj usavršavanja je snaženje uloge nastavnika u svakodnevnom poučavanju, odnosno razvoj ključnih kompetencija nastavnika kao što su osposobljenost za nove načine rada u razredu i izvan njega, osposobljenost za razvijanje novih kompetencija i novog znanja kod učenika, razvoj vlastite profesionalnosti ili upotreba informacijsko-komunikacijske tehnologije (Matijević i Radovanović, 2011). Međutim, vrlo važno je naglasiti da su za osobni i profesionalni rast nastavnika nužne motivacija, vlastita volja, te spremnost i otvorenost k promjenama, a te bi osobine trebale krasiti svaku osobu koja je izabrala nastavnički poziv unatoč društvenom statusu i plaći koja nije proporcionalna zahtjevima i očekivanjima u nastavničkom poslu.

## 1.5. Ciljevi i hipoteze diplomskog rada

Osnovni i glavni cilj ovog rada je utvrditi učestalost upotrebe biološkog materijala u nastavi biologije i prirode. Uz to se žele ispitati stavovi nastavnika o upotrebi biološkog materijala i izradi preparata, odnosno izrađuju li nastavnici samostalno preparate i smatraju li se dovoljno kompetentnima za izradu istih. Isto tako želi se saznati postoje li u školama posebno uređeni prostori u kojima je učenicima i nastavnicima dostupan živi materijal. Također, želi se saznati osiguravaju li škole financijska sredstva potrebna za izradu odnosno nabavu biološkog materijala. Osim toga, cilj je predložiti jednostavne i pristupačne metode pripreme biološkog materijala u nastavi. S obzirom na prethodno postavljene ciljeve istraživanja oblikovane su sljedeće hipoteze:

- nastavnici ne koriste dovoljno često biološke materijale i preparate u nastavi;
- smatra se da postoji potreba za edukacijom nastavnika o izradi bioloških materijala, zbirki kao i vivarija;
- izrada bioloških materijala, zbirki i vivarija osim o financijskoj potpori škole ovisi u najvećoj mjeri o motiviranosti i kompetentnosti nastavnika za izradu i pripremu samog materijala.



## 2. MATERIJAL I METODE

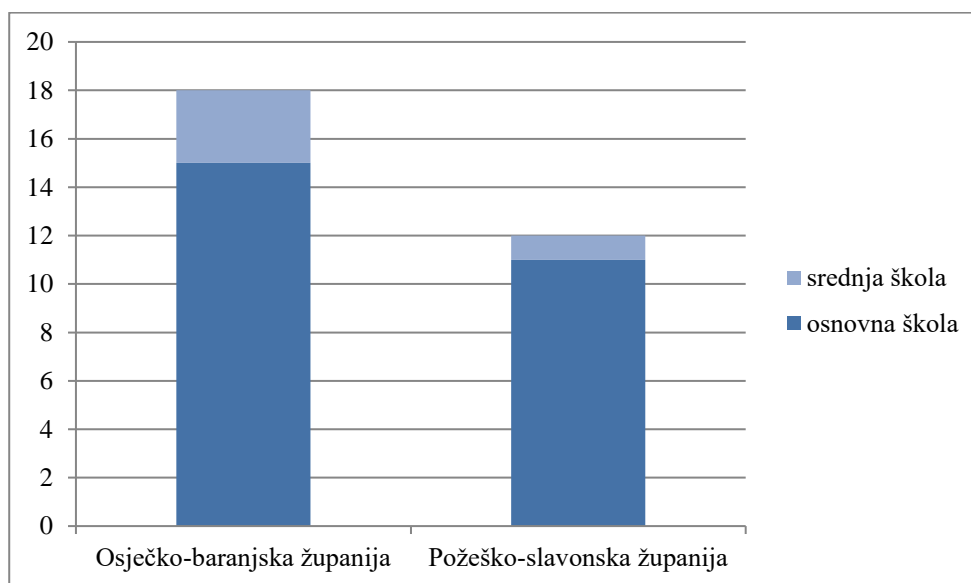
Istraživanje je provedeno u dvije faze. Prvi dio istraživanja sastojao se od prikupljanja informacija o trenutnoj opremljenosti i kompetencijama nastavnika prirode i biologije u osnovnim i srednjim školama za korištenje biološkog materijala u nastavi. Istraživanje je tijekom svibnja i lipnja 2018. godine provedeno među nastavnicima u osnovnim i srednjim školama u dvije županije: Požeško-slavonskoj i Osječko-baranjskoj. Nastavnicima je podijeljen anonimni upitnik o upotrebi biološkog materijala u nastavi biologije i prirode, te je s tri nastavnika proveden usmeni razgovor. Drugi dio istraživanja je uključivao obradu podataka dobivenih na temelju anonimnog upitnika, pregledavanje postojeće znanstvene i stručne literature, te pretraživanje internetskih izvora kako bi se ponudile jednostavne i pristupačne metode pripreme biološkog materijala za korištenje u nastavi.

Istraživanje je provedeno upitnikom zatvorenog tipa pod nazivom „Učestalost upotrebe biološkog materijala u nastavi biologije i prirode“, sastavljenog od 19 pitanja (Prilog 1). Upitnik je osmišljen za potrebe ovog istraživanja s ciljem ispitivanja stavova nastavnika o upotrebi biološkog materijala u nastavi biologije i prirode, te učestalosti njegova korištenja. Ispunjavanje upitnika je bilo u potpunosti anonimno. Pitanja u upitniku se mogu svrstati u nekoliko skupina. Prva skupina pitanja (1.-5.) uključuje opće informacije o nastavniku. Druga skupina pitanja (6.-12.) se odnosi na upotrebu živog materijala u nastavi, a treća skupina pitanja (13.-17.) se odnosi na upotrebu i izradu prepariranih materijala u nastavi. Posljednja skupina pitanja (18. i 19.) ispituje postojanje dodatnih aktivnosti kroz koje učenici mogu konzervirati i preparirati biološke materijale. Nakon ispunjavanja upitnika s dijelom nastavnika je proveden i usmeni razgovor u svrhu prikupljanja većeg broja informacija o trenutnoj opremljenosti škola.

Tekstualni dio rada obrađen je programom Microsoft Office Word 2007, a grafički prikazi obrađeni su programom Microsoft Office Excel 2007.

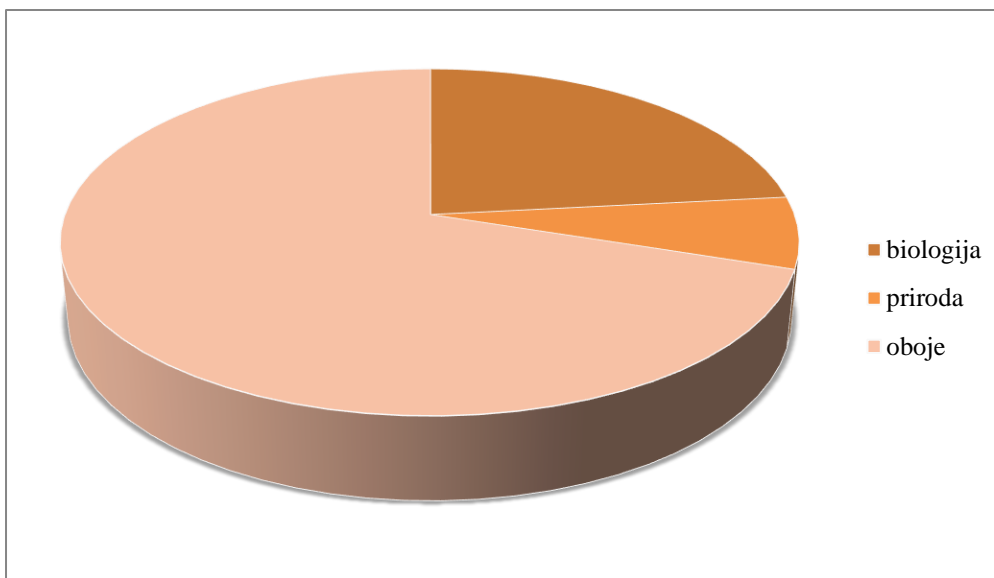
### 3. REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 30 nastavnika prirode i biologije osnovnih i srednjih škola, od toga njih 18 s područja Osječko-baranjske županije i 12 s područja Požeško-slavonske županije. Od 18 nastavnika s područja Osječko-baranjske županije njih 15 radi u osnovnim školama, a 3 u srednjim školama, dok od 12 nastavnika s područja Požeško-slavonske županije 11 radi u osnovnim školama (Slika 1.). 96,66 % ispitanih je bilo ženskog spola, dok je samo 3,33 % bilo muškog spola.



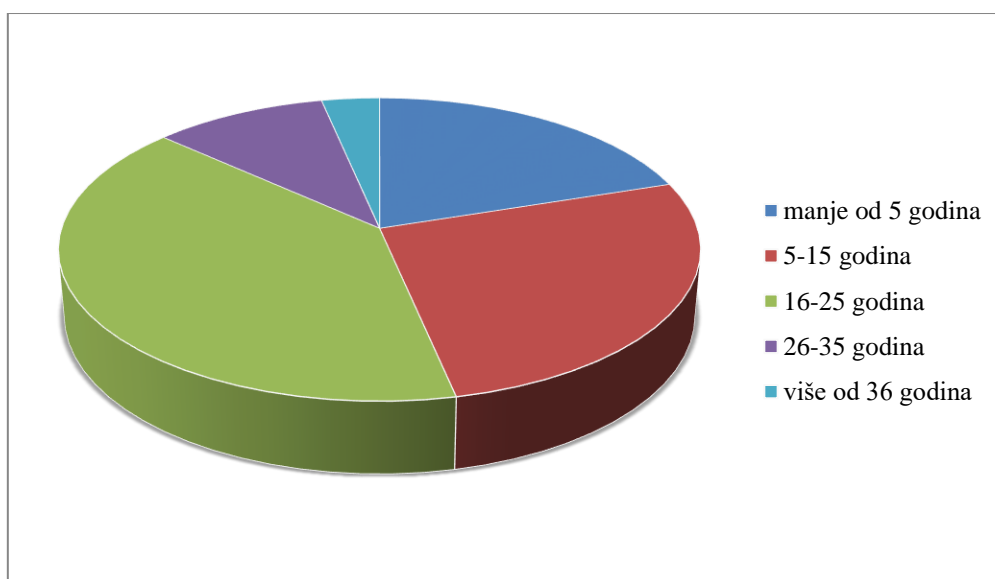
Slika 1. Broj ispitanika po županijama i školama u kojima rade

Od ukupnog broja ispitanika, najviše ih predaje i prirodu i biologiju (70%). Samo biologiju predaje njih 23,3 %, a samo prirodu njih 6,7 % (Slika 2.).



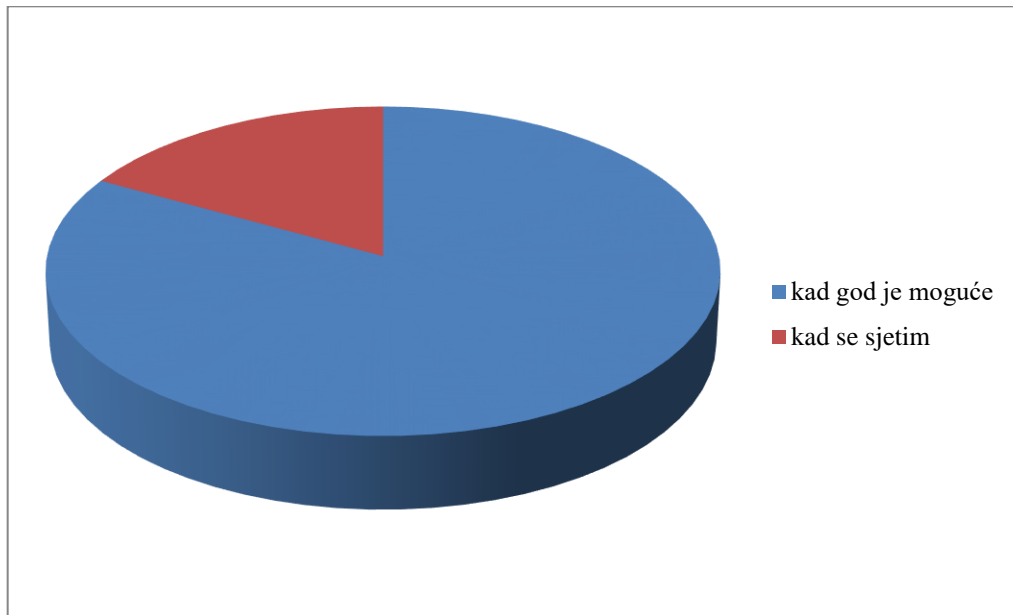
Slika 2. Udio nastavnika s obzirom na predmet koji poučavaju

Nadalje, 26,7 % ispitanika je u školi zaposleno između 5 i 15 godina, no ako tome dodamo podatak da je najveći broj ispitanika, točnije njih 40%, u školi zaposleno između 16 i 25 godina, njih 10% između 26 i 35 godina, te njih 3,3% više od 35 godina (Slika 3.), može se zaključiti da su upitniku pristupili uglavnom nastavnici s velikim brojem godina staža u nastavi biologije i prirode, te bogatim iskustvom što pridonosi važnosti ovog upitnika.



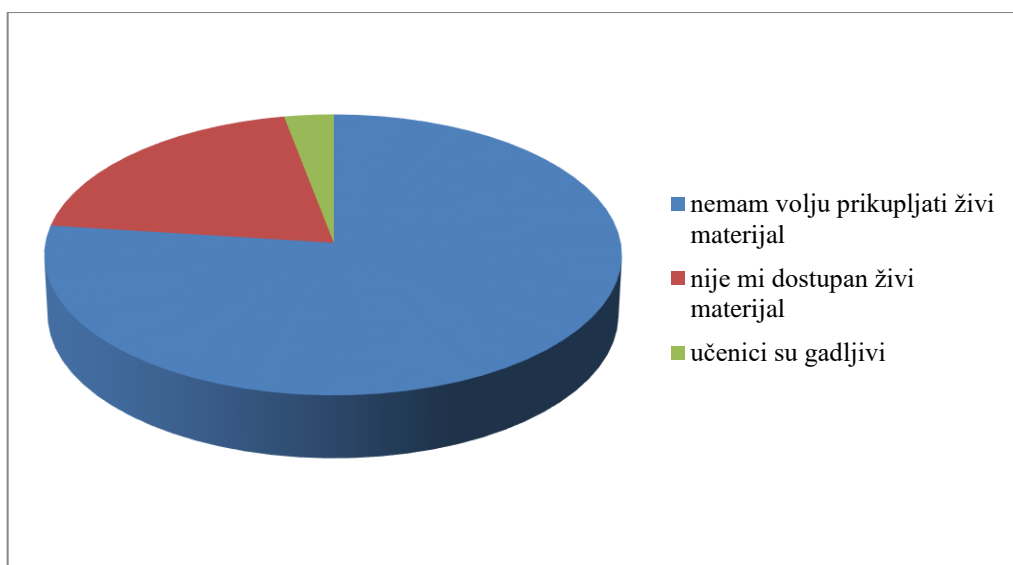
Slika 3. Udio nastavnika s obzirom na godine staža

U drugoj skupini pitanja koja se odnosi na upotrebu živog materijala u nastavi, većina ispitanika (83,3%) je odgovorila da živi materijal u nastavi koriste kad god je moguće, dok ostali koriste živi materijal kad se sjetim (Slika 4.).



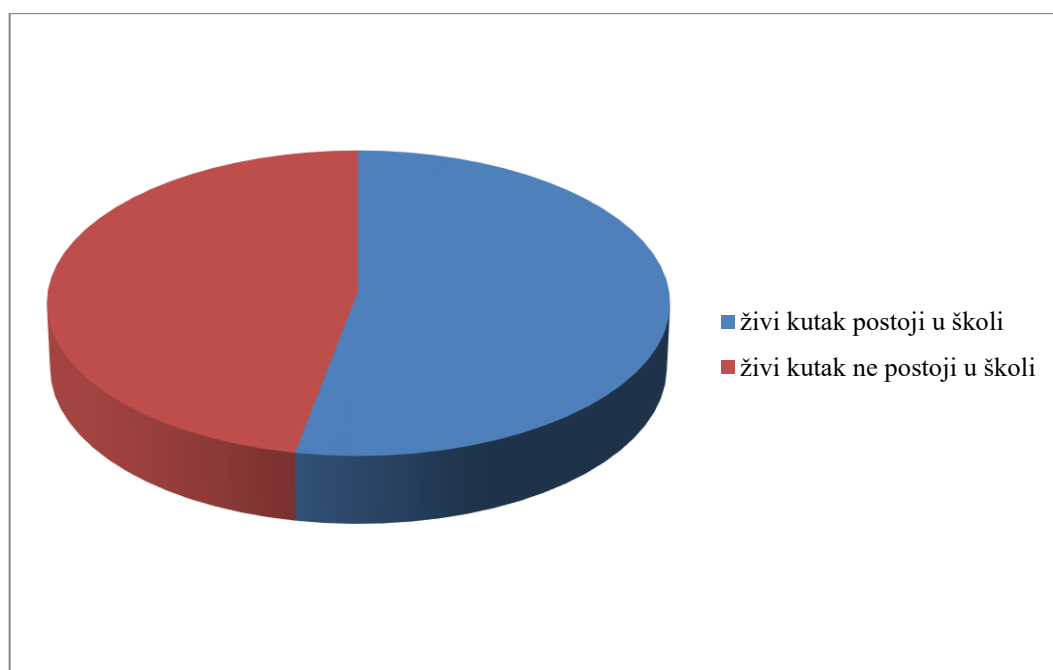
Slika 4. Udio nastavnika s obzirom na učestalost upotrebe živog materijala

Kontradiktorno ovom podatku je da većina ispitanika (76,6%) ne koristi živi materijal u nastavi zato što nema volju prikupljati isti. Kao ostale razloge zbog kojih ne koriste živi materijal ispitanici su naveli da im živi materijal nije dostupan (20%), te da nema smisla secirati životinje jer su učenici gadljivi (3,4%) (Slika 5.).

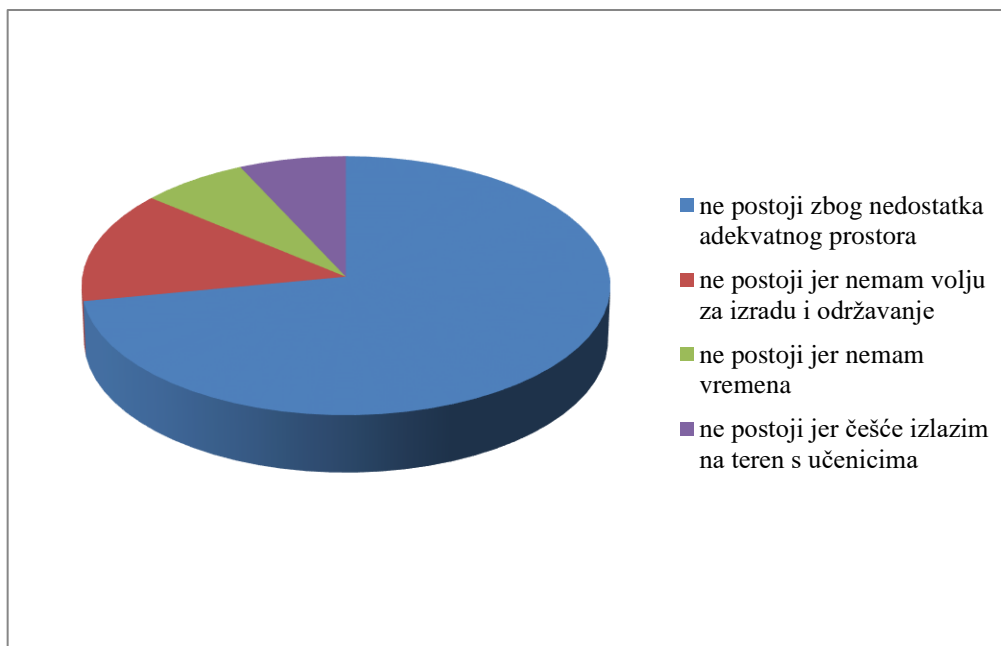


Slika 5. Udio nastavnika s obzirom na razloge ne korištenja živog materijala

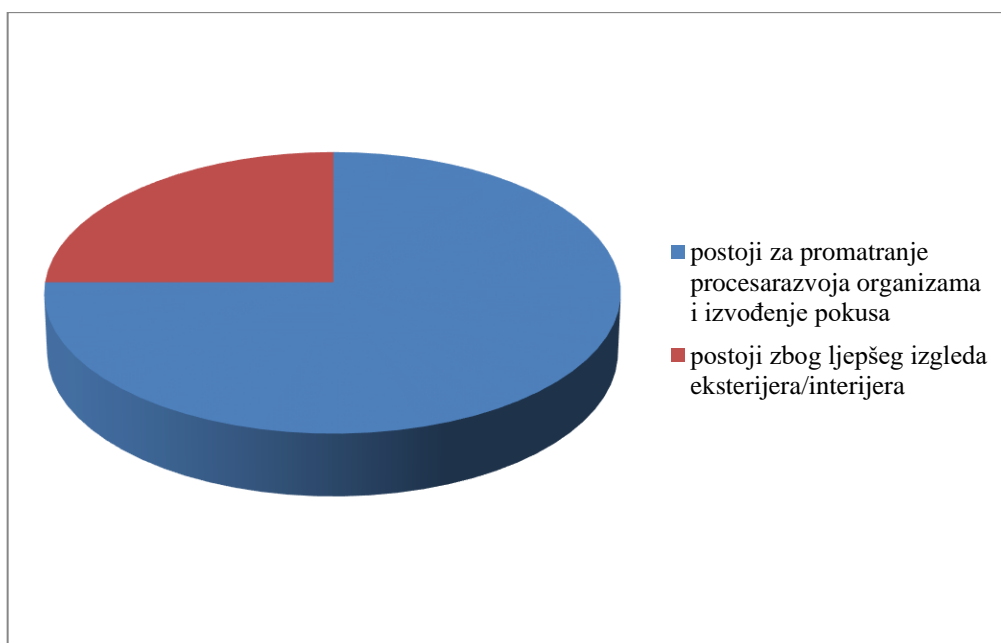
Pomalo iznenađujuće je da gotovo polovica (46,7%) ispitanika navodi da u školi u kojoj radi ne postoji živi kutak (Slika 6.), od čega većina (71,5%) navodi da ne postoji zbog nedostatka adekvatnog prostora za njegovo uređenje. Ostali ispitanici su naveli da živi kutak u njihovoj školi ne postoji zato što nemaju volje za izradu i održavanje živog kutka (14,3%), zato što nemaju vremena (7,1%) i zato što češće izlaze na teren s učenicima ili donose prirodni svježi materijal u učionicu (7,1%) (Slika 7.). Od onih koji su naveli da u njihovoj školi postoji živi kutak, većina je odgovorila da ga zajedno održavaju nastavnik i učenici (75%), dok je 12,5% navelo da živi kutak uređuje isključivo nastavnik. 6,25% je navelo da živi kutak uređuje tehničko osoblje škole, a 6,25% je navelo da živi kutak zajedno uređuju nastavnici, učenici i tehničko osoblje (Slika 9.). Također, od ispitanika koji su naveli da u njihovoj školi postoji živi kutak, 25% navodi da on postoji samo radi boljeg izgleda interijera/eksterijera škole. Većina ipak navodi da se živi kutak koristi za promatranje procesa razvoja organizama i samostalno izvođenje pokusa učenika (Slika 8.). Što se tiče uređenja odnosno uzgoja živog kutka, većina ispitanika je odgovorila da zna jer ih to interesira (50%), dok je 23,3% odgovorilo da zna iako nisu baš zainteresirani za to. Osim toga, 26,7% ispitanika je reklo kako ne zna uzgojiti živi kutak, ali bi voljeli naučiti (Slika 10.).



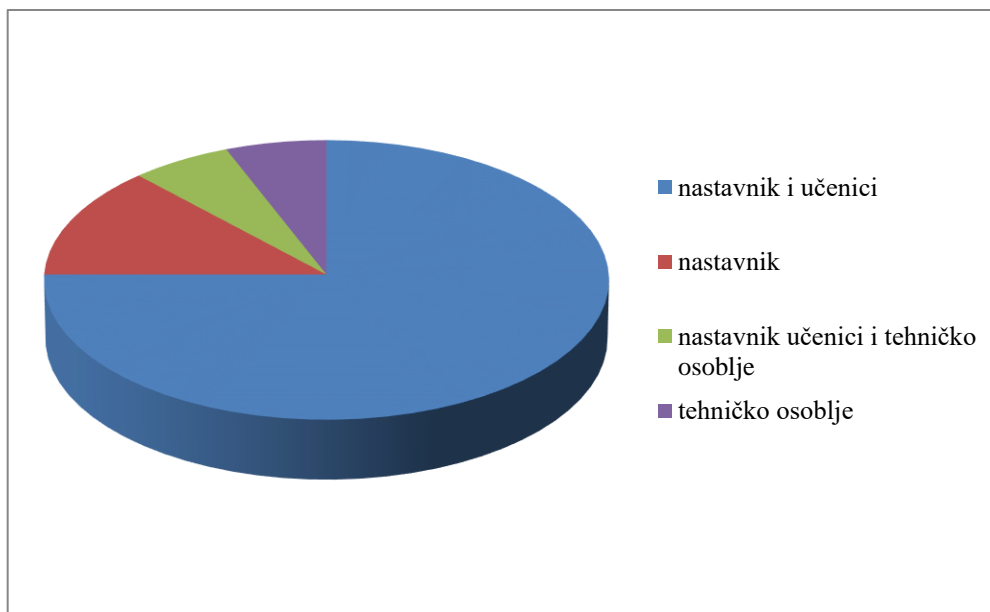
Slika 6. Odgovor na pitanje: *Postoji li u Vašoj školi „živi kutak“?*



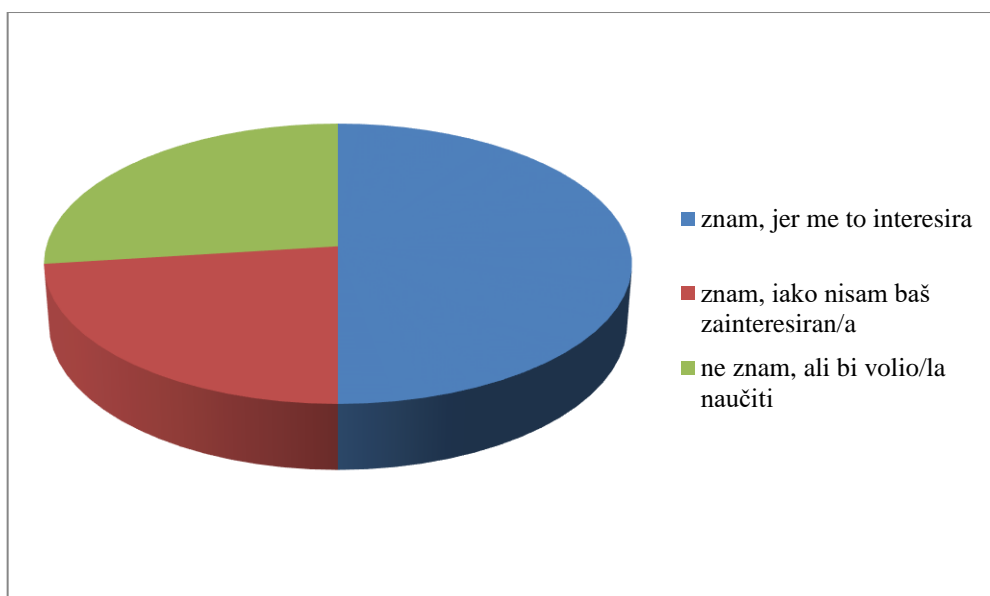
Slika 7. Razlozi zbog kojih ne postoji živi kutak u školi



Slika 8. Svrha postojanja živog kutka u školi



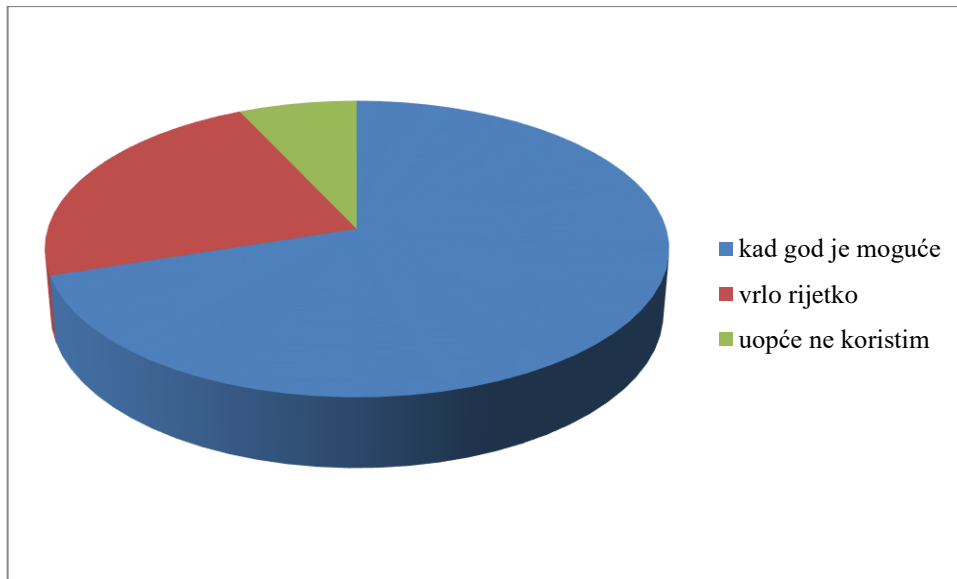
Slika 9. Uređivanje živog kutka



Slika 10. Odgovor na pitanje: *Znate li uzgojiti živi kutak?*

U trećoj skupini pitanja koja se odnosi na upotrebu i izradu prepariranih materijala u nastavi najviše ispitanika je odgovorilo da preparirani materijal koristi kad god je moguće (70%). 23,3% ispitanika je odgovorilo da preparirani materijal koristi vrlo rijetko, a 6,7% ispitanika uopće ne koristi preparirani materijal (Slika 11.). Kao razlog zbog kojeg ne koriste

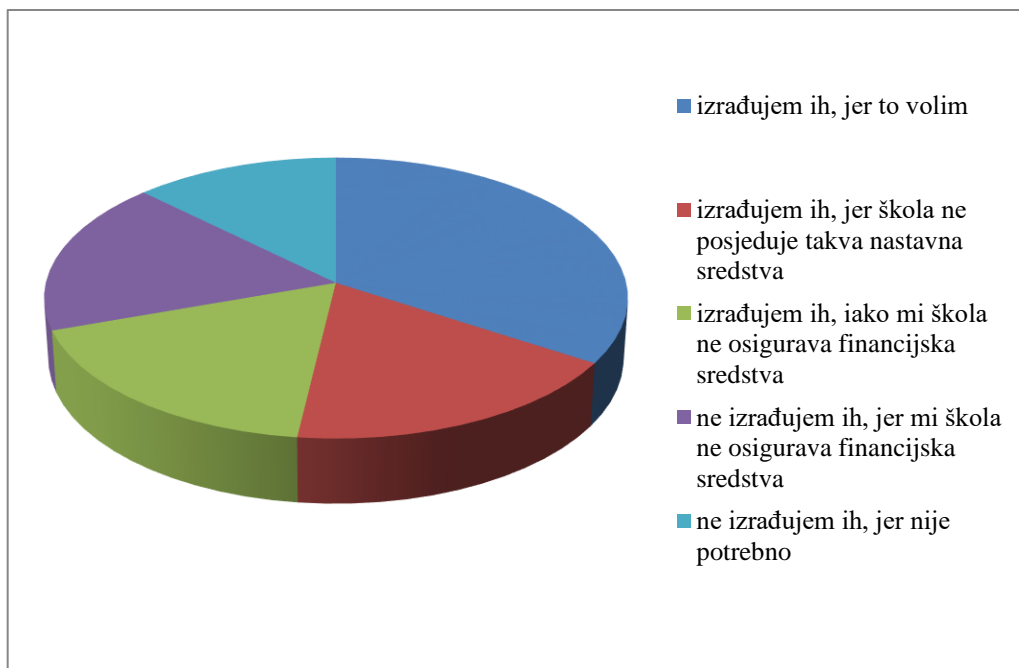
preparirane materijale većina ispitanika je navela da škola ne posjeduje takva nastavna sredstva ili da su preparirani materijali koje škola posjeduje jako dotrajali.



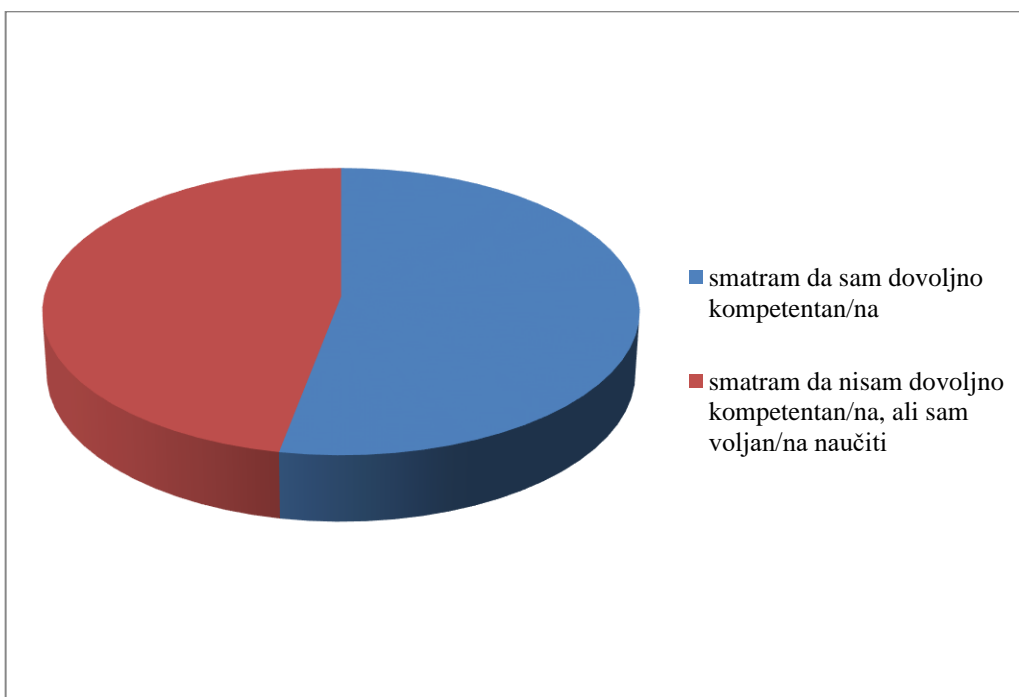
Slika 11. Udio nastavnika s obzirom na učestalost upotrebe prepariranih materijala

Što se tiče izrade preparata, samo 26,7% ispitanika je odgovorilo da sami izrađuju preparate jer to vole. Određeni ispitanici ih izrađuju zato što škola ne posjeduje takva nastavna sredstva (13,3%). Unatoč tome što im škola ne osigurava potrebna financijska sredstva, njih 13,3% izrađuje preparate o svom trošku. Isto tako, 13,3% nastavnika navodi da iz tog razloga ne izrađuju sami preparate. 10% nastavnika navodi kako uopće nije potrebno da sami izrađuju preparate (Slika 12.). Vrlo iznenađujuće i zanimljivo je da se čak 46,7% ispitanika ne smatra dovoljno kompetentnima za izradu preparata, ali su voljni naučiti (Slika 13.). Nadalje, pokazalo se da velik problem predstavljaju financijska sredstva jer čak 46,7% ispitanika navodi kako im osigurani iznos od strane škole nije dovoljan za izradu ili nabavu biološkog materijala (preparata, materijala za izradu preparata i živog kutka), a 20% ih kaže da im škola uopće ne osigurava potrebna financijska sredstva (Slika 14.).

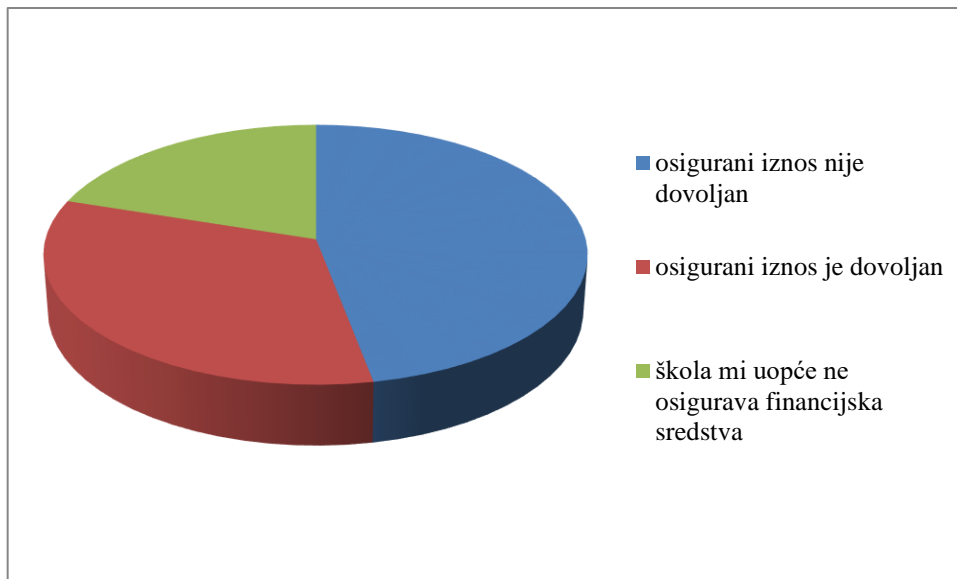




Slika 12. Udio nastavnika s obzirom na izradu preparata



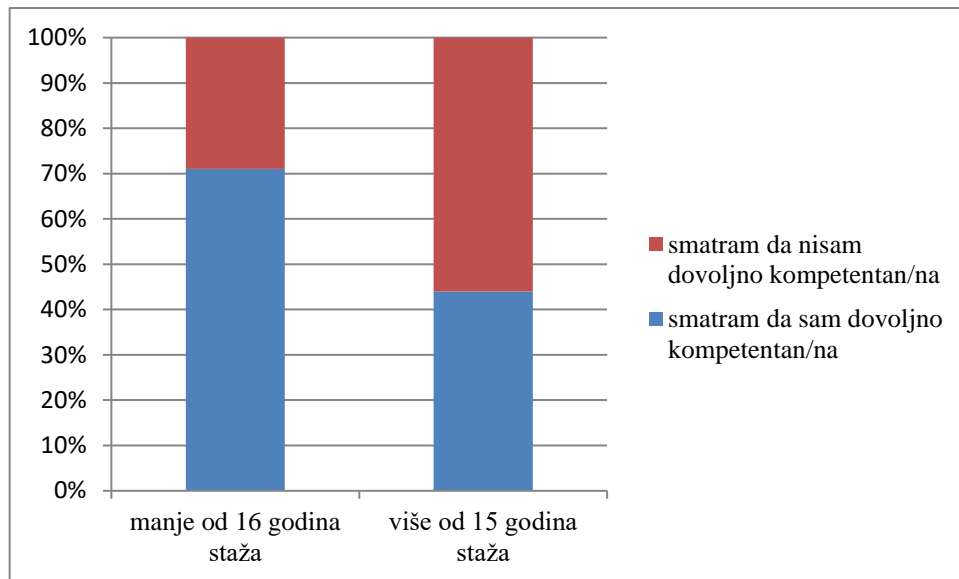
Slika 13. Udio nastavnika s obzirom na kompetentnost za izradu preparata



Slika 14. Odgovor na pitanje: *Osigurava li Vam škola financijska sredstva za izradu / nabavu biološkog materijala?*

U posljednjoj skupini pitanja koja je ispitivala postojanje dodatnih aktivnosti kroz koje učenici mogu konzervirati i preparirati biološke materijale, većina ispitanika (60%) je rekla da u školi u kojoj rade postoji učenička zadruga ili neka druga dodatna aktivnost vezana uz biologiju i prirodu, međutim od ispitanika koji su naveli da postoji takva aktivnost, njih 55,6% je navelo da učenici nikada ne konzerviraju i ne prepariraju biološki materijal kroz te aktivnosti.

Analizom upitnika su uspoređene i godine staža nastavnika s 16. pitanjem (*Smatrate li se dovoljno kompetentnima za izradu preparata?*). 14 nastavnika je navelo da imaju manje od 16 godina staža, a od toga 71,4% se smatra dovoljno kompetentnima, a njih 28,6% smatra da nisu dovoljno kompetentni. 16 nastavnika je navelo da imaju više od 15 godina staža, a od toga njih 43,75% se smatra dovoljno kompetentnima, a 56,25% smatra da nisu dovoljno kompetentni (Slika 15.). Dakle nastavnici s manje godina staža se smatraju kompetentnijima za izradu preparata od onih s više godina staža (iako razlika nije toliko izražena kod onih s više godina staža).



Slika 15. Udio nastavnika s obzirom na kompetentnost za izradu preparata i na godine radnog iskustva

Osim analize odgovora po skupinama pitanja, odgovori nastavnika su sagledani i u cjelini kako bi se mogla procijeniti motiviranost i volja nastavnika. Općenito, iz upitnika se vidi da uglavnom nastavnici koji koriste živi materijal kad god je moguće, koriste i preparirane materijale kad god je moguće (osim ako ih škola ne posjeduje). Takvi nastavnici najčešće i uzgajaju i održavaju živi kutak i vode nekakvu dodatnu aktivnost vezanu uz biologiju (međutim, iz rezultata je vidljivo da se na tim aktivnostima uglavnom ne bave prepariranjem ili konzerviranjem). Suprotno tome, nastavnici koji koriste živi materijal kad se sjete ili nemaju volje prikupljati živi materijal, često nemaju ni živi kutak u školi ili on postoji zbog ljepšeg izgleda interijera ili eksterijera. Isto tako, najčešće rijetko koriste preparirane materijale. Dakle pojedinci koji su motivirani koriste više metoda, na više načina, za razliku od onih koji nisu.

#### 4. RASPRAVA

Kroz posljednjih nekoliko godina, hrvatsko školstvo je prošlo niz reformi kojima se približilo suvremenijim oblicima školovanja, međutim još uvijek postoje nedostaci na kojima se treba raditi. Iako je suvremena nastava usmjerena na učenike i na njihov samostalni rad, ne smije se zanemariti motivacija i volja nastavnika koja je preduvjet, kako za njihov profesionalni rast, tako za kvalitetno osmišljen nastavni proces u kojem su nastavnici organizatori, moderator i suradnici učenicima, a učenici uče otkrivanjem, istraživanjem i rješavanjem problema. Nastava prirode i biologije je specifična zbog nastavnih sredstava koja se mogu koristiti. Iako izvorna stvarnost zauzima središnje mjesto u takvoj nastavi, često nam nije pogodna za izravno proučavanje bilo zbog vremenskih uvjeta, prostorne udaljenosti ili nekih drugih razloga. U tim slučajevima nužna je upotreba nastavnih sredstava. U ovom radu se istraživala učestalost upotrebe biološkog materijala u nastavi biologije i prirode, kao i stavovi nastavnika o njihovoj upotrebi. Ovu temu sam izabrala kako bi se prikazalo stvarno, praktično stanje u školama. Prilikom izrade ovog diplomskog rada oblikovano je nekoliko hipoteza koje su provedenim upitnikom među nastavnicima prihvaćene ili odbačene.

U istraživanju je sudjelovalo 30 nastavnika prirode i biologije osnovnih i srednjih škola od čega je 96,66 % ispitanih ženskog spola, dok je samo 3,33 % muškog spola. Takvu nejednakost spolova možemo povezati s činjenicom da se općenito žene češće odlučuju za nastavničku profesiju nego muškarci. Žene zauzimaju gotovo sve nastavne pozicije u osnovnim školama, međutim srednjoškolska nastavna radna mjesta su gotovo jednako podijeljena između muškaraca i žena (Jukić, 2013). U prilog tome govori i podatak dobiven na temelju ispunjenog upitnika. Naime, taj jedan jedini ispitanik muškog roda je djelatnik srednje škole.

Prema rezultatima istraživanja većina ispitanika (83,3%) je odgovorila da živi materijal u nastavi koriste kad god je moguće. Također, 70% ispitanika je odgovorilo da preparirani materijal koristi u nastavi kad god je moguće. Prema tome, prva hipoteza da nastavnici ne koriste dovoljno često biološke materijale i preparate u nastavi nije potvrđena. Mogući razlog ovakvih rezultata je ispitanikovo relativno poimanje učestalosti korištenja živog materijala u nastavi koje je pritom i vrlo individualno. Osim toga, postoje brojni čimbenici koji mogu utjecati na maksimalno korištenje živih i prepariranih materijala. Osim subjektivne procjene pojedinog nastavnika koliko je to zapravo „kad god je moguće“ i iskrenosti prilikom ispunjavanja upitnika, tu su primjerice neposjedovanje takvih nastavnih sredstava

(prepariranih materijala) i nedostatak financijskih sredstava. Iznenađujuće i kontradiktorno ovom podatku je da 76,6% ispitanika ne koristi živi materijal u nastavi zato što nema volju prikupljati isti. Kao ostale razloge zbog kojih ne koriste živi materijal ispitanici su naveli da im živi materijal nije dostupan (20%) što se može shvatiti zbog promjene vremenskih uvjeta i dugog perioda zime. Rezultati upitnika su obrađivani kao cjelina, međutim zanimljivo je analizirati pojedine upitnike zasebno. Primjerice, jedan ispitanik navodi da ne koristi živi materijal, odnosno životinje za seciranje, jer su učenici gadljivi i navodi da nema smisla secirati životinje. Međutim, isti ispitanik navodi da vrlo rijetko koristi preparirane materijale koji bi se mogli koristiti u tom slučaju kao zamjensko nastavno sredstvo. Osim toga, u toj školi ne postoji živi kutak jer ispitanik nema volje za izradu i održavanje živog kutka. Dakle, može se zaključiti da je zapravo volja i motiviranost nastavnika ključna za dobro osmišljenu i provedenu nastavu.

Ovo je samo jedan primjer, ali može se primijetiti sličnost u odgovorima na pitanja u upitniku. Općenito, nastavnici koji koriste živi materijal kad god je moguće, koriste i preparirane materijale kad god je moguće. Osim toga, takvi nastavnici najčešće i uzgajaju i održavaju živi kutak, te bez obzira na (ne)osigurana financijska sredstva od strane škole izrađuju preparate. Suprotno tome, nastavnici koji koriste živi materijal kad se sjete ili nemaju volje prikupljati živi materijal, često nemaju ni živi kutak u školi, te rijetko koriste preparirane materijale. Isto tako najčešće ne izrađuju sami preparate. Problem koji se često navodi kao razlog (ne)izrade preparata su financijska sredstva. Financiranje osnovnih i srednjih škola uređeno je odredbama Zakona o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Zakona o financiranju jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, te godišnjim uredbama Vlade Republike Hrvatske o načinu izračuna potpore izravnjanja za decentralizirane funkcije jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave. Državnim proračunom osiguravaju se sredstva za financiranje školskih ustanova čiji je osnivač Republika Hrvatska ili jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave i to za plaće i naknade radnika, prijevoz radnika i učenika te stručno usavršavanje i osposobljavanje, dok se između ostalih namjena financijskih sredstava u proračunu županije osiguravaju sredstva za nabavu školske opreme te nastavnih sredstava i pomagala. Daljnja raspodjela financijskih sredstava ovisi o školi, te pokazuje strukturu i organizaciju škole, odražava njezinu vrijednosnu orijentaciju, područja rada i odnos prema razvoju pri čemu vrlo bitnu ulogu imaju ravnatelji koji se uglavnom primarno nisu, do stupanja na svoju dužnost, formalno osposobljavali i obučavali za financijsko upravljanje školom (Trtinjak, 2017). Iz navedenih razloga nisu sve škole u jednakom

položaju, a u prilog tome idu i rezultati istraživanja. Čak 46,7% ispitanika navodi kako im osigurani iznos od strane škole nije dovoljan za izradu ili nabavu biološkog materijala (preparata, materijala za izradu preparata i živog kutka), a 20% ih kaže da im škola uopće ne osigurava potrebna financijska sredstva.

Motivacija koja se definira kao unutarnje stanje koje izaziva, odražava i usmjerava ponašanje pojedinca ka postizanju nekog cilja je jedan od najvažnijih faktora za procjenu osobne kompetentnosti nastavnika (Brčić Kuljiš i sur., 2016). Prema rezultatima istraživanja, najviše ispitanika je navelo da je u školi zaposleno između 16 i 25 godina (40%) što je dosta velik broj godina staža. Još veći broj godina staža ima i 10% ispitanika koji su naveli da imaju između 26 i 35 godina staža, te 3,3% koji ima više od 35 godina staža. Iako bi velik broj godina staža trebao predstavljati i bogato iskustvo i znanje, čak 56,25% ispitanika sa više od 16 godina staža se ne smatra dovoljno kompetentnima za izradu preparata. Suprotno tome, samo 28,6% ispitanika koji imaju manje od 15 godina staža smatra da nije dovoljno kompetentno za izradu preparata. Dakle, nastavnici s manje godina staža se smatraju kompetentnijima za izradu preparata od onih s više godina staža. Razlog tome može biti nedavan završetak formalnog obrazovanja kod osoba s radnim iskustvom manjim od 15 godina iz čega je vidljivo da mladi nose nova i svježija znanja (što iz obrazovanja, što samoučenjem) ili primjerice zamor, gubitak motivacije, sporo praćenje razvoja nove tehnologije ili kolotečina kod osoba s velikim brojem godina staža. Što se tiče motiviranosti oko izrade i održavanja živog kutka, 26,7% ispitanika je reklo kako ne zna uzgojiti živi kutak, ali bi voljeli naučiti, dok je 23,3% odgovorilo da zna uzgojiti živi kutak, iako nisu baš zainteresirani za to. Dakle, prema navedenim rezultatima hipoteza da izrada bioloških materijala, zbirki i vivarija osim o financijskoj potpori škole ovisi u najvećoj mjeri o motiviranosti i kompetentnosti nastavnika za izradu i pripremu samog materijala je potvrđena, kao i hipoteza da postoji potreba za edukacijom nastavnika o izradi bioloških materijala, zbirki kao i vivarija.

Vrlo dobro je poznato da je za nastavničko zanimanje nužna visoka intrinzična motivacija jer se pred nastavnike u obrazovanju postavljaju mnogobrojni zahtjevi i očekivanja s jedne strane, dok s druge strane ne postoji formalno obrazovanje koje ih osposobljava za primjereno odgovaranje na sve postavljene zahtjeve i očekivanja. Ne čudi međutim, da tijekom godina ta motivacija može opasti, ali zbog toga postoje razni skupovi i seminari koji mogu ponuditi rješenja. Zapravo može se reći da je motivacija ključna za početak učenja te ustrajnost pri učenju, odnosno obavljanju nekog posla. Visoko motivirani nastavnici podržavaju i unaprjeđuju razinu motiviranosti svojih učenika, što u konačnici rezultira većim

zadovoljstvom njih samih i učenika, te većom uključenosti u proces učenja (Brčić Kuljiš i sur., 2016). Budući da postoji potreba za dodatnim motiviranjem nastavnika, kao i za edukacijom nastavnika o izradi bioloških materijala, zbirki i vivarija, cilj ovog diplomskog rada bio je predložiti jednostavne i pristupačne metode pripreme biološkog materijala u nastavi, što je prikazano u mini-priručniku za svakog nastavnika (Prilog 2). Svrha toga je dodatno motivirati i olakšati posao nastavnicima koji to žele, odnosno imaju volje, kao i pokazati drugima da se bez puno truda i ulaganja mogu pribaviti, preparirati, uzgajati i održavati biološki materijali.

## 5. ZAKLJUČAK

Na temelju istraživanja provedenog u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- većina nastavnika koristi živi i preparirani materijal kad god je moguće
- nastavnici uglavnom ne koriste živi materijal zato što ga nemaju volju prikupljati
- nastavnici uglavnom ne koriste preparirane materijale zato što ih škola ne posjeduje ili su jako dotrajali
- nastavnici koji koriste živi i preparirani materijal kad god je moguće, najčešće i uzgajaju i održavaju živi kutak
- većina nastavnika ne uzgaja živi kutak zato jer u školi ne postoji adekvatan prostor ili zato što nemaju volje za izradu i održavanje
- postoji potreba za obrazovanjem nastavnika vezano uz izradu preparata i uzgoj vivarija, osobito među nastavnicima s većim brojem godina radnog iskustva jer se ne smatraju dovoljno kompetentnima
- financijska sredstva ograničavaju nastavnike prilikom izrade i nabave biološkog materijala jer ih škole uopće ne osiguravaju ili osiguravaju nedovoljan iznos
- izrada bioloških materijala, zbirki i vivarija osim o financijskoj potpori škole ovisi u najvećoj mjeri o motiviranosti i kompetentnosti nastavnika za izradu i pripremu samog materijala



## 6. METODIČKI DIO

### 6.1. Priprema za nastavni sat

Ime i prezime nastavnika	Škola	Datum
Sanela Louč	Osnovna škola	

Nastavna jedinica /tema	Razred
Beskralježnjaci- razred kukci	7.
Temeljni koncepti	Ključni pojmovi
Raznolikost živog svijeta	hitinska kutikula, uzdušnice,sastavljeno oko, preobrazba, bioraznolikost, biološka važnost
Cilj nastavnog sata (nastavne teme)	
Upoznati građu kukaca i njihovu veliku biološku raznolikost, uključujući biološku važnost.	

Ishodi učenja				
1. Objasniti povezanost građe kukaca i funkcije pojedinih organa s njihovim načinom života i staništem 2. Objasniti razliku između potpune i nepotpune preobrazbe kukaca 3. Povezati uspješnost prilagodbi skupine s njihovim preživljavanjem i zastupljenošću u okolišu 4. Objasniti biološku važnost kukaca i njihov značaj za ljude				
Br.	Razrada ishoda nastavne jedinice	Zadatak/ primjer ključnih pitanja za provjeru ostvarenosti ishoda	KR	PU
1.		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kako je podijeljeno tijelo kukaca i od čega je sastavljen svaki dio?</li> <li>➤ Koliko kukci imaju parova člankovitih nogu? Na kojem dijelu tijela su pričvršćene noge?</li> <li>➤ Čemu služi treći par nogu kod pčela?</li> <li>➤ Gdje se nalaze krila kukaca?</li> <li>➤ Koja je uloga donjeg para krila kod kornjaša?</li> <li>➤ Koja je uloga drugog para krila kod dvokrilaca?</li> <li>➤ Zašto preteški bumbari mogu letjeti?</li> </ul>	I. I. I. I. I. I. II.	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Što štiti kukce od isušivanja?</li> <li>➤ Koja je uloga i građa uzdušnica?</li> <li>➤ Kakav krvožilni sustav imaju kukci?</li> <li>➤ Zašto kukci imaju dobro razvijena ticala i složene oči?</li> <li>➤ Kako pčele vide svijet? Pomaže li ta sposobnost samo njima ili i ostalim članovima ekosustava?</li> <li>➤ Kako pčela radi med?</li> <li>➤ Zašto pčele ugibaju kad nekoga ubodu?</li> </ul>	<p>I.</p> <p>I.</p> <p>I.</p> <p>II.</p> <p>II.</p> <p>II.</p> <p>I.</p>
2.		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Objasni razmnožavanje kukaca.</li> <li>➤ Na primjeru uzgojenih leptira ili brašnara objasni njihovu preobrazbu.</li> <li>➤ Koja je razlika između potpune i nepotpune preobrazbe?</li> <li>➤ Navedi primjer kukca koji ima nepotpunu preobrazbu.</li> <li>➤ Zašto je preobrazba važna prilagodba kukaca? Kakva je prehrana leptira tijekom njegove preobrazbe?</li> </ul>	<p>I.</p> <p>I.</p> <p>I.</p> <p>I.</p> <p>II.</p>
3.		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Na što podsjećaju boja i oblik tijela paličnjaka?</li> <li>➤ Što je mimikrija?</li> <li>➤ Objasni na koji su način kukci u prednosti tijekom pronalaska hrane u odnosu na ostale člankonošce? Kako se hrane kukci?</li> <li>➤ Na koji je način sposobnost leta pridonijela uspješnosti kukaca?</li> <li>➤ Koje su ostale prilagodbe koje su pridonijele opstanku i velikoj raznolikosti kukaca?</li> </ul>	<p>I.</p> <p>I.</p> <p>II.</p> <p>II.</p> <p>II.</p>
4.		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A. Einstein je rekao da čovjeku kao vrsti ostaje još oko 4 godine života ukoliko pčele nestanu s planete Zemlje, što to znači? Što će se dogoditi ako kukci izumru na Zemlji?</li> <li>➤ Koja je uloga kukaca u hranidbenim lancima?</li> <li>➤ Zašto kukci žive u zadrugama?</li> <li>➤ Navedi nekoliko proizvoda kukaca koji su korisni za ljude?</li> <li>➤ Navedi primjere kako kukci mogu biti</li> </ul>	<p>II.</p> <p>I.</p> <p>I.</p> <p>I.</p> <p>I.</p>

		štetni za ljude, osobito u poljoprivredi?		
<b>Kognitivna razina (KR):</b> I. reprodukcija, II. konceptualno razumijevanje i primjena znanja, III. rješavanje problema <b>Procjena uspješnosti učenja (PU):</b> – odgovara manje od 5 učenika, +/- odgovara otprilike polovina učenika, + odgovara većina učenika				

Tijek nastavnog sata					
Tip sata	Sat obrade novih nastavnih sadržaja	Trajanje	45 minuta		
STRUKTURNI ELEMENT NASTAVNOG SATA	DOMINANTNA AKTIVNOST	BR. ISHODA	KORISTITU IZVEDBI	METODA SOCIOLOŠKI ORIJENTIRANA	TRAJANJE (min)
Uvod	<p>N ⇒ potaknuti učenike na razmišljanje o nastavnoj temi na način da kažemo učenicima da u jednoj minuti navedu što više beskralježnjaka, zatim analizirati odgovore (koliko životinja su napisali, kojoj skupini pripadaju, koja je najbrojnija)</p> <p>N ⇒ najaviti temu i cilj nastavnog sata</p> <p>U ⇒ zapisuju naslov nastavne jedinice u bilježnice</p>		P	R, I	F, I 2
Središnji dio	<p>N ⇒ zadati učenicima da pročitaju dio teksta o građi kukaca iz udžbenika</p> <p>N ⇒ podijeliti učenike u tri skupine i podijeliti im kolaž papir, škare i ljepilo kako bi izradili shematski prikaz građe tijela kukca (s odgovarajućim tjelesnim privjescima na pojedinom dijelu tijela);</p> <p>1. grupa- izrađuje glavu (1 par složenih očiju, glava, 1 par člankovitih ticala)</p> <p>2. grupa- izrađuje prsa (prsa od tri kolutića, 1 ili 2 para krila, 3 para nogu za hodanje)</p> <p>3. grupa- izrađuje zadak (potrebno objasniti disanje, krvotok i probavu)</p> <p>U ⇒ nakon završetka rada pojedine grupe, predstavnik svake grupe objašnjava ono što su napravili (organizator pažnje tijekom rada pojedine grupe: predstavnik grupe se izabire nasumičnim odabirom- prije početka sata se ispod jedne stolice u svakoj grupi zalijepi papirić na kojem piše: predstavnik grupe; organizator pažnje tijekom izlaganja: loptica- ukoliko su učenici nemirni, kad im se baci loptica moraju nastaviti umjesto predstavnika grupe)</p> <p>N ⇒ na velikom papiru spojiti radove pojedine grupe i prokomentirati s učenicima funkcije organa kroz pitanja za</p>	1	UDŽ  UDŽ  PP  OP	T  T, G PR  P	33

	<p>provjeru ostvarenosti ishoda br. 1</p> <p>N ⇒ objasniti razmnožavanje kukaca</p> <p>U ⇒ na primjeru uzgojenih leptira ili brašnara objašnjavaju potpunu preobrazbu kukaca</p> <p>N ⇒ navesti primjer kukca koji prolazi kroz nepotpunu preobrazbu i zatražiti od učenika da pretpostave kakva je to nepotpuna preobrazba</p> <p>N ⇒ pokazati učenicima paličnjaka kojeg smo uzgojili i pitati ih na što ih podsjeća boja i oblik paličnjaka (mimikrija)</p> <p>N⇒ reći učenicima da razmisle koje su prilagodbe koje su pridonijele opstanku i velikoj raznolikosti kukaca, te im pustiti video o prilagodbama člankonožaca (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=bz4ODmqbnQA">https://www.youtube.com/watch?v=bz4ODmqbnQA</a>)</p> <p>U⇒ nakon pogledanog videa učenici u obliku grozda zapisuju ideje o prilagodbama kukaca koje su pridonijele opstanku i velikoj raznolikosti kukaca</p> <p>U⇒ kroz razgovor učenici (uz navođenje nastavnika kroz pitanja za provjeru ishoda br 4.) navode biološku važnost kukaca, te korisnost odnosno štetnost kukaca za čovjeka</p>	2	PM, PP				
		3	PM				
		4	V				
			PP				
Završni dio	<p>N⇒ podijeliti učenicima radni listić za ponavljanje (Prilog 1) koje trebaju ispuniti i zalijepiti u bilježnice kao plan učeničkog zapisa</p> <p>N i U ⇒ zajednički nakon rješavanja listića provjeriti jesu li ih točno ispunili</p> <p>N ⇒ dodatna aktivnost u slučaju viška vremena: podijeliti učenike u parove i zadati im pojmove (kukac, složeno oko, vanjski potporni sustav, uzdušnica, ticala, glava, prsa, otvoreni krvotok, zadak) od kojih trebaju napisati priču</p> <p>U ⇒ pišu priče i dobrovoljno se javljaju kako bi pročitali svoju priču ostatku razreda</p>	1 2 3 4	RL	R T I	P I		10
<p><b>Nositelji aktivnosti:</b> N – nastavnik, U - učenici (dodati i mijenjati uloge ukoliko je potrebno uz svaku aktivnost)</p> <p><b>Koristiti u izvedbi:</b> RL – radni listić za učenike, UDŽ – udžbenik, RB – radna bilježnica, P – ploča, PM – prirodni materijal, E – pokus/eksperiment, MD – model, AP – aplikacija, PP – projekcija prezentacije, V – video zapis, A – animacija, I – igra, IU – igranje uloga, RS – računalna simulacija, M – mikroskop, L – lupa, F – fleks kamera, T – tablet, MO – mobitel, OP – organizator pažnje, AL - anketni listić TM - tekstualni materijali (dodati prema potrebi)</p> <p><b>Metode:</b> PR – praktični radovi, D – demonstracija, C – crtanje, I – usmeno izlaganje, R – razgovor, T – rad na tekstu i pisanje</p> <p><b>Oblici rada:</b> I – individualno, P – rad u paru, G – grupni rad, F – frontalno</p>							

### Materijalna priprema

- škare, lje pilo, papiri
- PowerPoint prezentacija, računalo i LCD projektor
- radni listić za ponavljanje (tablica- prilog 1)
- prirodni materijal (paličnjaci, brašnari/leptiri)

### Plan učeničkog zapisa

Člankonošci  
-razred: kukci

	KUKCI
tijelo podijeljeno na	<b>glava</b> - jedan par složenih očiju, jedan par člankovitih ticala <b>prsa</b> - 3 para nogu, 1 ili 2 para krila <b>zadak</b>
broj člankovitih nogu	6 (3 para)
presvlačenje	ličinka
disanje	uzdušnicama
živčani sustav i osjetila	ljestvičav, ticala (dodir i njuh) i sastavljene oči (vid)
krvotok	otvoren
razmnožavanje	unutarnja oplodnja

Što od navedenog NIJE prilagodba na kopneni način života?

- a) hitinski vanjski kostur
- b) unutarnja oplodnja
- c) uzdušnice
- d) prohodno probavilo**
- e) zaštita oplođenih jajašaca

Opiši krila i njihovu ulogu na primjeru kornjaša i dvokrilaca.

Kornjaši imaju dva para krila od kojih im donji par služi za letenje, kada ne lete donji par krila im je spremljen ispod gornjeg para tvrdih krila koji ih štiti.

Dvokrilci imaju dva para krila od kojih samo jedan služi za letenje, a drugi za održavanje ravnoteže jer je vrlo malen (zakržljali ostaci).

## Kako pčele vide svijet? Pomaže li ta sposobnost samo njima ili i ostalim članovima ekosustava?

Pčele vide boje i određene valne duljine svjetlosti koje su našem oku nevidljive, to je važno i za ostale članove ekosustava zbog oprašivanja koje vrše.

Na odgovarajuća mjesta upiši brojeve od 1 do 4.

\_\_\_ pomoću četkice na trećem paru nogu pčela

skuplja pelud i stavlja ga u kotaricu

\_1\_ pomoću voštanih žlijezda s donje strane zatka

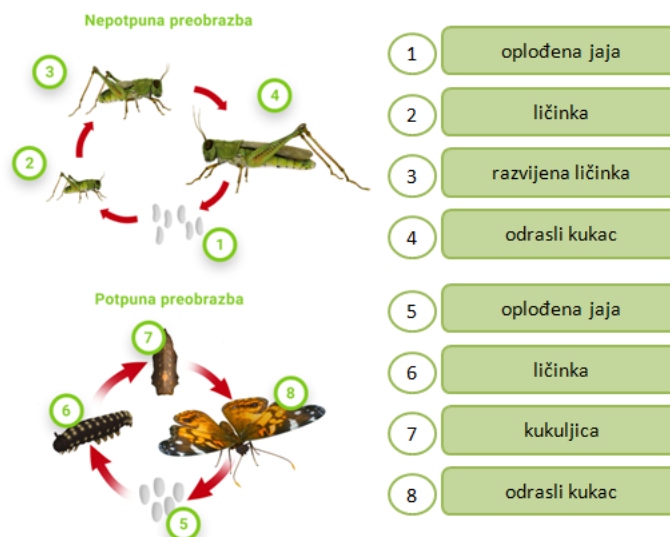
pčela luči vosak i koristi ga za izgradnju saća

\_2\_ pčela liže cvjetni nektar pomoću prilagođenih usnih organa

\_4\_ iz medenog želudca pčela stavlja netar/med u saće

\_3\_ dio nektara odlazi u želudac, a dio u predželudac

Na odgovarajuća mjesta upiši pojmove : razvijena ličinka, odrasli kukac, ličinka, oplođena jaja, kukuljica.



**Preobrazba je važna prilagodba kukaca jer se ličinke i odrasli**

**kukci hrane različitom hranom čime se se smanjuje**

**kompeticija unutar iste vrste**

**T ili N**

**Navedi nekoliko prilagodbi koje su pridonijele opstanku i velikoj raznolikosti kukaca.**

Velik broj potomaka, kratak ciklus razmnožavanja, brzo spolno sazrijevanje, mala veličina tijela, vanjski potporni sustav, raznolika prehrana, let, preobrazba

**Navedi nekoliko primjera kako kukci mogu biti korisni odnosno štetni za ljude.**

Kukci su korisni zato jer su oprašivači i rasprostranjivači plodova pa nam omogućuju hranu koju jedemo, korisni su nam i njihovi proizvodi-med, propolis, vosak, svila,...

Štetni su jer su prijenosnici raznih bolesti (npr. malarija), također su nametnici koji sišu krv (komarci, buhe, obične uši, stidne uši). Osim toga mogu uzrokovati velike štete u poljoprivredi jer se hrane usjevima.

**Istraži zašto preteški bumbari mogu letjeti.**

Uspoređujući odnos težine i veličine krila bumbara, pretpostavke da bumbari ne bi trebali moći letjeti su očito krive. Svako krilo bumbara kreće neovisno jedno od drugoga odnosno svaka strana tijela bumbara leti neovisno jedna od druge. Ovakav neobičan, ali funkcionalan način leta jedinstven je u cijelom životinjskom svijetu. U prirodi bumbari imaju funkciju transportera velikih količina peludi na svojim velikim dlakavim tijelima čime im se težina još više povećava. Prehrana nektarom daje bumbaru dovoljno energije da prsnim mišićima hirovito i jakom silom pokreće krila te s oko 2000 zamaha u sekundi uspješno preleti velike udaljenosti. Obojanost tijela upozorava potencijalne predatore na otrovnost bumbara, a pretpostavke zašto je njegov bučan let opstao povezane su upravo s metodama upozoravanja predatora.

## Prilozi

Prilog 1. –Radni listić za ponavljanje

### 1. Popuni tablicu.

	KUKCI
tijelo podijeljeno na	
broj člankovitih nogu	
presvlačenje	
disanje	
živčani sustav i osjetila	
krvotok	
razmnožavanje	

### 2. Što od navedenog NIJE prilagodba na kopneni način života?

- f) hitinski vanjski kostur
- g) unutarnja oplodnja
- h) uzdušnice
- i) prohodno probavilo
- j) zaštita oplodjenih jajašaca

### 3. Opiši krila i njihovu ulogu na primjeru kornjaša i dvokrilaca.

---

---

---

---

### 4. Kako pčele vide svijet? Pomaže li ta sposobnost samo njima ili i ostalim članovima ekosustava?

---

---



**5. Na odgovarajuća mjesta upiši brojeve od 1 do 4.**

\_\_\_ pomoću četkice na trećem paru nogu pčela

skuplja pelud i stavlja ga u kotaricu

\_\_\_ pomoću voštanih žlijezda s donje strane zatka

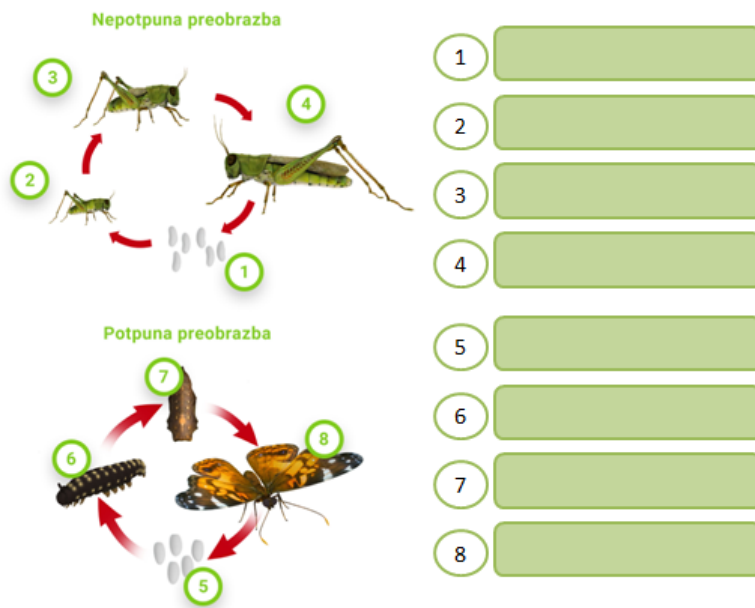
pčela luči vosak i koristi ga za izgradnju saća

\_\_\_ pčela liže cvjetni nektar pomoću prilagođenih usnih organa

\_\_\_ iz medenog želudca pčela stavlja nektar/med u saće

\_\_\_ dio nektara odlazi u želudac, a dio u predželudac

**6. Na odgovarajuća mjesta upiši pojmove : razvijena ličinka, odrasli kukac, odrasli kukac, ličinka, oplođena jaja, ličinka, kukuljica, oplođena jaja.**



**7. Preobrazba je važna prilagodba kukaca jer se ličinke i odrasli**

**kukci hrane različitom hranom čime se smanjuje**

**kompeticija unutar iste vrste**

**T ili N**

**8. Navedi nekoliko prilagodbi koje su pridonijele opstanku i velikoj raznolikosti kukaca.**

---

---

---

---

**9. Navedi nekoliko primjera kako kukci mogu biti korisni odnosno štetni za ljude.**

---

---

---

---

**10. Istraži zašto preteški bumbari mogu letjeti.**

---

---

---

---

---

### **Literatura**

Džapo J, Tonšetić J, Zdražil L. (2014) Biologija 7, Zagreb, Profil

## 7. LITERATURA

Bognar L, Matijević M. (2005) Didaktika, Zagreb, Školska knjiga

Borozan Đ, Marković R. (2010) Cjeloživotno obrazovanje nastavnika: u rascjepu između stvarnosti i svijesti o važnosti. Ekonomski vjesnik 23: 28-43

Brčić Kuljiš i sur., (2016) Samoprocjena kompetentnosti, motivacije i samoefikasnosti nastavnika u obrazovanju odraslih, Zagreb, Hrvatsko andragoško društvo

De Zan I. (2000) Metodika nastave prirode i društva. II izdanje, Zagreb, Školska knjiga

Durbešić P. (1988) Upoznavanje i istraživanje kopnenih člankonožaca, Zagreb, Hrvatsko ekološko društvo i dr. Ante Pelivan

Horvat A, Lapat G. (2012) Cjeloživotno obrazovanje učitelja. Andragoški glasnik 16: 131-142

Jukić R. (2013) „Ženska pedagogija“ i feminizacija nastavničke struke kao čimbenici skrivenog kurikula. Školski vjesnik 62: 541-558

Lukaš M, Mlinarević V, Munjiza E, Peko A, Varga R. (2014) Kulturom nastave (p)o učeniku. Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Učiteljski fakultet u Osijeku

Matijević M, Radovanović D. (2011) Nastava usmjerena na učenika. Zagreb, Školske novine

Marin G. (2015) Utjecaj izrade modela u nastavi biologije na kvalitetu znanja. Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i obrazovanja 61: 171-178

Namestovski Ž. (2008) Uticaj primene savremenih nastavnih sredstava na povećanje efikasnosti nastave u osnovnoj školi. Magistarski rad. Univerzitet u Novom sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin

Poljak V. (1991) Didaktika, Zagreb, Školska knjiga

Rudnički I. (2016) Izrada zbirke korisnih i štetnih kukaca. Diplomski rad. Sveučilište J.J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek

Trtinjak A. (2017) Financijsko upravljanje u osnovnim i srednjim školama Republike Hrvatske. Diplomski rad. Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Varaždin, Varaždin

## Internetski izvori

Web 1: [https://mzo.hr/sites/default/files/dokumenti/2017/OBRAZOVANJE/NACION-KURIK/pODRUCJA-KURIK/prirodoslovno\\_podrucje.pdf](https://mzo.hr/sites/default/files/dokumenti/2017/OBRAZOVANJE/NACION-KURIK/pODRUCJA-KURIK/prirodoslovno_podrucje.pdf) (7.10.2018)

Web 2: <https://www.ncvvo.hr/objava-rezultata-oecd-ova-medunarodnoga-istrazivanja-pisa-2015/> (7.10.2018)

Web 3: [https://www.ncvvo.hr/wp-content/uploads/2017/07/Prikaz\\_rezultata-ispita-dr%C5%BEavne-mature-u-ljetnome-roku\\_-%C5%A1kolska-godina-2014.\\_2015..pdf](https://www.ncvvo.hr/wp-content/uploads/2017/07/Prikaz_rezultata-ispita-dr%C5%BEavne-mature-u-ljetnome-roku_-%C5%A1kolska-godina-2014._2015..pdf) (7.10.2018)

Web 4: <https://www.pinterest.com/pin/347199452496471449/?lp=true> (25.9.2018)

Web 5: <https://mississippiantomologicalmuseum.org.msstate.edu/Researchtaxapages/Formicidae/epages/Specimen.prep.htm> (25.9.2018)

Web 6: <http://www.eduvizija.hr/portal/sadrzaj/napravi-svoj-herbarij> (25.9.2018)

Web 7: <https://www.slideshare.net/draganadjuragin/herbar-53515923> (25.9.2018)

Web 8: <https://www.slideshare.net/enchi88/zbirka-semena> (25.9.2018)

Web 9: [https://www.interijernet.hr/hr-razno/skoljke-jadranskog-podmorja---ukras-interijera\\_57354](https://www.interijernet.hr/hr-razno/skoljke-jadranskog-podmorja---ukras-interijera_57354) (5.10.2018)

Web 10: <http://web.bf.uni-lj.si/bi/zoologija/LB/PAV-V08-HRBTENICA+OKONCINE-06-07-2.pdf> (5.10.2018)

Web 11: <https://pursuit.unimelb.edu.au/articles/3d-scanning-reveals-new-but-extinct-starfish> (5.10.2018)

Web 12: <http://www.ddlzagreb.hr/sto-je-sve-potrebno-za-akvarij/> (6.10.2018)

Web 13: <http://www.akvarij.net/index.php/slatkovodna-akvaristika-othermenu-43/urea273enje-othermenu-119/405-kako-izabrati-saditi-odravati-i-razmnoavati-akvarijsko-bilje> (6.10.2018)

Web 14: <http://os-mamrus-sb.skole.hr/fotogalerija?show=album&id=3> (6.10.2018)

Web 15: <http://www.ddlzagreb.hr/terarij-i-njegovi-stanovnici/> (6.10.2018)

Web 16: <http://www.akvarij.net/index.php/teraristika-othermenu-179/a268lankonoa353ci-othermenu-175/214-palinjaci> (6.10.2018)

Web 17: <http://www.nativenurseries.com/butterfly-rearing-cages/> (7.10.2018)

## 8. PRILOZI

### 8.1. Prilog 1. Upitnik: Učestalost upotrebe biološkog materijala u nastavi biologije i prirode

Poštovani nastavnici, pred Vama je upitnik kojim se žele ispitati Vaši stavovi o upotrebi biološkog materijala u nastavi Biologije i Prirode te učestalost njegovog korištenja. Istraživanje se provodi u svrhu izrade diplomskog rada. Anketa je u potpunosti anonimna, stoga Vas molim da na pitanja odgovarate iskreno. Ukoliko imate dodatne komentare na određena pitanja slobodno ih napišite. Za dodatna pitanja možete mi se obratiti e- mailom (sanela.95@gmail.com).

Srdačno Vam se zahvaljujem na pomoći i suradnji!

Sanela Louč, studentica 2.godine diplomskog studija biologija i kemija; smjer nastavnički na Odjelu za biologiju, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

#### 1. Spol

- a. M
- b. Ž

#### 2. Godine staža:

- a. manje od 5 godina
- b. 5-15 godina
- c. 16-25 godina
- d. 26-35 godina
- e. više od 36 godina

#### 3. Škola u kojoj radite:

- a. osnovna
- b. srednja

#### 4. Predmet koji predajete:

- a. biologija
- b. priroda

#### 5. Županija u kojoj se nalazi škola:

- a. Osječko-baranjska
- b. Požeško-slavonska

**6. Koristite li u nastavi živi materijal?**

- a. koristim uvijek kad je moguće
- b. koristim kad se sjetim
- c. koristim vrlo rijetko
- d. ne koristim

**7. Ukoliko ne koristite živi materijal, zašto ga ne koristite?**

- a. nemam volje prikupljati živi materijal
- b. nije mi dostupan živi materijal
- c. \_\_\_\_\_

**8. Postoji li u Vašoj školi „živi kutak“ (npr. akvarij, terarij, insektarij, prostor za uzgoj biljaka i sl.)?                      DA                      NE**

**9. Ukoliko postoji, tko održava „živi kutak“?**

- a. nastavnik
- b. učenici
- c. tehničko osoblje škole

**10. U koju svrhu se koristi „živi kutak“?**

- a. živi kutak postoji samo radi boljeg izgleda interijera/eksterijera škole
- b. učenici promatraju procese razvoja organizama u živom kutku
- c. učenici izvode samostalne pokuse u živom kutku
- d. tijekom nastave samo kažete učenicima da u školi postoji živi kutak

**11. Ukoliko ne postoji, zašto ne postoji?**

- a. ne postoji, zato što nema adekvatnog prostora za uređenje „živog kutka“
- b. ne postoji, jer škola nema potrebu za tim
- c. ne postoji, jer nemam volje za izradu i održavanje „živog kutka“
- d. \_\_\_\_\_

**12. Znate li kako uzgojiti „živi kutak“?**

- a. znam, jer me to jako interesira
- b. znam, iako nisam baš zainteresiran/a za to
- c. ne znam, ali volio/la bih to naučiti
- d. ne znam, niti želim naučiti

**13. Koristite li u nastavi preparirane materijale?**

- a. koristim, uvijek kad je moguće
- b. koristim kad se sjetim
- c. koristim vrlo rijetko

- d. ne koristim

**14. Ukoliko ne koristite preparirane materijale, zašto ih ne koristite?**

- a. škola ne posjeduje preparirane materijale
- b. ne volim koristiti preparirane materijale
- c. \_\_\_\_\_

**15. Izrađujete li sami preparate?**

- a. da, jer obožavam to
- b. da, jer škola ne posjeduje takva nastavna sredstva
- c. da, iako mi škola ne osigurava potrebna financijska sredstva
- d. ne, jer mi škola ne osigurava potrebna financijska sredstva
- e. ne, jer nemam volje
- f. ne, jer nije potrebno
- g. ne razmišljam o tome

**16. Smatrate li se dovoljno kompetentnima za izradu preparata?**

- a. smatram da sam dovoljno kompetentan/na
- b. smatram da nisam dovoljno kompetentan/na, ali želim naučiti
- c. smatram da nisam dovoljno kompetentan/na, niti želim naučiti

**17. Osigurava li Vam škola financijska sredstva za izradu / nabavu biološkog materijala (preparati, materijal za izradu preparata i živog kutka) ?**

- a. da, osigurani iznos je dovoljan za sve
- b. da, ali osigurani iznos nije dovoljan za sve
- c. ne, škola mi ne osigurava potrebna financijska sredstva

**18. Postoji li u Vašoj školi učenička zadruga / druga dodatna aktivnost vezana uz biologiju i prirodu? DA NE**

**19. Konzerviraju li i prepariraju li učenici biološki materijal kroz te aktivnosti?**

- a. da, vrlo često
- b. da, ponekad
- c. ne, nikada

## 8.2. Prilog 2. Mini-priručnik za svakog nastavnika: jednostavne i pristupačne metode pripreme biološkog materijala

U nastavi prirode i biologije, proces spoznavanja započinje demonstracijom. Metoda demonstracije ima široku primjenu u nastavi biologije i prirode, a učenicima omogućava spoznavanje svojeg okruženja promatranjem predmeta, pojava, procesa i radnji. Demonstracija ne bi smjela biti samo bilo kakvo pokazivanje pred učenicima, već treba biti plansko, rukovođeno promatranje okruženja pri čemu učenici trebaju misaono preraditi ono što se pokazuje kako bi oblikovali konkretne i jasne predodžbe, jasne pojmove, sudove i zakonitosti o prirodi i društvu, odnosno biologiji. Kako bi metoda demonstracije bila pravilna i učinkovita, u prvom redu je važan izbor sredstava za demonstraciju koji ovisi prvenstveno o učiteljevoj sposobnosti da između većeg broja nastavnih sredstava odabere ono najpogodnije. Pri tome valja odabrati ono sredstvo koje najviše odgovara dobi učenika, te ono koje će uz najmanje vremena pomoći da najviše učenika oblikuje konkretne i jasne predodžbe o pokazanom predmetu ili pojavi (De Zan, 2000). Škole često ne posjeduju nastavna sredstva koja bi nastavnik želio demonstrirati, pa osim zamisli kako će pokazati objekt promatranja da ga učenici dobro vide i da vide baš ono što je bitno za spoznavanje, učiteljeva priprema za demonstraciju sastoji se i od izrade samog nastavnog sredstva za demonstraciju.

Nastavnici uz malo truda, novčanih sredstava i volje mogu izraditi razne biološke zbirke, primjerice: entomološku zbirku, herbarij, zbirku sjemenki i plodova, zbirku ptičjih pera, zbirku morskih puževa i školjki, zbirku gljiva i mnoge druge.









Pregledom stručne literature, pretraživanjem interneta kao i kroz iskustva uzgoja životinja i biljaka u laboratoriju pronađene su i odabrane metode pripreme biološkog materijala za korištenje u nastavi koje su sažete u ovom mini priručniku.

### 8.2.1. Izrada entomološke zbirke

Izrada entomološke zbirke se odvija u tri faze. Prva faza u izradi zbirke je sakupljanje kukaca (leptira, tvrdokrilaca, ravnokrilaca, vretenaca, mrežokrilaca, opnokrilaca, dvokrilaca, stjenica). Kako bi lakše uhvatili kukce, odnosno bili uspješniji u lovu potrebno je poznavati neke karakteristike pojedinog reda kukaca.



Tablica 1. Karakteristike pojedinog rada kukaca

Red	Karakteristike	Hvatanje
LEPTIRI ( <i>Lepidoptera</i> ) -dnevni  -noćni	- življih boja; kada slete sklope krila okomito iznad tijela - blijedi (sivkasti, smečkasti, bijeli)	svibanj - rujan
TVRDOKRILCI ( <i>Coleoptera</i> ) 	- tamni s metalnim sjajem ili šarama - prvi par krila hitiniziran	travanj- rujan
RAVNOKRILCI ( <i>Orthoptera</i> ) 	-prvi par krila kožast; drugi par proziran (skakavci, šturci, bogomoljke)	ljetno, jesen
VRETENCA ( <i>Odonata</i> ) 	- kratka ticala, dugo tijelo, jednaka krila, brzi letači	lipanj- kolovoz
MREŽOKRILCI ( <i>Neuroptera</i> ) 	-mrežasta krila, duža ticala	kolovoz
OPNOKRILCI ( <i>Hymenoptera</i> ) 	-prednja krila veća, a stražnja manja (pčele, ose)	proljeće, ljetno
DVOKRILCI ( <i>Diptera</i> ) 	-jedan par krila (muhe, komarci, obadi)	ljetni mjeseci
STJENICE ( <i>Hemiptera</i> ) 	-prednji par krila do polovice kožast, a od polovice opnat	proljeće, ljetno

Postoje različite metode sakupljanja kukaca s obzirom na velik broj vrsta kukaca i raznovrsnost staništa na kojima žive. Kukce koji lete je najbolje hvatati običnom mrežom. Postoje gotove entomološke mreže koje se mogu kupiti, no ukoliko škola ne posjeduje entomološku mrežu, njena izrada je vrlo jednostavna, te se može izraditi od materijala koji se mogu pronaći u gotovo svakom domaćinstvu. Drška mreže treba biti što lakša i čvrsta, te proizvoljne duljine. Primjerice za hvatanje leptira, drška treba biti dulja od jednog metra. Na dršku se pričvrsti okvir od žice debljine oko 3-4 milimetra. Promjer okvira treba biti oko 4 centimetara. Na okvir se pričvrsti mrežica duljine oko 50-70 centimetara. Materijal mrežice može biti različit, ovisno o vrsti kukca koji se hvata. Za leptire treba biti što nježniji kao što je na primjer, medicinska gaza ili til crne ili tamnozeleno boje tako da kukci ne primijete odmah. Za kukce koji se hvataju snažnim zamascima, mreža treba biti od grubljeg i gušćeg materijala,

primjerice od domaćeg platna ili gustog platna za jastuke. Za vodene kukce se upotrebljava prilično gusta mreža od platna koje propušta vodu, a zadržava kukce.

Sakupljanje pomoću mreže se izvodi tako da se prave oštri zamasi lijevo-desno, pazeći da otvor mreže nikada ne bude okrenut prema dolje. Mreža se prazni tako da se gornji otvor preklopi da kukci ne mogu pobjeći. Uhvaćene kukce polako i oprezno vadimo iz mreže pri čemu treba posebnu pažnju obratiti na leptire. Leptire ne smijemo uhvatiti za krila jer će nam na prstima ostati prah, već ga moramo uhvatiti za tijelo i staviti u suhu, prostranu bočicu sa širokim grlom i čvrstim poklopcem.

Osim ove metode skupljanja pomoću mreže, postoje i druge jednostavne i ekonomične metode skupljanja poput sakupljanja pomoću klopke s atraktantom, sakupljanja pomoću kista, sakupljanja pomoću kišobrana, sakupljanja pomoću svjetiljke, sakupljanja lovnom plahtom, pomoću tuljca te pomoću šatora (Slika 16.).

Metoda sakupljanja pomoću klopke s atraktantom služi za sakupljanje kukaca koji žive na tlu ili na nadzemnim dijelovima biljaka. Posuda napunjena etilglikolom, zaslađenom otopinom alkohola ili otopinom vinskog octa i alkohola se ukopa u zemlju tako da je otvor slobodan i natkrije se. Ukoliko se hvataju grabežljivi kukci, kao atraktant može poslužiti i strvina.

Metoda sakupljanja pomoću kista se koristi za sakupljanje kukaca koji žive na biljkama. U jednoj ruci se drži epruveta sa alkoholom, a u drugom rukom se pomoću kista skidaju sitni člankonošci s lista i skupljaju u epruvetu.

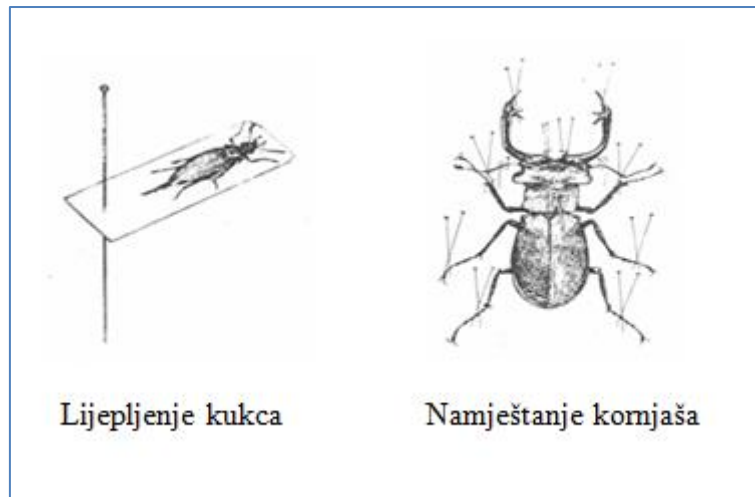
Za sakupljanje noćnih kukaca koristi se metoda sakupljanja pomoću svjetiljke. Svjetiljka se sastoji od krovčića ispod kojeg je žarulja, ispod žarulje je lijevak u koji upadaju kukci privučeni svjetlom. Na dnu lijevka se nalazi epruveta sa tekućinom za omamljivanje.

Možda najjednostavnija metoda sakupljanja je pomoću lovne plahte. Plahta od čvrstog bijelog platna ili debele bijele folije se koristi za hvatanje kukaca na kamenjaru, ležećim stablima, panjevima, dupljama i plastu sijena.



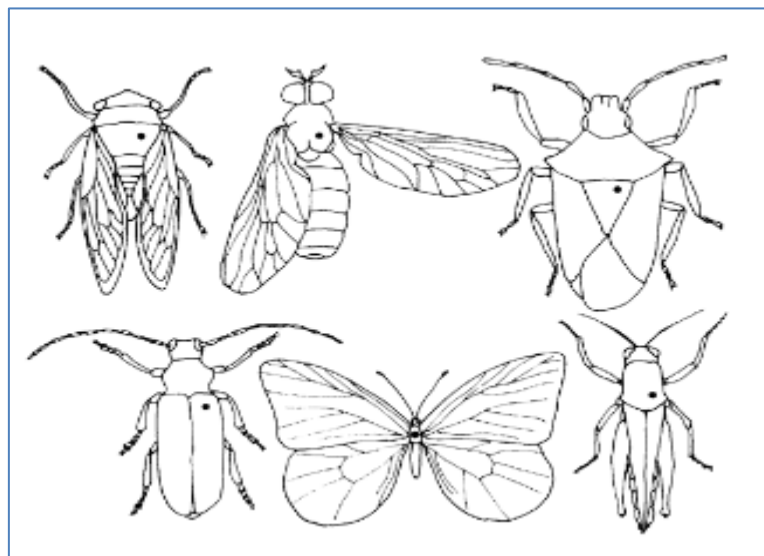
Slika 16. Metode sakupljanja kukaca (Durbešić, 1988)

Druga faza izrade zbirke je prepariranje kukaca. Ako niste u mogućnosti izvršiti prepariranje kukaca neposredno nakon sakupljanja, potrebno je omekšati kukce jer se tijelo kukca brzo osuši zbog čega dolazi do otkidanja dijelova tijela i uništavanja prilikom prepariranja. Omekšavanje se radi na način da se kukci stave u hermetičnu posudu s tekućinom za omekšavanje i u njoj se drže najmanje jedan dan. Omekšani i svježi kukci se stavljaju na upijajuću podlogu kako bi upila višak vlage te se okreću na leđa i ispravljaju im se noge i ticala. Prvi par nogu se usmjerava prema naprijed, a druga dva para nogu prema natrag. Sitni kukci koji su pravilno namješteni se lijepe na entomološke kartončice kroz koje se probada entomološka igla. Krupnije kukce stavljamo na meku podlogu (npr. stiropor) u prirodni položaj- na noge. Zatim se noge ispravljaju i namještaju u prirodni položaj pribadačama ili entomološkim iglama koje sprječavaju da se noge skupe pod tijelo i ostaju u tom položaju dok se ne osuše (Slika 17.).



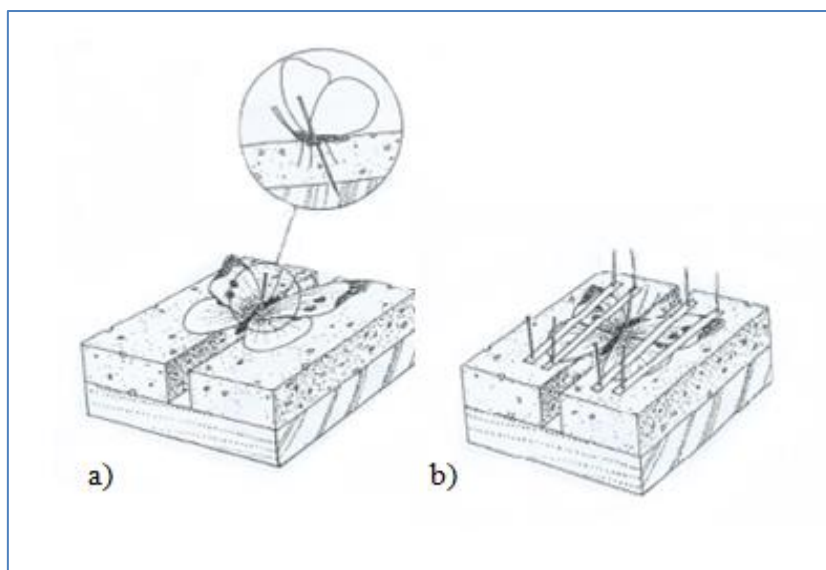
Slika 17. Namještanje sitnijih i krupnijih kukaca (Durbešić, 1988)

Krupniji kukci se probadaju odgovarajućom debljinom entomološke iglice u prsa između prvog i drugog para nogu, što ravnije i pravilnije. Većina kukaca se probada u desnu stranu tijela, dok se leptiri probadaju u sredinu (Slika 18.).



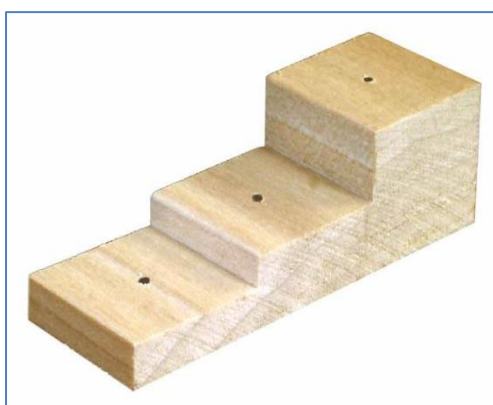
Slika 18. Pravilno probadanje kukaca po redovima (web 4)

Prepariranje leptira se radi pomoću tzv. razapinjača koji može biti izrađen od pluta, stiropora ili mekog drveta kako bi se entomološke igle i pribadače mogle zabosti. Kada fiksiramo tijelo leptira u utor pomoću entomološke iglice, namještamo krila. Krila se namještaju u pravilan položaj pomoću igala, a zatim se pomoću masnog papira izrezanog na trakice učvrste na ploču. (Slika 19.). Vrijeme sušenja leptira ovisi o njegovoj veličini.

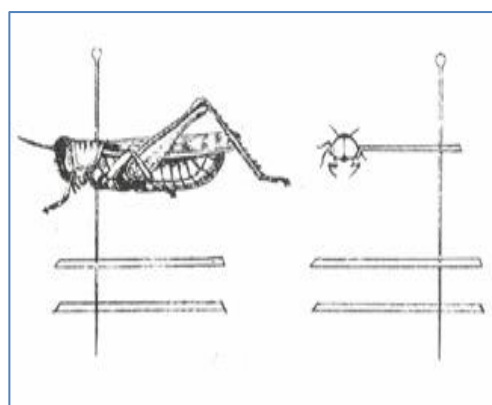


Slika 19. Prepariranje leptira: a) probadanje; b) namještanje krila

Zadnja faza izrade entomološke zbirke je njeno montiranje koje podrazumijeva pravilno etiketiranje, namještanje kukaca na entomološkoj igli pomoću visinomjera (Slika 20.) i spremanje kukaca u entomološke kutije. Kukce treba namjestiti na iglu tako da se igla može uhvatiti između palca i kažiprsta bez dodirivanja kukca. Nakon probadanja kukca na odgovarajuće mjesto na tijelu, igla se umetne u najdublju rupu na visinomjeru do kraja. Tako svaki kukac dolazi u istu visinu na igli. Postupak se ponavlja s drugim nivoima visinomjera za pozicioniranje visine etiketica za obilježavanje kukaca (Slika 21.). Tim postupcima, odnosno upotrebom visinomjera se poboljšava opći izgled zbirke i pomaže u očuvanju kukaca (Rudnički, 2016).



Slika 20. Visinomjer (web 5)



Slika 21. Etiketiranje i ispravno nabadanje kukaca

Pri sakupljanju kukaca važno je zapisati podatke koji se upisuju na etiketice za označavanje. Na prvu etiketicu odmah ispod kukca ispisuju se podaci o lokaciji, datum pronalaska i prezime sakupljača. Na drugu etiketu ispisuje se vrsta kukca na latinskom jeziku te inicijali osobe koja je odredila vrstu. Na etiketice se mogu ispisivati i drugi podaci poput biljke na kojoj je kukac pronađen i drugo (Rudnički, 2016).

Nakon pravilnog nabadanja i etiketiranja, kukci se spremaju u entomološke kutije koje su u pravilu drvene s poklopcem koji ima drveni okvir, a s gornje strane se nalazi staklo kako bi se kukci mogli promatrati bez otvaranja kutije. Na dno kutije se stavlja stiropor ili pluto, koje se može prekriti papirom kako bi kutija bila preglednija, u koje se zabadaju entomološke iglice s kukcima. Kukci se unutar kutije mogu različito rasporediti, primjerice po redovima. Postoje i jednostavnije verzije entomoloških kutija koje mogu koristiti učenici i nastavnici, a to su kartonske kutije, primjerice kutije od cipela.

Vrlo je lijepo imati vlastitu entomološku zbirku koja se može pokazati učenicima, međutim njena izrada zahtjeva dosta vremena, pažnje i volje. U ovakav način izrade zbirke možete uključiti učenike koji su posebno zainteresirani ili to možete raditi na izbornom predmetu koji je vezan uz biologiju. Postoji i vrlo jednostavna, pristupačna i atraktivna metoda preparacije kukaca koja se može s učenicima odraditi unutar školskog sata. Za takav način preparacije je potrebna staklena bočica s poklopcem i antibakterijski gel za pranje ruku koji se može kupiti u svakoj drogeriji. Nakon prikupljanja kukaca, potrebno je do pola bočice uliti gel. Zatim se kukac stavi u bočicu i potisne pomoću pincete. Nakon toga ga namjestimo u željeni položaj pomoću pincete i iglice. Mjehuriće zraka koji su ostali u bočici tijekom ulijevanja gela u bočicu možemo izvući pomoću kapaljke. Na kraju ulijemo gel do vrha bočice i zatvorimo ju (Slika 22.).



Slika 22. Metoda prepariranja kukaca pomoću antibakterijskog gela za pranje ruku

### 8.2.2. Izrada herbarija

Izrada herbarija se može podijeliti na tri koraka, a to su: sakupljanje biljaka, sušenje i postavljanje u herbarij. Da bi sakupili biljke prije svega je potrebna dobra priprema za teren. Osim prikladne obuće i odjeće poželjno je ponijeti i rukavice te škare ili nož (web 6). Biljke je najbolje sakupljati za suhog vremena jer se vlažne biljke teže suše i često trunu. Uvijek treba odabrati zdravu, neoštećenu, lijepo razvijenu biljku dobre građe, koja najbolje predstavlja vrstu koju smo odabrali. Najbolje je da biljka ima razvijen cvijet. Primjerke možemo jednostavno ubrati rukom ili ih možemo odrezati škarama ili nožem. Ako biljke imaju trnje možemo upotrebiti rukavice. Biljke možemo brati s korijenom ili bez njega. Ubrane biljke možemo stavljati u pripremljenu kutiju ili najbolje odmah u novinski papir kako bi upijao vlagu. Pri tome treba paziti da ne zgužvamo biljke i ne oštetimo ih.

Po povratku s terena, biljke valja odmah staviti na sušenje. Sušenje je svakako najbitniji proces izrade herbarija. U prosjeku se biljke moraju sušiti barem desetak dana, a neke biljke se suše i mjesec i više dana. Obično vlažnije biljke „presvlačimo“ (odnosno mijenjamo novinski papir) puno puta dok ne izgube svu vlagu. Uklanjanjem vlage i svježeg zraka usporavamo i konačno sprečavamo razvoj gljivica i bakterija zbog kojih bi došlo do truljenja i raspadanja. U procesu sušenja prvo biljku stavljamo u novinski papir tako da svaki list i cvijet bude izravnat. Treba paziti da se listovi i laticice ne savijaju i da se međusobno što manje preklapaju, pa ih je ponekad potrebno malo razdvojiti rukom. Ukoliko je biljka još uvijek vlažna obavezno ju je potrebno „obući“ u još koji list novinskog papira da se vlaga ne bi prenijela na biljke iznad i ispod. Biljke posložene u novinske papire možemo staviti u prešu (Slika 23.) ili između težih knjiga kako bi se biljni dijelovi izravnali i osušili (Slika 24.). Prešu je moguće kupiti gotovu, ali ju je moguće i jednostavno napraviti iz dva komada lesonita ili nekog odgovarajućeg drveta veličine 45 x 30 centimetara. U ploču je potrebno izbušiti nekoliko rupa za provjetranje, a okolo tijesno omotati stari pojas. U početku je svaki dan potrebno mijenjati papire biljkama, a kasnije nešto rjeđe, do njihovog potpunog sušenja.

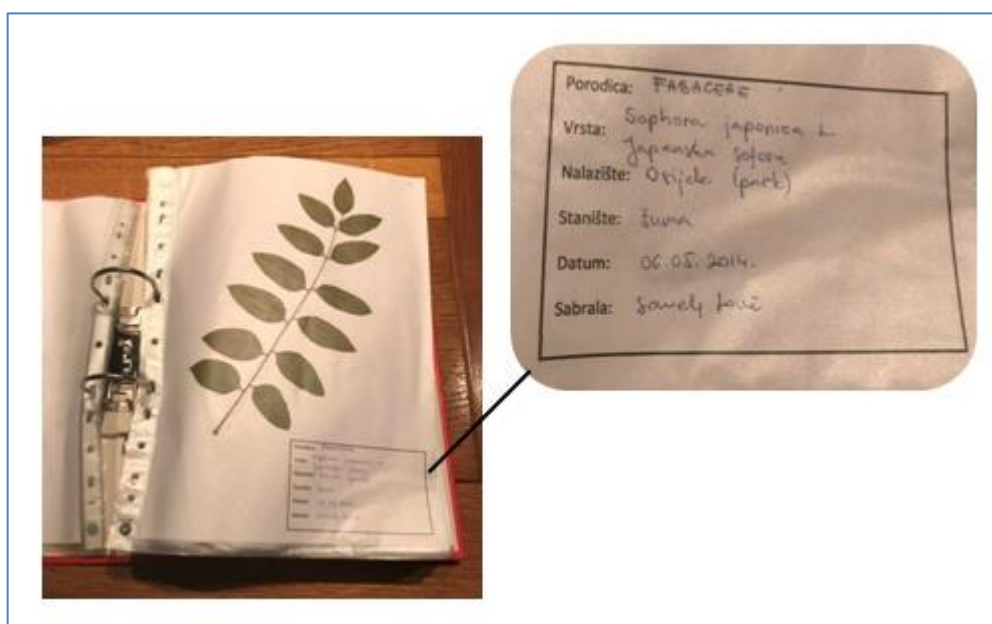


Slika 23. Primjer preše za biljke (web7)



Slika 24. Prešanje bilja pomoću knjiga (web 6)

Osušeni i isprešani primjerak premještamo na herbarijski list, ali može i na obični bijeli papir za pisanje (A4 format). Osušene biljke je najbolje zalijepiti tankom ljepljivom trakom (selotjepom). U donjem desnom kutu papira trebamo ucrtati ili zalijepiti etiketu sa osnovnim podacima o biljci. Etiketa treba sadržavati ime porodice kojoj biljka pripada, latinski i narodni naziv biljke, nalazište (lokalitet staništa), vrstu staništa, datum sakupljanja te ime i prezime sakupljača. Biljke se mogu determinirati uz pomoć ključeva, no vrlo korisna i svima dostupna je on-line baza podataka *Flora Croatica* (web adresa: <https://hirc.botanic.hr/fcd/>). Papiri sa zalijepljenom biljkom i etiketicom se ulažu u prozirne A4 košuljice s rupicama koje se potom slažu u fascikl, odnosno registrator ili mapu od tvrdog kartona koju smo sami izradili (Slika 25.).



Slika 25. Herbarij (foto: Sanela Louč)



Osim klasičnog herbarija, moguće je napraviti i virtualni herbarij fotografiranjem biljaka. Virtualni herbarij je posebno koristan za poučavanje o zaštićenim i ugroženim biljnim vrstama.

Osim ovog klasičnog načina prešanja odnosno sušenja biljaka, za one nestrpljive postoji još nekoliko zanimljivih metoda. Jedna od njih je sušenje pomoću pegle. Ubrane biljke je potrebno staviti između dva lista papira za pečenje, te je preko toga potrebno staviti dva, tri kuhinjska ubrusa. Blago zagrijanom peglom treba najprije prelaziti preko rubova listova, a zatim oprezno sve bliže cvjetovima. Same cvjetove treba peglati vrlo blago, bez predugog zadržavanja pegle, jer će inače brzo potamniti. Nakon toga sve treba pažljivo okrenuti i peglati s naličja. Nakon toga pričekajte da se cvijeće ohladi pa pažljivo odvojite papir. Ukoliko u cvjetovima ima još vlage treba ponoviti postupak.

Za najnestrpljivije može poslužiti metoda sušenja u mikrovalnoj pećnici. Odabrani cvijet treba složiti između dva lista kuhinjskog papira, te preko papira treba staviti nekakav ravan stakleni predmet poput primjerice tanjura. Sušenje se treba raditi na najvišoj temperaturi oko dvije minute. Drugi način sušenja u mikrovalnoj pećnici je pomoću pijeska. Cvijet potrebno staviti u posudu predviđenu za mikrovalnu, te ga prekriti pijeskom. Kad se pijesak ohladi treba odvojiti cvijet i nježno ga očistiti od viška pijeska.

### 8.2.3. Izrada zbirke sjemenki i plodova

Razlikujemo suhe i mokre zbirke sjemenki i plodova. Pri izradi suhe zbirke sjemenki, posebnu pažnju treba obratiti na izbor kvalitetnog sjemena koje nije oštećeno ili deformirano. Sjeme se mora dobro osušiti prije stavljanja u zbirku jer je sjeme iz prirode obično inficirano sporama gljiva, te ako je još vlažno, na odgovarajućoj temperaturi će se razviti miceliji i sjemenke će biti uništene. Nakon sušenja sjemenke je potrebno spremite, najbolje u staklene ili plastične posude koje se mogu dobro zatvoriti (Slika 26.) (web 8).



Slika 26. Primjer zbirke sjemenki (foto: Filip Babić)

Sjemenke se mogu spremati i u posebno izrađene kutije sa pregradama, plastične vrećice, kao i u reciklirane materijale, primjerice u kutiju od jaja (Slika 27.).



Slika 27. Načini pohrane sjemenki (web 8)

Što se tiče mokre zbirke sjemenki i plodova, takvi sočni dijelovi se čuvaju u bezbojnim otopinama koje se moraju nalaziti u prozirnim staklenkama kako bi promatranje materijala bilo moguće. Sočni plodovi se najčešće čuvaju u 50%-tnoj otopini etilnog alkohola. Prije uranjanja materijala u otopinu alkohola, potrebno ga je očistiti i oprati vodom. Prije stavljanja materijala u otopinu za konzerviranje, poželjno je napraviti i presjek samog materijala kako bi se mogla promatrati njegova unutrašnja građa (web 8).

Pojedine posude (staklene i plastične) treba i označiti. Na donji dio posude se lijepi etiketa sa uredno napisanim informacijama o imenu i mjestu nalaženja biljke, datumu i imenu sakupljača (web8).

#### 8.2.4. Izrada zbirke ptičjih pera

Izrada zbirke ptičjih pera poprilično je jednostavna, jer se ptičja pera mogu skupljati za vrijeme šetnje po njivama, livadama ili parkovima tijekom cijele godine, međutim, najviše pera se može pronaći u proljeće ili sredinom ljeta kada ptice mijenjaju perje. Iako je većina pera tamna, iz njih se može napraviti veoma zanimljiva i poučna zbirka. Prilikom skupljanja ptičjih pera pažnju treba obratiti na čistoću i oštećenost, odnosno treba skupljati samo čista i neoštećena pera. Za izradu ovakve zbirke važno je znati razlikovati primarna i sekundarna pera za letenje, konturno perje i repna pera. Primarna pera za letenje se nalaze na kraju krila, te su veoma uska i šiljata, sa badrljicom koja ne ide po sredini. Sekundarna pera za letenje su bliže trupu i krajevi su im zaobljeni. Konturno perje prekriva gotovo cijelu tjelesnu površinu, te je isto kao sekundarno perje u krilima. Repna pera se mogu lako prepoznati jer im je badrljica uvijek u sredini, a po dužini mogu biti duga kao ona za letenje ili još duža. Neka pera, kao kod labudova ili kokošaka imaju male paperjaste grančice koje rastu na bazi zastavice i nemaju kukica. Također, mogu se pronaći i kratka paperjasta pera bez formirane zastavice koja leže ispod konturnog perja. Perje kod ptica koje ne lete je u potpunosti paperjasto, kao na primjer kod noja, jer mu nisu potrebne glatke površine aerodinamičnih oblika. Postoje i veoma karakteristična pera koja su lijepo obojena i lako je prepoznati kojoj ptici pripadaju, na primjer pera šojke. Neka pera možemo prepoznati i pomoću knjige, a za određivanje vlasnika pera vrlo je korisno znati mjesto pronalaska pera. Nakon određivanja pera, potrebno ih je staviti u bilježnicu, u kojoj smo napravili male proreze koji će držati pera. Svako pero se može staviti na polovinu stranice. Pored svakog pera treba zapisati kakvo je pero (iz repa ili iz krila), vrstu ptice i mjesto pronalaska pera.

Prilikom sakupljanja pera, postoji mogućnost pronalaska mrtve ptice. Na taj način možemo dobiti sva različita pera od jedne ptice i dopuniti zbirku, ali možemo i uzeti cijelo krilo. U tom slučaju, cijelo krilo treba pričvrstiti na dasku da se potpuno osuši te ga potom staviti u kutiju.

#### 8.2.5. Izrada zbirke morskih puževa i školjki

Sakupljanje ljuštura može biti vrlo zanimljivo i zabavno prilikom posjete morskoj obali. Na obalama se mogu naći uglavnom dva oblika ljuštura, a to su ljušture školjki i ljušture puževa. Školjke su najčešći stanovnici obalnih predjela i uglavnom su aktivne kada je plima, a za vrijeme oseke ih se može pronaći sakrivene među algama. Morski puževi su stanovnici

stjenovitih i pješčanih obala. Obično je vrlo lako pronaći prazne ljušture, međutim često nisu u dobrom stanju jer im je površina oštećena zbog kotrljanja po pijesku ili izgube lijepu boju kada im se odstrane gornji slojevi ljušture. Traženje lijepih ljuštura je vrlo zanimljivo iako može iziskivati dosta vremena. Za pravu naučnu zbirku treba pokupiti žive životinje jer je to jedini način da se izvuku rožnati poklopci mekušaca pomoću kojih zatvore put u ljušturu. Mekušce možemo usmrtniti potapanjem u vreloj vodi, nakon čega ih je potrebno izvući pincetom ili čačalicom. Ako se rožnati poklopac pocijepa i gornji dio ostane u čahuri, najbolje je da se osuši i ispadne. Kad je suh ne smrdi, a možete ga staviti i na mravinjak da mravi odstrane ostatke. Školjke treba otvoriti tako da se mišići zatvarači prerežu žiletom ili skalpelom kako bi se mogla promatrati i unutarnja strana. Otvaranje se može olakšati potapanjem školjke u toplu vodu. Prazne ljušture koje skupimo na obali treba očistiti vodom i mekom četkom. Također, ne smije ih se lakirati jer se mora znati kakva je ljuštura ako ih želimo pravilno odrediti. Ukoliko želimo lakirati ljušture, one se mogu koristiti za izradu ukrasnih predmeta, primjerice okvira za fotografije. Za određivanje se mogu koristiti razni ključevi, a može poslužiti primjerice i web stranica Prirodoslovnog muzeja Rijeka (<http://www.prirodoslovni.com/inventarna/>) koja omogućuje pretraživanje i pregledavanje cjelokupnog fundusa muzeja, pa i zbirke morskih mekušaca. Ljušture se mogu držati u posebno izrađenoj kutiji, kao onoj za zbirku kukaca (Slika 28.) ili u kutijama za šibice, plastičnim folijama ili vrećicama. Bez posebne pažnje ih se može držati neodređeno vrijeme.



Slika 28. Primjer zbirke mekušaca (web 9)

### 8.2.6. Izrada zbirke gljiva

Zbirka gljiva se može napraviti bez većih problema. Najčešći i najjednostavniji način čuvanja čitavih gljiva je u alkoholu. Gljive se mogu sačuvati i u prirodnom obliku, nešto kompliciranijim postupkom, a to je sušenje u pješčanoj kupelji. Za to je potrebna metalna posuda i onoliko sitnog pijeska koliko je potrebno da se gljiva u potpunosti prekrije. Pijesak mora biti u potpunosti suh. Na dno posude je potrebno staviti nešto sitnog pijeska, a zatim na njega gljivu koju ćemo nakon toga pažljivo prekriti pijeskom tako da iznad nje bude 2.5 centimetara debeo sloj. Nakon toga se posuda stavi u vruću pećnicu i ostavi toliko da se gljiva osuši. Taj postupak je potrebno ponavljati nekoliko puta kako bi odredili pravo vrijeme i temperaturu sušenja. Potrebno je pripaziti da se gljive ne zagrijavaju previše jer mogu pougljeniti. Najsigurnija metoda je da se gljiva stavi na pješčani sloj i prekrije zagrijanim pijeskom, nakon čega se ostavi da se to hladi. Nakon ovog postupka potrebno je odstraniti pijesak sa površine pomoću tankog kista i staviti gljivu na stalak ili uspravno u staklenu čašu. Na ovaj način će gljive izgubiti prirodnu boju, ali će imati prirodan izgled.

Ono što se s učenicima može još raditi, a zanimljivo je i tiče se gljiva, je promatranje rasta spora. Za to je potrebno dobro povećalo ili čak mikroskop. Postupak započinje pripremom želatine koja se izlije u plitku posudu. U nju se stavi nekoliko odumrlih listića gljive i ostavi da se ohladi. Nakon toga se po površini pospe nekoliko spora, sve prekrije i ostavi na toplom. Svaki dan promatrajte rast spora, po želatini će se brzo proširiti tanke niti. Također, za bolji rezultat je moguće pripremiti i posebnu hranjivu podlogu koja se može kupiti u trgovini biološkim materijalom.

### 8.2.7. Prepariranje lubanja i kostura

Za vrijeme šetnje u prirodi mnogi često pronađu mrtve male sisavce ili druge životinje. Pravi prirodoslovac ih može iskoristiti i preparirati primjerice lubanju ili cijeli kostur. Kad se sa životinje skine koža, glava se bez problema može odrezati oštrom škarama. Nakon toga može se početi skidati meso sa kostiju i početi čišćenje. Najjednostavniji način da se to napravi je da se lubanja skuha. To se može lakše napraviti ako je lubanja svježija. Lubanju je potrebno staviti u staru posudu napunjenu hladnom vodom i pustiti polako da prokuha (60-120 minuta). U suprotnom, meso će se stvrdnuti i bit će ga teško odstraniti. Nakon kuhanja, meso se može odstraniti pincetom ili malim džepnim nožićem. Pri tome treba pripaziti na donju vilicu koja se obično sama odvoji od lubanje, kao i da budete pažljivi pri čišćenju, jer su

kosti malih sisavaca zaista tanke i nježne. Nakon odstranjivanja mesnatih dijelova potrebno je izbjeliti lubanju. To se može postići da se lubanja kratko potopi u hidrogen-peroksidu. Ukoliko je došlo do odvajanja donje vilice, ona se može pričvrstiti tankom žicom.

Ako se prepariraju lubanje koje nisu svježe, čišćenje se može obaviti na nekoliko načina. Najjednostavnije je posao prepustiti muhama ili mravima. Ljeti se lubanja može staviti u vrt, pri čemu ju je poželjno prekriti žičanom mrežom kako ju veće životinje ne bi odnijele. Muhe će vrlo brzo ostaviti jajašca u mesu, a larve će očistiti meso. Isto tako, ako lubanju stavimo u mravinjak, mravi će obaviti svoje. Nakon biološkog čišćenja, lubanju je potrebno izbjeliti na već spomenut način. Također, s lubanje se preporuča odstraniti masnoće kako kasnije ne bi izgubila bjelinu. To se može postići ako ju na dan ili dva potopimo u amonijak, prije ili nakon izbjeljivanja.

Prilikom prepariranja lubanja, primjerice ptica, treba biti još pažljiviji, a čišćenje se obavlja na isti način, te se za čišćenje može upotrijebiti i stara četkica za zube. Ukoliko želimo preparirati cijeli kostur (Slika 29.), najjednostavnije je da ga skuhamo u lužini. Nakon odstranjivanja kože, utrobe i većine mesa, škarama ili nožićem, potrebno je kostur potopiti u otopinu 1 litre vode i 15 grama kalijeveg peroksidsulfata. Najbolje je kuhanje obaviti u staroj posudi i pri tome obavezno nositi zaštitne rukavice. Kostur je potrebno kuhati 10 minuta pri čemu treba povremeno provjeriti odvađa li se meso od kostiju. Nakon kuhanja treba odstraniti lubanju i očistiti ju na već opisan način. Potom sve treba izbjeliti. Takav kostur se nakon toga pričvrsti na daščicu ili stiropor i namjesti pomoću pribadača. Ukoliko je riječ o većem kosturu kralježnica se može učvrstiti pomoću žice.



Slika 29. Preparirani kostur žabe (web 10)

### 8.2.8. Izrada mokrih preparata

Za izradu mokrih preparata se inače koriste stakleni cilindri s bušenim čepovima, međutim sasvim prihvatljiva i učinkovita zamjena su staklene teglice s poklopcem. Izrada mokrih preparata je prilično jednostavna (Slika 30.). Cijela životinja (ili neki njezin dio) se stavi u staklenku, nakon čega slijedi dolijevanje tekućine za konzerviranje preparata. Prilikom izrade mokrih preparata vrlo poželjno je životinju pomoću primjerice ribičkog najlona pričvrstiti za komad stakla radi bolje preglednosti i ljepšeg izgleda preparata. Danas se za konzerviranje preparata koristi 75%-tni alkohol, a kako bi se spriječilo isparavanje može se koristiti parafilm ili plastična folija. Gotove preparate treba prikladno označiti. Naljepnice s latinskim nazivom vrste, sakupljača i datumom prepariranja treba zalijepiti na preparat, pri čemu naljepnica ne smije biti na poklopcu.



Slika 30. Primjeri mokrih preparata (web 11)

### 8.2.9. Izrada vivarija

Vivarij odnosno živi kutić, osim što pridonosi ljepšem izgledu interijera/eksterijera škole, služi kao mjesto na kojem učenici kroz svakodnevno praćenje životnih procesa razvijaju svoje sposobnosti i sklonosti (upornost, točnost, strpljivost, suradnju) te smisao za istraživanjem prirode (De Zan 2000). Budući da je vivarij vrlo važan, potrebno je da svaki nastavnik zna kako ga uzgojiti i održavati. Sve što se uzgaja u živom kutiću treba biti u svezi s odgojno-obrazovnim zadaćama nastave. Živi kutić treba smjestiti tako da bude pristupačan svim učenicima za promatranje, stoga je poželjno da bude uz prozor, na policama na kotačima ili na hodniku.

Najprikladnije biljke za uzgajanje su sobne ukrasne biljke poput pelargonije i tradeskancije, te kulturne biljke za izvođenje pokusa i istraživanje razvoja i uvjeta života

poput graška i graha. Pri uzgoju je potrebno obratiti pažnju na izvor svjetlosti i sjenu jer primjerice pelargoniji i vodeniki je potrebno dosta svjetlosti i trebaju biti okrenute prema jugu, dok primjerice begoniju i fuksiju treba zaštititi od prejakog sunca i svjetlosti. Osim toga, treba paziti da biljke imaju dovoljno vlage, te možemo koristiti i mineralna gnojiva za još bolji razvoj. Što se tiče estetske uloge, najprikladnije biljke za uzgoj u interijeru su one koje se ističu ljepotom listova (fikusi, filodendroni), a u okolišu škole je lijepo vidjeti primjerice jasmin, jorgovan, brezu, lipu ili smreku (De Zan, 2000).

Životinje možemo uzgojiti u akvariju, terariju, insektrariju, krletci, kao i u drugim nastambama. Bilo bi dobro da životinje koje smo proučili vrtimo odmah u prirodu kako bi se stanovnici živog kutića smjenjivali.

Akvarij je važno nastavno sredstvo za promatranje i proučavanje života u vodi. Ta staklena posuda za uzgoj vodenih biljaka i životinja, odlično pridonosi lijepom izgledu učionice (Slika 31). Jednostavan akvarij nije teško postaviti, međutim postoji nekoliko stvari koje bi trebalo imati na umu prilikom izrade akvarija, osobito onog kvalitetnog i reprezentativnog. Za početnike najjednostavnije i najsigurnije rješenje su kompletni gotovi akvariji koji sadrže sve potrebne tehničke komponente. Ali da bi akvarij bio potpun za držanje riba, kozica, puževa i bilja mora sadržavati nekoliko stvari. Akvarij je potrebno smjestiti na odgovarajuće postolje kako bi se osigurala sigurnost jer akvarij postaje zasebni element što umanjuje stres stanovnicima akvarija i smanjuje mogućnost nesreće. Ukoliko se akvarij nalazi na elementu zajedno sa drugim uređajima ili dijelovima učionice veća je mogućnost pomicanja što može dovesti do neželjenih nezgoda. Također, ako se akvarij nalazi na posebnom postolju (ormariću) uočljiviji je. Za početnike, akvarij ne bi trebao biti premalih dimenzija, jer kada je razina vode niska, ključni vodeni parametri brzo se mijenjaju i ne ostavljaju prostora za eventualne greške. Preporuka je akvarij od minimalno 70 litara. Na dno akvarija se preporuča staviti mineralno gnojivo kako bi biljkama osigurali hranu. Na gnojivo dolazi adekvatan supstrat. Supstrat mora odgovarati biotopu i njegovim stanovnicima (krupni, sitni, tamni, svijetli). Ne smije utjecati na pH i uopće na stabilnost vode odnosno mora biti neutralan (kvarc, terakota). Mora zadovoljiti potrebe zakorjenjivanja biljaka (količina). Preporuča se minimalno 5 centimetara naprijed, a otraga i do 10 cm ovisno o akvariju i bilju koje sadimo. Poželjno je i staviti primjerice foto-tapetu kao pozadinu akvarija ili unutarnju 3D pozadinu jer je riba po prirodi plaha i voli imati sigurno zaleđe. Pozadina je imitacija prirode u smislu korita rijeke, stijena te manjim dijelom bilje. Ako riba nema sigurno sklonište, pod stresom je, a to može dovesti i do oboljenja. Od opreme je potrebna još i rasvjeta, te filter, termometar i grijač (ako želimo tropske ribe). Rasvjeta se obično nalazi na poklopcu koji je



jako bitan i ima više funkcija, a to su da sprječava hlapljenje vode i sprječava ulaz prašine. Filtracija je ključan segment za održavanje akvarijske vode. Filter mora biti adekvatnog kapaciteta i protoka vode. Ukoliko to nije, dolazi do oboljenja i uginuća riba i bilja. Termometar je potreban jer je održavanje temperature akvarijske vode vrlo bitno za sve stanovnike akvarija. Velike oscilacije u temperaturi izravno utječu na dobrobit i zdravlje akvarijskih riba i biljaka. Vodene biljke su u akvariju vrlo važne jer imaju niz korisnih učinaka na cjelokupan eko sustav. Prirodan su filter plinova, obogaćuju vodu kisikom, ribama služe za skrivanje, sprječavaju rast algi, pružaju ribama mjesto za odlaganje ikre te pretvaraju zasićenu podlogu detritusom u organski iskoristiv materijal za svoj daljnji rast (web 12). Pri odabiru biljaka, pažnju je potrebno usmjeriti na zahtjeve biljke za svjetlom, za kvalitetnom podlogom, za prehranom, koja temperatura, tvrdoća vode i pH vrijednost im odgovara, te kojom brzinom rastu. Dakle, prije nego li biljka stigne u akvarij ona treba biti pomno odabrana. To znači da se biljne vrste prije nabavke (kupnje u specijaliziranim trgovinama ili dobavljanja od kolega akvarista) moraju poznavati. Ako planiramo akvarij s malo svjetla, sve biljke moraju biti prilagođene tim uvjetima, odnosno moraju se zadovoljavati s malo svjetla. Ako planiramo akvarij sa zahtjevnim vrstama koje traže puno svjetla i bogatu podlogu, redovitu kvalitetnu prehranu, moguće je da u takvom akvariju neće dobro uspijevati biljke koje sporo rastu i kojima treba malo svjetla (web 13). Kada smo osigurali prethodno navedene uvijete, na red dolaze i ribe. Prilikom izbora riba trebamo voditi računa o tome odakle potječu i jesu li kompatibilne (odnos predator- plijen), kakvi su im zahtjevi za prehranom, temperaturom te kemijskim sastavom vode. Osim toga, treba pripaziti i na količinu riba (maksimalno 1 centimetar ribe na 1 litru vode). Za kvalitetan odabir riba i bilja je potrebno malo više interesa, te se preporuča nabaviti kvalitetnu knjigu iz tog područja.



Slika 31. Akvarij u Osnovnoj školi „Milan Amruš“ u Slavenskom Brodu (web 14)

Terariji je nastamba sa zemljom i kamenjem u kojoj uzgajamo manje kopnene životinje, primjerice gujavice, gušterice, daždevnjake, kornjače, hrčke, miševe, žabe. (De Zan 2000). Oni su vrlo interesantni osobito mlađoj generaciji, a još ih je lakše napraviti nego akvarij. Razlikujemo suhi terarij, vodeni terarij, te terarij sa suhim i vodenim staništem. Suhi terariji se uglavnom sastoje od finog pijeska, stijene i eventualno drveta ili kamena kao dekoracije, ovisno o životinji i njezinim navikama. Kao podlogu još možemo staviti i treset, komadiće kore drveta i slično. Suhi terarij bi trebao biti zatvorenog tipa sa vratima (klizna dvostruka) na prednjoj strani terarija (obično cijelom površinom) kako bi bez poteškoća mogli hraniti životinje i čistili terarij. U vodenom terariju ćemo najčešće držati vodene kornjače. Dakle potreban je terarij sličan akvariju, ali visina terarija se u pravilu stavlja nešto niže što opet ovisno o veličini životinje. U takvom terariju je potrebna filtracija. Zbog veće količine organskoga otpada i hrane filtracija mora biti učinkovita, dakle i do 3 puta veća nego za akvarij za što su idealni pregradni ili vanjski filtri. Prljava voda zasićena je sa amonijakom koji dovodi do oštećenja sluznice oka životinje do te mjere da izgubljeni vid neće biti moguće vratiti niti liječenjem. Kako se hrana ne bi bespotrebno otapala u vodi što dovodi do prljanja, hrana se stavlja na suhi dio terarija sa kojeg će kornjača po potrebi uzeti hranu kada je gladna, odnijeti u vodu i proguta (web 15) U pravilu bi za sve vrste terarija trebali osigurati i podni grijač te lampe, ali to naravno opet ovisi o životinjama koje uzgajamo.

Insektarij ili nastamba za kukce je posebno ograđen prostor, obično gustom platnenom mrežom, u kojem su osigurani temeljni životni uvjeti za umjetni uzgoj kukaca koje učenici samostalno mogu promatrati i proučavati za potrebe nastave (De Zan 2000). Vrlo jednostavno možemo uzgajati, paličnjake, brašnare, leptire, mrave.

Paličnjaci su veoma lagani za uzgoj, a zahtijevaju jako malo brige, uz izuzetak dobro uređene nastambe. Jednostavni su i jeftini za držanje, ne smrde. Budući da su svi arborealne vrste, potrebna oprema je viši i uži insektarij (naravno, uvijek vrijedi pravilo što veći to bolji, kao i za ostale životinje). Kao supstrat se stavlja manja količina zemlje te, ovisno o prehrani pojedine vrste, grane kupine, maline, ruže ili bršljana, na kojima životinje borave i ujedno ih jedu (Slika 32.). Osim ovih biljnih vrsta jedu i list lipe, hrasta, jabuke, jorgovana i salate. Grane treba zamjenjivati novima kada životinje pojedu lišće, a unutrašnjost insektarija i lišće treba, ovisno o vrsti paličnjaka, prskati vodom jedanput do dvaput na dan, da životinje dobiju potrebnu količinu vode. Prolaze kroz nepotpunu preobrazbu, dakle bez stadija kukuljice. Nimfe su slične odraslim jedinkama, koje su spolno zrele. Razmnožavaju se partenogenetski, što znači bez mužjaka, koji su veoma rijetki. Ženke odbacuju jaja na tlo iz kojih se legu

ličinke. Ipak, postoje vrste koje jaja lijepe za grane ili strane terarija. Kako ovi kukci žive najčešće u krošnjama drveća potrebna im je visina, odnosno prilagođen insektarij. Dakle, on mora biti najmanje 3 puta viši od dužine njihova tijela, a ukoliko nemaju taj uvjet može doći do deformacija prilikom presvlačenja, pa čak i smrti. Presvlače se kao i svi drugi kukci. Tada su najranjiviji, jer im je oklop mekan i veoma osjetljiv. Dok se ne osuše miruju na grani. Za insektarij mogu poslužiti razne kutije kao i preuređeni akvarij. Treba voditi računa o vrsti koju držimo, najviše radi vlage. Ukoliko se radi o domaćoj vrsti dobar je i insektarij napravljen od drvenog okvira koji je presvučen nekom mrežom. Ukoliko se radi o nekoj tropskoj vrsti koja zahtjeva puno vlage, treba paziti da terarij nema mnogo otvora za zrak, kako bi se vlaga što duže zadržavala.



Slika 32. Život i prehrana paličnjaka (web 16)

Brašnari su, kao i paličnjaci, jednostavni za uzgoj. Za uzgoj je potrebna kutija, primjerice plastična kutija od sladoleda, u kojoj pomiješamo brašno od raznih žitarica (kukuruzno, pšenično), mekinje, gris. Potom u posudu za uzgoj treba dodati nešto ličinki. U kutiju za uzgoj se preporuča staviti i karton od jaja zbog veće hodne površine, te piljevine da povuče višak vlage. Ličinke treba hraniti voćem i povrćem (jabuka, kruška, mrkva..). Ne smijemo dopustiti da voće i povrće koje dajemo kao hranu istrune, već ga je potrebno maknuti nakon određenog vremena i zamijeniti novim. Minimalna temperatura za uzgoj treba biti 25°C, a što je temperatura veća (do 35°C), procesi presvlačenja će biti brži. Dakle, velika prednost kod uzgoja brašnara je što im brzinu razvoja možemo diktirati temperaturom okoliša

pa ako im želimo usporiti ili zaustaviti razvoj stavimo ih u hladnjak. Preporuča se ličinke u posudi držati sve skupa do zadnjeg presvlačenja. Tada se mogu odvojiti u zasebne posudice da lakše dobijemo kukuljice. Načina za držanje odvojenih je dosta, no jedna od ideja je da se kupi plastična posuda za alat sa pregradama. U svaki prostor između pregrada stavimo jednog crva i prekrijemo ga tresetom za cvijeće. Povremeno zavirimo u treset i kada vidimo da se ličinka umirila to znači da je na dobrom putu da se zakukulji. Razvoj kukuljica traje oko 15 dana, a može i kraće, ovisno o temperaturi (Slika 33.).



Slika 33. Razvojni ciklus manjeg brašnjara (ličinka, kukuljica, odrasla jedinka) (Mustač, 2017)

Paličnjaci i brašnjari možda ne izgledaju vrlo atraktivno, no u tom slučaju možete uzgojiti i leptire. Za uzgoj leptira treba pripremiti dobro prozračnu nastambu (Slika 34). Nastamba za gusjenice se može naći u trgovinama za kućne ljubimce ili za hobije, međutim možete ju jednostavno i sami napraviti iz materijala koji se može pronaći oko svake kuće. Po mogućnosti nastamba bi trebala biti napravljena od mreže kako bi se gusjenice mogle pričvrstiti za nju. Može se upotrijebiti i akvarij na čiji vrh se može staviti gaza koju po rubu možemo pričvrstiti gumicom. Na dno insektarija se može saviti sloj zemlje i trave ili sloj novinskog papira ili papirnatih ubrusa. Gusjenice možemo potražiti na biljkama ili kupiti od određenih dobavljača ukoliko nemamo vremena za traženje ili im nije sezona. Gusjenice

možemo pronaći na raznim biljkama poput peršina, kopra, komorača, trešnje, mlječiike, čaklja i drugih. Gusjenicu uzmite pomoću štapića odnosno grančice, po mogućnosti biljke na kojoj ste ju pronašli. Potrebno je nježno rukovati s gusjenicama i ne uzimati ih rukom jer su neke otrovne, također mogu se inficirati bakterijama s naših ruku ili ih možemo povrijediti prilikom struganja s ruku. Kad smo uzeli gusjenicu s grančicom, tako ju trebamo staviti u insektarij. Kao hranu gusjenicama trebamo dati listove biljke na kojoj smo ju pronašli jer će većina jesti samo određenu hranu, dok neke mogu jesti različito bilje. Prije nego stavimo lišće u insektarij trebamo ukloniti potencijalne kukce i paukove koji bi mogli ubiti gusjenicu. Lišće treba redovito mijenjati jer se gusjenice neće hraniti starim ili suhim lišćem. Ako je gusjenica na hrani koju pokušavate zamijeniti, nemojte ju pokušavati skinuti jer će se čvrsto držati i noge joj se mogu otrgnuti. Umjesto toga, stavite novu granu i pustite ih da same dođu do njega, a zatim izvadite staru granu. Insektarij treba držati vani i paziti da je zaštićen od jakog sunca i vrućine ili hladnoće. Ponekad se preporuča zamagliti nastambu ili poprskati stjenke i hranu vodom jer gusjenice vole vlažno stanište, međutim u tome ne treba pretjerivati kako ne bi došlo do razvoja plijesni. Također, kako bi onemogućili razvoj plijesni, nastambu treba povremeno i očistiti od izmeta, a kako bi si olakšali čišćenje možemo na dno insektarija staviti novinski papir ili sloj papirnatih ubrusa. Treba pratiti ponašanje gusjenice. Ukoliko gusjenica mijenja boju, umirila se ili se skvrčila, vrlo vjerojatno je da će se ubrzo zakukuljiti. Ukoliko to nije slučaj, gusjenica je vjerojatno bolesna ili je uginula. Tada ju treba ukloniti kako ne bi zarazili ostale zdrave gusjenice. Kad se gusjenica zakukuljila treba provjeriti visi li na otvorenom kako bi leptir kada se razvije imao dovoljno prostora da raširi svoja krila i osuši ih. Ako je potrebno, pomaknite granu na kojoj kukuljica visi, te pri tome budite vrlo nježni i polako se krećite, jer ne želite da padne. Nakon kukuljenja treba biti strpljiv, jer vrijeme koje je potrebno da se razvije leptir ovisi o vrsti. U tom razdoblju nije potrebna nikakva hrana, samo stabilan okoliš. Kada leptir izvuče svoja krila i osuši ih, spreman je za let. Hranit će se u vrtu ukoliko u njemu pronađe nektar u cvjetovima. Neki leptiri kao hranu vole i zrelo voće. Leptiri moraju biti slobodni za istinski napredak. Moguće ih je zadržati samo ako imate velik vrt u kojem mogu ostati. Međutim, mnoge vrste migriraju. Ono što možete napraviti nakon što je leptir osušio krila je da mu stavite prst pod noge i on će vjerojatno skočiti na prst. Tada možete napraviti i nekoliko lijepih fotografija.



Slika 34. Primjer nastambe za uzgoj leptira (web 17)

#### 8.2.10. Održavanje biološkog materijala

Određene zbirke možemo bez neke posebne pažnje držati neodređeno vrijeme, a neke zahtijevaju održavanje. Zbirka morskih školjaka i puževa i herbarij su vrlo zahvalni jer ne zahtijevaju posebno održavanje, za razliku od primjerice entomološke zbirke. Jedini problem koji se kod herbarija može dogoditi je ako biljku niste osušili do kraja. U tom slučaju može doći do pojave plijesni koja se može proširiti na čitav herbarij. Kod entomološke zbirke problem mogu biti kukci koji se hrane suhim tkivom kukaca, poput muzejske grizlice (*Anthrenus museorum* L.). Da zaštitimo svoju zbirku potrebno je da ona bude dobro zatvorena, a unutar zbirke možemo staviti neko zaštitno sredstvo poput tus traka ili kamfora. Također kod zbirke ptičjih pera, osobito ako smo osušili čitavo krilo uginule ptice, u kutiju u kojoj držimo pera treba staviti komadić sredstva protiv moljaca.

Mokre preparate koje smo izradili treba koliko je moguće zaštititi od isparavanja alkohola. To možemo napraviti tako da oko spoja poklopca i staklenke omotamo parafilm ili plastičnu foliju. Može se čak koristiti i vosak.

Vivarij je zasigurno najteži za održavanje jer zahtjeva svakodnevnu njegu. Kod biljaka koje uzgajamo moramo pripaziti na njihove zahtjeve za svjetlošću, odnosno jesu li one biljke sjene ili im je potrebno mnogo svjetla. Osim toga, redovito ih treba zalijevati. Povremeno treba ukloniti uvenulo lišće ili cvjetove. Također, za bolji rast, povremeno možemo koristiti

mineralno gnojivo. Akvarij je vjerojatno najzahtjevniji što se tiče održavanja. Voda je od životne važnosti za ribe i biljke u akvariju, te je kontrola njene kvalitete svakako jedna od najvažnijih stavki održavanja. Dnevno održavanje akvarija podrazumijeva vizualno promatranje akvarijskog biotopa. Pogledamo jesu li su sve ribe zdrave i živahne, skriva li se koja riba u kutu s priljubljenim perajama, kako se ribe ponašaju prilikom hranjenja, je li je voda mutna, javljaju li se alge i slično. Također, svakodnevno treba pogledati i termometar, te radi li filter ispravno. Tjedno održavanje podrazumijeva djelomičnu promjenu vode, odnosno trebalo bi promijeniti 10-25% vode. Osim djelomične promjene vode, veliki broj akvarista tjedno provjerava kvalitetu vode raznim testerima. Prije svega provjerava se pH vrijednost, tvrdoće vode i razina nitrita. Mjesečno održavanje pokriva ono što još nismo spomenuli, a to je čišćenje filtera. Bilo koje životinje da uzgajamo, treba im svakodnevno osigurati hranu, a ovisno o vrsti i potrebne životne uvijete. Ukoliko kao nastavnici ne želite prihvatiti toliki posao, u održavanje i uzgoj životinja možete uključiti učenike kojima će to sigurno biti zanimljivo. Za početak je potrebna inicijativa, entuzijazam i nešto znanja koje ćete prenijeti učenicima, a dalje uz interes učenika, ni održavanje, ni proširivanje znanja o tome što radite neće biti teško.