Ovisnost usvojenosti nastavnog saadržaja i istraživačkog učenja Biologije kod učenika srednje škole

Gucek, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:181:353365

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ODJEL ZA BIOLOGIJU
Diplomski nastavnički studij Biologija i kemija; smjer: nastavnički

Martina Gucek

OVISNOST USVOJENOSTI NASTAVNOG SADRŽAJA I ISTRAŽIVAČKOG UČENJA BIOLOGIJE KOD UČENIKA SREDNJE ŠKOLE

Diplomski rad

OSIJEK, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Biologija i kemija; smjer: nastavnički

Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

Ovisnost usvojenosti nastavnog sadržaja i istraživačkog učenja Biologije kod učenika srednje škole

Martina Gucek

Rad je izrađen: Odjel za biologiju
Mentor: Dr. sc. *Irena Labak,* **doc.**

Sažetak:
Istraživanje je provedeno s ciljem ispitivanja postižu li učenici bolje rezultate u učenju kada prilikom obrade konkretnih nastavnih jedinica koriste tradicionalni (frontalni) oblik rada i metodu usmenog izlaganja ili istraživački pristup učenju te pomaže li istraživačko učenje u postizanju što dugoročnijeg pamćenja učenikovog usvojenog znanja iz konkretnih nastavnih jedinica. Istraživanjem se također procijenila pripravnost učenika za istraživačko učenje s obzirom na nastavni program i učestali način učenja i poučavanja. Istraživanje se provelo školske godine 2016./2017. i 2017./2018. na uzorku od 76 učenika drugih razreda tehničke škole i prirodoslovne gimnazije Ruđera Boškovića u Osijeku. Istraživanje se sastojalo od provedbe nastavnih sati s obradom nastavnih jedinica "Jednosupnice" i "Dvosupnice", utvrđivanja navika učenja kod pojedinog učenika putem ankete, utvrđivanja najučestalijeg načina poučavanja nastavnika putem ankete te provedbe inicijalne provjere znanja, završne i ponovljene završne provjere znanja. Nastavne jedinice u jednom su gimnazijskom razredu obrađene frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja, a u dva razreda, gimnazijskom razredu i razredu smjera ekološki tehničar istraživačkim pristupom učenju. Istraživanjem je utvrđeno da su učenici gimnazijskog programa koji su koristili istraživački pristup učenju uspješniji od učenika istog programa koji su sadržaj iz biologije učili tradicionalnim (frontalnim) oblikom rada i metodom usmenog izlaganja, ali i učenika ekoloških tehničara koji su također koristili istraživački pristup učenju. Učenici gimnazijskog programa i učenici smjera ekološki tehničar koji su koristili istraživački pristup učenju pokazuju veću uspješnost u završnoj i ponovljenoj završnoj provjeri znanja u odnosu na inicijalnu provjeru znanja. Na osnovi pisanih provjera znanja te analizom ankete o učestalom načinu učenja i poučavanja, procijenjena je bolja pripravnost učenika gimnazijskog programa za istraživačko učenje od učenika smjera ekološki tehničari.

Broj stranica: 141
Broj slika: 24
Broj tablica: 8
Broj literaturnih navoda: 101
Broj priloga: 15
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: istraživačko učenje, frontalni oblik rada, metoda usmenog izlaganja, 5E model istraživačkog učenja

Datum obrane: 30. listopada 2017. godine

Stručno povjerenstvo za obranu:
1. **Dr. sc.** *Rosemary Vuković,* **doc.**, predsjednik
2. **Dr. sc.** *Irena Labak,* **doc.**, mentor i član
3. **Dr.sc.** *Filip Stević,* **doc.**, član
4. **Dr. sc.** *Ljiljana Krstin,* **doc.**, zamjena člana

Rad je pohranjen:
U knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i u Nacionalnoj sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, u elektroničkom obliku te je objavljen na web stranici Odjela za biologiju.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek **MS thesis**
Department of Biology
Graduate university study programme in Biology and Chemistry Education

Scientific Area: Natural science
Scientific Field: Biology

Dependence between adoption of teaching content and inquiry-based learning of Biology at students in secondary schools

Martina Gucek

Thesis preformed at: Department of Biology
Supervisor: Irena Labak, PhD, Assistant Professor

Short abstract:
This research has been carried out with the aim to discover whether students gain better learning results when a concrete teaching unit is presented by using a traditional (frontal) teaching method and expository teaching, or by using inquiry-based learning, as well as whether inquiry-based learning helps obtaining a long-term memory of the acquired knowledge of concrete teaching units. In this research, we have also assessed the students' readiness for inquiry-based learning, considering curriculum and the common teaching and learning methods. The research was carried out during school years 2016/2017 and 2017/2018, and comprised 76 students of second grades of Ruđer Bošković technical school and natural sciences program grammar school in Osijek. It consisted of presenting teaching lessons "Monocotyledons" and "Dicotyledons", determining learning habits of each student by polling, establishing the most common manner of teaching by polling and of the initial, final and repeated final test. In one grade of grammar school, teaching units were presented by using frontal teaching method and expository teaching, while in two grades, one also at grammar school, and one in technical school for obtaining vocation: ecology technician, the units were presented by using inquiry-based learning. We have established that the students at grammar school which used inquiry-based learning are more successful than those students of the same program which were taught by using traditional (frontal) method and oral presentation method, and also more successfully than students - ecology technicians with whom the inquiry-based learning was also used. Students of grammar school and students - ecology technicians which used inquiry-based learning gained better results at final and repeated final test in comparison with the initial test. By reviewing written tests and analyzing polls on common manners of teaching and learning, we have assessed that the students of grammar program are better prepared for inquiry-based learning than the students - ecology technicians.

Number of pages: 141
Number of figures: 24
Number of tables: 8
Number of references: 101
Original in: Croatian

Key words: inquiry learning, frontal teaching method, expository teaching, 5E instructional model

Date of the thesis defence: 30th October 2017

Reviewers:
1. Rosemary Vuković, PhD, Assistant Professor, president
2. Irena Labak, PhD, Assistant Professor, mentor and reviewer
3. Filip Stević, PhD, Assistant Professor, reviewer
4. Ljiljana Krstin, PhD, Assistant Professor, substitute reviewer

Thesis deposited:
In Library of Department of Biology, University of J. J. Strossmayer Osijek and in National university library in Zagreb in electronic form. It is also disposable on the web site of Department of Biology, University of J. J. Strossmayer Osijek.

Veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Ireni Labak na stručnom vodstvu, savjetima, strpljenju i vremenu kojeg mi je poklonila tijekom istraživanja i izrade ovog diplomskog rada.

Također, zahvaljujem se profesorici Mariji Dundović na nesebičnoj pomoći i ugodnim trenutcima provedenim u školi.

Hvala mojoj obitelji, posebno majci, koja je uvijek vjerovala u mene i moj uspjeh i kad ni sama nisam.

Hvala mom dečku Branku, bez čije podrške i ljubavi niti jedan moj uspjeh, pa tako ni ovaj, ne bi bio potpun.

Zahvaljujem svim svojim prijateljima koji su mi najljepše godine odrastanja učinili nezaboravnima. Hvala Vam na zajedničkim trenutcima, iskustvima i razgovorima koji su od mene načinili osobu. To mi se, ipak, čini najvažnijim.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Cilj diplomskog rada 2
2. OPĆI DIO 3
2.1. Ključne kompetencije u suvremenoj školi 3
2.1.1. Prirodoznanstvena kompetencija 5
2.2. Deduktivni i induktivni pristupi poučavanju 7
2.2.1. Deduktivno poučavanje (izravno poučavanje, poučavanje usmjereno na nastavnika) 8
2.2.2. Induktivno poučavanje (aktivno poučavanje, poučavanje usmjereno na učenika) 9
2.3. Učenje otkrivanjem u nastavi Biologije 10
2.3.1 Istraživačko učenje u nastavi Biologije 12
2.3.1.1. 5E model učenja 14
3. MATERIJALI I METODE 18
3.1. Uzorak 18
3.2. Tijek istraživanja 18
3.3. Tijek istraživačkog učenja 5E modelom 20
3.4. Instrumenti istraživanja 23
3.5. Statistička obrada podataka 25
4. METODIČKI DIO 26
4.1. Priprema za istraživački nastavni sat za 2. razred; gimnazijski program i smjer ekološki tehničari 26
4.2. Pripreme za tradicionalni (frontalni) oblik rada za 2. razred; gimnazijski program 36
5. REZULTATI 45
5.1. Analiza inicijalne provjere znanja 45
5.2. Analiza završne provjere znanja 46
5.3. Analiza ponovljene završne provjere znanja 47
5.4. Rezultati uspješnosti rješavanja inicijalne i završne provjere znanja 48
5.4.1. Rezultati inicijalne provjere znanja 48
5.4.2. Rezultati završne provjere znanja 51
5.4.3. Usporedba ukupne uspješnosti učenika u inicijalnoj i završnoj provjeri znanja 55
5.5. Rezultati uspješnosti rješavanja ponovljene završne provjere znanja 56
5.5.1. Usporedba ukupne uspješnosti učenika u završnoj i ponovljenoj završnoj provjeri znanja 60
5.6. Rezultati ankete o navikama učenja i poučavanja 61
6. RASPRAVA 67
7. ZAKLJUČAK 74
8. LITERATURA 76

9. PRILOZI 85
Prilog 1. Inicijalna pisana provjera znanja 85
Prilog 2. Završna pisana provjera znanja 87
Prilog 3. Anketa o navikama učenja za učenike 91
Prilog 4. Anketa o navikama poučavanja za nastavnike 93
Prilog 5. Ponovljena završna pisana provjera znanja 95
Prilog 6. Radni materijal za istraživački pristup učenju 99
Prilog 7. Važnost biljaka za svakodnevni život 114
Prilog 8. Evaluacijski listić 120
Prilog 9. Djelovanje peludnih alergena 121
Prilog 10. Morfološke i anatomske razlike između Jednosupnica (Liliatae) i Dvosupnica (Magnoliatae) 121
Prilog 11. PowerPoint Prezentacija Razred Dvosupnice (Magnoliatae) i Jednosupnice (Liliatae) 121
Prilog 12. Ljiljani (Liliaceae) 133
Prilog 13. Trave (Poaceae) 133
Prilog 14. Orhideje (Orhidaceae) 133
Prilog 15. Oprašivanje kukcima ili entomofilija 134

1. UVOD

Zbog ubrzanog napretka informacijske i komunikacijske tehnologije te sve većeg opsega znanja nameće se potreba za promjenama, kako u društvu, tako i u odgojno- obrazovnom procesu. Prema Jensenu (2003) „stari pedagoški model poučavao je nastavnika da stoji i predaje; taj je model mrtav. Danas ste vi katalizator učenja, a vaši učenici su zvijezde nastave“. Dakle, tradicionalnim oblikom nastave svim se učenicima nametalo pasivno učenje bez uvažavanja učeničkih kompetencija, stavova i razmišljanja, a danas se od škole traži da se aktivnim metodama poučavanja učenike potakne na cjeloživotno učenje koje se u velikoj mjeri usmjerava prema razvoju učeničke osobnosti, inovativnosti, sposobnosti kritičkog razmišljanja i logičkog prosuđivanja. Stoga, i donedavne školske postulate *slušaj, pamti, ponovi* danas zamjenjuju *istraži, promisli, stvori nešto novo* (Matijević i Radovanović, 2011) što upućuje na činjenicu da su kompetencije, potrebne učeniku, za život i rad u suvremenom društvu puno više od usvajanja velikog broja činjenica.

Kao posljedica značajnih promjena u konceptualizaciji znanosti, učenja i metodike poučavanja znanosti u posljednjih pedesetak godina, u svim odgojno- obrazovnim sustavima jača interes za pristupom učenja i poučavanja koji učenike uvodi u istraživačke aktivnosti (Grandy i Duschl, 2007) i stavlja ih u poziciju provođenja "pravih" istraživanja po principima znanstvene metodologije (Kuhn, 2005). Sudjelovanjem u istraživačkim aktivnostima, učenici traže informacije i otkrivaju rješenja za određene probleme pri čemu samostalno proširuju svoje znanje o predmetu istraživanja, ali i postaju aktivni sudionici nastave, ravnopravni nastavniku. Vrijednost istraživačkog učenja, kao obrazovnog pristupa očituje se u tome što se kod učenika istraživačkim učenjem razvijaju i druge vrlo važne vještine poput komunikacijskih (čitanje, pisanje, usmeno izražavanje), vještina rada u grupi, samostalnog i samoreguliranog učenja, sposobnost prilagodbe novim okolnostima, pretraživanja i obrade informacija te sposobnost promišljanja o predmetu istraživanja. Istraživačko učenje pojavljuje se kao obrazovni cilj svih razvijenih zemalja (Abd- El- Kahalick i sur., 2004), a kvalitetno učenje i poučavanje u području prirodoslovlja često se izjednačuje s njegovim korištenjem (Anderson, 2002). Za razliku od tradicionalne (pasivne) nastave koja koči razvoj učenika i njegovih sposobnosti (Bognar i Matijević, 2002), istraživačko učenje stvara uvjete koji učenike pripremaju za aktivan život i sudjelovanje u suvremenom društvu. Usprkos brojnim prednostima istraživačkog pristupa učenju o kojima izvještava suvremena znanstvena literatura, u hrvatskom sustavu odgoja i obrazovanja ono nije sustavno implementirano u obrazovnu praksu (Ristić Dedić, 2013). Istraživanja u Republici Hrvatskoj potvrđuju da nastavnici još uvijek naginju tradicionalnom pristupu poučavanja u kojem je nastavnik u središtu nastavnog procesa (Baranović, 2006; Škugor, 2013). Navedeni podatak ukazuje na način rada

nastavnika koji nije u skladu sa suvremenim životnim okolnostima kao ni potrebama današnjih učenika. Najčešće se kao prepreke istraživačkoj nastavi navode slaba opremljenost odgojno-obrazovnih ustanova, organizacijski problemi, ali i neprikladno obrazovanje nastavnika i dominantna kultura poučavanja znanosti u školama (Abd- El- Kahalick i sur., 2004; Anderson, 2002).

U suvremenoj školi nastava Biologije usmjerena je na istraživački pristup učenju u učionici, živom kutiću, školskom dvorištu i parku te školskom vrtu (De Zan, 1999). Ujedno, brojna istraživanja potvrđuju pozitivne učinke istraživačkog pristupa učenju Biologije na stavove prema znanosti i znanstvenim istraživanjima, na povećanje motivacije, na povećanje učeničkih postignuća i povezanosti između učenika, na razvoj učeničke inovativnosti, analitičkog i kritičkog razmišljanja, znanstvene pismenosti i dr. (D'Costa i Schlueter, 2013; Ergül i sur., 2011; Letina, 2013; Vitale i sur., 2006; Wolf i Fraser, 2008). Prema tome, istraživačko učenje jedan je od odgovora na potrebe i izazove suvremenog društva.

1.1.Cilj diplomskog rada

Cilj provedenog istraživanja je utvrditi postižu li učenici srednje škole bolje rezultate učenja primjenom tradicionalnog (frontalnog) oblika rada i metode usmenog izlaganja ili primjenom istraživačkog učenja pri obradi nastavnog sadržaja iz Biologije te postoji li veza između dugoročnog pamćenja i istraživačkog učenja. Ujedno, ovim radom nastoji se procijeniti pripravnost učenika za istraživačko učenje s obzirom na nastavni program te učestali način učenja i poučavanja.

2. OPĆI DIO

2.1. Ključne kompetencije u suvremenoj školi

S obzirom na nagle i izuzetno brze društvene promjene uzrokovane procesom globalizacije pojavljuje se i potreba mijenjanja odgojno-obrazovnog procesa. Ubrzani napredak tehnike i promjenjivo životno okruženje odražava se na život pojedinca od kojega se očekuje da se tijekom cijelog života obrazuje, uči i usavršava. Kako bi se pojedinac mogao fleksibilno prilagoditi promjenama potreban mu je širok spektar kompetencija, a suvremeno obrazovanje ima ključnu ulogu u osiguravanju stjecanja istih.

U literaturi nailazimo na različitu terminologiju vezanu uz pojam kompetencija. Kompetencija je pojam latinskog podrijetla (*cometare, competentia)*, a znači postizati, biti bolji. Prema englesko-hrvatskom rječniku, engleski pojam *competence* prevodi se kao kompetencija, sposobnost ili stručnost (Bujas, 2001). U kontekstu hrvatskog jezika, kompetencija je „priznata stručnost, odnosno sposobnost kojom netko raspolaže“ (Anić i Goldstein, 2004). Warr i Conner (1992) ističu kako je kompetencija za posao „skup ponašanja, znanja, procesa mišljenja i/ili stavova za koje je vjerojatno da će biti vidljivi u obavljanju posla koje doseže definirane elementarne, bazične i visoke razine standarda“, dok Green (1999) navodi da su „individualne kompetencije mjerljive radne navike i osobne vještine koje se koriste za postizanje radnih ciljeva“. Kurtz i Bartram (2002) definiraju kompetencije kao „repertoare ponašanja koji su instrumentalni za postizanje željenih rezultata i ishoda“, a Weinert (2001) kao „kombinaciju onih kognitivnih, motivacijskih, moralnih i socijalnih vještina dostupnih pojedincu (primjerice, učenjem) koje su pretpostavka uspješnoga ovladavanja širokim spektrom zahtjeva, zadataka, problema i ciljeva kroz primjereno razumijevanje i postupke“. Kaslow (2004) citirano prema Huić i sur. (2010), navodi da se kompetencije odnose na „sposobnost pojedinca da, u skladu s očekivanjima koja od njega imamo kao stručnjaka kvalificiranog za neko područje, adekvatno i efikasno izvrši određene zadatke“. Prema Hrvatskom kvalifikacijskom okviru (web 1) „kompetencije u užem smislu označavaju postignutu primjenu konkretnih znanja i vještina, u skladu s danim standardima (samostalnost, odgovornost)“. Tako skup znanja, vještina i kompetencija u užem smislu nazivamo kompetencijom. Osam ključnih kompetencija koje je Europska komisija (EK) odredila za cjeloživotno učenje te koje predstavljaju opća znanja i vještine nužne za osobni i profesionalni razvoj svakog pojedinca su slijedeće: komunikacija na materinskom jeziku, komunikacija na stranom jeziku, matematička kompetencija i temeljne kompetencije u znanosti i tehnologiji, digitalna kompetencija, učiti kako učiti, društvene i građanske kompetencije, smisao za inicijativu i poduzetništvo, kulturna svijest i izražavanje (tablica 1). Prema europskom kvalifikacijskom okviru navedene kompetencije se

shvaćaju kao preduvjet cjeloživotnom učenju, odnosno kompetencije koje je potrebno steći tijekom školskog obrazovanja za uspješno učenje tijekom ostatka života te kao njegov sastavni dio, odnosno kompetencije koje bi tijekom života pojedinac trebao steći, nadograditi i usavršiti. Sve se navedene ključne kompetencije smatraju jednako važnima jer se međusobno nadopunjavaju.

Tablica 1. Definicije ključnih kompetencija za cjeloživotno učenje (prema Preporuci EK, Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning, 2006; navedeno u Račić 2013)

Kompetencija	Definicija kompetencije
Komunikacija na materinskom jeziku	„Komunikacija na materinskom jeziku je sposobnost izražavanja pojmova, misli, osjećaja, činjenica i mišljenja u usmenom i pisanom obliku (slušanje, govor, čitanje i pisanje) te odgovarajuće i kreativne jezične interakcije u cijelom nizu društvenih i kulturnih okruženja, u odgoju i obrazovanju, pri radu, u domu i u slobodnom vremenu.“
Komunikacija na stranom jeziku	„Komunikacija na stranom jeziku u širem smislu obuhvaća glavne dimenzije vještina kao i komunikacija na materinskom jeziku: zasniva se na sposobnosti razumijevanja, izražavanja i tumačenja pojmova, misli, osjećaja, činjenica i mišljenja u usmenom i pisanom obliku (slušanje, govor, čitanje i pisanje) u odgovarajućem nizu društvenih i kulturnih okruženja (u odgoju i obrazovanju, pri radu, u domu i u slobodnom vremenu) prema vlastitim željama ili potrebama. Razina uspješnosti savladavanja stranog jezika svakog pojedinca varirat će u četiri dimenzije (slušanje, govor, čitanje i pisanje) i unutar različitih jezika te će ovisiti o socijalnom i kulturnom porijeklu pojedinca, njegovoj okolini, potrebama i/ili interesima.“
Matematička kompetencija i temeljne kompetencije u prirodnim znanostima i tehnologiji	„Matematička kompetencija je sposobnost razvijanja i primjene matematičkog mišljenja u cilju rješavanja niza problema u svakodnevnim situacijama. Oslanjajući se na dobro savladano računanje, naglasak se stavlja na rasuđivanje i aktivnosti isto kao i na znanje. Osim toga uključuje, u različitim stupnjevima, sposobnost i volju korištenja matematičkog načina mišljenja (logičko i prostorno razmišljanje) i izražavanja (formulama, modelima, konstrukcijama, grafikonima, dijagramima). Kompetencije u prirodnim znanostima se odnose na sposobnost i volju korištenja znanja i metodologija koje se koriste za objašnjavanje svijeta prirode da bi se postavila pitanja i da bi se došlo do zaključaka zasnovanih na dokazima. Na kompetencije u tehnologiji se gleda kao na primjenu toga znanja i metodologije u odgovaranju na želje i potrebe ljudi. Kompetencije u prirodnim znanostima i tehnologiji obuhvaćaju razumijevanje promjena izazvanih ljudskom djelatnošću i odgovornost svakog pojedinca kao građanina.“
Digitalna kompetencija	„Digitalna kompetencija obuhvaća sigurno i kritičko korištenje tehnologija informacijskog društva (TID) za rad, slobodno vrijeme i komunikaciju. Nju podupiru osnovne vještine IKT: korištenje računala za traženje, procjenjivanje, pohranjivanje, proizvodnju, prezentiranje i razmjenu informacija te za sudjelovanje i komuniciranje u kolaborativnim mrežama preko interneta.“

Učiti kako učiti	„Kompetencija učiti kako učiti je sposobnost započinjanja i nastavljanja učenja, organiziranja vlastitog učenja, podrazumijevajući i učinkovito upravljanje vremenom i informacijama, kako individualno tako i u grupama. Ova kompetencija uključuje spoznavanje vlastitih metoda učenja i vlastitih potreba, prepoznavanje raspoloživih mogućnosti i sposobnost savladavanja prepreka da bi se uspješno učilo. Ova kompetencija znači stjecanje, obrađivanje i usvajanje novih znanja i vještina te traženje i korištenje savjeta. Kompetencija učenja usmjerava one koji uče da se oslanjaju i da nadograđuju na prijašnja iskustva učenja i životna iskustva kako bi znanja i vještine koristili u različitim situacijama: kod kuće, na poslu, u obrazovanju i usavršavanju.“
Društvene i građanske kompetencije	„Uključuju osobne, međuljudske i interkulturne kompetencije i obuhvaćaju sve oblike ponašanja koje pojedinac treba savladati da bi na učinkovit i konstruktivan način sudjelovao u društvenom i profesionalnom životu, posebno u heterogenom društvu, kao i u rješavanju eventualnih sukoba. Građanske kompetencije omogućuju pojedincu sudjelovanje u građanskom životu, zahvaljujući poznavanju društvenih i političkih pojmova, struktura i opredjeljenju za aktivno i demokratsko sudjelovanje u društvu.“
Smisao za inicijativu i poduzetništvo	„Smisao za inicijativu i poduzetništvo označava sposobnost pojedinca da pretvori ideje u djela. Ona obuhvaća kreativnost, inovaciju i preuzimanje rizika, kao i sposobnost planiranja i vođenja projekata radi ostvarivanja ciljeva. Kompetencija pomaže pojedincima, ne samo u njihovom svakodnevnom životu kod kuće i u društvu, već također na radnom mjestu jer postaju svjesni svog radnog okruženja i sposobni iskoristiti pružene prilike, a ona je temelj za stjecanje specifičnijih vještina i spoznaja potrebnih svima koji stvaraju ili pridonose društvenoj ili poslovnoj aktivnosti. To uključuje senzibilizaciju za etičke vrijednosti i za unapređenje odgovornog upravljanja.“
Kulturna svijest i izražavanje	„Uvažavanje važnosti kreativnog izražavanja ideja, iskustava i osjećaja u raznim oblicima kao što su glazba, reproduktivne umjetnosti, književnost i vizualne umjetnosti.“

2.1.1. Prirodoznanstvena kompetencija

U Preporukama Europske komisije o ključnim kompetencijama za cjeloživotno učenje kompetencije iz područja prirodoslovlja, zajedno s kompetencijama iz matematike i tehnologije čine jednu od 8 ključnih kompetencija za cjeloživotno učenje. Kompetencije u prirodoslovlju odnose se na sposobnost i spremnost da se upotrijebi sklop znanja i metodologija koje se koriste u znanosti da bi se objasnio svijet prirode (tablica 2).

Tablica 2. Definicija kompetencije u prirodoslovlju i opisi znanja, vještina i stajališta koji pripadaju navedenoj kompetenciji (prema Preporuci EK, Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning, 2006, navedeno u Račić 2013)

Definicija	„Kompetencije u prirodoslovlju su sposobnost i spremnost da se upotrijebe sklop znanja i metodologija koja se koristi u znanosti kako bi se objasnio svijet prirode. Kompetencije u tehnologiji se tumače kao primjena znanja da bi se promijenilo prirodno okruženje u odgovoru na uočene ljudske želje ili potrebe.“
Znanje	„Poznavanje osnovnih načela svijeta prirode, tehnologije i tehnoloških proizvoda i procesa. Razumijevanje odnosa između tehnologije i drugih područja: znanstveni napredak (npr. u medicini), društvu (vrijednosti, moralna pitanja), kulturi (npr. u multimediji) ili okruženju (zagađenost, održivi razvoj).“
Vještine	„Sposobnost korištenja i baratanja tehnološkim alatima i strojevima te znanstvenim podacima i saznanjima da bi se postigao neki cilj ili donio zaključak. Sposobnost prepoznavanja osnovnih značajki znanstvenog istraživanja. Sposobnost prenošenja zaključaka i razloga koji su do njih doveli.“
Stajališta	„Znatiželja i kritičko poimanje znanosti i tehnologije, uključujući pitanja sigurnosti i zaštite te etička pitanja. Pozitivno, ali kritičko stajalište prema uporabi stvarnih informacija i svijest o potrebi logičnoga postupka donošenja zaključaka. Spremnost na stjecanje znanja iz znanstvenih područja, zanimanje za znanost, znanstvenu i tehnološku karijeru.“

„Razumijevanje prirodnih znanosti i tehnologije ključni je čimbenik za pripremljenost mladih ljudi za zreli život u modernom društvu u kojemu prirodne znanosti i tehnologija imaju sve važniju ulogu, a njihovo razumijevanje značajno doprinosi privatnom, društvenom i kulturnom životu svih ljudi“ (OECD, 2007). Suvremeno društvo od pojedinca zahtijeva razumijevanje prirodnih znanosti u nizu različitih situacija i problema. Prema NOK-u (MZOS, 2010) suvremena nastava prirodoslovlja zahtijeva prirodoslovni pristup odgoju i obrazovanju čime se kod učenika konstruira znanstveni svjetonazor što doprinosi razvijanju logičkog, stvaralačkog i kritičkog mišljenja, odnosno ovladavanju okolnosti koje zahtijevaju znanje i stručnost. Ujedno, opisuje kako je svrha poučavanja prirodoslovnih predmeta stjecanje prirodoslovne pismenosti, kompetencije koja učenike uvodi u znanstveni način razmišljanja što omogućuje razumijevanje prirode i zakonitosti koje u njoj vladaju te čovjeka kao njezinog integralnog dijela, ali i izgrađivanje kritičkog stava o čovjekovoj intervenciji u prirodu. Kako bi učenici stekli kompetencije koje ih uvode u znanstveni način razmišljanja, odnosno prirodoznanstvene kompetencije nastava prirodoslovlja bi trebala biti istraživački i problemski usmjerena na praktičan rad u laboratoriju i u prirodnoj sredini. Osim navedenoga, važno je da se sadržaji i pristupi u poučavanju prirodnih znanosti odaberu prema stupnju učenikovog razvoja i prema

načelu: od jednostavnijeg ka složenijem te od poznatog i dostupnog iskustvu prema nepoznatom i apstraktnom na način da se maksimalno upotrebljava izvorna stvarnost, dostupni izvori znanja i primjeri iz okoline kako bi se učenicima omogućila osnova za studij i cjeloživotno učenje. Također, u radu je važno koristiti suvremene nastavne strategije i metode te izvore informacija s naglaskom na eksperimente i izravna opažanja, ali i aktivno koristiti informacijsko- komunikacijsku tehnologiju (MZOS, 2010). Od brojnih ciljeva prirodoslovnog područja posebno se ističe cilj prema kojem učenici razvijaju sposobnost prepoznavanja i postavljanja istraživačkih pitanja, postavljanja hipoteza, planiranja i provođenja istraživanja, donošenja argumentiranih zaključaka na temelju dobivenih rezultata te sposobnost primjene jednostavnih istraživačkih metoda i usvajanja koncepta znanstvenog pokusa ili istraživanja (Križanac i Lacić, 2010).

U suvremenoj školi poučavanje prirodnih znanosti ne podrazumijeva prenošenje informacija, činjenica i termina već dovodi do razumijevanja prirodoslovnog znanja. Termin „prirodoslovno znanje“ obuhvaća znanje iz prirodoslovlja i znanje o znanosti (OECD,2007), pri čemu se pojam znanje iz prirodoslovlja odnosi na „znanje o prirodnom svijetu u glavnim područjima fizike, kemije, bioloških znanosti, znanosti o Zemlji i svemiru te tehnologije utemeljene na znanosti“, a znanje o znanosti odnosi se na „znanje o načinima (znanstvena istraživanja) kojima se znanost koristi i njezinim ciljevima (znanstvena objašnjenja)“. Drugim riječima, u suvremenoj školi, umjesto pasivnog sjedenja, gledanja i slušanja učenik treba naučiti koristiti prirodoslovno znanje, prepoznati znanstvena pitanja, samostalno istraživati i izvoditi zaključke utemeljene na dokazima radi razumijevanja. Na važnost takvog poučavanja i učenja upozoravao je veliki pedagog Komensky davne 1954. godine izjavom: „Ljude valja učiti, do najveće moguće mjere, da svoje znanje ne crpe iz knjiga, već da proučavaju nebo i zemlju, hrastove i bukve, to jest, da proučavaju i ispituju same stvari, a ne tuđa zapažanja o stvarima“. Osim Komenskog, Poljak također (1980) ukazuje na važnost učeničke aktivnosti u stjecanju i formiranju znanja i sposobnosti. Što su učenici tijekom učenja određenog sadržaja aktivniji, odnosno, što je uložen veći kognitivni napor u učenje veća je i vjerojatnost dosjećanja tog sadržaja kasnije (Miljević- Riđički i dr., 2003). Aktivno učenje je vrlo važan čimbenik suvremene i kvalitetne škole što se može povezati izrekom „Mi učimo 10% onog što čitamo, 20% od onog što slušamo, 30% od onog što vidimo, 50% onog što vidimo i čujemo, 70% od onog što izgovorimo, 90% od onog što izgovorimo i učinimo“ (Magneson prema Dryden i Vos, 2001).

2.2. Deduktivni i induktivni pristupi poučavanju

U nastavnom se procesu primjenjuju različiti pristupi poučavanja kako bi se stvorili što povoljniji uvjeti za pokretanje uspješnog i kvalitetnog procesa učenja.

Iako se konstantno naglašavaju prednosti induktivnog poučavanja, u nastavi prirodnih i tehničkih znanosti još uvijek dominira isključivo tradicionalno deduktivno poučavanje. Nastavni proces pri deduktivnom poučavanju se odvija na način da nastavnik prvo iznosi opću tvrdnju koju učenici uče napamet, a tek ju kasnije primjenjuju u rješavanju određenih problema (Felder i Prince, 2006). Pri navedenom poučavanju učenici uče isključivo iz udžbenika ili nastavnih materijala. Jedina motivacija za učenje je nejasno obećanje nastavnika da će učenje iz tih materijala biti važno kasnije u kurikulumu ili pak u budućem radu učenika (Felder i Prince, 2007). Neuspješnost u povezivanju sadržaja iz udžbenika i materijala sa stvarnim svijetom je uzrok smanjene zainteresiranosti učenika za znanost (Seymour i Hewitt, 1997; Kardash i Wallace 2001). Bolji način za motiviranje učenika je induktivna nastava u kojoj nastavnik započinje predavanje sa specifičnim izazovom, analizom studije slučaja ili problemom iz realnog svijeta kojega učenici moraju samostalno riješiti (Felder i Prince, 2007). Suočeni s izazovom, učenici shvaćaju potrebu za konceptualnim razumijevanjem te poznavanjem činjenica i vještina. Istraživanja pokazuju da se induktivnim metodama poučavanja, učenike potiče da usvoje dublji pristup učenju (Ramsden 2003; Norman i Schmidt, 1992; Coles 1985) te da izazovi predstavljeni induktivnim metodama služe kao preteče intelektualnom razvoju (Felder i Brent, 2004).

2.2.1. Deduktivno poučavanje (izravno poučavanje, poučavanje usmjereno na nastavnika)

Deduktivno poučavanje znanosti je kao nastavni postupak dominirao u praksi tradicionalne škole koju karakterizira usmjerenost na nastavnika (Felder i Prince, 2006). Pri deduktivnom poučavanju nastavnik je glavni izvor znanja i njegova je uloga poprilično naglašena, dok se učenik nalazi u relativno pasivnom položaju. Tradicionalna metoda izravnog poučavanja podrazumijeva započinjanje nastavnog sata nastavnikovim pregledom materijala koji je preduvjet za uspješno usvajanje novog koncepta ili vještine, nakon kojeg slijedi uvođenje i razvijanje novog koncepta ili demonstracija vještine (predavanje), zatim vođenje učenika kroz nadgledanu vježbu i primjenu aktivnosti te na kraju zadavanje zadataka i domaćeg rada koji će učenici napraviti samostalno (Good i Brophy, 2003). Prema tome, nastavni sadržaj se izlaže tako da nastavnik prvo iznosi definiciju ili opće pravilo, objašnjava ih kroz zadatke, potom učenici rješavaju slične primjere zadataka pri čemu se učenje svodi na razinu usvajanja i reprodukciju znanja što rezultira smanjenom intelektualnom aktivnošću učenika. Znanja koja se stječu na takav način nisu aktivna znanja, već pasivna (Bransford i sur., 1983). Karakterističan nedostatak pasivnog znanja je to što takvo znanje nije spremno za primjenu u novim situacijama (Butterfield i Nelson, 1989), što znači da ga učenik ne može učinkovito primijeniti u svakodnevnom životu kojega karakteriziraju učestale promjene.

Frontalni oblik poučavanja ima određenih prednosti s obzirom da se u didaktičkoj strategiji zadržao dosta dugo i da na njega otpada čak oko dvije trećine nastavnog vremena (Meyer, 2002). Kao prednosti frontalnog oblika rada često se ističe ekonomičnost u smislu brojčanog odnosa učenika i nastavnika, planiranje vremena (točno se može planirati koliko će vremena biti utrošeno na pojedini dio u provedbi nastave), nastavnikovo uvjerenje da je upravo takva nastava prikladna za stručno i neometano izlaganje određene teme kako bi učenici imali sistematičan uvid u nastavni sadržaj. I uz navedene prednosti, tradicionalna, odnosno frontalna nastava nije prikladna za sustavan pristup poticanju učeničke aktivnosti i kritičkog mišljenja (Peko i Varga, 2014), kao ni samostalnosti u mišljenju, osjećanju i učeničkom djelovanju (Meyer, 2002) upravo zbog naglašene uloge nastavnika koji usmjerava i nadzire radne, interakcijske i komunikacijske procese u razredu. Meyer (2002) uviđa da frontalna nastava ne mora biti sama po sebi loša, već naprotiv, da dobro izvedena frontalna nastava može biti odgojno vrijedna jer doprinosi razvoju kulture učenja te ju je stoga potrebno neprestano propitivati i praktično poboljšavati.

2.2.2. Induktivno poučavanje (aktivno poučavanje, poučavanje usmjereno na učenika)

Induktivni pristup poučavanju temelji se na postavljanju specifičnih izazova ili pak kompleksnih problema iz realnog svijeta koje učenici trebaju samostalno riješiti (Felder i Prince, 2007). Induktivno poučavanje je pojam koji obuhvaća čitav niz nastavnih strategija i metoda uključujući rješavanje problema i istraživanje, studij slučaja, učenje otkrivanjem, projektno učenje. Sve navedene nastavne strategije i metode su usmjerene na učenika (Felder i Prince, 2006). Na taj način, naglasak nije na prijenosu znanja koliko na stjecanju vještina, vrijednosti i kompetencija koje doprinose jačoj motiviranosti učenika i razvijanju višeg nivoa razmišljanja kao što su analiza, sinteza, evaluacija i kreacija (Bonwell i Eison, 1991). Umjesto pasivnog slušanja, vođenjem učenika kroz raznolike aktivnosti u sklopu navedenih nastavnih strategija povećavaju se njihove mogućnosti učenja i pamćenja, a u vezi s tim i motivacija učenika za daljnje aktivnosti u kojima imaju priliku potvrditi svoje kvalitete i tako povećati samopouzdanje i samoefikasnost.

U posljednje vrijeme su provedena brojna istraživanja o učincima induktivnog ili aktivnog učenja na učenički uspjeh i napredak (Livingstone i Lynch, 2002; Kalem i Fer, 2003; Knight i Wood, 2005; Springer i sur., 1999; Prince, 2004; Hanson i Sinclair, 2008). Navedena istraživanja pokazuju da u nastavnom procesu u kojemu se rabe navedene strategije i metode učenja, sadržaji učenja učenicima postaju zanimljiviji zbog čega počinju pažljivije slušati. Osim navedenoga, aktivno učenje i poučavanje rezultira boljim uspjehom učenika i njihovim povećanim zanimanjem za nastavni sadržaj

u odnosu na tradicionalne oblike poučavanja koje karakterizira sjedilačko-gledalačko-slušalačka nastava.

Interes učenika, kao i sam proces učenja je učinkovitiji tijekom primjene strategija aktivnog učenja (Livingstone i Lynch, 2002), a također je dokazan pozitivan učinak strategija aktivnog učenja na učenikovo poimanje procesa učenja i poučavanja, komunikacije i okruženja za učenje (Kalem i Fer, 2003). Rezultati istraživanja koja ispituju prednosti aktivnog učenja dokazuju da se aktivnim učenjem postiže veće konceptualno razumijevanje (Knight i Wood, 2005) i pozitivan odnos učenika prema procesu učenja (Springer i sur. 1999) nego kada je položaj učenika pasivan. Uvođenje aktivnih strategija učenja može značajno poboljšati svladavanje informacija (Prince, 2004), a osim toga učenicima pomaže u izgradnji dubljeg razumijevanja teorije povezane s praktičnim iskustvom te doprinosi razvoju vještina rješavanja problemskih zadataka kao i razvoju sposobnosti za sudjelovanje u problemskom istraživanju (Hanson i Sinclair, 2008).

Na temelju mnogobrojnih pozitivnih karakteristika i učinaka aktivnih strategija učenja utvrđenih navedenim istraživanjima može se zaključiti o nužnoj potrebi za njihovom primjenom u nastavi prirodoslovnih predmeta kako bi se postigli odgovarajući ishodi učenja.

2.3. Učenje otkrivanjem u nastavi Biologije

Promjene koje se događaju u odgojno- obrazovnom procesu stavljaju naglasak na razumijevanje bioloških koncepata, aktivnog i u velikoj mjeri samostalnog otkrivanja bioloških zakonitosti, modela i svojstava promatranih objekata. U procesu suvremenog poučavanja prirodnih znanosti u kojemu je naglasak na stjecanju znanja kroz postupke eksperimentiranja i istraživanja, učenje otkrivanjem sve se češće koristi.

Učenje otkrivanjem je jedna od važnih Brunerovih teoretskih spoznaja. Bruner prema Matijević i Radovanović (2011) navodi cilj odgoja kao oblikovanje načina mišljenja kojim bi se upoznao svijet i njegovi zakoni. „Nitko tijekom školovanja ne može usvojiti neku vrstu sažetka ljudskoga znanja, pa školovanje treba težiti izgrađivanju mišljenja, odnosno mentalnih operacija koje čine samo mišljenje“. Dalja je bitna značajka Brunerove teorije naglasak na učenju kao aktivnome procesu stjecanja i stvaranja znanja. Polazeći od tih postavki „učenje otkrivanjem rješenja ima više prednosti u odnosu na druge didaktičke strategije“. Prema tome, cilj takvog učenja nije usvajanje brojnih činjenica već usvajanje procesa mišljenja i načina dolaženja do novih spoznaja. U učenju otkrivanjem, učenici se suočavaju s izazovom i samostalno otkrivaju rješenje za problem (Bruner 1961; French 2006). Uloga nastavnika je bitno izmijenjena. Nastavnik usmjerava učenike i daje povratne informacije. Samostalnost učenika, odnosno nedostatak nastavnikove intervencije u rad, dovodi do korištenja

metode pokušaja i pogrješaka. Ovaj oblik induktivne nastave prigodan je za predškolsko i školsko obrazovanje, a u fakultetskom obrazovanju se rijetko koristi (Felder i Prince, 2007).

Učenje otkrivanjem u suvremenoj nastavi Biologije, ali i ostalih prirodoslovnih predmeta, jedan je od odgovora na potrebe kvalitetne škole jer su brojna istraživanja potvrdila njezine pozitivne učinke. Piaget prema Lalović (2009) o učenju otkrivanjem naglašava: „Razumjeti nešto znači samostalno ga otkriti ili izvršiti rekonstrukciju putem ponovnog otkrića. I treba se pridržavati tog načela ako u budućnosti hoćemo da oblikujemo ljude koji će biti sposobni da produciraju i kreiraju, a ne samo da ponavljaju ono što već postoji“. Bruner prema Matijević i Radovanović (2011) navodi: „Ako je nastavniku cilj da kod učenika formira navike saznajne djelatnosti, da razvije samostalnost u učenju i intelektualnom radu, onda se vrlo efikasnim pokazuju upravo one metode koje učenika dovode u situaciju da samostalno otkriva znanje. Ovakvi oblici rada povećavaju intelektualnu moć učenika jer informacije koje steknu na ovaj način imaju veliku moć transverabilnosti kako u primjeni znanja na nove situacije, tako i u razvoju ličnosti u cjelini. Razvijaju želju za učenjem i permanentnim intelektualnim usavršavanjem.“

Ausubel i Bruner prema Terhart (2005) ističu nastojanje za povećanjem kvalitete učenja i osposobljavanje učenika za samostalno mišljenje i djelovanje (rješavanje problema). Dok Bruner zastupa stajalište učenja otkrivanjem i navodi rezultate istraživanja koji potvrđuju prednosti učenja otkrivanjem, Ausubel naglašava ulogu usmenog izlaganja u smislu predavačke nastave te kritizira isključivo oslanjanje na učenje otkrivanjem (tablica 3).

Tablica 3. Usporedba Brunerova i Ausubelova stajališta (prema Terhart, 2005)

Bruner	Ausubel
„Pri učenju otkrivanjem učenik usvaja tehnike i postupke otkrivajućeg učenja. Znanje stečeno otkrivajućim učenjem sigurnije nam i brže stoji na raspolaganju. Znanje koje smo stekli u vlastitim procesima rješavanje problema, u novim situacijama rješavanja problema je u većoj mjeri spremno za transfer. Otkrivajućim učenjem učenik razvija interes za sljedeće procese učenja i rješavanje problema; on je tada sam (intrizično) motiviran za učenje i ne mora se uvijek iznova "pridobivati" za svaki proces učenja. U sklopu nastave koja vodi otkrivanju uklanja se ovisnost o nastavnikovu potkrepljivanju u mjeri u kojoj učenik može sam upravljati procesom otkrivanja i u kojoj uči da pravilnost svoga postupka provjeri na njegovoj uspješnosti, to jest na samom predmetu. “	„Veze koje smo sami otkrili možemo smisleno razumjeti samo onda ako ih je moguće uklopiti u postojeće strukture znanja. Poučavanje koje vodi otkrivanju zahtjeva znatno više vremena od metode predavanja. Dobrim se predavanjem u nastavi osigurava stalni uspjeh u učenju zahvaljujući preglednosti tijeka poučavanja te priprema transfer učenja. Samostalna rješenja problema najlakše se mogu pronaći na osnovi solidne kognitivne strukture znanja. Nju pak najprije treba uspostaviti, i to postupkom predavanja. I postupkom predavanja može se stvoriti motivacija i spremnost za učenje, budući da se na taj način izbjegava neuspjeh i okolišanje. Učenje putem otkrivanja sustavno daje prednost onim učenicima koji raspolažu složenijim intelektualnim sposobnostima. Predavačke nastavne metode ne dovode do ovisnosti o nastavniku, već na solidnoj osnovi učenike pripremaju za samostalnost. To nema nikakve veze s autoritativnim stilom nastave. “

Svaka strategija, pa tako i učenje otkrivanjem ima određenih prednosti pred ostalima, ali i nedostatke u usporedbi s njima. Niti jedna strategija nije isključivo loša ili dobra pa treba njegovati sve i naizmjenično ih primjenjivati. Time nastava postaje raznovrsnija, a učenička socijalna iskustva bogatija.

Strategiju učenja otkrivanjem Bognar (2002) dijeli na slijedeće metode: istraživačko učenje, projektno učenje i simulaciju.

2.3.1 Istraživačko učenje u nastavi Biologije

Centralni pojam i sinonim kvalitetne nastave prirodoslovlja, posljednjih godina u metodičkoj literaturi prirodoslovnih predmeta, je upravo istraživački pristup nastavi (Anderson, 2002). Fletcher i sur. (2004) kako je navedeno u radu Perković Krijan (2016) ističu važna obilježja nastave prirodoslovlja, stoga se kvalitetnom nastavom biologije smatra nastava u kojoj:

- razumijevanje Biologije se temelji na učeničkim istraživanjima

- svi učenici imaju priliku provoditi razne vrste istraživanja u kojima postavljaju pitanja, izrađuju nacrt istraživanja, surađuju s vršnjacima i nastavnikom, prikupljaju potrebne podatke, kritički interpretiraju rezultate, donose zaključke te pokazuju razumijevanje naučenih sadržaja
- učenici aktivno sudjeluju i vode istraživačke aktivnosti, poučavaju jedni druge te prate vlastiti napredak
- svi učenici jednako sudjeluju u procesu učenja
- nastavnik pitanjima usmjerava učenike
- nastavnik koristi različite načine rada i načine vrednovanja kako bi pratio učenički napredak
- učenici prepoznaju vrijednost i relevantnost nastavnih sadržaja u osobnom životu
- razumijevanje prirode znanosti, odnosno znanstvena pismenost je krajnji cilj nastave

Istraživačko učenje te prirodoznanstveni pristup prožimaju cjelokupni „Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Biologija“ (MZOS, 2016). U „Nacionalnom kurikulumu nastavnog predmeta Biologija“ (MZOS, 2016) ističu se sljedeće etape istraživačkog učenja: promatranje procesa ili pojave, postavljanje istraživačkoga pitanja, oblikovanje hipoteze, prikupljanje podataka, testiranje hipoteze, zaključivanje i izlaganje rezultata. U svim etapama naglasak je na aktivnostima učenika. Uloga nastavnika je organizacija rada, poticanje i usmjeravanje procesa učenja. Nastavnik mora biti prilagodljiv, vješt u procesu istraživanja i dobar poznavatelj svoje struke kako bi samostalno mogao napraviti vlastiti materijal za istraživanje (Borić, 2009). Pri promatranju i postavljanju istraživačkog pitanja učenici su potaknuti na učenje otkrivanjem, pri čemu razvijaju pronicljivost i preciznost opažanja, uočavaju povezanost pojava i procesa te prepoznavaju uzročno- posljedične veze i skrivene međuodnose pokušavajući ući u srž problema. Važno je da prilikom istraživačkog rada, učenici prepoznaju, odaberu ili sami postave istraživačko pitanje koje nije preopćenito, nego koje precizno zahvaća neki međuodnos. Takvo pitanje se vrlo lako može preoblikovati u hipotezu, odnosno pretpostavku. U prvim etapama istraživačkog učenja iznimno je važan razgovor i razmjena ideja među učenicima, pri čemu se razvija socijalna i jezična kompetencija. Na temelju prijašnjeg znanja, učenici pokušavaju riješiti problem, no u slučaju neuspjeha, iznose ideje o uzrocima pojave koju su promatrali. Učenici ideje oblikuju u pitanja, potom pitanja u hipoteze. Iduća etapa istraživačkog učenja jest planiranje aktivnosti kojima se testira postavljena hipoteza. Učenici se organiziraju u prikupljanju podataka koji potvrđuju ili odbacuju hipotezu. U fazi testiranja hipoteze razvijaju se praktične vještine, ali i vještine organiziranja prikupljenih podataka. Posljednje etape su zaključivanje na temelju rezultata koje uključuje više misaone procese: analizu, sintezu, vrednovanje te predstavljanje rezultata što otvara mogućnost razvijanja niza prezentacijskih i komunikacijskih vještina.

Prema svemu dosad navedenom, može se reći da učenička istraživanja odražavaju istraživanje u znanosti. Premda učenička istraživanja sliče pravim znanstvenim istraživanjima, ne mora značiti da učenici trebaju ponavljati sve što znanstvenici rade, nego se mogu koristiti procesima znanosti kao načinima kojima uče nove nastavne sadržaje (Deboer, 2006). Dok znanstvenici istraživanja provode s ciljem otkrivanja zakonitosti po kojima se odvijaju pojave kako bi se mogli predvidjeti budući događaji koji bi služili općem dobru (Mejovšek, 2003), istraživanjima u nastavi učenici otkrivaju već poznate činjenice, no za njih nove i nepoznate te pritom ostvaruju različite odgojno- obrazovne ishode (tablica 4).

Tablica 4. Usporedba sličnosti i razlika učeničkih i znanstvenih istraživanja (Lakes Matyas, prilagodila Letina, 2013 navedeno u radu Perković-Krijan, 2016)

Znanstveno istraživanje	Učeničko istraživanje
• Usredotočeno je na određeno područje koje se povremeno može mijenjati.	• Područje istraživanja definira se prema specifičnim smjernicama nastavnog kurikuluma.
• Temelji se na rezultatima i zaključcima prethodnih istraživanja.	• Temelji se na prethodnim iskustvima učenika i spoznajama proisteklima iz prethodnih istraživanja.
• Dovodi do objektivno novih otkrića.	• Dovodi do otkrića koja su nova za učenike.
Sličnosti znanstvenog i učeničkog istraživanja	
• Znanstvenici i učenici postavljaju pitanja na koja bi željeli pronaći odgovor	
• Znanstvenici i učenici oblikuju eksperimente u skladu s postavljenim pitanjima te dostupnim priborom i materijalom za njihovo izvođenje.	
• Znanstvenici i učenici izvode eksperimente, prikupljaju podatke, analiziraju i tumače rezultate te izvode i crtaju zaključke.	
• Znanstvenici i učenici raspravljaju o dobivenim rezultatima sa svojim suradnicima i na temelju otkrića ili prijedloga kolega često ponavljaju već provedene eksperimente radi učvršćivanja novih spoznaja.	
• I znanstvenici i učenici postavljaju prateća pitanja o tome što trebaju činiti, pojavljuju li se tijekom izvođenja neka nova pitanja i sl.	
• I znanstvenici i učenici prezentiraju i šire svoje spoznaje i otkrića služeći se pritom jasnom i razumljivom terminologijom.	

U nastavnom procesu učenici provode razne vrste istraživanja ovisno o problemu kojeg istražuju te tako poboljšavaju svoje razumijevanje i objašnjenje svijeta u kojem žive (Perković-Krijan, 2016).

2.3.1.1. 5E model učenja

Jedan od poznatijih prijedloga metodičkog modela artikulacije nastave prirodoslovlja jest 5E model koji je razvio tim stručnjaka *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) pod stručnim

vodstvom Roger W. Bybeea još osamdesetih godina prošlog stoljeća (Bybee i sur., 2006). BSCS 5E model ima svoje korijene u radovima Johanna Herbarta, John Deweya i Jeana Piageta. Inače, 5E model se u osnovnoškolskim i srednjoškolskim programima razvijenih zemalja koristi još od osamdesetih godina. Studije pokazuju kako se 5E model pokazao vrlo efikasan u razvoju sofisticiranijih znanstvenih zaključaka i povećanom zanimanju za znanost za razliku od ostalih modela.

Metodički model sastoji se od pet etapa, a to su:

1. Uključivanje (eng. *engagement*)

Uključivanje je prva etapa cikličkog 5E modela koja uvodi učenike u novi sadržaj. Nastavnik i tema iz programa aktivira predznanje učenika i pomaže mu da se uključi u koncept koji se uči kroz kratke aktivnosti kojima se potiče znatiželja i iznosi prethodno znanje (Bybee i sur., 2006). Također, aktivnosti u prvoj etapi pružaju mogućnost nastavnicima da saznaju što učenici već znaju ili pak misle da znaju o temi ili konceptu kojeg treba razviti. Ujedno, etapa daje mogućnost svakom učeniku da razmotri svoje trenutne ideje i misli o temi čime se jača učeničko zanimanje za temu ili koncept, povezuje prethodno i sadašnje učenje te usmjerava mišljenje učenika prema ishodima učenja. U konačnici, cilj ove etape je zainteresirati učenike, utvrditi trenutna saznanja o predmetu istraživanja, potaknuti učenike na stvaranje pitanja o temi istraživanja, potaknuti učenike da međusobno uspoređuju ideje te omogućiti nastavnicima da procijene učeničko razumijevanje o temi ili konceptu koji se uči. Postoje brojne metode evokacije, no najčešće korištene u provedbi ove etape su oluja ideja i grafički organizator KWL tablica (Duran i Duran, 2004). Dok se "olujom ideja" na zadani pojam iznosi što više ideja koje se prihvaćaju i bilježe bez prosudbe, KWL tablicom (eng. *know*-znam, *want to know*- želim znati, *learned*- naučio sam) se potiče utvrđivanje predznanja i koncepata s kojima učenici već raspolažu kako bi organizirali lakše učenje. Obje metode evokacije pomažu nastavniku pri utvrđivanju miskoncepcija.

2. Istraživanje (eng. *exploration*)

Nakon što je ostvaren cilj prethodne etape učenici imaju psihološku potrebu za istraživanjem iznesenih ideja ili pitanja. Učenici samostalno osmišljavaju pokuse koji im uz prethodno stečeno znanje mogu pomoći u istraživanju ideja ili pitanja (Bybee i sur., 2006). Cilj istraživačkih aktivnosti je stjecanje iskustva koje nastavnici i učenici kasnije mogu koristiti kako bi raspravljali o konceptima, procesima i vještinama. Tijekom aktivnosti učenici izrađuju nacrt, istražuju predmet istraživanja, događaje ili situacije. Kao rezultat njihove mentalne i fizičke uključenosti u aktivnosti, učenici uspostavljaju odnose, promatraju obrasce i identificiraju varijable (Bybee i sur., 2006). Pri provođenju ove etape uloga nastavnika je promijenjena. Naime, on nije glavni izvor znanja već pomagač koji vodi i usmjerava učenike kroz istraživačke aktivnosti. Ishodi koje učenici mogu ostvariti istraživačkim

aktivnostima tijekom etape su razumijevanje važnosti pokusa u laboratoriju i prirodnoj sredini, raspravljanje o pokusima, analiziranje i tumačenje prikupljenih podataka, korištenje modelima u objašnjenju prirodnih pojava, samostalno rješavanje problema i surađivanje u grupnom radu.

3. Objašnjavanje (eng. *explanation*)

Etapa objašnjavanja usmjerava pažnju učenika na jedan dio iskustva iz etapa uključivanja i istraživanja kako bi se dala mogućnost učenicima da pokažu svoje razumijevanje ili sposobnosti. Riječ "objašnjavanje" znači proces u kojem koncepti, postupci ili vještine postaju jasni i razumljivi (Bybee i sur.,2006). Prema tome, etapa objašnjavanja od učenika zahtijeva obrazloženje i razumijevanje koncepta, postupka ili vještine, a učenicima omogućava usvajanje znanstvenih pojmova i informacija o predmetu istraživanja. Kako bi se navedeno ostvarilo, nastavnici se koriste različitim multimedijskim sredstvima (Bybee i sur.,2006). Glavni ishodi etape su objašnjavanje koncepta ili postupka (vlastitim riječima), slušanje i uspoređivanje objašnjenja drugih s vlastitim objašnjenjem, uključivanje u raspravu o procesu istraživanja, korištenje znanstvenih pojmova, uspoređivanje trenutačnog mišljenja s onim što su prethodno mislili (Duran i Duran, 2004).

4. Elaboriranje (eng. *elaboration*)

Nakon što učenici imaju obrazloženje za vlastiti predmet istraživanja, važno je uključiti ih kroz nova iskustva čime će razviti dublje i šire razumijevanje, više informacija i potrebitih vještina (Bybee i sur., 2006).

Prema Bybee i sur. (2006) Champagne daje jasan opis ove etape: u etapi elaboracije učenici raspravljaju o aktivnostima tijekom istraživanja. Raspravom iznose pozitivne činjenice koje idu u prilog njihovom načinu istraživanja. Navedenim dobivaju informacije jedni od drugih, ali i od nastavnika i tiskanih materijala. Kao rezultat sudjelovanja u raspravi, učenici su sposobni razraditi koncepciju zadataka i mogućih strategija za dovršetak zadatka.

Rasprave omogućuju učenicima da izraze svoje razumijevanje i dobiju povratne informacije od drugih učenika. Također, ova je etapa prilika za uključivanje učenika u nove situacije i probleme koji zahtijevaju korištenje sličnih, već usvojenih objašnjenja. Primarni cilj je generalizacija koncepata, procesa i vještina (Bybee i sur., 2006). Prema Duran i Duran (2004) ishodi ove etape znanstvenog istraživanja su: izrada konceptualne veze između prijašnjih i novih iskustava, rješavanje problema, primjena razumijevanja na nove situacije, korištenje znanstvenih pojmova i opisa, zaključivanje iz dokaza i podataka, prenošenje vlastitog razumijevanja drugima, razumijevanje koncepata i procesa.

5. Evaluacija (eng. *evaluation*)

Završna etapa 5E modela je etapa evaluacije. Etapa evaluacije potiče učenike da procjenjuju svoje razumijevanje i sposobnosti (Bybee i sur., 2006). Kako učenik, tako i nastavnik ima mogućnost

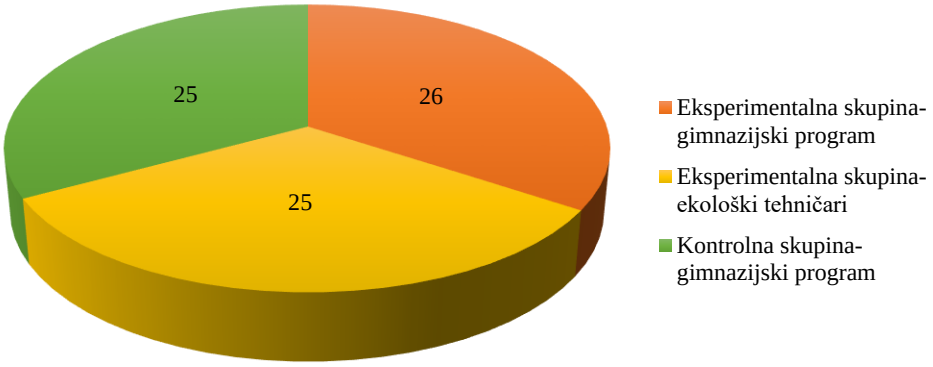
evaluacije napretka postignuća učenika tijekom svih ostalih etapa 5E modela. Navedenim se dobiva sumativna procjena o onome što učenici znaju i mogu učiniti nakon metodičkog 5E modela istraživanja. Etapa evaluacije učenicima pruža mogućnost da pokažu razumijevanje o znanstvenom istraživanju, procijene vlastiti napredak, da usporede trenutačno razumijevanje sa prethodnim znanjem.

2006. godine *National Research Council* (NRC) je objavio izvješće koje je ispitivalo stanje, značenje i ulogu laboratorija u srednjoškolskom znanstvenom obrazovanju. Istraživanja u srednjoškolskim znanostima prikazuju važnost BSCS 5E modela i predstavljaju ciljeve učenja koji bi trebali biti ostvareni njegovim korištenjem u nastavi (NRC, 2006), a to su razvijanje znanstvenog mišljenja, razumijevanje složenosti i dvosmislenosti empirijskog rada, razvijanje praktičnih vještina, razumijevanje prirodnih znanosti, jačanje interesa za znanost i učenje znanosti te razvijanje sposobnosti timskog rada.

3. MATERIJALI I METODE

3.1.Uzorak

Istraživanje je provedeno školske godine 2016./2017. i 2017./2018. u tehničkoj školi i prirodoslovnoj gimnaziji Ruđera Boškovića u Osijeku. U istraživanju je sudjelovalo ukupno 76 učenika drugih razreda. Eksperimentalnu skupinu koja radi istraživačkim pristupom učenju čine gimnazijski razred i razred smjera ekološki tehničari s ukupno 51 učenikom, dok kontrolnu skupinu koja nastavni sadržaj iz Biologije uči tradicionalnim, frontalnim oblikom nastave i metodom usmenog izlaganja čini gimnazijski razred s 25 učenika (slika 1).

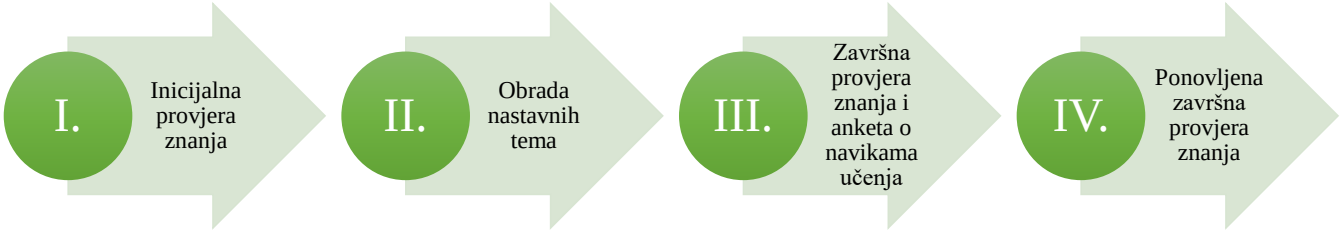


Slika 1. Razdioba broja učenika po skupinama

Odabir razreda koji su u nastavi koristili istraživačko učenje bio je slučajan. U inicijalnoj provjeri znanja sudjelovalo je ukupno 67 učenika, u završnoj provjeri znanja 71 učenik, a u ponovljenoj završnoj provjeri znanja 63 učenika .

3.2.Tijek istraživanja

Provedeno istraživanje konstruirano je od četiri etape (slika 2).



Slika 2. Shematski prikaz pojedinih etapa provedenog istraživanja

Za potrebe ovog istraživanja je unaprijed osmišljena i napravljena inicijalna, završna i ponovljena završna provjera znanja, priprema za obradu nastavnih sadržaja, anketa o navikama učenja za učenike kao i anketa o navikama poučavanja za nastavnike. Za pisanje priprema za izvođenje nastave te sastavljanje inicijalne, završne i ponovljene završne provjere znanja korišteni su udžbenici iz Prirode za peti i šesti razred osnovne škole, udžbenici iz Biologije za sedmi razred osnovne škole te drugi razred gimnazije koje je propisalo Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske.

Prva etapa obuhvaćala je provedbu inicijalne provjere znanja koja se sastojala od 12 pitanja i kojom su dobiveni podaci koji govore o učenikovom predznanju (prilog 1). Inicijalni ispit se proveo na prvom nastavnom satu, a učenici su za pisanje inicijalnog ispita imali 45 minuta vremena. Pitanja su bila vezana uz koncept „Biljke".

Druga etapa je bila obrada nastavnih jedinica „Jednosupnice" i „Dvosupnice" kroz 6 nastavnih sati u svakom razredu koje je samostalno provela studentica prema unaprijed priređenim pripremama. U dva je razreda održana istraživačka nastava, a u jednom razredu se nastava odvijala na tradicionalan način. U razredu u kojemu se nastava odvijala na tradicionalan način nastavne jedinice su se obradile frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja slijedećim redom, nastavna jedinica „Dvosupnice" u trajanju 3 sata, a potom nastavna jedinica „Jednosupnice" u trajanju 3 sata. Pri tome, učenici su samo pratili nastavnikovo izlaganje te ponekad odgovarali na nastavnikova pitanja ili sami postavljali pitanja. U ostalim razredima učenici su obrađivali nastavne jedinice „Jednosupnice" i „Dvosupnice" kroz 6 sati popunjavanjem radnih materijala. Učenici su radne materijale ispunjavali u grupama. Svaka stranica radnog materijala bila je vezana uz etape istraživačkog učenja te označena bojama što je učenicima olakšavalo rad. Nakon ispunjenih radnih materijala i prolaska kroz sve etape istraživačkog učenja, učenici su izrađivali postere i prezentirali naučeno gradivo cijelom razredu. Detaljno opisan način obrađivanja nastavnih tema u razredima s istraživačkim pristupom učenju nalazi se u podnaslovu 3.3.

Treća etapa u trajanju od ukupno 3 školska sata (jedan sat u svakom razredu) bila je provedba završne provjere znanja koja se sastojala od 11 pitanja (prilog 2). Završnom provjerom znanja dobiveni su rezultati koji pokazuju uspješnost učenika u svladavanju gradiva s obzirom na učenje frontalnim oblikom rada ili koristeći istraživački pristup učenju.

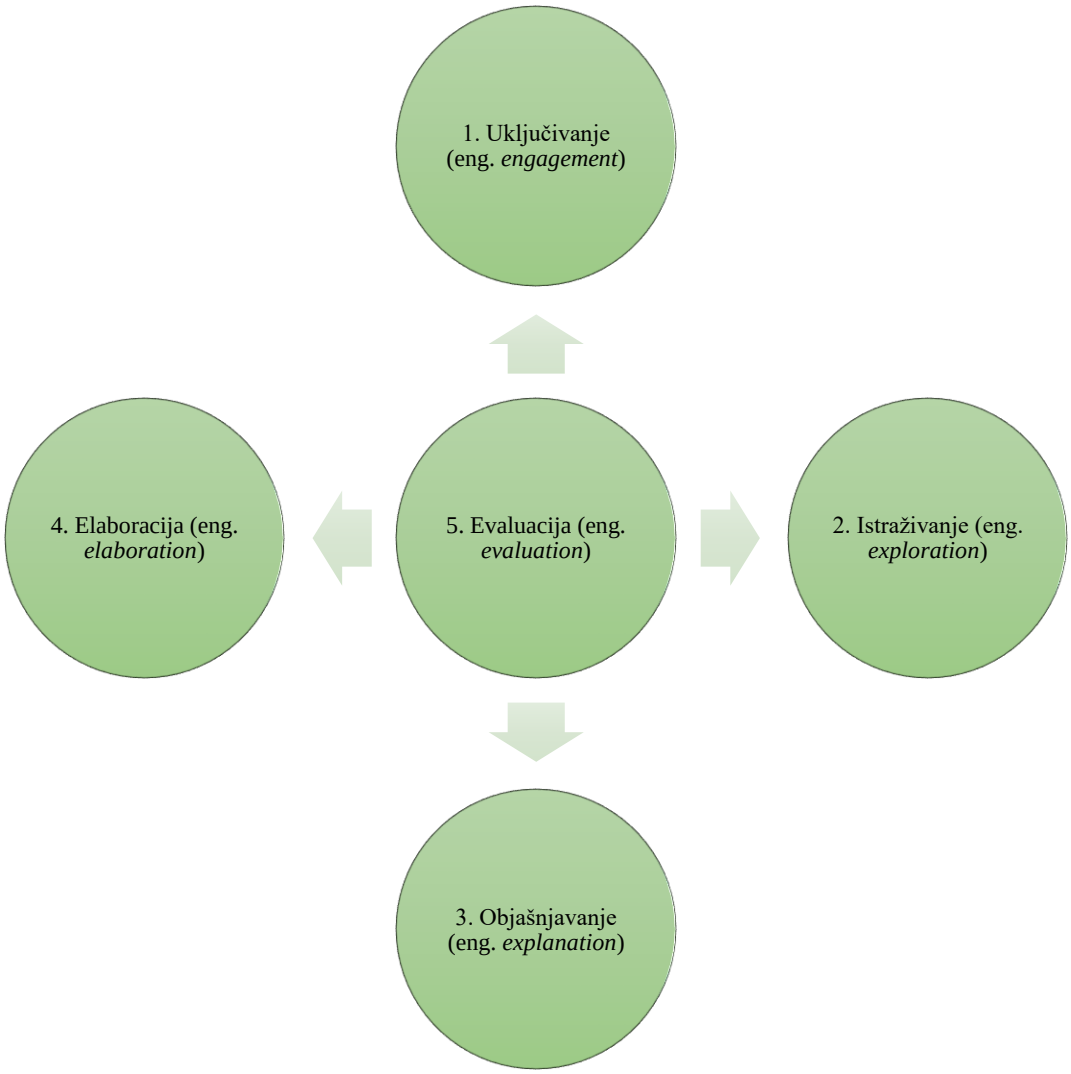
Za potrebe istraživanja sastavljene su i provedene ankete zatvorenog tipa koje su popunjavali učenici (prilog 3) i nastavnici (prilog 4). Navedene ankete sastojale su se od ukupno 50 pitanja. Jedna skupina pitanja se odnosila na utvrđivanje učenikovih navika učenja dok se druga skupina odnosila na procjenjivanje rada nastavnika, odnosno načina poučavanja učenika. Analizom ankete o navikama

učenja, odnosno načina poučavanja ispitala se pripravnost učenika pojedinih nastavnih programa za istraživačko učenje.

U četvrtoj etapi istraživanja učenici su nakon ljetnog odmora (na početku 2017./2018. godine) pisali ponovljenu završnu pisanu provjeru znanja kako bi se ispitala retencija znanja (prilog 5).

3.3.Tijek istraživačkog učenja 5E modelom

Kao što je u prethodnim poglavljima navedeno, 5E metodički model istraživačkog učenja sastoji se od pet etapa (slika 3).



Slika 3. Etape 5E modela istraživačkog učenja

Kako bi došlo do veće uključenosti i dubljeg razumijevanja učenicima se podijelio prethodno pripremljen radni materijal (prilog 6) kojega su učenici ispunjavali tijekom obrade nastavnih jedinica

Razred Jednosupnice (Liliatae) i Dvosupnice (Magnoliatae). Tijek istraživačkog učenja 5E modelom se odvijao na dolje opisan način.

1. Uključivanje (eng. *engagement*)

U etapi uključivanja nastojala su se provjeriti učenička predznanja te uvesti učenike u nastavnu jedinicu „Jednosupnice" i „Dvosupnice" putem oluje ideja kao jedne od metoda evokacije na pojam Kritosjemenjače. Aktivnosti nastavnika tijekom etape uključivanja bile su provjera učeničkih predznanja te poticanje učenika na povezivanje prethodno stečenog gradiva o jednosupnicama i dvosupnicama.

2. Istraživanje (eng. *exploration*)

Na početku etape istraživanja učenicima se postavilo istraživačko pitanje: *Kako su taksonomi došli do podjele biljaka na jednosupnice i dvosupnice te utječu li anatomske i morfološke karakteristike na njihovu rasprostranjenost i uporabu u svijetu*. Tijekom etape istraživanja učenici su se koristili različitim istraživačkim aktivnostima kako bi uspješno odgovorili na istraživačko pitanje. Prva aktivnost koja je učenike uvela u istraživanje jest razvrstavanje skica anatomskih i morfoloških karakteristika vegetativnih i generativnih organa te fotografija različitih biljnih vrsta porodicama jednosupnica i dvosupnica po intuiciji ili pak po prethodnom znanju. Kako bi mogli provjeriti jesu li ispravno razvrstali skice i fotografije prešli su na slijedeće istraživačke aktivnosti. Učenici su dobili mikroskopski preparat poprečnog presjeka stabljike jednosupnice kukuruza (*Zea mays*) i dvosupnice vučje stope (*Aristolochia clematitis*) te im se postavilo pitanje *Razlikuje li se preparat poprečnog presjeka stabljike kukuruza od poprečnog presjeka stabljike vučje stope i u čemu?* Mikroskopiranjem preparata poprečnog presjeka stabljike jednosupnice kukuruza (*Zea mays*) i dvosupnice vučje stope (*Aristolochia clematitis*), učenici su zaključili kako se poprečni presjek stabljike jednosupnice razlikuje od poprečnog presjeka stabljike dvosupnice u rasporedu žila. Ujedno, proučavajući lupom nervaturu listova, korijen, cvijet i plod prikupljenog biljnog materijala uočili su karakteristike biljnih porodica. Nakon mikroskopiranja i proučavanja biljnog materijala lupom, učenici su ponovo razvrstavali skice anatomskih i morfoloških karakteristika vegetativnih i generativnih organa te fotografije različitih biljnih vrsta porodicama jednosupnica i dvosupnica. Nakon što su proučili navedeno po istraživačkim aktivnostima proveli su eksperiment kojim su spoznali razlike u kemijskom sastavu sjemenki jednosupnica i dvosupnica s obzirom na postavljenu hipotezu: *Razlike u kemijskom sastavu sjemenki slanutka i kukuruza utječu na vezanje vode*. Za provedbu eksperimenta, učenici su dobili sav potreban pribor i materijal (vaga, suhe i nabubrene sjemenke slanutka i kukuruza, Lugolova otopina) te samostalno osmislili tijek pokusa kako bi mogli opovrgnuti ili dokazati prethodno postavljenu hipotezu. Nakon provedbe eksperimenta učenici su uočili kako se stajanjem u vodi masa

slanutka povećala više nego masa kukuruza. Važno je napomenuti da rezultati ovoga eksperimenta odgovaraju samo djelomično na postavljeno istraživačko pitanje. Sva znanja koja su potrebna da bi se odgovorilo na istraživačko pitanje se stječu i u ostalim koracima 5E modela.

3. Objašnjavanje (eng. *explanation*)

Nakon uspješno provedene etape istraživanja, uslijedila je etapa objašnjavanja. Etapa objašnjavanja je od učenika zahtijevala obrazloženje i razumijevanje morfoloških i anatomskih karakteristika jednosupnica i dvosupnica te usvajanje kriterija po kojima neku biljnu vrstu svrstavamo u određene porodice. U etapi objašnjavanja učenici su se osvrnuli na aktivnost razvrstavanja skica morfoloških i anatomskih karakteristika vegetativnih i generativnih organa te fotografija različitih biljnih vrsta u jednosupnice i dvosupnice po stečenom znanju iz prethodne etape istraživanja te su nastojali utvrditi i ispraviti moguće pogrješke pri izvršavanju navedene aktivnosti. Objašnjavali su zbog čega su određenu biljnu vrstu svrstali u određenu porodicu. Nakon što su utvrdili točnu raspoređenost biljnih vrsta opisali su pojedine porodice. Promatranjem prikupljenog biljnog materijala opisali su građu trave te ju povezali s prilagodbama na uvjete staništa. Također, proučili su povezanost građe orhideja i njihov način oprašivanja. Osim toga, opisali su i razlikovali predstavnike porodice bukvi te promatranjem građa cvata porodice breza zaključili o njihovu načinu oprašivanja. Povezali su različite tipove plodova porodice ruža sa različitim položajem plodnice na cvjetištu. Naveli su i najznačajnije predstavnike porodice mahunarki i povezali ih sa vrstom ploda kojega stvaraju.

4. Elaboriranje (eng. *elaboration*)

Iduća etapa istraživačkog učenja je elaboriranje. Nakon usvajanja pojmova i informacija o morfološkim i anatomskim karakteristikama vegetativnih i generativnih organa jednosupnica i dvosupnica te kriterija po kojima neku biljnu vrstu svrstavamo u određenu porodicu učenici proučavanjem znanstvenih radova i enciklopedijskih članaka o začinskom, ljekovitom, zaštićenom i endemičnom bilju hrvatske flore te gospodarskom i ekološkom značaju biljaka izrađuju i izlažu poster. Poster je sadržavao ime odabrane biljne vrste, porodicu kojoj biljna vrsta pripada, podatak je li biljna vrsta jednosupnica ili dvosupnica, skicu i označene dijelove cvijeta, skicu i označene dijelove lista, označenu skicu poprečnog presjeka stabljike, skicu korijena biljne vrste, skicu ploda biljne vrste te važnost biljne vrste za život čovjeka (začinska, ljekovita, zaštićena biljna vrsta) te gospodarski i ekološki značaj. Ishodi etape su sinteza znanja o kritosjemenjačama i korištenje znanstvenih pojmova i opisa prilikom promatranja biološke raznolikosti jednosupnica i dvosupnica, zaključivanje iz dokaza i podataka o važnosti biljaka za čovjeka te prijenos vlastitog razumijevanja drugima.

5. Evaluacija (eng. *evaluation*)

Završna etapa je evaluacija. Naime, ta etapa omogućuje učenicima da pokažu svoje razumijevanje o provedenom istraživanju, da procijene vlastiti napredak, da usporede trenutačno razumijevanje sa prethodnim znanjem. Učenici su svoje razumijevanje o provedenom istraživanju pokazali tako da su izradili poster na kojemu su napisali istraživačko pitanje iz etape istraživanja i konzultirajući se međusobno te koristeći sva saznanja stečena u etapama 5E modela odgovorili na postavljeno pitanje. Vlastiti napredak i usporedbu trenutačnog razumijevanja sa prethodnim znanjem učenici su uvidjeli osvrtom na prethodno riješeni radni materijal. Osim toga, učenici su rješavanjem evaluacijskog listića prenijeli informacije o tome što misle o nastavi 5E modelom istraživačkog učenja nastavniku.

3.4. Instrumenti istraživanja

Metrijska analiza pisanih provjera znanja provedena je računanjem Cronbachovog- alfa koeficijenta. Navedenim koeficijentom procjenjuje se pouzdanost pitanja u pisanim provjerama znanja, pri čemu više vrijednosti ukazuju na veću međusobnu povezanost zadataka. U skladu s navedenim, provjere znanja koje imaju Cronbachov-alfa koeficijent veći od 0,9 vrlo su visoko pouzdane, iznad 0,8 visoko pouzdane, iznad 0,7 zadovoljavajuće pouzdane i iznad 0,6 prihvatljive uz određenu doradu (Bukvić, 1982). Opća formula po kojoj se računa Cronbachov alfa- koeficijent je:

$$\left(\frac{k}{k-1}\right) * (1-\left(\sum \frac{Vi}{Vt}\right)$$

gdje je k broj zadataka, Vi varijanca pojedinih dijelova, a Vt varijanca cijele pisane provjere znanja. Uvrštavanjem poznatih vrijednosti u formulu dobije se vrijednost koja procjenjuje pouzdanost testa. Od ostalih metrijskih analiza pisanih provjera znanja izračunat je indeks lakoće pitanja (p) koji ukazuje koliko je pojedino pitanje "lako" te kako bi se takvo pitanje moglo zamijeniti ili preformulirati. Indeks lakoće se računa prema formuli:

$$\frac{\text{broj točnih odgovora na određeno pitanje}}{\text{ukupan broj učenika}}$$

Pitanje na koje nije bilo odgovora, odnosno, najteže pitanje se u idućoj konstrukciji pisane provjere znanja uklanja. Pitanja u rasponu od 0,30 do 0,70 smatraju se idealnima za testiranje (Petz, 1997). Uz indeks lakoće izračunat je i indeks diskriminativnosti (D) koji opisuje "sposobnost" zadatka da mjeri individualne razlike među učenicima, a odraz su njihovih stvarnih razlika u znanju određenog sadržaja (Haladyna, 2004). Za računanje je nužno znati ukupan broj učenika te odrediti trećinu najboljih i trećinu najlošijih učenika. Računa se prema formuli:

$$\frac{2 * (B - L)}{\text{broj učenika}}$$

gdje je B trećina najboljih učenika, a L trećina najlošijih učenika. Što je dobivena vrijednost testa diskriminativnosti veća to zadatak "bolje" razlikuje učenike s obzirom na njihovo znanje, a što je niža to pitanje ukazuje na slučajnu povezanost zadatka i ukupnog uratka, stoga, takve zadatke treba ukloniti. Ako je diskriminativnost pitanja iznad 0,35 pitanje je izvrsno, između 0,35 i 0,25 pitanje je dobro, između 0,25 i 0,15 prihvatljivo, dok diskriminativnost pitanja ispod 0,15 ukazuje na neprihvatljivost pitanja. Procjenom prirodoslovne pismenosti (PP) i utjecaja pitanja na odgovor (U) određuje se kvaliteta pojedinog pitanja u pisanoj provjeri znanja. Prirodoslovna pismenost vezana je za struku i pri izračunu se koristi skala s rasponom vrijednosti od "jako nevažno" do "jako važno". Druga kategorija koja ispituje utjecaj oblikovanja pitanja na njegovo rješavanje ima skalu vrijednosti u rasponu od "jako utječe" do "ne utječe" (web 2). Procjena kvalitete pitanja (tablica 5) vrši se prema formuli:

$$\frac{(PP + U)}{2}$$

te se tako dobivena procjena objašnjava prema sljedećem: 1- loše postavljeno pitanje, 2- slabo postavljeno pitanje, 3- dobro postavljeno pitanje, 4- vrlo dobro postavljeno pitanje, 5- izvrsno postavljeno pitanje (web 3).

Tablica 5. Računanje kvalitete pitanja procjenom prirodoslovne pismenosti i utjecaja pitanja na odgovor u pismenoj provjeri znanja

<table>
<tr><th>Kvaliteta pitanja</th><th colspan="2">Procjena prirodoslovne pismenosti</th><th colspan="2">Procjena utjecaja pitanja na odgovor</th></tr>
<tr><td rowspan="5">1- LOŠE
2- SLABO
3- DOBRO
4- VRLO DOBRO
5- IZVRSNO</td><td>Elementi procjene prirodoslovne pismenosti</td><td>SKALA VAŽNOSTI PITANJA</td><td>Elementi procjene utjecaja pitanja na odgovor</td><td>SKALA UTJECAJA PITANJA NA ODGOVOR</td></tr>
<tr><td>A- važnost pitanja za struku</td><td rowspan="4">1- jako nevažno
2- nevažno
3- niti važno, niti nevažno
4- važno
5- jako važno</td><td>E- razumljivost</td><td rowspan="4">1- jako utječe
2- dosta utječe
3- srednje utječe
4- slabo utječe
5- ne utječe</td></tr>
<tr><td>B- važnost pitanja za život</td><td>F- konstrukcija pitanja</td></tr>
<tr><td>C- važnost pitanja za propisani program</td><td>G- logičko zaključivanje</td></tr>
<tr><td>D- kritičko mišljenje</td><td>H- dodatno učenje</td></tr>
<tr><td>(PP+U)/2</td><td>PRIRODOSLOVNA PISMENOST (PP)</td><td>(A+B+C+D)/4</td><td>UTJECAJ pitanja na odgovor (U)</td><td>(E+F+G+H)/4</td></tr>
</table>

Kvaliteta pitanja izračunata je od strane tri neovisna mjeritelja kako bi rezultat bio što objektivniji. U daljnjoj analizi (tablica 6, tablica 7, tablica 8) prikazana je srednja vrijednost dobivenih rezultata za prirodoslovnu pismenost, utjecaj pitanja na odgovor i kvalitetu pitanja.

Svakom pitanju inicijalne, završne i ponovljene završne provjere znanja utvrđena je i razina postignuća prema Crooksovoj taksonomiji (1988) u kojoj se razlikuju tri kognitivne razine: reproduktivno znanje, razumijevanje i primjena te rješavanje problema. U prvu razinu postignuća uključena je reprodukcija i literarno razumijevanje što znači da učenik može zahvaljujući pamćenju i jezičnim kompetencijama prepričati sadržaj bez dostignute razine razumijevanja te ponoviti konceptualne zaključke s nastave. Druga razina postignuća obuhvaća konceptualno razumijevanje i primjenu do čega dolazi zbog učenikovih potreba da stvara veze između novih saznanja i već postojećeg znanja. Treća razina kao najviša kognitivna razina predstavlja rješavanje problema (Labak i sur, 2013).

3.5.Statistička obrada podataka

Normalnost raspodjele numeričkih varijabli testirana je Shapiro-Wilk testom. Kako numerički podaci ne slijede normalnu raspodjelu opisani su medijanom i granicama interkvartilnog raspona (podaci su prikazani grafovima vrste „kutija s brkovima“ u kojoj je medijan- crta u kutiji, gornja kvartila, q_U- gornji rub kutije, donja kvartila, q_L- donji rub kutije, maksimum- vrh gornjeg brka, minimum- donja granica donjeg brka uz dodanu srednju vrijednost- znak „X). Za usporedbu uspješnosti (ostvareni bodovi) u rješavanju inicijalne, završne i ponovljene završne provjere znanja između učenika različitih skupina korišten je Mann- Whitney U test. Sljedeće grupe su uspoređivane: eksperimentalna skupina- gimnazijski program s eksperimentalnom skupinom ekoloških tehničara; eksperimentalna skupina- gimnazijski program s kontrolnom skupinom- gimnazijski program te eksperimentalna skupina ekoloških tehničara s kontrolnom skupinom- gimnazijski program.

Za usporedbu uspješnosti rješavanja inicijalne i završne pisane provjere znanja, te između završne i ponovljene završne pisane provjere znanja unutar iste skupine učenika korišten je Wilcoxon Signed test. Statistički testovi provedeni su u statističkom programskom paketu Statistika 12 (Quest Software Inc., Aliso Viejo, CA, SAD) na razini značajnosti od $\alpha = 0,05$.

4. METODIČKI DIO

Nastavne jedinice obrađene istraživačkim pristupom u drugom razredu gimnazijskog programa i smjera ekološki tehničari su „Razred: Jednosupnice (Liliatae)“ i „Razred: Dvosupnice (Magnoliatae)“.

4.1. Priprema za istraživački nastavni sat za 2. razred; gimnazijski program i smjer ekološki tehničari

Nastavni predmet:	**BIOLOGIJA**	**Nastavnik/nastavnica:**	**Martina Gucek**	**Redni broj sata:**	**1.-6.**
Nastavna tema:	Carstvo: Biljke				
Nastavna jedinica:	**Razred: Jednosupnice (Liliatae) i dvosupnice (Magnoliatae)**				
Cilj:	Upoznati morfološke i anatomske karakteristike jednosupnica i dvosupnica te zaključiti po kojim kriterijima neku biljnu vrstu svrstavamo u određene porodice. Razviti sposobnost promatranja i prepoznavanja biološke raznolikosti jednosupnica i dvosupnica te shvatiti njihovu važnost za čovjeka. U okviru svake porodice osvrnuti se na ekonomski značajne i kultivirane biljke te zaštićene biljne vrste hrvatske flore.				
Ključni pojmovi:	*jednosupnice, dvosupnice, porodice jednosupnica: ljiljani, trave, orhideje, porodice dvosupnica: bukve, breze, žabnjaci, krstašice, ruže, mahunarke, štitarke, usnače, glavočike cjevnjače i ježinjače*				
Temeljni koncepti:	kritosjemenjače, sistematsko određivanje biljnih vrsta, zaštićene i endemične biljne vrste				

Razrada postignuća (ishoda)	Razina ishoda	Zadatak/pitanje za provjeru usvojenosti ishoda	Razina zadatka
1. Usporediti anatomske i morfološke karakteristike vegetativnih i generativnih organa jednosupnica i dvosupnica.			
1.1. Usporediti anatomske i morfološke karakteristike vegetativnih (stabljika, list, korijen) organa jednosupnica i dvosupnica.	R2	Opiši i usporedi anatomske karakteristike poprečnog presjeka stabljike jednosupnica i dvosupnica.	R2
		Objasniti koje tkivo omogućava rast u širinu?	R2
		Objasni kako se mogu promatranjem žila u listu razlikovati jednosupnice i dvosupnice.	R2
		Usporedi izgled korijena jednosupnica i dvosupnica.	R2

1.2. Usporediti morfološke specifične karakteristike generativnih organa (cvijet, plod) jednosupnica i dvosupnica.	R3	Objasni pojmove "cvat" i "cvijet".	R1
		Objasni ulogu pojedinih dijelova cvijeta i uoči različite prilagodbe na načine oprašivanja.	R2
		Opiši građu prašnika i tučka.	R1
		Objasni utjecaj položaja plodnice na cvjetištu na formiranje ploda i njegov izgled.	R2
		Usporedi razlike u građi cvjetova pojedinih porodica jednosupnica i dvosupnica.	R2
		Objasni prilagodbu plodova na različite načine rasprostranjivanja.	R2
		Objasniti razliku između sjemenke jednosupnice i dvosupnice.	R2
		Objasniti zašto se masa graha povećala više od mase kukuruza.	R3
		Objasniti zašto se sjemenka kukuruza Lugolovom otopinom boji u tamnoplavo, a sjemenka graha u žuto.	R2
2. Navesti sistematsku podjelu jednosupnica i dvosupnica.			
2.1. Navesti sistematsku podjelu jednosupnica i dvosupnica.	R1	Navedi porodice koje ubrajamo u jednosupnice.	R1
		Navedi porodice koje ubrajamo u dvosupnice.	R1
2.2. Protumačiti kriterije po kojima neku biljnu vrstu svrstavamo u određenu porodicu.	R2	Uz pomoć slikovnog materijala objasni zašto neka biljna vrsta pripada određenoj porodici kritosjemenjača.	R2
3. Na primjerima najznačajnijih biljnih vrsta upoznati specifične karakteristike porodica jednosupnica i dvosupnica te analizirati njihovo značenje za čovjeka uz osvrt na gospodarski značajne i kultivirane biljke te začinske, ljekovite, zaštićene i endemične biljne vrste hrvatske i svjetske flore.			
3.1. Promatranjem slikovnog materijala, opisati građu trava te ju povezati s prilagodbom na uvjete staništa.	R2	Opiši građu klasića i cvijeta trava.	R1
		Kako se naziva plod trava?	R1
		Objasni na koji način su se trave prilagodila rastu na otvorenim	R2

		staništima koja su izložena vjetrovima?	
3.2. Promatranjem slikovnog materijala, opisati i objasniti povezanost građe cvijeta orhideja s načinom njihova oprašivanja.	R2	Objasni povezanost građe cvijeta orhideje s načinom njihova oprašivanja.	R2
3.3. Promatranjem slikovnog materijala, opisati i razlikovati predstavnike porodice bukve.	R2	Objasni na koji ćeš način razlikovati hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka.	R2
3.4. Promatranjem građe cvatova porodice breza zaključiti o njihovom načinu oprašivanja.	R2	S obzirom na cvat breze što možeš zaključiti o načinu oprašivanja ove biljne vrste?	R2
3.5. Povezati različite tipove plodova porodice ruža sa različitim položajem plodnice na cvjetištu.	R2	Objasni ima li položaj plodnice na cvjetištu utjecaj na formiranje ploda i njegov izgled.	R2
3.6. Navesti najznačajnije predstavnike iz porodice mahunarki te povezati sa vrstom ploda kojeg stvaraju.	R1	Kako ćeš prepoznati predstavnike iz porodice mahunarki? Navedi vrste koje pripadaju porodici mahunarki.	R1 R1
3.7. Izdvojiti podrazred Asteridae kao najnapredniji podrazred dvosupnica te protumačiti izražene prilagodbe za oprašivanje kod pripadajućih vrsta.	R2	Obrazloži zašto se glavočike smatraju najrazvijenijim dvosupnicama. Na primjeru mrtve koprive, izdvoji i obrazloži prilagodbe za oprašivanje koje je razvila ova vrsta.	R1 R2
3.8. Protumačiti gospodarski i ekološki značaj kritosjemenjača.	R2	Opiši gospodarski značaj kultiviranih vrsta iz porodice trava. Objasni gospodarsko i ekološko značenje biljaka iz porodica bukve i breze. Protumači važnost divljeg kupusa kao nezamjenjive gospodarske kulture. Navedi predstavnike iz porodice ruža i opiši njihov gospodarski značaj. Navedi predstavnike glavočika koji imaju gospodarski značaj kao kultivirane biljke.	R2 R2 R2 R2 R2
3.9. Navesti začinske i ljekovite biljne vrste hrvatske flore.	R1	Nabroji tri predstavnika iz porodice štitarki i usnača koji se koriste u proizvodnji začina.	R1

		Koje vrste iz porodice ljiljana se rabe u prehrani ljudi? Navedi pet biljnih vrsta porodice usnača koje se koriste u ljekovite svrhe.	R1 R1
3.10. Navesti zaštićene i endemične biljne vrste hrvatske flore.	R2	Smiješ li na livadi ubrati kockavicu? Zašto je kockavica ugrožena? Navedi tri zaštićene vrste orhideja u Hrvatskoj. Smiješ li u šumi ubrati bijelu šumaricu? Navedi i prepoznaj tri hrvatska endema.	R1 R2 R1 R1 R1
3.11. Objasniti djelovanje peludnih alergena te protumačiti mogućnosti smanjivanja alergija kod ljudi.	R2	Objasni koje vrste prilagodbi ambroziji omogućavaju brzo rasprostranjivanje te poveži to s pojavom alergija kod ljudi. Jedna od strategija u borbi protiv ambrozije je i čupanje mladih biljaka sa korijenom prije cvatnje (u razdoblju od travnja do srpnja). Argumentiraj i objasni djelotvornost ove metode.	R2 R2

Tip nastavnog sata:	a. Obrada novih sadržaja		b. Ponavljanje i vježbanje		c. Provjeravanje i ocjenjivanje		
Nastavne metode:	usmeno izlaganje	razgovor	demonstracija	rad na tekstu	pisanje	crtanje	praktični rad
Materijalna priprema:	Nastavna sredstva (a) i pomagala (b): 1. Herbarizirani materijal, prikupljeni biljni materijal, radni listić, znanstveni radovi, enciklopedijski članci, fotografije biljaka, evaluacijski listić, mikroskopski preparat dvosupnice vučje stope *Aristolochia clematitis* i jednosupnice kukuruza *Zea mays*, sjemenke jednosupnice kukuruza i sjemenke dvosupnice slanutka, plodovi različitih biljnih vrsta 2. Laptop, projektor, mikroskop, pribor za eksperiment (Lugolova otopina, voda, laboratorijske čaše ili petrijevke, vaga)						

Dodatna literatura:	• Begić V., Madaj Prpić J., Novoselić D. 2014. Biologija 7, udžbenik za sedmi razred osnovne škole. Alfa, Zagreb. • Bendelja D., Budić I., Operta E., Pongrac N., Roščak R., Valečić H. 2013.Priroda 6, udžbenik za šesti razred osnovne škole. Školska knjiga, Zagreb. • Džapo J., Tonšetić J., Zadražil L. 2007. Biologija 7, udžbenik za sedmi razred osnovne škole. Profil International, Zagreb. • Džapo J., Tonšetić J., Zadražil L. 2007. Priroda 5, udžbenik za peti razred osnovne škole. Profil International, Zagreb

Didaktička artikulacija nastavnog sata					
Etapa nastavnog sata	Vrijeme	DOMINANTNA AKTIVNOST		br. ishoda	Sociološki oblici rada
		Aktivnosti učitelja/učiteljice	Aktivnosti učenika		
Uvodni dio	45 min. 90 min.	**1. Uključivanje (*eng. engagement*)** Provjeriti učenička predznanja i uvesti učenike u nastavnu jedinicu „Jednosupnice” i „Dvosupnice” putem metode evokacije *Oluja ideja* na pojam *Kritosjemenjače.* Poticati učenike na konverzaciju, ponavljanje i povezivanje gradiva o jednosupnicama i dvosupnicama kojeg su učili u 5., 6. i 7. razredu osnovne škole te 1. razredu srednje škole. **2. Istraživanje (*eng. exploration*)** Učenicima podijeliti radne materijale (prilog 6) te postaviti istraživačko pitanje: *Kako su taksonomi došli do podjele biljaka na jednosupnice i dvosupnice i utječu li anatomske i morfološke karakteristike na njihovu*	Sudjelovati u razgovoru tijekom kojeg se ponavlja prethodno stečeno gradivo o kritosjemenjačama i njihovoj podjeli na jednosupnice i dvosupnice.		Individualni

		rasprostranjenost i uporabu u svijetu? Učenicima na ploču postaviti fotografije različitih biljnih vrsta koje pripadaju porodicama jednosupnica i dvosupnica te skice karakteristika jednosupnica i dvosupnica te ih navesti da ih razvrstaju po svojoj intuiciji ili pak po prethodnom znanju.	Učenici po vlastitom nahođenju svrstavaju fotografije biljnih vrsta u jednosupnice i dvosupnice.		
Središnji dio		Učenicima dati mikroskopski preparat poprečnog presjeka stabljike jednosupnice (kukuruz, *Zea mays*) i dvosupnice (vučja stopa, *Aristolochia clematitis*). Navesti učenike da opišu i nacrtaju što vide na mikroskopskom preparatu: *Razlikuje li se preparat poprečnog presjeka stabljike kukuruza od poprečnog presjeka stabljike vučje stope i u čemu?*	Učenici mikroskopiraju preparat poprečnog presjeka stabljike jednosupnice i dvosupnice te crtaju i zaključuju kako se poprečni presjek stabljike jednosupnice razlikuje od poprečnog presjeka stabljike dvosupnice u rasporedu žila. Uočavaju da se kod stabljike jednosupnica vidi vrlo veliki broj nepravilno raspoređenih snopića kojih na periferiji stabljike ima više i koji su ondje veći nego u njezinom središnjem dijelu. Osim toga, zaključuju da su kolateralne žile jednosupnica zatvorene jer se između ksilema i floema ne nalazi meristemsko tkivo, pa ovakve stabljike ne mogu rasti u širinu. Zaključuju da su kod stabljike dvosupnice provodni snopići poredani u jednom krugu, bliže periferiji stabljike te da	1.1. 1.2.	Grupni

			se radi o otvorenim kolateralnim žilama jer se između ksilema i floema nalazi kambij koji omogućava rast u debljinu. Učenici provjeravaju mogu li prethodno zaključene informacije iskoristiti u razvrstavanju fotografija porodicama jednosupnica i dvosupnice. Nakon provjere, prema fotografijama uočavaju da su listovi dvosupnica mrežaste nervature, a jednosupnica paralelne (usporedne) nervature. Također uočavaju da je korijen dvosupnica razgranat, a jednosupnica čupav. Promatraju cvijet jednosupnica i cvijet dvosupnica i shvaćaju da je cvijet dvosupnica u broju 4 ili 5, a jednosupnica u broju 3. Promatraju plodove različitih biljnih vrsta i uočavaju prilagodbe plodova na različite načine rasprostranjivanja.		
		Učenicima postaviti hipotezu: *Razlike u kemijskom sastavu sjemenki slanutka i kukuruza utječu na vezanje vode* koju će oni dokazati ili opovrgnuti eksperimentom. Dati učenicima pribor i materijal za eksperiment (suhe i nabubrene sjemenke slanutka i kukuruza, Lugolova otopinu, laboratorijska čaša ili petrijevka, vaga, nožić) te ih navesti da osmisle na	Učenici izvode pokus kojim će saznati razlike u kemijskom sastavu sjemenki jednosupnica i dvosupnica. Samostalno osmišljavaju pokus koristeći sav dobiven pribor (suhe i nabubrene sjemenke slanutka i kukuruza, Lugolova otopinu, laboratorijska čaša ili petrijevka, vaga, nožić). Učenici zaključuju da se stajanjem u vodi masa		

		koji način mogu opovrgnuti ili dokazati hipotezu.	slanutka povećala više nego masa kukuruza. Nakon toga, prepolovili su navlažene sjemenke kukuruza i slanutka te kapnuli par kapi Lugolove otopine. Primijetili su kako je sjemenka kukuruza dobila tamnoplavu boju, a sjemenka graha požutila. Iz svega navedenoga, učenici zaključuju da slanutak na sebe veže više vode jer sadrži bjelančevine (hidrofilnost), a kukuruz manje vode jer sadrži škrob (hidrofobnost). Učenici provjeravaju kako su do sada svrstali biljke u porodice jednosupnica i dvosupnica te objašnjavaju zašto su određenu biljnu vrstu svrstali u određenu porodicu.	2.1. 2.2.	
	45 min.	**3.Objašnjavanje (*eng.explanation*)** Učenicima podijeliti prethodno prikupljen biljni materijal i navesti ih na proučavanje građe biljnog materijala s osvrtom na plod kojega biljna vrsta stvara, njezino stanište i način oprašivanja.	Nakon što su utvrdili točnu raspoređenost biljnih vrsta opisuju pojedine porodice. Promatranjem materijala opisuju građu trave te ju povezuju sa prilagodbama na uvjete staništa, također promatraju povezanost građe orhideja i njihov način oprašivanja. Osim toga, opisuju i razlikuju predstavnike porodice bukvi te promatranjem građa cvata porodice breza zaključuju o	3.1. 3.2. 3.3.	

	45 min.	**4. Elaboracija (*eng.elaboration*)** Učenike dijeli u tri grupe. Učenicima podijeliti radni materijal (prilog 7), znanstvene radove i enciklopedijske članke te pitanja za grupni rad.	njihovu načinu oprašivanja. Povezuju različite tipove plodova porodice ruža sa različitim položajem plodnice na cvjetištu. Navode i najznačajnije predstavnike porodice mahunarki i povezuju ih sa vrstom ploda kojega stvaraju. Jedna grupa učenika proučava gospodarski i ekološki značaj jednosupnica i dvosupnica. Druga grupa učenika proučava začinske i ljekovite biljne vrste hrvatske flore. Treća grupa proučava zaštićene i endemične biljne vrste hrvatske flore. Po završetku izrađuju poster koji sadržava: ime odabrane biljne vrste, porodicu kojoj biljna vrsta pripada, je li biljna vrsta jednosupnica ili dvosupnica, nacrtan cvijet jedne biljne vrste i označeni dijelovi cvijeta, nacrtan list biljne vrste i označeni dijelovi lista, nacrtana i označena skica poprečnog presjeka stabljike, nacrtan korijen biljne vrste, nacrtan plod biljne vrste, važnost biljne vrste za život čovjeka (začinska, ljekovita, zaštićena biljna	3.4 3.5. 3.6. 3.7. 3.8. 3.9. 3.10. 3.11.	

			vrsta te gospodarski i ekološki značaj).		
Završni dio	45 min.	**5.Evaluacija (eng. evaluation)** Učenicima podijeliti radni materijal i evaluacijski listić (prilog 8).	Učenici izrađuju poster koji ima sve elemente istraživačkog rada (istraživačko pitanje, hipotezu, tijek eksperimenta, rezultate eksperimenta, zaključak) te ispunjavaju evaluacijski listić.		Grupni Individualni

Bilješke učitelja nakon provedbe:	Učenici su aktivno sudjelovali u ostvarivanju odgojno- obrazovnih ishoda te uspješno savladali novo gradivo.

PLAN UČENIČKOG ZAPISA
Razred: Jednosupnice (Liliatae) i dvosupnice (Magnoliatae)
PRILOZI Prilog 6. Radni materijal za istraživačko učenje Prilog 7. Važnost biljaka za svakodnevni život Prilog 8. Evaluacijski listić

4.2. Pripreme za tradicionalni (frontalni) oblik rada za 2. razred; gimnazijski program

Nastavni predmet:	**BIOLOGIJA**	**Nastavnik/nastavnica:**	**Martina Gucek**	**Redni broj sata:**	**1.-2.**
Nastavna tema:	Carstvo: Biljke				
Nastavna jedinica:	**Razred: Dvosupnice (Magnoliatae)**				
Cilj:	Upoznati morfološke i anatomske karakteristike dvosupnica te zaključiti po kojim kriterijima neku biljnu vrstu svrstavamo u određenu porodicu. Razviti sposobnost promatranja i prepoznavanja biološke raznolikosti dvosupnica te shvatiti njihovu važnost za čovjeka. U okviru svake porodice osvrnuti se na ekonomski značajne i kultivirane biljke te zaštićene biljne vrste hrvatske flore.				
Ključni pojmovi:	dvosupnice, porodice: bukve, breze, žabnjaci, krstašice, ruže, mahunarke, štitarke, usnače, glavočike cjevnjače i ježinjače				
Temeljni koncepti:	kritosjemenjače, sistematsko određivanje biljnih vrsta, zaštićene i endemične biljne vrste				

Razrada postignuća (ishoda)	Razina ishoda	Zadatak/pitanje za provjeru usvojenosti ishoda	Razina zadatka
1. Opisati anatomske i morfološke karakteristike vegetativnih i generativnih organa dvosupnica te navesti njihovu sistematsku podjelu.			
1.1. Opisati anatomske i morfološke karakteristike vegetativnih organa (stabljika, list, korijen) dvosupnica.	R2	Opiši anatomske karakteristike poprečnog presjeka stabljike dvosupnice. Koje tkivo omogućava rast biljke u širinu? Opiši izgled lista dvosupnica. Opiši izgled korijena dvosupnica.	R1 R2 R1 R1
1.2. Opisati morfološke karakteristike generativnih organa (cvijet, plod) dvosupnica.	R2	Opiši izgled cvijeta dvosupnica. Objasni ulogu pojedinih dijelova cvijeta i uoči različite prilagodbe na načine oprašivanja. Objasni prilagodbe plodova na različite načine rasprostranjivanja.	R1 R2 R2
1.3. Navesti sistematsku podjelu dvosupnica	R1	Navedi porodice koje ubrajamo u dvosupnice.	R1
1.4. Protumačiti kriterije po kojima neku biljnu vrstu svrstavamo u određenu porodicu.	R2	Uz pomoć slikovnog materijala objasniti zašto ta biljna vrsta pripada određenoj porodici kritosjemenjača.	R2
2. Na primjerima najznačajnijih biljnih vrsta upoznati specifične karakteristike porodica dvosupnica te analizirati njihovo značenje za čovjeka uz osvrt na gospodarski značajne i kultivirane biljke te začinske, ljekovite, zaštićene biljne vrste hrvatske i svjetske flore.			

2.1. Usporediti razlike u građi cvjetova pojedinih porodica te zaključiti o njihovom načinu oprašivanja.	R2	S obzirom na cvat breze što možeš zaključiti o načinu oprašivanja ove biljne vrste?	R2
2.2. Navesti najznačajnije predstavnike iz porodice mahunarki te povezati sa vrstom ploda kojeg stvaraju.	R1	Kako ćeš prepoznati predstavnike iz porodice mahunarki? Navedi vrste koje pripadaju porodici mahunarki.	R1 R1
2.3. Izdvojiti podrazred Asteridae kao najnapredniji podrazred dvosupnica te protumačiti izražene prilagodbe za oprašivanje kod pripadajućih vrsta.	R2	Obrazloži zašto se glavočike smatraju najrazvijenijim dvosupnicama. Na primjeru mrtve koprive, izdvoji i obrazloži prilagodbe za oprašivanje koje je razvila ova vrsta.	R1 R2
2.4. Opisati i razlikovati najpoznatije predstavnike porodice bukve te protumačiti gospodarski i ekološki značaj biljaka iz porodica bukve i breze.	R2	Objasni razliku između hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka. Objasni gospodarsko i ekološko značenje biljaka iz porodica bukve i breze.	R1 R2
2.5. Protumačiti važnost krstašica u uzgoju kultiviranog bilja	R2	Protumači važnost divljeg kupusa kao nezamjenjive gospodarske kulture.	R2
2.6. Povezati različite tipove plodova porodice ruža sa različitim položajem plodnice na cvjetištu te navesti drvenaste predstavnike porodice ruža i njihov gospodarski značaj.	R2	Nabroji predstavnike porodice ruža i opiši njihov gospodarski značaj. Objasni ima li položaj plodnice na cvjetištu utjecaj na formiranje ploda i njegov izgled.	R2 R2
2.7. Navesti predstavnike porodica glavočika cjevnjača (Asteraceae) i ježinjača (Cichoriaceae) koje imaju ulogu u uzgoju kultiviranog bilja.	R1	Navedi predstavnike glavočika koji imaju gospodarski značaj kao kultivirane biljke.	R1
2.8. Nabrojiti vrste iz porodice štitarki i usnača koje se koriste u domaćinstvu kao začinske i ljekovite biljke.	R1	Nabroji tri predstavnika iz porodice štitarki i usnača koji se koriste u proizvodnji začina. Nabroji pet biljnih vrsta porodice usnača koje se koriste u ljekovite svrhe.	R1 R1
2.9. Navesti zaštićene biljne vrste iz porodice žabnjaka i opisati njihovo stanište.	R1	Smiješ li u šumi ubrati bijelu šumaricu?	R1
2.10. Objasniti djelovanje peludnih alergena te protumačiti mogućnosti smanjivanja alergija kod ljudi.	R2	Objasni koje vrste prilagodbi ambroziji omogućavaju brzo rasprostranjivanje te poveži to s pojavom alergija kod ljudi.	R2

		Jedna od strategija u borbi protiv ambrozije je i čupanje mladih biljaka sa korijenom prije cvatnje (u razdoblju od travnja do srpnja). Argumentiraj i objasni djelotvornost ove metode.	R2

Tip nastavnog sata:	a. Obrada novih sadržaja		b. Ponavljanje i vježbanje		c. Provjeravanje i ocjenjivanje		
Nastavne metode:	usmeno izlaganje	razgovor	demonstracija	rad na tekstu	pisanje	crtanje	praktični rad
Materijalna priprema:	Nastavna sredstva (a) i pomagala (b): a) Herbarizirani materijal, radni listić, fotografije biljaka, evaluacijski listić, mikroskopski preparat dvosupnice vučje stope *Aristolochia clematitis* b) Laptop, projektor, mikroskop						
Dodatna literatura:	• Begić V., Madaj Prpić J., Novoselić D. 2014. Biologija 7, udžbenik za sedmi razred osnovne škole. Alfa, Zagreb. • Bendelja D., Budić I., Operta E., Pongrac N., Roščak R., Valečić H. 2013.Priroda 6, udžbenik za šesti razred osnovne škole. Školska knjiga, Zagreb. • Džapo J., Tonšetić J., Zadražil L. 2007. Biologija 7, udžbenik za sedmi razred osnovne škole. Profil International, Zagreb. • Džapo J., Tonšetić J., Zadražil L. 2007. Priroda 5, udžbenik za peti razred osnovne škole. Profil International, Zagreb						

Didaktička artikulacija nastavnog sata					
Etapa nastavnog sata	vrijeme	DOMINANTNA AKTIVNOST		br. ishoda	Sociološki oblici rada
		Aktivnosti učitelja/učiteljice	Aktivnosti učenika		
Uvodni dio	***15***	Ponavljanje nastavne teme *Kritosjemenjače* kroz pitanja *Zašto su kritosjemenjače dobile takvo ime? Kako se dijele?* Učenicima najaviti nastavnu temu „Dvosupnice" te naslov zapisati na ploču. Učenicima podijeliti u obliku herbariziranih materijala nekoliko poznatih biljnih vrsta i pitati ih *Kako prepoznati pripada li biljna vrsta jednosupnicama ili dvosupnicama?* i na taj način motivirati učenike za nastavnu temu. Zapisati na ploču sistematsku podjelu dvosupnica i prema tome podijeliti učenike u skupine.	Učenici aktivno sudjeluju u razgovoru ističući kako su kritosjemenjače stablašice, drvenaste ili zeljaste građe, kod kojih su sjemeni zameci zatvoreni u plodnici tučka (nevidljivi, zatvoreni) te da se zbog toga zovu kritosjemenjače. Navode kako se kritosjemenjače dijele na jednosupnice i dvosupnice. Učenici naslov nastavne teme pišu u bilježnice. Učenici primjećuju da dvosupnice imaju razgranato korijenje, razgranatu nervaturu listova te cvijet u broju 4 ili 5. Učenici prepisuju porodice dvosupnica u bilježnicu.	1.1. 1.2. 1.3. 1.4.	Grupni Frontalni Grupni Frontalni
Središnji dio	***60***	Učenike podijeliti u pet skupina. Prva skupina će obrađivati porodice bukve (Fagaceae) i breze (Betulaceae). Druga skupina će obrađivati porodice žabnjaka (Ranunculaceae) i krstašica (Brassicaceae). Treća skupina će obrađivati porodice ruža (Rosaceae) i mahunarki (Fabaceae). Četvrta skupina će obrađivati štitarke (Apiaceae) i usnače (Lamiaceae).	Pozorno prate nastavu, postavljaju pitanja nastavniku.	2.1. 2.4. 2.5. 2.9. 2.6. 2.2. 2.8.	Grupni

		Peta skupina će obrađivati glavočike cjevnjače (Asteraceae) i ježinjače (Cichoriaceae). Skupinama podijeliti radne materijale i dati im upute za izvršavanje zadataka koji se nalaze na radnom listiću. Objasniti zadatke iz radnog listića. Naglasiti da svaka skupina treba imati predstavnika koji će po završetku rada ostalim učenicima objasniti rad skupine. Učenicima pomoći ukoliko je potrebno. Nadzirati i poticati učenike na sudjelovanje u skupnom radu i donošenju zaključka.	Pravilno i prema uputama nastavnika odrađuju zadatke, donose zaključke i prezentiraju rad skupine. Najvažnije činjenice pišu na ploču.	2.3. 2.7.	
Završni dio	***15***	Učenicima dijeli radni listić (*Prilog 9*) o djelovanju peludnih alergena te se od njih očekuje da protumače mogućnosti smanjenja alergija kod ljudi. Podijeliti učenicima evaluacijske listiće (*Prilog 8*).	Učenici rješavaju radni listić i komentiraju odgovore. Učenici rješavaju evaluacijske listiće.	2.10.	Grupni Individualni

Bilješke učitelja nakon provedbe:	Učenici su aktivno sudjelovali u ostvarivanju odgojno- obrazovnih ishoda te uspješno savladali novo gradivo.

PLAN UČENIČKOG ZAPISA
Razred: Dvosupnice (Magnoliatae)
PRILOZI Prilog 9. Djelovanje peludnih alergena Prilog 8. Evaluacijski listić

Nastavni predmet:	**BIOLOGIJA**	**Nastavnik/nastavnica:**	**Martina Gucek**	**Redni broj sata:**	**1.-2.**
Nastavna tema:	Carstvo: Biljke				
Nastavna jedinica:	**Razred: Jednosupnice (Liliatae)**				
Cilj:	Upoznati morfološke i anatomske karakteristike jednosupnica te zaključiti po kojim kriterijima neku biljnu vrstu svrstavamo u određenu porodicu. Razviti sposobnost promatranja i prepoznavanja biološke raznolikosti jednosupnica te shvatiti njihovu važnost za čovjeka. U okviru svake porodice osvrnuti se na ekonomski značajne i kultivirane biljke te zaštićene i endemične biljne vrste hrvatske flore.				
Ključni pojmovi:	*jednosupnice, porodice: ljiljani, trave, orhideje*				
Temeljni koncepti:	kritosjemenjače, kultivirane biljke				

Razrada postignuća (ishoda)	Razina ishoda	Zadatak/pitanje za provjeru usvojenosti ishoda	Razina zadatka
1. Opisati anatomske i morfološke karakteristike vegetativnih i generativnih organa jednosupnica te navesti njihovu sistematsku podjelu.			
1.1. Usporediti anatomske i morfološke karakteristike vegetativnih organa (stabljika, list, korijen) jednosupnica s karakteristikama dvosupnica.	R2	Opiši i usporedi anatomske karakteristike poprečnog presjeka stabljike jednosupnica i dvosupnica. Objasni kako se mogu promatranjem žila u listu razlikovati jednosupnice i dvosupnice. Usporedi izgled korijena jednosupnica i dvosupnica.	R2 R2 R2
1.2. Usporediti anatomske i morfološke karakteristike generativnih organa (cvijet, plod) jednosupnica s karakteristikama dvosupnica.	R2	Usporedi razlike u građi cvjetova pojedinih porodica jednosupnica i dvosupnica. Objasni prilagodbu plodova na različite načine rasprostranjivanja. Objasni razliku između sjemenke jednosupnice i dvosupnice.	R2 R2 R2
1.3. Navesti sistematsku podjelu jednosupnica.	R1	Navedi porodice koje ubrajamo u jednosupnice.	R1
1.4. Protumačiti kriterije po kojima neku biljnu vrstu svrstavamo u određenu porodicu.	R2	Uz pomoć slikovnog materijala objasniti zašto ta biljna vrsta pripada određenoj porodici kritosjemenjača.	R2
2. Na primjerima najznačajnijih biljnih vrsta upoznati specifične karakteristike porodica jednosupnica te analizirati njihovo značenje za čovjeka uz osvrt na gospodarski značajne i kultivirane biljke te začinske, ljekovite, zaštićene i endemične biljne vrste hrvatske i svjetske flore.			

2.1. Promatranjem slikovnog materijala, opisati i objasniti povezanost građe cvijeta ljiljana s načinom njihova oprašivanja.	R2	Objasni povezanost građe cvijeta ljiljana s načinom njihova oprašivanja.	R2
2.2. Promatranjem slikovnog materijala, opisati građu trava te ju povezati s prilagodbom na uvjete staništa.	R2	Opiši građu klasića i cvijeta trava. Kako se naziva plod trava? Objasni na koji način su se trave prilagodila rastu na otvorenim staništima koja su izložena vjetrovima?	R1 R1 R2
2.3. Promatranjem slikovnog materijala, opisati i objasniti povezanost građe cvijeta orhideja s načinom njihova oprašivanja.	R2	Objasni povezanost građe cvijeta orhideje s načinom njihova oprašivanja.	R2
2.4. Navesti kultivirane vrste iz porodice trava i opisati njihov gospodarski značaj.	R1	Opiši gospodarski značaj kultiviranih vrsta iz porodice trava.	R1
2.5. Izdvojiti kultivirane i zaštićene vrste koje pripadaju porodici ljiljana.	R2	Koje vrste iz porodice ljiljana se rabe u prehrani ljudi? Smiješ li na livadi ubrati kockavicu? Zašto je kockavica ugrožena?	R1 R1 R2
2.6. Navesti tri zaštićene vrste iz porodice orhideja u Hrvatskoj.	R1	Navedi tri zaštićene vrste orhideja u Hrvatskoj.	R1
2.7. Navesti endemične biljne vrste hrvatske flore.	R1	Navedi i prepoznaj tri hrvatska endema.	R1

Tip nastavnog sata:	a. Obrada novih sadržaja		b. Ponavljanje i vježbanje		c. Provjeravanje i ocjenjivanje		
Nastavne metode:	usmeno izlaganje	razgovor	demonstracija	rad na tekstu	pisanje	crtanje	praktični rad
Materijalna priprema:	Nastavna sredstva (a) i pomagala (b): a) Herbarizirani materijal, radni listić, fotografije biljaka, evaluacijski listić, mikroskopski preparat jednosupnice kukuruza *Zea mays* b) Laptop, projektor, mikroskop						
Dodatna literatura:	• Begić V., Madaj Prpić J., Novoselić D. 2014. Biologija 7, udžbenik za sedmi razred osnovne škole. Alfa, Zagreb.						

	• Bendelja D., Budić I., Operta E., Pongrac N., Roščak R., Valečić H. 2013.Priroda 6, udžbenik za šesti razred osnovne škole. Školska knjiga, Zagreb. • Džapo J., Tonšetić J., Zadražil L. 2007. Biologija 7, udžbenik za sedmi razred osnovne škole. Profil International, Zagreb. • Džapo J., Tonšetić J., Zadražil L. 2007. Priroda 5, udžbenik za peti razred osnovne škole. Profil International, Zagreb

Didaktička artikulacija nastavnog sata					
Etapa nastavnog sata	vrijeme	DOMINANTNA AKTIVNOST		br. ishoda	Sociološki oblici rada
		Aktivnosti učitelja/učiteljice	Aktivnosti učenika		
Uvodni dio	***15***	Ponavljanje nastavne teme „Dvosupnice” kroz pitanja *Koje specifične karakteristike posjeduju dvosupnice?* Učenicima prikazati nekoliko biljnih vrsta i navesti ih na svrstavanje porodicama dvosupnica ili jednosupnica. Upitati učenike zašto su baš svrstali biljne vrste na taj način. Navesti učenike na uočavanje razlika između dvosupnica i jednosupnica (*Prilog 10*). Najava teme „Jednosupnice” i pisanje naslova na ploču.	Učenici aktivno sudjeluju u razgovoru ističući da je za dvosupnice karakteristična razgranata nervatura listova i razgranat korijen. Učenici aktivno sudjeluju u zadacima. Učenici uočavaju morfološke razlike dvosupnica (razgranata nervatura listova, razgranato korijenje) i jednosupnica (prugasta nervatura listova, čupavo korijenje). Učenici naslov pišu u bilježnice.	1.1. 1.2.	Grupni Frontalni
Središnji dio	***40***	Pomoću *PowerPoint prezentacije (Prilog 11)* prikazati sistematsku podjelu jednosupnica te opisati ekološki i gospodarski značaj jednosupnica na primjerima najznačajnijih predstavnika ljiljana, trava i orhideja. Učenicima pokazati sliku ljiljana i navesti ih da opišu građu cvijeta (*Prilog 12*).	Učenici prate *Power Point prezentaciju* upoznavajući se sa sistematskom podjelom jednosupnica te ekološkim i gospodarskim značajem jednosupnica na primjerima najznačajnijih predstavnika, ljiljana, trava i orhideja. Učenici proučavaju cvijet ljiljana i zaključuju da cvijet	1.3. 1.4. 2.4. 2.5. 2.6. 2.1.	Frontalni Grupni

			ljiljana ima perigon, dva kruga prašnika i trodijelnu plodnicu.		
		Učenicima pokazati sliku cvata trave i navesti ih da opišu građu cvata te navodi poznate predstavnike trava (*Prilog 13*).	Učenici proučavaju građu cvata trave te navode poznate predstavnike trava.	2.2.	Grupni
		Opisati građu cvijeta orhideje te istaknuti važnost medne usne prilikom oprašivanja (*Prilog 14*).	Učenici shvaćaju građu cvijeta orhideje i važnost medne usne prilikom oprašivanja.	2.3.	Grupni
Završni dio	***35***	Učenicima podijeliti radni materijal o entomofiliji (oprašivanju kukcima) te ih navesti na rad na tekstu kako bi mogli zaključiti što je entomofilija (*Prilog 15*).	Učenici čitaju tekst i zaključuju što je entomofilija.	2.3.	Grupni
		Pomoću interaktivnih aplikacija ponoviti gradivo o jednosupnicama i dvosupnicama.	Učenici aktivno sudjeluju u rješavanju interaktivnih aplikacija.		Grupni
		Učenicima podijeliti evaluacijske listiće (*Prilog 8*).	Učenici rješavaju evaluacijski listić.		Individualni

Bilješke učitelja nakon provedbe:	Učenici su aktivno sudjelovali u ostvarivanju odgojno- obrazovnih ishoda te uspješno savladali novo gradivo.

PLAN UČENIČKOG ZAPISA
Razred: Jednosupnice (Liliatae)
PRILOZI Prilog 10. Morfološke i anatomske razlike između Jednosupnica (Liliatae) i Dvosupnica (Magnoliatae) Prilog 11. PowerPoint Prezentacija Razred Dvosupnice (Magnoliatae) i Razred Jednosupnice (Liliatae) Prilog 12. Ljiljani (Liliaceae) Prilog 13. Trave (Poaceae) Prilog 14. Orhideje (Orhidaceae) Prilog 15. Oprašivanje kukcima ili entomofilija Prilog 8. Evaluacijski listić

5. REZULTATI

Inicijalna i završna provjera znanja analizirana je s obzirom na kognitivne razine, pouzdanost, kvalitetu pitanja, indeks lakoće (p) i indeks diskriminativnosti (D). Također su analizirani rezultati uspješnosti rješavanja inicijalne provjere znanja, završne te ponovljene završne provjere znanja kod učenika različitih nastavnih programa (gimnazijski program i program ekološki tehničari) i različitih skupina (kontrola i eksperimentalna). Osim navedenog, napravljena je analiza ankete provedene s učenicima kojom su se ispitale njihove navike učenja te analiza ankete provedene s nastavnicima kojom se ispitao njihov način poučavanja. Na taj način je proučena spremnost učenika pojedinih nastavnih programa za istraživačko učenje.

5.1. Analiza inicijalne provjere znanja

Inicijalna provjera znanja sastojala se od 12 zadataka (prilog 1) od kojih I. razinu postignuća ispituje 1 pitanje, II. razinu 10 pitanja, a III. razinu 1 pitanje (tablica 6). Za inicijalnu provjeru znanja Cronbachov alfa- koeficijent iznosi 0,66 što se smatra prihvatljivom provjerom znanja uz određenu doradu (Bukvić, 1982).

Tablica 6. Prikaz pitanja inicijalne provjere znanja s obzirom na razine, indeks lakoće i diskriminativnosti te kvalitetu pisanja, prirodoslovnu pismenost i utjecaj pitanja na odgovor

Redni broj pitanja	Razina pitanja	p	D	Kvaliteta pitanja	Prirodoslovna pismenost	Utjecaj pitanja na odgovor
1.	II.	1,09	0,33	3,96	4,75	3,17
2.	I.	0,24	0,09	3,46	4	2,92
3.	II.	0,99	0,63	3,25	2,75	3,75
4.	II.	0,16	0,21	3,92	4,67	3,17
5.	II.	0,18	0,18	2,79	2,58	3
6.	II.	0,1	0,21	3,42	3,42	3,42
7.	III.	0,84	0,42	3,25	3,58	2,92
8.	II.	0,99	0,84	3,38	4,42	2,33
9.	II.	0,87	0	3,17	3,67	2,67
10.	II.	0,43	0,54	3,21	4,08	2,33
11.	II.	0,97	0,78	3,5	3,92	3,08
12.	II.	0,75	0,21	3,25	4,25	2,25

Prema indeksu lakoće (p) 1., 3., 7., 8., 11. i 12. pitanje procijenjeno je kao lagano pitanje, dok se 10. pitanje smatra idealnim za testiranje. Prema indeksu diskriminativnosti 9. pitanje treba izostaviti iz ispita jer njegova diskriminativnost iznosi manje od 0,15, ali budući da je prema kvaliteti pitanja označeno kao dobro, može se razmatrati. U ispitu se nalazi nekoliko izvrsnih pitanja s indeksom diskriminativnosti većim od 0,35 (pitanja 3., 7., 8., 10. i 11.) koja precizno razlikuju uspješne učenike od neuspješnih. Kako bi rezultat bio što objektivniji, procjena prirodoslovne pismenosti i utjecaj pitanja na odgovor su rađeni na tri neovisna mjeritelja. Najveći utjecaj pitanja na odgovor procijenjen je kod 3. pitanja (U= 3,75), a najmanji kod 12. pitanja (U= 2,25). Prema kvaliteti pitanja, 5. pitanje procijenjeno je kao slabo postavljeno pitanje, 1., 4. i 11. pitanje procijenjeno je kao vrlo dobro postavljeno pitanje, dok ostala pitanja pripadaju dobro postavljenim pitanjima.

5.2. Analiza završne provjere znanja

Završna provjera znanja sadrži ukupno 11 pitanja (prilog 2). U završnoj provjeri znanja I. razinu postignuća ispituju 3 pitanja, II. razinu 7 pitanja, dok III. razinu ispituje 1 pitanje (tablica 7). Za završnu provjeru znanja Cronbachov alfa- koeficijent iznosi 0,73 što se smatra zadovoljavajuće pouzdanom provjerom znanja (Bukvić, 1982).

Tablica 7. Prikaz pitanja završne provjere znanja s obzirom na razine, indeks lakoće i diskriminativnosti te kvalitetu pisanja, prirodoslovnu pismenost i utjecaj pitanja na odgovor

Redni broj pitanja	Razina pitanja	p	D	Kvaliteta pitanja	Prirodoslovna pismenost	Utjecaj pitanja na odgovor
1.	II.	0,56	0,37	3,25	3,92	2,58
2.	II.	1,3	1,49	3,08	3,5	2,67
3.	II.	1,72	1,24	3,63	3,42	3,83
4.	I.	0,37	0,28	3,38	3,25	3,5
5.	I.	0,61	0,2	3,17	3,33	3
6.	II.	0,73	0,7	3	3,67	2,33
7.	II.	0,49	0,06	3,21	4,08	2,33
8.	I.	0,51	0,37	3,21	4,08	2,33
9.	III.	0,82	0,39	3,5	4,5	2,5
10.	II.	0,42	0,39	3,33	3,58	3,08
11.	II.	1,28	0,59	3,04	4,08	2

Prema indeksu lakoće (p) pitanja 2., 3., 6., 9. i 11. su procijenjena kao lagana, dok se ostala pitanja smatraju idealnima za testiranje. Prema indeksu diskriminativnosti 7. pitanje treba izostaviti iz ispita jer njegova diskriminativnost iznosi manje od 0,15, ali budući da je prema kvaliteti pitanja

označeno kao dobro, može se razmatrati. U ispitu se nalazi nekoliko izvrsnih pitanja s indeksom diskriminativnosti većim od 0,35 (pitanja 1., 2., 3., 6., 8., 9., 10. i 11.) koja precizno razlikuju uspješne učenike od neuspješnih. Najveći utjecaj pitanja na odgovor procijenjen je kod 3. pitanja (U= 3,83), a najmanji kod 11. pitanja (U= 2). Prema kvaliteti pitanja, 3. i 9. pitanje pripadaju vrlo dobro postavljenim pitanjima, dok sva ostala pitanja pripadaju dobro postavljenim pitanjima.

5.3. Analiza ponovljene završne provjere znanja

Ponovljena završna provjera znanja sadrži ukupno 11 pitanja (prilog 5). U završnoj provjeri znanja I. razinu postignuća ispituju 3 pitanja, II. razinu 7 pitanja, dok III. razinu ispituje 1 pitanje (tablica 8). Za završnu provjeru znanja Cronbachov alfa- koeficijent iznosi 0,80 što se smatra visoko pouzdanom provjerom znanja (Bukvić, 1982).

Tablica 8. Prikaz pitanja ponovljene završne provjere znanja s obzirom na razine, indeks lakoće i diskriminativnosti te kvalitetu pisanja, prirodoslovnu pismenost i utjecaj pitanja na odgovor

Redni broj pitanja	Razina pitanja	p	D	Kvaliteta pitanja	Prirodoslovna pismenost	Utjecaj pitanja na odgovor
1.	I	0,3	0,32	3,17	3,63	2,72
2.	I.	0,51	0,22	3,54	4,33	2,75
3.	I.	0,76	0	3,3	3,88	2,72
4.	II.	0,64	0,25	3,2	4,21	2,19
5.	II.	1,01	0,4	3,42	4,13	2,72
6.	II.	1,27	0,76	3,61	4,88	2,34
7.	II.	1,06	1,08	3,08	4,42	1,75
8.	II.	1,49	0,83	3,06	4,25	1,88
9.	II.	2,22	0,95	3,36	4,42	2,31
10.	II.	0,33	0,44	3,13	4,42	1,84
11.	III.	2,86	0,76	3,14	4,46	1,81

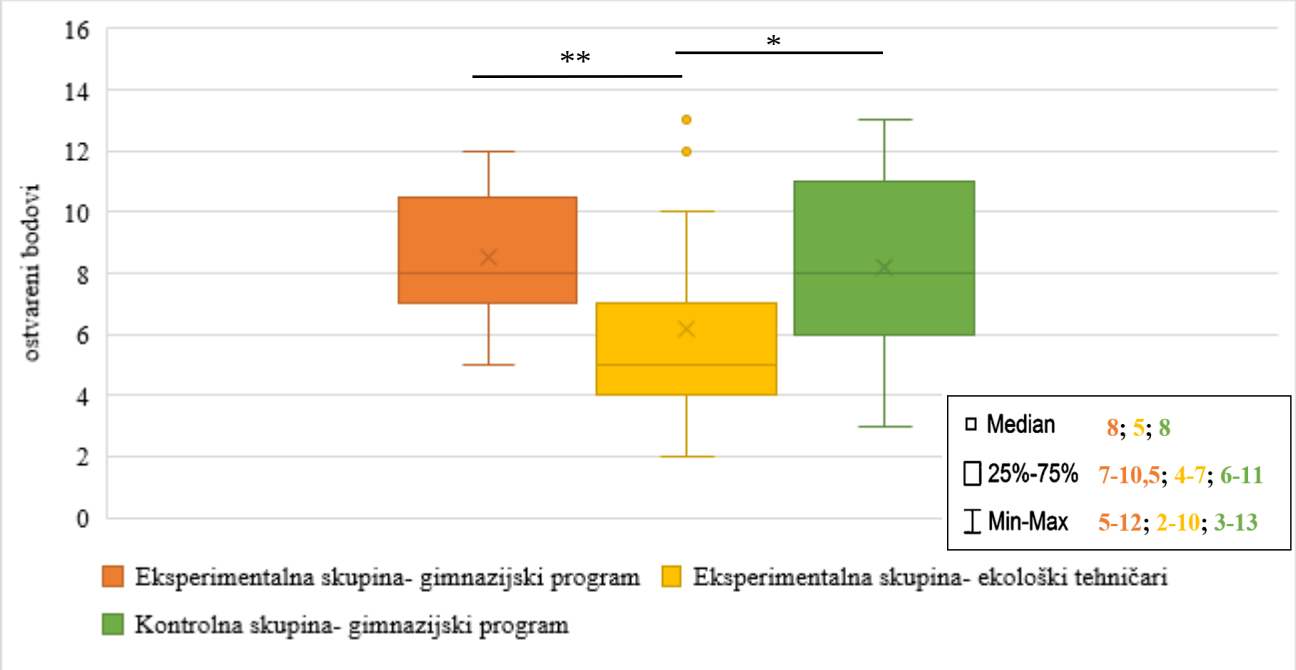
Prema indeksu lakoće (p) pitanja 3., 5., 6., 7., 8., 9. i 11. su procijenjena kao lagana, dok se ostala pitanja smatraju idealnima za testiranje. Prema indeksu diskriminativnosti 3. pitanje treba izostaviti iz ispita jer njegova diskriminativnost iznosi manje od 0,15, ali budući da je prema kvaliteti pitanja označeno kao dobro, može se razmatrati. U ispitu se nalazi nekoliko izvrsnih pitanja s indeksom diskriminativnosti većim od 0,35 (pitanja 5., 6., 7., 8., 9., 10. i 11.) koja precizno razlikuju uspješne učenike od neuspješnih. Najveći utjecaj pitanja na odgovor procijenjen je kod 2. pitanja (U= 2,75), a najmanji kod 7. pitanja (U= 1,75). Prema kvaliteti pitanja, 2. i 6. pitanje pripadaju vrlo dobro postavljenim pitanjima, dok sva ostala pitanja pripadaju dobro postavljenim pitanjima.

5.4. Rezultati uspješnosti rješavanja inicijalne i završne provjere znanja

Analizom rezultata inicijalne i završne provjere znanja uspoređena je ukupna uspješnost u usvajanju gradiva između učenika koji su sadržaj iz biologije učili tradicionalnim, frontalnim oblikom rada s metodom usmenog izlaganja (kontrolna skupina-gimnazijski program), učenika koji su isti sadržaj učili primjenjujući istraživačko učenje (eksperimentalna skupina-gimnazijski program) i učenika koji su isti sadržaj učili primjenjujući istraživačko učenje, ali pohađaju drugačiji nastavni program od prve dvije skupine (eksperimentalna skupina-ekološki tehničari) (slika 4, slika 7, slika 12). Nadalje, uspoređena je ukupna uspješnost svake skupine učenika zasebno u pitanjima II. i III. razine u inicijalnoj (slika 5 i 6), završnoj provjeri znanja (slika 8, 9 i 10) i ponovljenoj završnoj provjeri znanja (slika 13, 14 i 15). Osim navedenog, prikazana je usporedba ukupne uspješnosti u inicijalnoj provjeri u odnosu na završnu provjeru znanja za sve istraživane skupine (slika 11) te usporedba ukupne uspješnosti u završnoj provjeri u odnosu na ponovljenu završnu (slika 16).

5.4.1. Rezultati inicijalne provjere znanja

Analizom rezultata inicijalne provjere znanja dobiveni su podaci o učenikovom predznanju o sadržajima koje su učili nakon njene provedbe.



Slika 4. Ostvareni uspjeh u inicijalnoj provjeri znanja kod učenika eksperimentalne i kontrolne skupine *=p≤0,05; **=p≤0,01

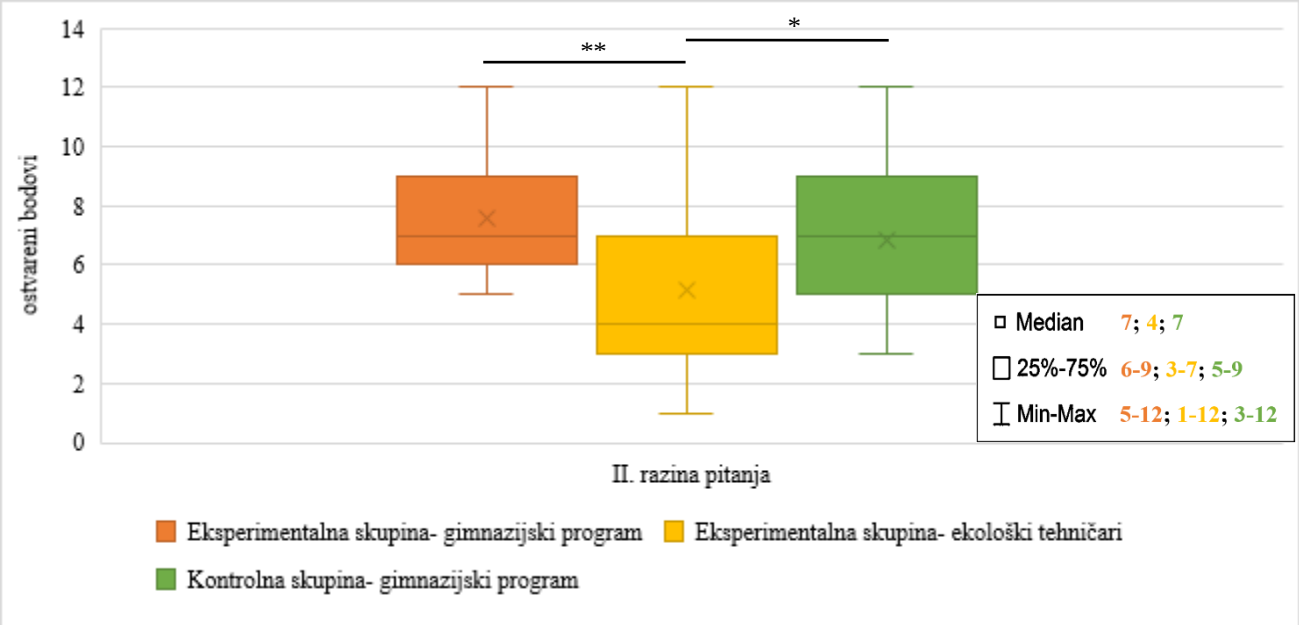
U inicijalnoj pisanoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su ostvarili najmanje 5, a najviše 12 bodova. Barem 50% učenika ima 8 bodova ili manje, te 8 bodova ili više. 25% učenika ima 7 bodova ili manje, a 25% učenika 10,5 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 8,52.

Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 2 boda, a najviše 10 bodova. Barem 50% učenika ima 5 bodova ili manje, te 5 bodova ili više. 25% učenika ima 4 boda ili manje, a 25% učenika 7 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 6,17. Vrijednosti koje odstupaju od uobičajenih su 12 i 13 bodova.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su najmanje 3 boda, a najviše 13 bodova. Barem 50% učenika ima 8 bodova ili manje, te 8 bodova ili više. 25% učenika ima 6 bodova ili manje, a 25% učenika 11 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 8,17.

Prema tome, učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u inicijalnoj pisanoj provjeri znanja ostvaruju približno iste rezultate kao i učenici kontrolne skupine istog programa što pokazuje da obje istraživane skupine imaju slično predznanje iz ispitivanog područja.

Učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa postižu statistički značajno veću uspješnost od učenika eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ($U= 113,5$; $N_1= 21$; $N_2= 23$; $p= 0,002$). Od njih su također uspješniji učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa pri čemu pokazuju statistički značajnu razliku ($U= 151$; $N_1= 23$; $N_2= 21$; $p= 0,033$).



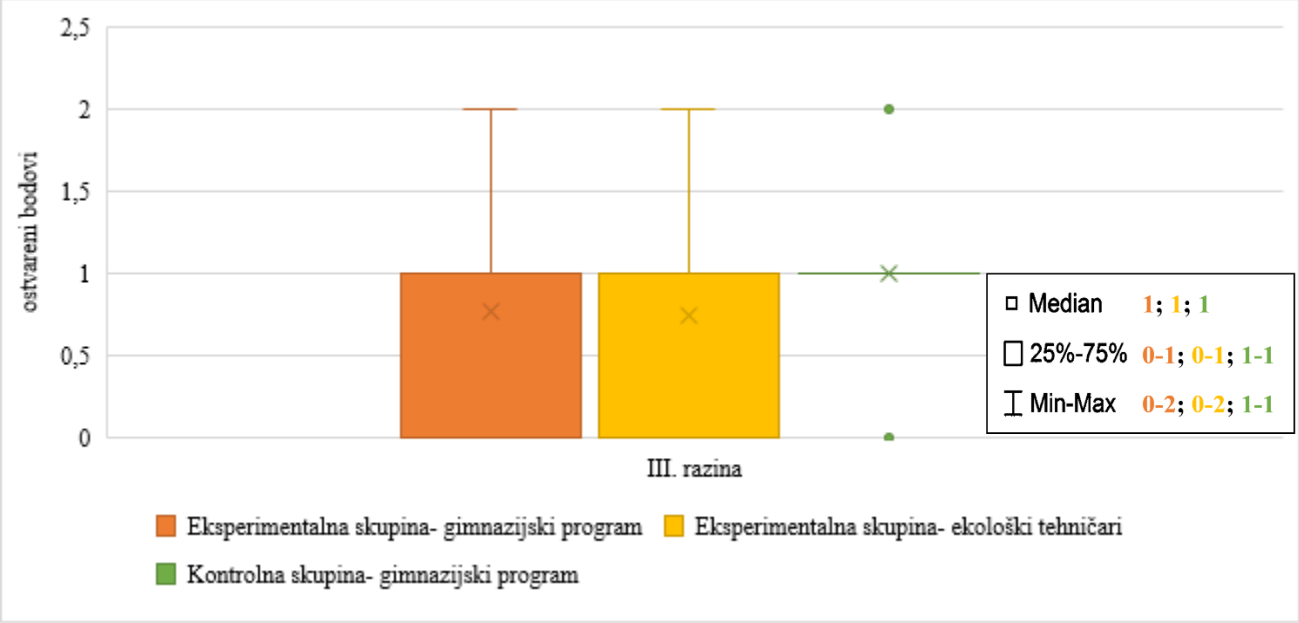
Slika 5. Usporedba ostvarenog uspjeha kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine u pitanju II. razine inicijalne provjere znanja *=p≤0,05; **=p≤0,01

Iz slike 5. vidljivo je da su učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u pitanjima II. razine inicijalne pisane provjere znanja ostvarili najmanje 5, a najviše 12 bodova. Barem 50% učenika ima 7 bodova ili manje, te 7 bodova ili više. 25% učenika ima 6 bodova ili manje, a 25% učenika 9 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 7,57.

Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 1 bod, a najviše 12 bodova. Barem 50% učenika ima 4 boda ili manje, te 4 boda ili više. 25% učenika ima 3 boda ili manje, a 25% učenika 7 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 5,17.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su najmanje 3 boda, a najviše 12 bodova. Barem 50% učenika ima 7 bodova ili manje, te 7 bodova ili više. 25% učenika ima 5 bodova ili manje, a 25% učenika 9 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 6,87.

Uspoređujući međusobno učenike eksperimentalnih skupina, vidljivo je da učenici gimnazijskog programa postižu statistički značajno bolje rezultate u pitanjima II. razine u odnosu na učenike ekološke tehničare ($U= 108,5$; $N_1= 21$; $N_2= 22$; $p= 0,002$). Osim navedenog, od eksperimentalne skupine ekoloških tehničara su statistički značajno veću uspješnost postigli učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ($U= 163$; $N_1= 23$; $N_2= 23$; $p= 0,026$).



Slika 6. Usporedba ostvarenog uspjeha kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine u pitanju III. razine inicijalne provjere znanja

Učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su u pitanju III. razine inicijalne pisane provjere znanja ostvarili najmanje 0, a najviše 2 boda. Barem 50% učenika ima 1 bod ili manje, te 1 bod ili više. 25% učenika ima 0 bodova, a 25% učenika 1 bod ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 0,76.

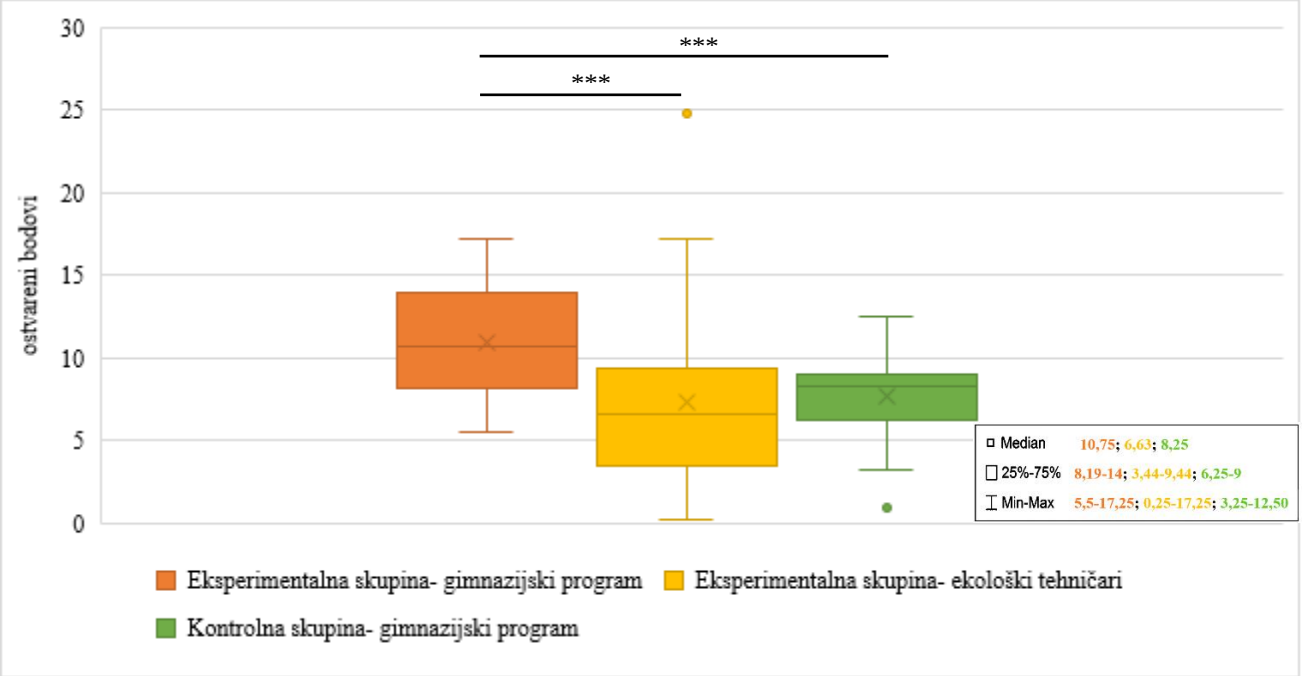
Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 0, a najviše 2 boda. Barem 50% učenika ima 1 bod ili manje, te 1 bod ili više. 25% učenika ima 0 bodova, a 25% učenika 1 bod ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 0,74 .

Prosječni broj ostvarenih bodova svakog učenika kontrolne skupine gimnazijskog programa što znači da barem 50% učenika ima 1 bod ili manje, te 1 bod ili više, odnosno 25% učenika ima 1 bod ili manje, a 25% učenika 1 bod ili više.

Iz slike 6. vidljivo je da učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa bolje odgovaraju na pitanja III. razine od eksperimentalne skupine učenika (gimnazijski program i ekološki tehničari).

5.4.2. Rezultati završne provjere znanja

Analizom završne provjere znanja prikazana je razlika u uspješnosti učenika u svladavanju gradiva s obzirom na primjenu istraživačkog učenja ili frontalnog oblika rada s metodom usmenog izlaganja.



Slika 7. Ostvareni uspjeh u završnoj provjeri znanja kod učenika eksperimentalne i kontrolne skupine ***=p≤0,001

U završnoj pisanoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su ostvarili najmanje 5,5, a najviše 17,25 bodova. Barem 50% učenika ima 10,75 bodova ili manje, te 10,75 bodova ili više. 25% učenika ima 8,19 bodova ili manje, a 25% učenika 14 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 10,97.

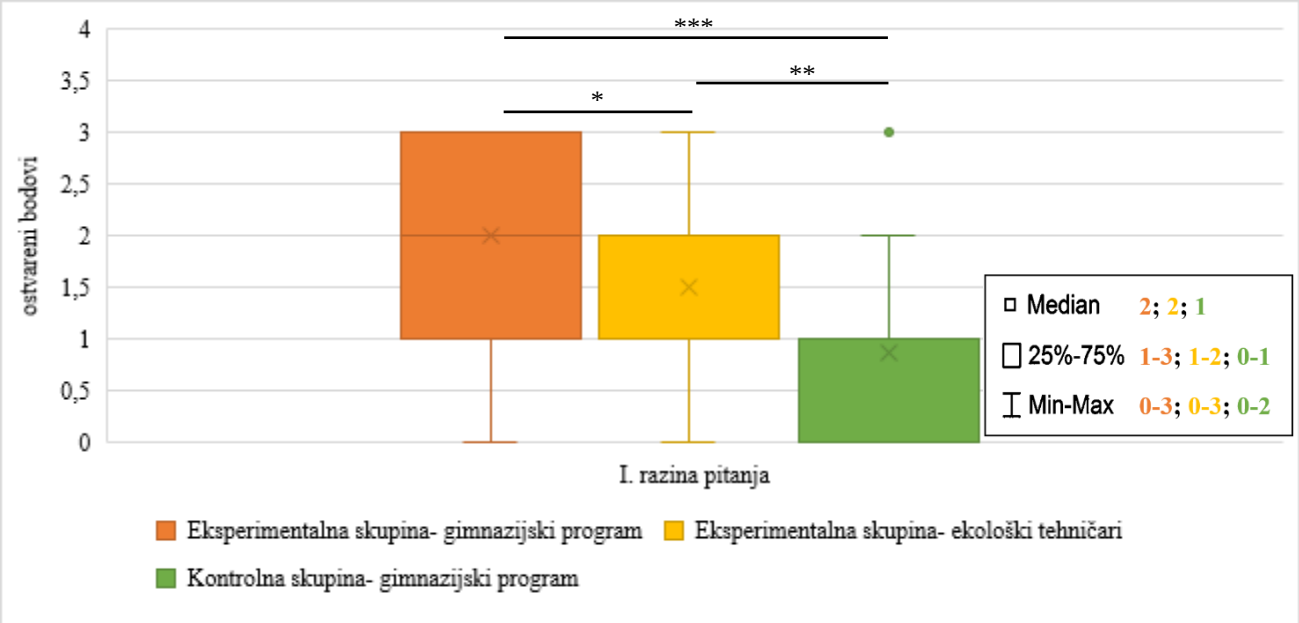
Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 0,25 bodova, a najviše 17,25 bodova. Barem 50% učenika ima 6,63 bodova ili manje, te 6,63 bodova ili više. 25% učenika ima 3,44 boda ili manje, a 25% učenika 9,44 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 7,36. Vrijednost koja odstupa od uobičajene je 24,75.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su najmanje 3,25 boda, a najviše 12,5 bodova. Barem 50% učenika ima 8,25 bodova ili manje, te 8,25 bodova ili više. 25% učenika ima 6,25 bodova ili manje, a 25% učenika 9 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 7,73. Vrijednost koja odstupa od uobičajene je 1.

Prema tome, učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u završnoj pisanoj provjeri znanja postižu statistički značajno bolje rezultate od učenika kontrolne skupine tog istog programa (U= 102; N_1= 26; N_2= 18; p= 0,001).

Uspoređujući međusobno učenike eksperimentalnih skupina, vidljivo je da su učenici gimnazijskog programa statistički značajno bolji u odnosu na učenike ekološke tehničare (U= 93; N_1= 26; N_2= 18; p= 0,0007).

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa su ostvarili približno iste rezultate kao i učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara.



Slika 8. Usporedba ostvarenog uspjeha kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine u pitanju I. razine završne provjere znanja *=p≤0,05; **=p≤0,01; ***=p≤0,001

Iz slike 8. vidljivo je da su učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u pitanju I. razine završne pisane provjere znanja ostvarili najmanje 0, a najviše 3 boda. Barem 50% učenika

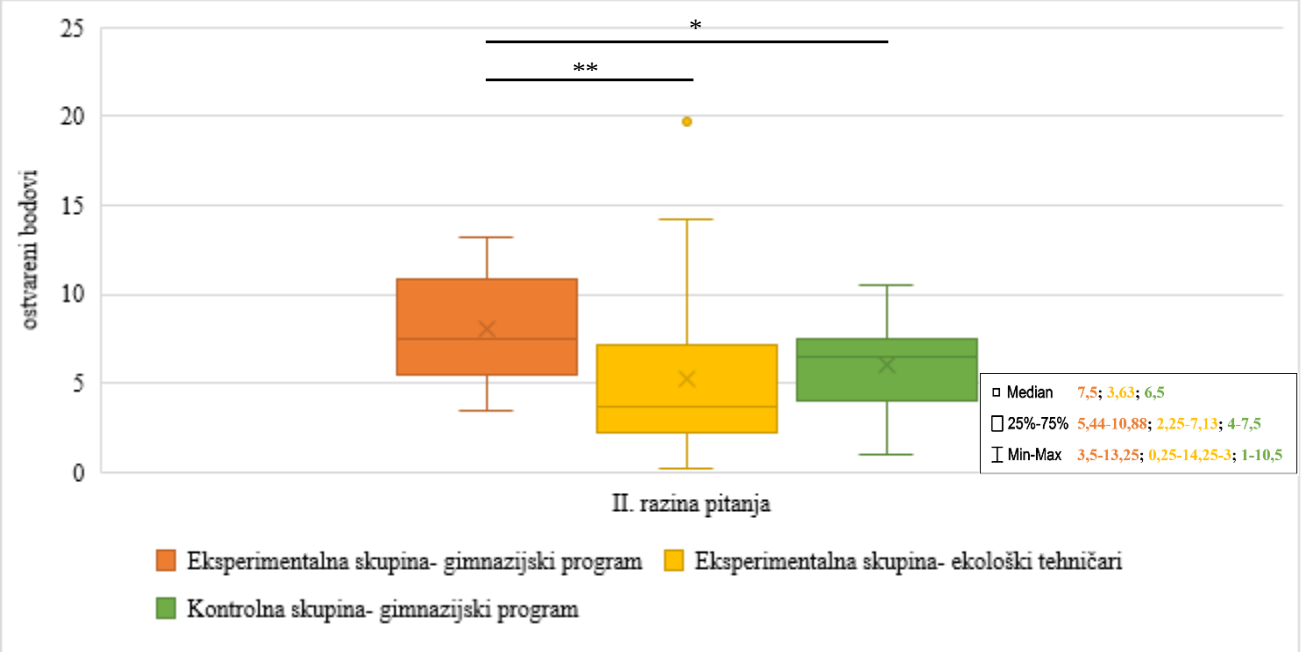
ima 2 boda ili manje, te 2 boda ili više. 25% učenika ima 1 bod ili manje, a 25% učenika 3 boda. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 2.

Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 0, a najviše 3 boda. Barem 50% učenika ima 2 boda ili manje, te 2 boda ili više. 25% učenika ima 1 bod ili manje, a 25% učenika 2 boda ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 1,5.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su najmanje 0, a najviše 2 boda. Barem 50% učenika ima 1 bod ili manje, te 1 bod ili više. 25% učenika ima 0 bodova, a 25% učenika 1 bod ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 0,87. Vrijednost koja odstupa od uobičajene je 3.

Prema tome, učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa postižu statistički značajno bolje rezultate u pitanjima I. razine u odnosu na učenike kontrolne skupine tog istog programa (U= 82; N_1= 26; N_2= 19; p= 0,0001), a također pokazuju statistički značajnu razliku u uspješnosti i u odnosu na učenike eksperimentalne skupine ekoloških tehničara (U= 191,5; N_1= 26; N_2= 22; p= 0,038).

Eksperimentalna skupina učenika ekoloških tehničara je statistički značajno bolja u odgovaranju na pitanja I. razine od učenika kontrolne skupine gimnazijskog programa (U= 99; N_1= 22; N_2= 19; p= 0,0042).



Slika 9. Usporedba ostvarenog uspjeha kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine u pitanju II. razine završne provjere znanja *=p≤0,05; **=p≤0,01

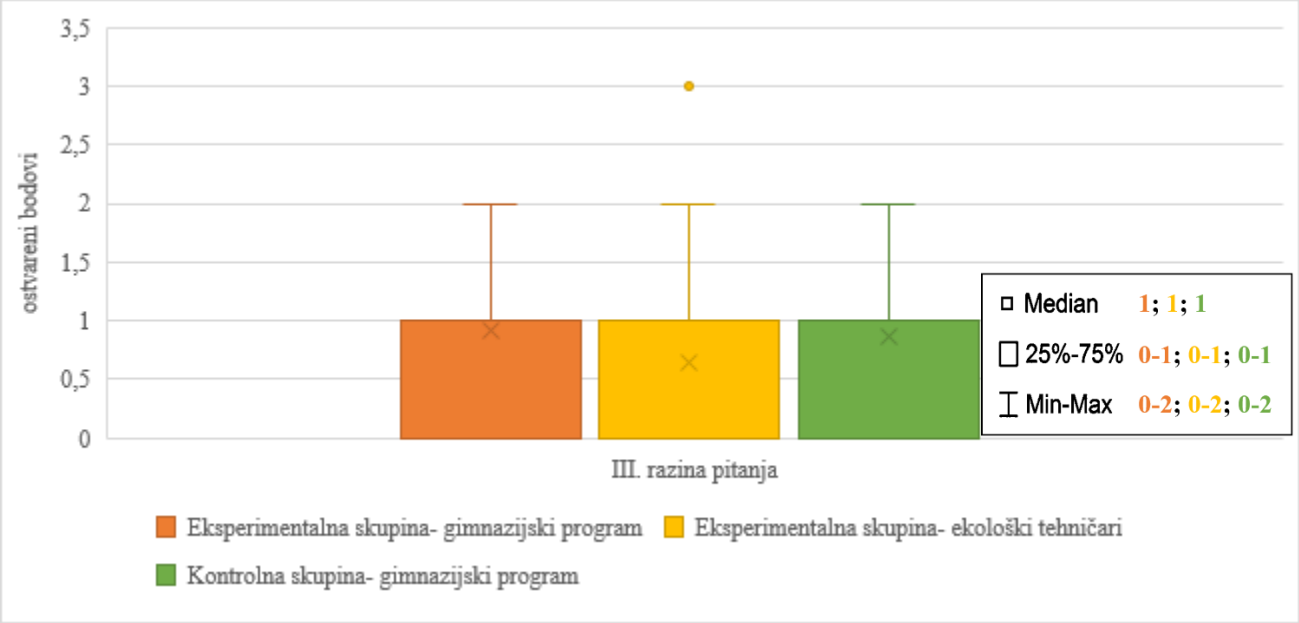
Slika 9. prikazuje da su učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u pitanju II. razine završne pisane provjere znanja ostvarili najmanje 3,5, a najviše 13,25 bodova. Barem 50% učenika ima 7,5 bodova ili manje, te 7,5 bodova ili više. 25% učenika ima 5,44 bodova ili manje, a 25% učenika 10,88 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 8,05.

Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 0,25 bod, a najviše 14,25 bodova. Barem 50% učenika ima 3,63 boda ili manje, te 3,63 boda ili više. 25% učenika ima 2,25 boda ili manje, a 25% učenika 7,13 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 5,23. Vrijednost koja odstupa od uobičajene je 19,75.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su najmanje 1 bod, a najviše 10,5 bodova. Barem 50% učenika ima 6,5 bodova ili manje, te 6,5 bodova ili više. 25% učenika ima 4 boda ili manje, a 25% učenika 7,5 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 5,99.

Uspoređujući međusobno eksperimentalne skupine vidljivo je da učenici gimnazijskog programa postižu statistički značajno veću uspješnost u odgovaranju na pitanja II. razine u odnosu na ekološke tehničare ($U= 135$; $N_1= 26$; $N_2= 22$; $p= 0,002$).

Učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su uspješnije odgovarali na pitanja II. razine u odnosu na učenike kontrolne skupine istog programa te je razlika statistički značajna ($U= 148$; $N_1= 26$; $N_2= 19$; $p= 0,023$).



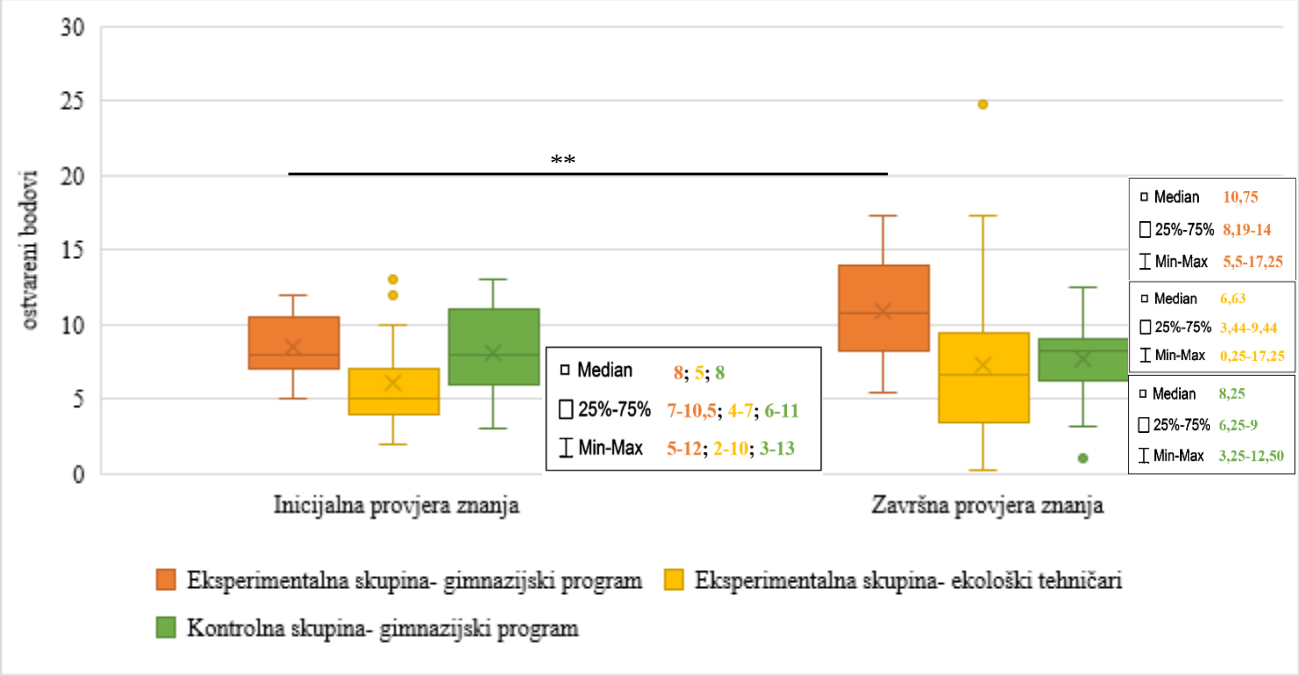
Slika 10. Usporedba ostvarenog uspjeha kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine u pitanju III. razine završne provjere znanja

U pitanju III. razine završne provjere znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa, eksperimentalne skupine ekoloških tehničara te kontrolne skupine gimnazijskog programa

su ostvarili najmanje 0 bodova, a najviše 2 boda. Barem 50% učenika svih skupina ima 1 bod ili manje, te 1 bod ili više. Dok je prosječni broj ostvarenih bodova svih učenika eksperimentalne skupine gimnazijskog programa 0,92 što je približno ostvarenom prosječnom broju bodova svih učenika kontrolne skupine gimnazijskog programa ($\bar{x}$= 0,87). Najmanji prosječan broj ostvaruju učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ($\bar{x}$= 0,64).

5.4.3. Usporedba ukupne uspješnosti učenika u inicijalnoj i završnoj provjeri znanja

Kako bi se provjerila uspješnost učenja za svaku istraživanu skupinu napravljena je usporedba ostvarenih bodova inicijalne i završne pisane provjere znanja.



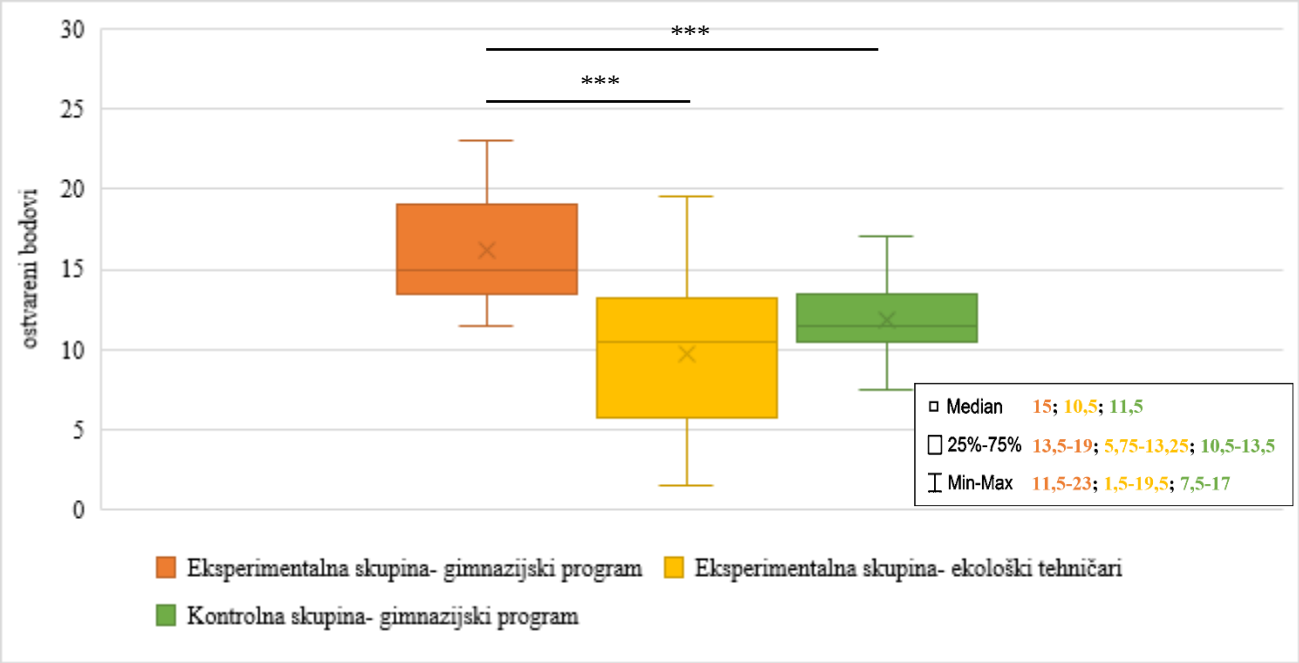
Slika 11. Usporedba ostvarenog uspjeha u inicijalnoj i završnoj provjeri znanja kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine **=p≤0,01

Za razliku od rezultata inicijalne provjere znanja, u završnoj provjeri znanja statistički značajno veću uspješnost pokazuju učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa (Z= 2,60; N= 21; p= 0,009).

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su lošije rezultate u završnoj provjeri znanja ($\bar{x}$= 7,73) u odnosu na inicijalnu ($\bar{x}$= 8,17), dok su učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili bolje rezultate u završnoj provjeri znanja ($\bar{x}$= 7,36) nego u inicijalnoj provjeri znanja ($\bar{x}$= 6,17), ali razlika nije statistički značajna.

5.5. Rezultati uspješnosti rješavanja ponovljene završne provjere znanja

Rezultati ponovljene završne provjere znanja (prilog 5) pokazuju razlike u retenciji znanja nakon određenog vremenskog razdoblja kod učenika koji su radili istraživačkim pristupom učenju te učenika koji su radili frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja.



Slika 12. Ostvareni uspjeh u ponovljenoj završnoj provjeri znanja kod učenika eksperimentalne i kontrolne skupine ***=p≤0,001

U ponovljenoj završnoj pisanoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su ostvarili najmanje 11,5, a najviše 23 boda. Barem 50% učenika ima 15 bodova ili manje, te 15 bodova ili više. 25% učenika ima 13,5 bodova ili manje, a 25% učenika 19 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 16,21.

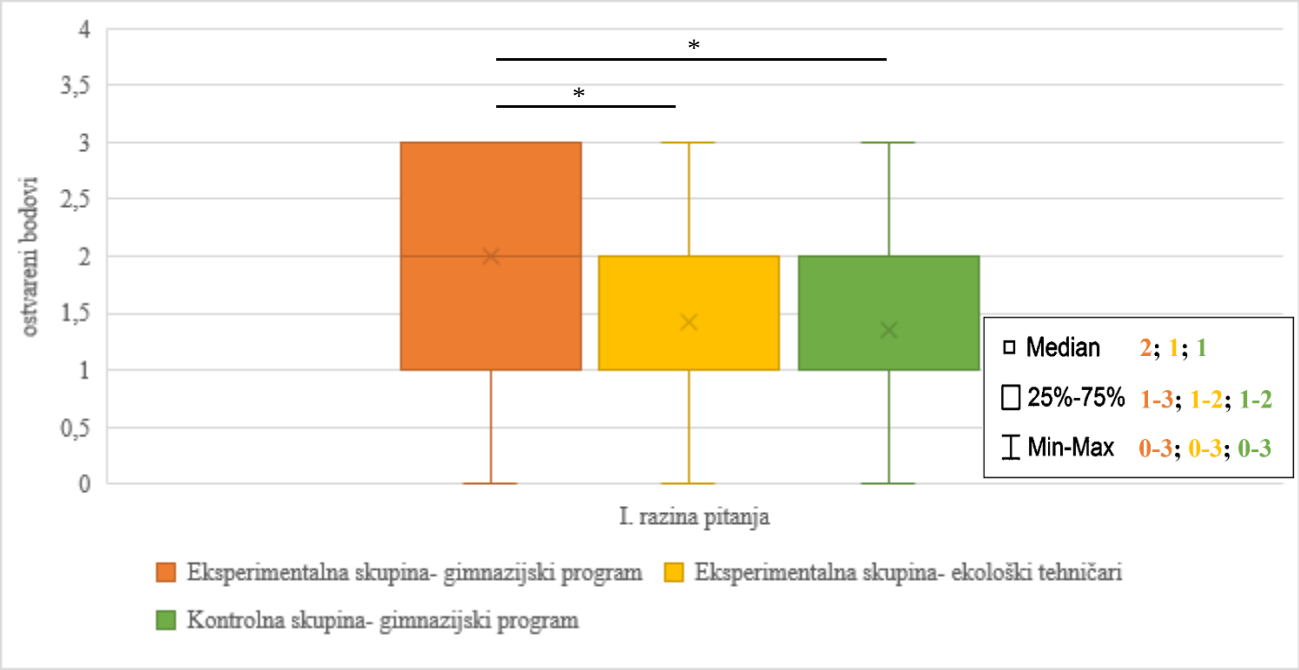
Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 1,5 bod, a najviše 19,5 bodova. Barem 50% učenika ima 10,5 bodova ili manje, te 10,5 bodova ili više. 25% učenika ima 5,75 bodova ili manje, a 25% učenika 13,25 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 9,71.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su najmanje 7,5 boda, a najviše 17 bodova. Barem 50% učenika ima 11,5 bodova ili manje, te 11,5 bodova ili više. 25% učenika ima 10,5 bodova ili manje, a 25% učenika 13,5 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 11,87.

Prema tome, učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u ponovljenoj završnoj provjeri znanja postižu statistički značajno bolje rezultate od učenika kontrolne skupine tog istog programa (U= 63; N_1= 19; N_2= 23; p= 0,00009).

Uspoređujući međusobno učenike eksperimentalnih skupina, vidljivo je da su učenici gimnazijskog programa statistički značajno bolji u odnosu na učenike ekološke tehničare (U= 45,5; N_1= 19; N_2= 21; p= 0,00003).

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa su ostvarili približno istu srednju vrijednost ostvarenih bodova kao i učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara.



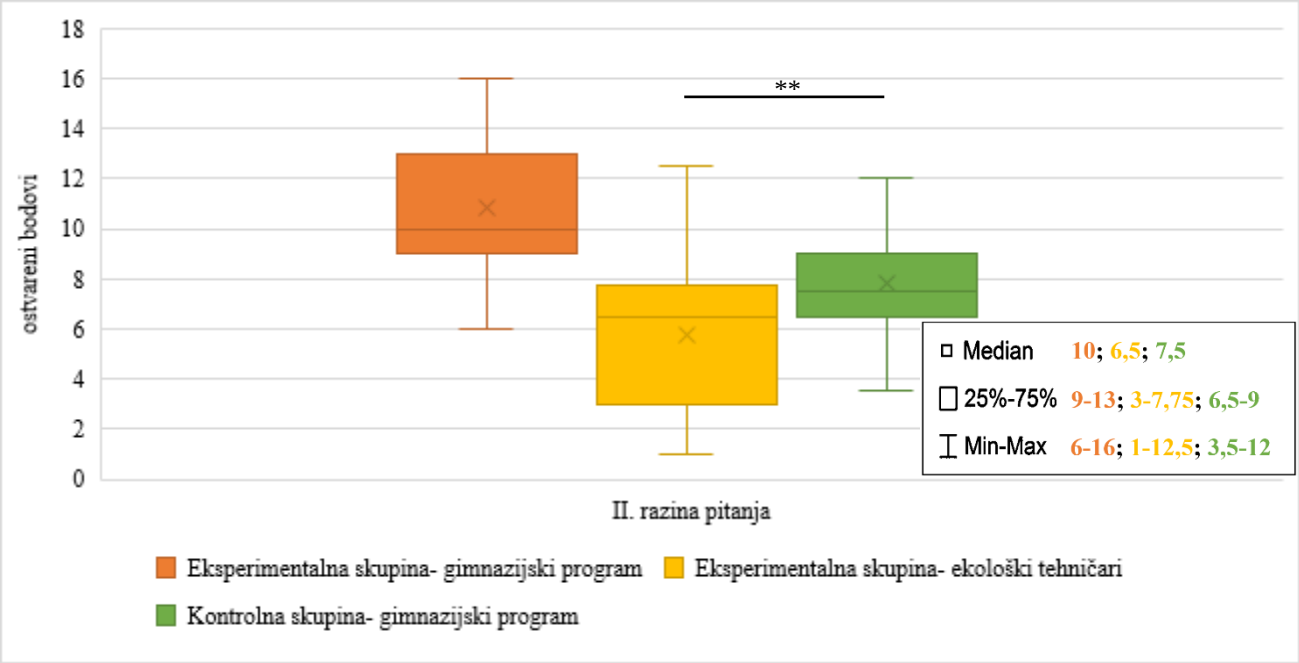
Slika 13. Usporedba ostvarenog uspjeha kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine u pitanju I. razine ponovljene završne provjere znanja *=p≤0,05

Iz slike 13. vidljivo je da su učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u pitanju I. razine ponovljene završne pisane provjere znanja ostvarili najmanje 0, a najviše 3 boda. Barem 50% učenika ima 2 boda ili manje, te 2 boda ili više. 25% učenika ima 1 bod ili manje, a 25% učenika 3 boda. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 2.

Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 0, a najviše 3 boda. Barem 50% učenika ima 1 boda ili manje, te 1 boda ili više. 25% učenika ima 1 bod ili manje, a 25% učenika 2 boda ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 1,43.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su najmanje 0, a najviše 3 boda. Barem 50% učenika ima 1 bod ili manje, te 1 bod ili više. 25% učenika ima 1 bod, a 25% učenika 2 boda ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 1,35.

Prema tome, učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u ponovljenoj završnoj pisanoj provjeri znanja postižu statistički značajno bolje rezultate u pitanjima I. razine u odnosu na učenike kontrolne skupine tog istog programa (U= 141,5; N_1= 19; N_2= 23; p= 0,045), a također pokazuju statistički značajnu razliku u uspješnosti i u odnosu na učenike eksperimentalne skupine ekoloških tehničara (U= 126,5; N_1= 19; N_2= 21; p= 0,040).



Slika 14. Usporedba ostvarenog uspjeha kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine u pitanju II. razine ponovljene završne provjere znanja **=p≤0,01

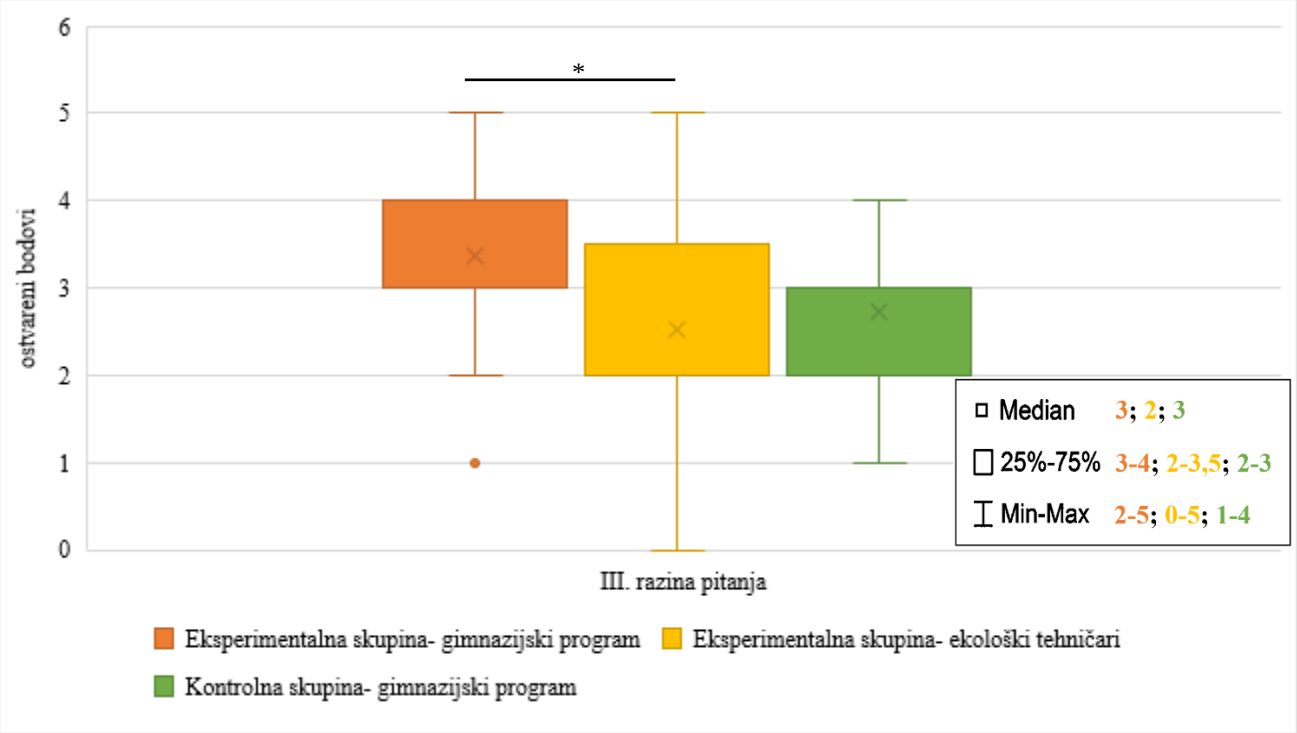
Slika 14. prikazuje da su učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u pitanju II. razine ponovljene završne pisane provjere znanja ostvarili najmanje 6, a najviše 16 bodova. Barem 50% učenika ima 10 bodova ili manje, te 10 bodova ili više. 25% učenika ima 9 bodova ili manje, a 25% učenika 13 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 10,84.

Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 1 bod, a najviše 12,5 bodova. Barem 50% učenika ima 6,5 bodova ili manje, te 6,5 bodova ili više. 25% učenika ima 3 boda ili manje, a 25% učenika 7,75 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 5,76.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su najmanje 3,5 boda, a najviše 12 bodova. Barem 50% učenika ima 7,5 bodova ili manje, te 7,5 bodova ili više. 25% učenika ima 6,5 boda ili manje, a 25% učenika 9 bodova ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 7,78.

Učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u ponovljenoj završnoj provjeri znanja postigli su najvišu srednju vrijednost ostvarenih bodova u pitanjima II. razine u odnosu na učenike kontrolne skupine tog istog programa, kao i u odnosu na učenike eksperimentalne skupine ekoloških tehničara, ali razlika nije statistički značajna.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa postižu statistički značajno veću uspješnost od učenika eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ($U= 116,5$; $N_1= 23$; $N_2= 21$; $p= 0,003$).



Slika 15. Usporedba ostvarenog uspjeha kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine u pitanju III. razine ponovljene završne provjere znanja *=p≤0,05

Iz slike 15. vidljivo je da su učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u pitanju III. razine ponovljene završne pisane provjere znanja ostvarili najmanje 2, a najviše 5 bodova. Barem 50% učenika ima 3 boda ili manje, te 3 boda ili više. 25% učenika ima 3 boda ili manje, a 25% učenika 4 boda ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 3,37.

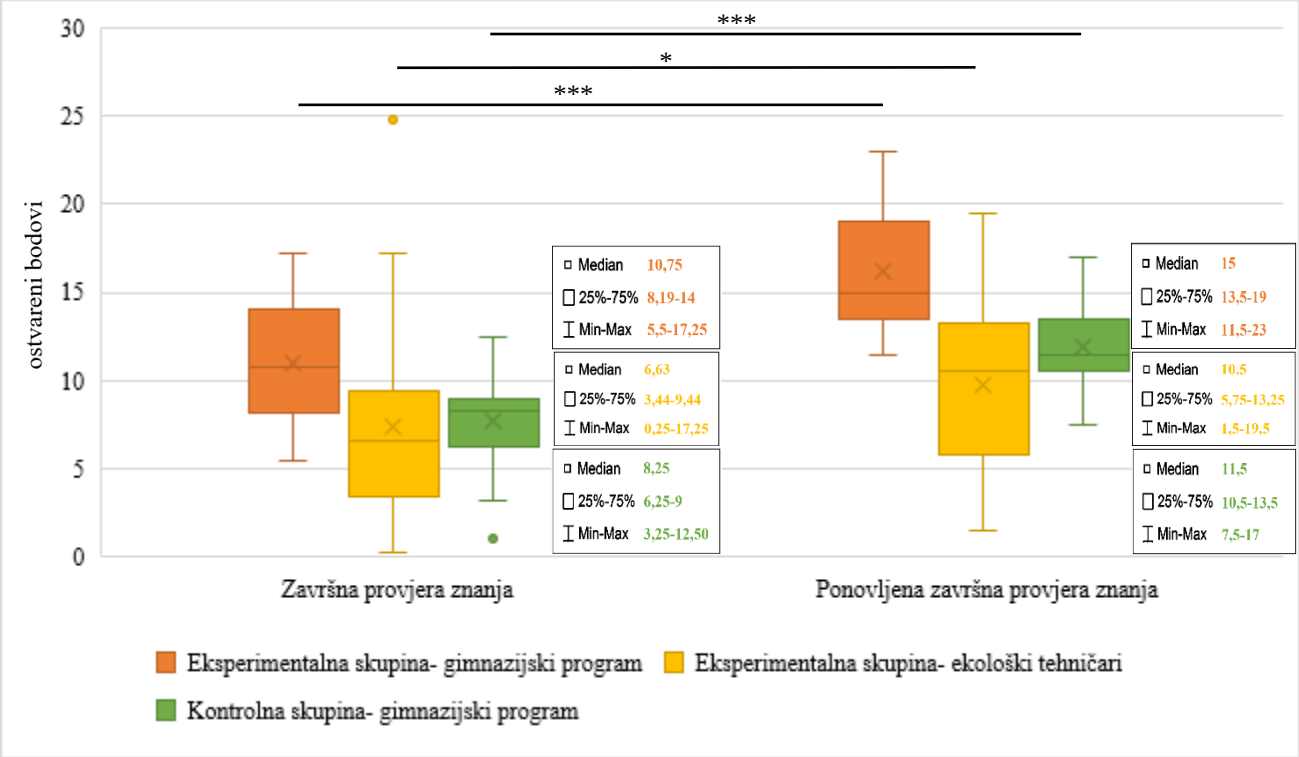
Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara ostvarili su najmanje 0, a najviše 5 bodova. Barem 50% učenika ima 2 boda ili manje, te 2 boda ili više. 25% učenika ima 2 boda ili manje, a 25% učenika 3,5 boda ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 2,52.

Učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa ostvarili su najmanje 1, a najviše 4 boda. Barem 50% učenika ima 3 boda ili manje, te 3 boda ili više. 25% učenika ima 2 boda, a 25% učenika 3 boda ili više. Prosječan broj ostvarenih bodova svakog učenika je 2,74.

U završnoj pisanoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa postižu statistički značajno bolje rezultate od učenika iste skupine ekoloških tehničara (U= 124; N_1= 19; N_2= 21; p= 0,035).

5.5.1. Usporedba ukupne uspješnosti učenika u završnoj i ponovljenoj završnoj provjeri znanja

Kako bi se uvidjela uspješnost učenja s obzirom na retenciju znanja napravljena je usporedba ostvarenih bodova završne i ponovljene završne pisane provjere znanja.



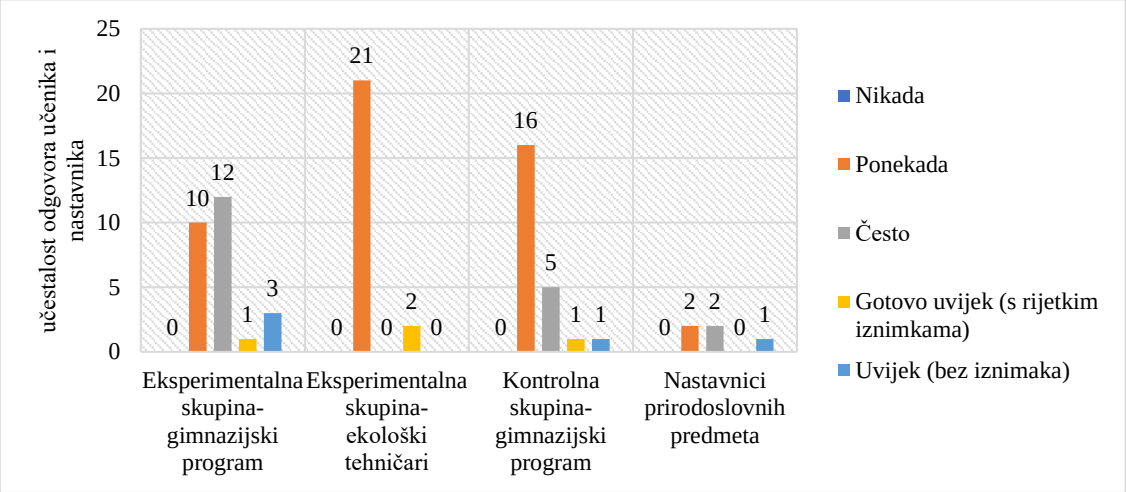
Slika 16. Usporedba ostvarenog uspjeha u završnoj i ponovljenoj završnoj provjeri znanja kod učenika kontrolne i eksperimentalne skupine *=p≤0,05; ***=p≤0,001

U ponovljenoj završnoj provjeri znanja učenici svih skupina su ostvarili bolje rezultate u odnosu na završnu provjeru znanja.

Za razliku od rezultata završne provjere znanja, u ponovljenoj završnoj provjeri znanja statistički značajno veću uspješnost pokazuju učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa (Z= 3,66; N= 19; p= 0,0002), učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara (Z= 2,29; N= 21; p= 0,021) te učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa (Z= 4,19; N= 23; p= 0,00002).

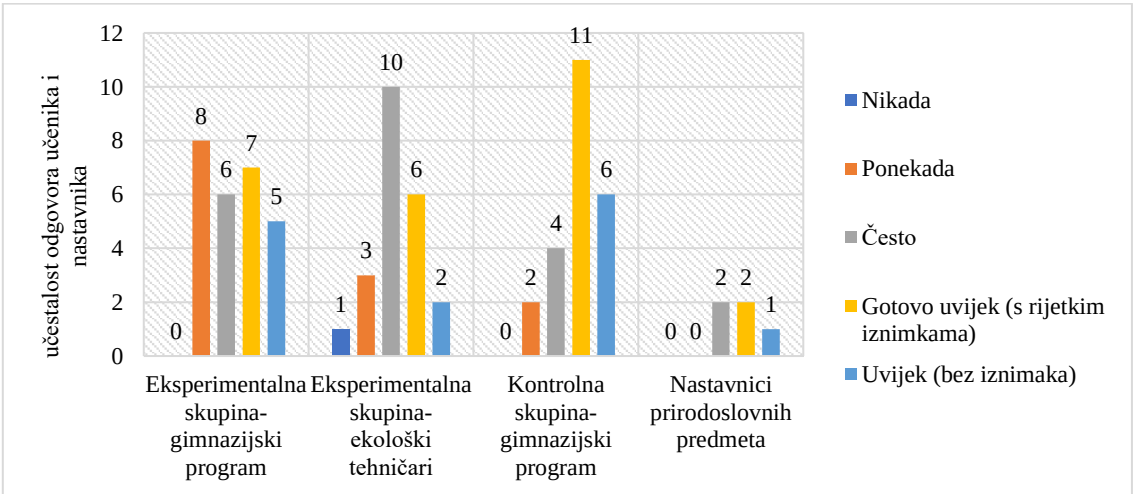
5.6. Rezultati ankete o navikama učenja i poučavanja

Rezultati ankete koja ispituje navike učenja kod učenika, odnosno poučavanja nastavnika predstavljaju subjektivno mišljenje učenika i nastavnika o nastavnom procesu i u njima su prikazani odgovori na odabrana pitanja ankete svih nastavnika i učenika pojedinog nastavnog programa (gimnazijski program i program ekoloških tehničara).



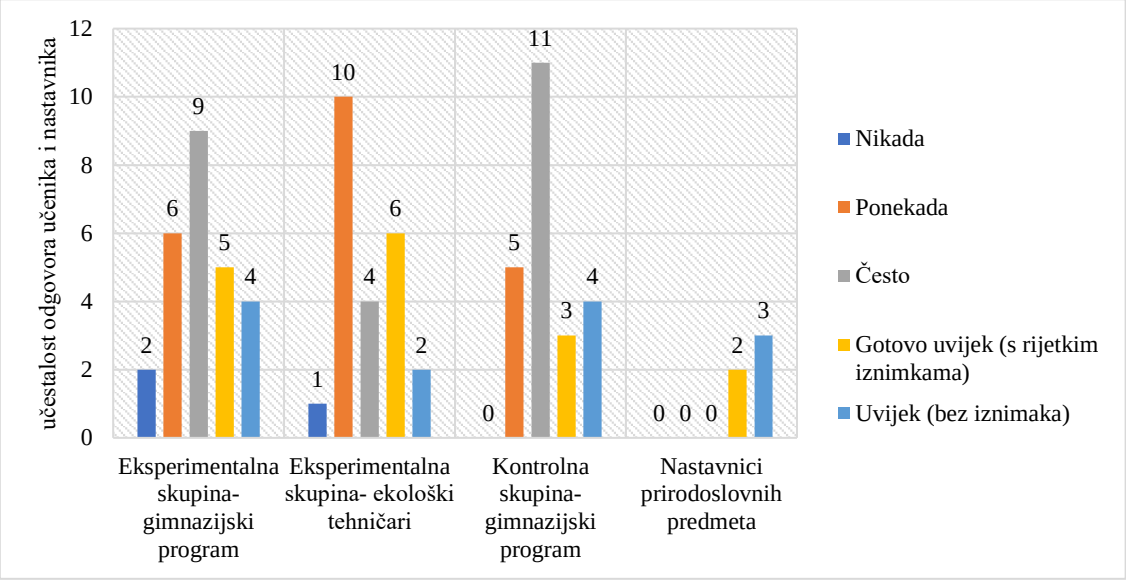
Slika 17. Usporedba odgovora svih učenika pojedinog nastavnog programa i nastavnika prirodoslovnih predmeta na pitanje „*Na nastavi radimo u grupama*“

Na grafičkom prikazu uočava se da najmanji broj učenika smatra da nikada, uvijek ili gotovo uvijek na nastavi radi u grupama. Učenici nastavnog programa ekološki tehničari i gimnazijskog programa kontrolne skupine u najvećem broju navode da na nastavi ponekad rade u grupama, dok učenici gimnazijskog programa eksperimentalne skupine u najvećem broju navode da često rade u grupama. U podjednakom omjeru nastavnici navode kako učenici rade u grupama ponekad i često.



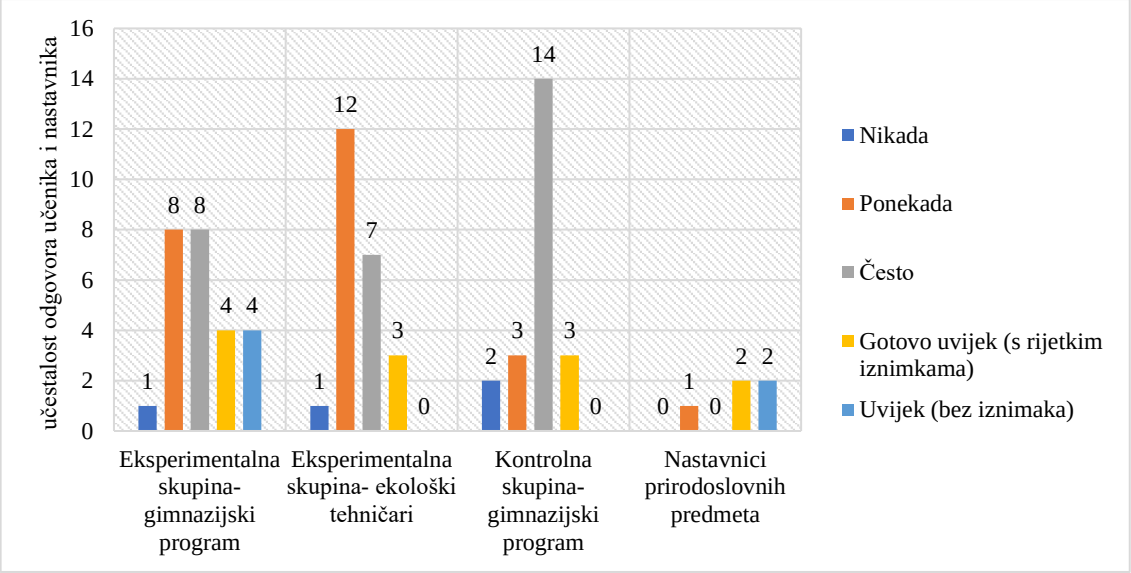
Slika 18. Usporedba odgovora svih učenika pojedinog nastavnog programa i nastavnika prirodoslovnih predmeta na pitanje „*Nastava je interaktivna (mnogo pitanja i odgovora)*“

Učenici gimnazijskog programa eksperimentalne skupine različito doživljaju nastavu kao interaktivnu. U podjednakom omjeru odgovaraju da je nastava ponekad, često, gotovo uvijek i uvijek interaktivna odnosno nastava u kojoj je mnogo pitanja i odgovora. Za razliku od njih učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara u najvećem broju odgovaraju da je nastava često interaktivna, dok kontrolna skupina u najvećem broju odgovara da je nastava gotovo uvijek interaktivna. Nastavnici prirodoslovnih predmeta u podjednakom omjeru smatraju kako je nastava često i gotovo uvijek interaktivna.



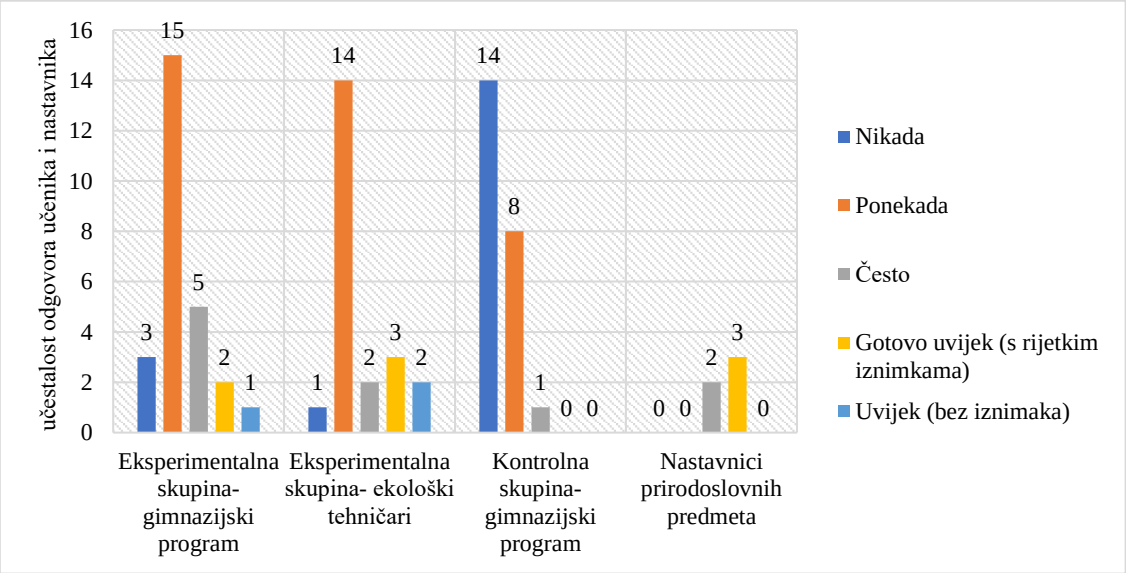
Slika 19. Usporedba odgovora svih učenika pojedinog nastavnog programa na pitanje „*Na nastavi radim zadatke koji omogućuju primjenu znanja ili vještina na svakodnevne situacije*“ i nastavnika prirodoslovnih predmeta na pitanje „*Na nastavi učenici rade zadatke koji omogućuju primjenu znanja ili vještina na svakodnevne situacije*“

Učenici gimnazijskog programa eksperimentalne i kontrolne skupine u najvećem broju procjenjuju kako na nastavi često rade zadatke koji omogućuju primjenu znanja ili vještina na svakodnevne situacije, dok s druge strane učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara u najvećem broju odgovaraju da na nastavi ponekada rade zadatke koji omogućuju primjenu znanja ili vještina na svakodnevne situacije. Za razliku od učenika, nastavnici prirodoslovnih predmeta u najvećem broju smatraju kako učenici na nastavi uvijek rade zadatke koji omogućuju primjenu znanja ili vještina na svakodnevne situacije.



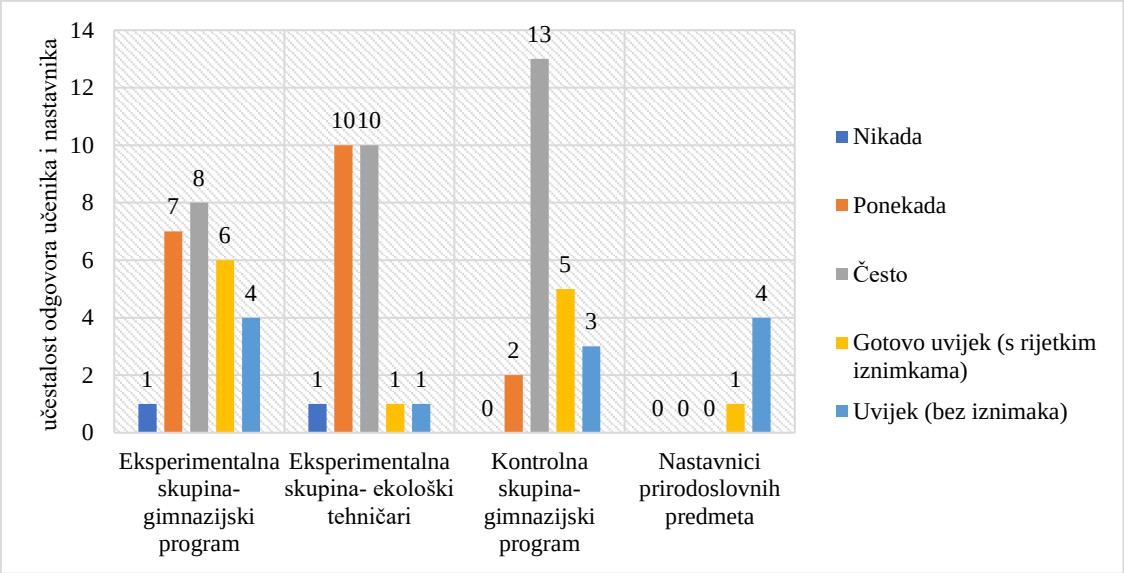
Slika 20. Usporedba odgovora svih učenika pojedinog nastavnog programa i nastavnika prirodoslovnih predmeta na pitanje „*Na satu se izmjenjuju različite svrhovite aktivnosti*“

Učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa u podjednakom omjeru smatraju kako se na satu ponekad i često izmjenjuju različite svrhovite aktivnosti, dok učenici kontrolne skupine tog istog programa u najvećem broju smatraju kako se na nastavi često izmjenjuju različite aktivnosti. Za razliku od učenika gimnazijskog programa, učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara u najvećem broju smatraju kako se ponekad na satu izmjenjuju različite aktivnosti. Nastavnici prirodoslovnih predmeta u podjednakom omjeru doživljavaju nastavni sat kao sat na kojemu se gotovo uvijek i uvijek izmjenjuju različite svrhovite aktivnosti.



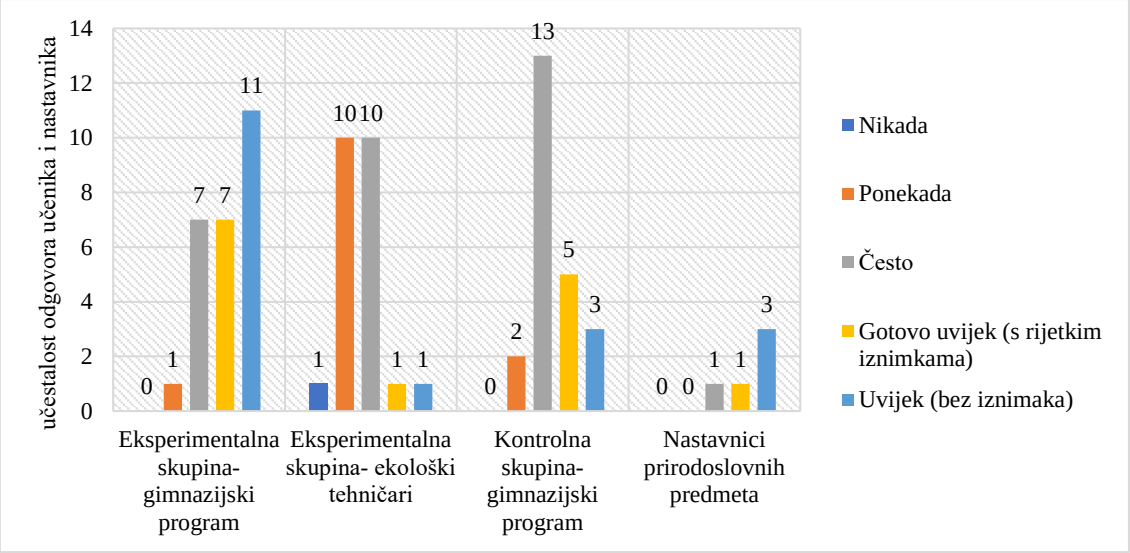
Slika 21. Usporedba odgovora svih učenika pojedinog nastavnog programa na pitanje „*Dosadan mi je način na koji nastavnik predaje*“ i nastavnika prirodoslovnih predmeta na pitanje „*Učenici na nastavi sudjeluju sa zanimanjem*“

Učenici eksperimentalnih skupina gimnazijskog programa i ekoloških tehničara u najvećem broju smatraju kako im je ponekad dosadan način na koji nastavnik predaje. Za razliku od njih učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa smatraju kako im nikada nije dosadan način na koji nastavnik predaje. Najveći broj nastavnika pak smatra kako učenici gotovo uvijek u nastavi sudjeluju sa zanimanjem.



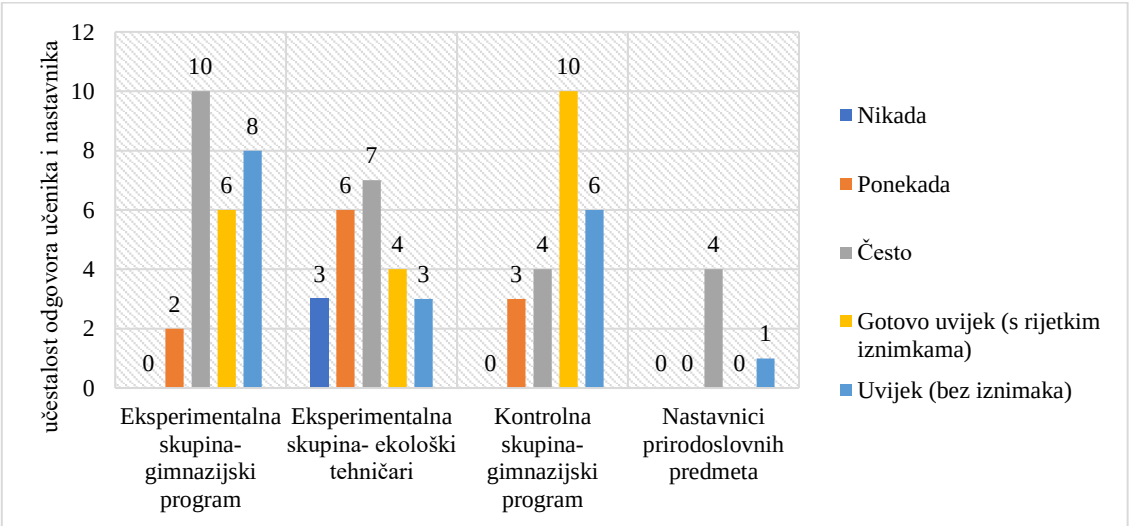
Slika 22. Usporedba odgovora svih učenika pojedinog nastavnog programa na pitanje „*Uz poticaj nastavnika povezujem sadržaj različitih predmeta*“ i nastavnika prirodoslovnih predmeta na pitanje „*Učenike potičem na povezivanje sadržaja različitih predmeta*“

Učenici gimnazijskog programa eksperimentalne skupine različito shvaćaju povezivanje sadržaja različitih predmeta uz poticaj nastavnika. U podjednakom omjeru odgovaraju da ponekad, često, gotovo uvijek i uvijek uz poticaj nastavnika povezuju sadržaj različitih predmeta. Za razliku od njih učenici kontrolne skupine istog programa u najvećem broju smatraju kako uz poticaj nastavnika često povezuju sadržaj različitih predmeta. Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara u podjednakom omjeru odgovaraju kako ponekad i često povezuju sadržaj nastavnog predmeta. Nastavnici prirodoslovnih predmeta u najvećem broju navode kako uvijek učenike potiču na povezivanje sadržaja različitih predmeta.



Slika 23. Usporedba odgovora svih učenika pojedinog nastavnog programa na pitanje „*Nastavnik postavlja pitanja koja potiču na razumijevanje sadržaja"* i nastavnika prirodoslovnih predmeta na pitanje „*Učenicima postavljam pitanja koja potiču na razmišljanje (na kognitivne procese više razine)*"

Učenici gimnazijskog programa eksperimentalne skupine u najvećem broju smatraju kako nastavnik uvijek postavlja pitanja koja potiču na razumijevanje sadržaja, dok najveći broj učenika istog programa kontrolne skupine odgovara kako nastavnik često postavlja pitanja koja potiču na razumijevanje sadržaja. Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara u podjednakom omjeru smatraju kako nastavnik ponekad i često postavlja pitanja koja potiču na razumijevanje sadržaja. Nastavnici prirodoslovnih predmeta u najvećem broju navode kako učenicima uvijek postavljaju pitanja koja potiču na razmišljanje, odnosno kognitivne procese više razine.



Slika 24. Usporedba odgovora svih učenika pojedinog nastavnog programa na pitanje „*Na nastavnom predmetu mogu naučiti dobro surađivati s drugim ljudima*" i nastavnika prirodoslovnih predmeta na pitanje „*Na nastavnom predmetu učenici mogu naučiti dobro surađivati s drugim ljudima*"

Učenici gimnazijskog programa eksperimentalne skupine najčešće navode kako često na nastavnom predmetu mogu naučiti dobro surađivati s drugim ljudima, dok učenici istog programa kontrolne skupine u najvećem broju smatraju kako gotovo uvijek mogu naučiti dobro surađivati s drugim ljudima. Učenici eksperimentalne skupine ekoloških tehničara različito odgovaraju na pitanje. U podjednakom omjeru navode kako mogu ponekad, često i gotovo uvijek naučiti dobro surađivati s drugim ljudima. Nastavnici prirodoslovnih predmeta smatraju da učenici često mogu na nastavnom predmetu naučiti dobro surađivati s drugim ljudima.

6. RASPRAVA

Provedenim istraživanjem uspoređena je uspješnost učenja kod učenika gimnazijskog programa koji su nastavni sadržaj iz biologije učili primjenom tradicionalnog, frontalnog oblika rada i metode usmenog izlaganja s uspješnosti učenja učenika gimnazijskog programa i programa ekološki tehničari koji su isti nastavni sadržaj učili primjenom istraživačkog učenja. Osim toga, ispitana je veza između dugoročnog pamćenja i istraživačkog učenja te je procijenjena pripravnost učenika za istraživačko učenje s obzirom na nastavni program te učestali način učenja i poučavanja. Uspoređujući rezultate svih skupina u završnoj provjeri znanja vidljivo je da su učenici gimnazijskog programa koji su koristili istraživački pristup učenju postigli bolje rezultate u odnosu na učenike ekološke tehničare koji su također koristili istraživački pristup učenju i u odnosu na učenike kontrolne skupine gimnazijskog programa. U ponovljenoj završnoj provjeri znanja uočava se isti trend postignutog uspjeha kao i u završnoj provjeri znanja. Analiza riješenosti zadataka završne i ponovljene završne pisane provjere znanja po kognitivnim razinama ukazuje na veću sposobnost učenika gimnazijskog programa s istraživačkim pristupom učenju za rješavanje zadataka viših kognitivnih razina od učenika ekoloških tehničara s istim pristupom učenju.

Provedena inicijalna provjera znanja dala je uvid u kvalitetu učenikovog predznanja o ispitivanim konceptima. Analizom inicijalne provjere znanja dobiveni su slični rezultati kod obje grupe učenika gimnazijskog programa (frontalni oblik rada i istraživački pristup učenju) što nam pokazuje da su navedene grupe učenika u početku istraživanja imale slično predznanje ispitivanih koncepata. Učenici gimnazijskih programa (frontalni oblik rada i istraživački pristup učenju) u inicijalnoj provjeri znanja su postigli bolje rezultate od učenika smjera ekološki tehničar. Da su učenici prirodoslovnih i prirodoslovno- matematičkih gimnazija uspješniji u prirodoslovlju od učenika drugih nastavnih programa pokazuju i rezultati državne mature. Analiza državne mature, postupka sumativnog vanjskog vrednovanja znanja, vještina i sposobnosti koje su učenici stekli tijekom osnovnoškolskoga i srednjoškolskoga obrazovanja prema propisanim nastavnim programima, pokazuje kako je ispit iz državne mature iz Biologije u potpunosti utemeljen na gimnazijskom programu, odnosno četverogodišnjem programu učenja Biologije, ali ne odgovara drugim (strukovnim) programima u kojima se Biologija ne poučava tijekom cjelokupnoga srednjoškolskoga obrazovanja i u kojima taj predmet ne predstavlja jednu od okosnica programa (Ristić Dedić i sur., 2011). Također, uvidom u godišnji plan i program za gimnazijalce i strukovne škole primijećeno je da učenici prirodoslovno-matematičke gimnazije nastavu biologije pohađaju tjedno dva sata uz jedan sat vježbi kroz sve četiri godine, dok učenici strukovnih četverogodišnjih škola pohađaju tjedno dva sata kroz tri godine (web

4). Stoga se i očekivalo da će učenici gimnazijskog programa, posebno učenici prirodoslovnih i prirodoslovno- matematičkih gimnazija postići bolje rezultate u odnosu na učenike koji nisu prošli gimnazijski program Biologije. Također i analiza PISA istraživanja (*Programme for International Student Assessment*) koja nije isključivo procjena znanja stečenog tijekom prethodnih školskih godina, već procjena znanja i vještina akumuliranih od rođenja (Willms, 2006; OECD, 2007) pokazuje da učenici gimnazijskog programa postižu značajno bolje rezultate u prirodoslovlju od učenika ostalih programa (strukovnog četverogodišnjeg, umjetničkog, industrijskog, obrtničkog), a kao glavni razlozi uspješnosti navode se bolja informiranost i pripremljenost za poslove vezane uz prirodoslovlje, svjesnost postojećih ekoloških problema, zabrinutost ekološkim problemima, pozitivniji stav prema prirodnim znanostima i tehnologiji, veća motivacija i interes za učenjem prirodoslovlja i prirodoznanstvenih tema, češće korištenje aktivnosti vezanih uz prirodoslovlje (gledanje prirodoznanstvenih emisija, čitanje knjiga i časopisa prirodoznanstvenog karaktera, posjećivanje web stranica prirodoznanstvenog karaktera) te veća primjena kreativnih i samostalnih aktivnosti u nastavi (Braš Roth i sur., 2007). Dodatni razlog dobivenog rezultata inicijalnog testiranja u kojem učenici gimnazijskog programa postižu bolji rezultat od ekoloških tehničara je i veća intrinzična motivacija za znanjem. Prema Zarevski i sur. (2002) učenici gimnazijskog programa su bili bolji učenici u osnovnoj školi te su svjesni činjenice da su se odlučili za zahtjevnije usmjerenje tako da samim time gimnazije predstavljaju znatno poticajniju intelektualnu sredinu sa većim mogućnostima za stvaranje širokog znanja.

U našem istraživanju, inicijalna provjera znanja ispitivala je većinom pitanja II. kognitivne razine. Prema Crooksovoj taksonomiji II. kognitivna razina postignuća pokazatelj je učenikovog konceptualnog razumijevanja i primjene stečenog znanja. Hay i sur. (2008) navode kako je razina razumijevanja i primjene stečenog znanja osnova trajnog znanja. Rezultati našeg istraživanja pokazuju kako su na pitanja II. kognitivne razine u inicijalnoj provjeri znanja uspješnije odgovarali učenici obje grupe gimnazijskog programa u odnosu na učenike ekološke tehničare. Ovakav rezultat može se tumačiti s obzirom na načine učenje, odnosno poučavanja kojim su učenici izloženi, a koji se ispitao anketom konstruiranom za potrebe ovog istraživanja. Naime, uspoređujući odgovore svih učenika pojedinog nastavnog programa na pitanje „*Na nastavi radim zadatke koji omogućuju primjenu znanja ili vještina na svakodnevne situacije*“ opaženo je kako učenici gimnazijskih programa u najvećem broju procjenjuju kako na nastavi često rade zadatke koji omogućuju primjenu znanja ili vještina na svakodnevne situacije, dok s druge strane učenici ekološki tehničari smatraju kako ponekada rade takve zadatke. Osim toga, uspoređujući i odgovore učenika na pitanje „*Nastavnik postavlja pitanja koja potiču na razumijevanje sadržaja“* uočavamo kako učenici gimnazijskog programa s

istraživačkim pristupom učenju smatraju kako nastavnik uvijek postavlja pitanja koja potiču na razumijevanje sadržaja, dok najveći broj učenika istog programa s frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja odgovara kako nastavnik često postavlja pitanja koja potiču na razumijevanje sadržaja. Učenici ekološki tehničari s istraživačkim pristupom učenju u podjednakom omjeru smatraju kako nastavnik ponekada i često postavlja pitanja koja potiču na razumijevanje sadržaja.

U završnoj provjeri znanja učenici gimnazijskog programa koji su koristili istraživački pristup učenju postigli su bolje rezultate od učenika ekoloških tehničara koji su također koristili istraživački pristup učenju te od učenika kontrolne skupine gimnazijski program. Učenici smjera ekološki tehničar koji su koristili istraživački pristup učenju ostvarili približno iste rezultate kao i učenici gimnazijskog programa koji su sadržaj učili tradicionalnim, frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja. Promatrajući ove rezultate možemo zaključiti da su učenici gimnazijskog programa pokazali bolju pripravnost za istraživački pristup učenju od učenika ekoloških tehničara. Razlog pronalazimo u različitim nastavnim programima gimnazijalaca i učenika ekoloških tehničara, ali i različitim razinama znanja i sposobnosti koji su učenici ostvarili u dotadašnjem školovanju.

Prema Ristić Dedić i sur. (2011) istraživačko učenje omogućuje učenicima konstrukciju vlastitog razumijevanja bioloških procesa čime djeluje na njihovo povećanje znatiželje i interesa za znanost. Ono s jedne strane razvija istraživačke vještine, dok s druge strane razvija vještine samoreguliranog učenja, komunikacijske vještine i vještine grupnog rada. Također, i De Zan (1999) ističe kako istraživački usmjerena nastava učeniku omogućuje samostalno promatranje, opisivanje, praćenje i izvođenje zaključaka o pojavama u vlastitom okruženju, a upravo takva nastava je od iznimne važnosti za samostalno stjecanje znanja i razvitak učeničkih sposobnosti. Prema Bilić i sur. (2016) djeca imaju urođenu potrebu za istraživanjem ili eksperimentiranjem stvarima koje ih okružuju. Ujedno, Keselman i Kuhn (2002) navode kako sudjelovanje u istraživačkim aktivnostima potiče prirodnu znatiželju i potkrepljuje gledanje na svijet, prirodu i društvo kao na pojave koje se mogu zahvatiti na iskustven način. Istraživački pristup učenju ima pozitivne učinke i na odgojnu komponentu odgojno- obrazovnog procesa, a to je razvijanje osobina kao što su upornost, radoznalost, kritičnost i uzdržanost od donošenja zaključaka bez dovoljno argumenata (Matijević i Radovanović, 2011). Campbell (2000) je primijetio da je 5E model jedan od kompletnih istraživačkih modela koji se koriste u razredu, a temelji se na metodama evokacije i istraživanjima koje potiču učeničku kreativnost, radoznalost, razumijevanje koncepata i sposobnost kritičkog razmišljanja. Mnogi autori (Pulat, 2009; Cardak i sur., 2008; Baser, 2008; Nuhoglu i Yalcin, 2006; Akar, 2005; Wilder i Shuttleworth, 2004; Lee, 2003) u svojim su istraživanjima potvrdili da se uspjeh studenata poboljšao nakon primjene istraživačkog 5E modela. Osim toga, rezultat našeg istraživanja je također potkrijepio nalaze Ajaje i Eravwokea (2012)

koji su primijetili značajan utjecaj istraživačkog 5E modela na razumijevanje i usvajanje bioloških i kemijskih koncepata, a samim time i na postignuća učenika u Biologiji i Kemiji. Istraživački 5E model učenicima osigurava visok stupanj samostalnosti te nadzora nad tijekom i smjerom aktivnosti. Prema tome, istraživačko učenje i 5E model su nastavne strategije učenja i poučavanja u kojima nema pasivnog učenika, a samim time i potpuna suprotnost tradicionalnom, frontalnom poučavanju u kojemu su učenici pasivni primatelji informacija. De Zan (1999) ističe kako je metoda usmenog izlaganja jedna od najčešće primjenjivanih metoda te da prema istraživanjima, dvije trećine svih govornih aktivnosti u nastavi zastupa nastavnikov govor. Ujedno, navodi kako iskustva pokazuju da su znanja stečena pretežno metodom usmenog izlaganja nepotpuna, verbalna i formalna te da isključiva primjena metode usmenog izlaganja ne podržava aktivnosti učenika, pa time i ne razvija njihove radne navike i sposobnosti. Također, Good i Brophy (1994) ističu kako metoda usmenog izlaganja uskraćuje razvoj učeničkih socijalnih vještina te ostavlja malo prostora za aktivno otkrivanje, razumijevanje i kritičko razmišljanje. Nadalje, Desforges (2001) kao glavni nedostatak metode usmenog izlaganja navodi naglašenu ulogu nastavnika i pasivnu ulogu učenika koji se odriče odgovornosti za vlastiti proces učenja te se u potpunosti oslanja na nastavnikovo vođenje. Rezultati našeg istraživanja također prikazuju slabiji učinak frontalnog oblika i metode usmenog izlaganja na uspjeh učenika gimnazijskog programa, kako u odnosu na uspjeh učenika gimnazijskog programa koji su koristili istraživački pristup učenju, tako i u odnosu na prikazanu uspješnost u inicijalnoj provjeri znanja (u završnoj provjeri znanja su pokazali slabiju uspješnost u odnosu na inicijalnu provjeru znanja).

Završna pisana provjera znanja sastojala se od ukupno jedanaest pitanja, odnosno tri pitanja I. razine, sedam pitanja II. razine i jednog pitanja III. razine. Analiza riješenosti zadataka po kognitivnim razinama pokazala je da su učenici gimnazijskog programa s istraživačkim pristupom učenju uspješniji u rješavanju pitanja II. i III. kognitivne razine od učenika ekoloških tehničara s istim pristupom te učenika gimnazijskog programa s frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja. Dakle, ako uspoređujemo samo učenike gimnazijskih programa s različitim pristupima učenju, vidljivo je da su oni učenici s istraživačkim pristupom postigli bolje rezultate u rješavanju pitanja viših kognitivnih razina, točnije II. i III. kognitivne razine od učenika s frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja. Razlog pronalazimo u nekim negativnim stranama frontalnog oblika rada i metode usmenog izlaganja kao što su jednosmjerni prijenos znanja koji ne osigurava dublje razumijevanje i rješavanje problema. Da je frontalna nastava oblik u kojemu prevladavaju samo niži oblici učenja u kojemu učenici pokušavaju pratiti i pamtiti, odnosno pokazuju aktivnost samo na nivou reprodukcije ističu i Peko i sur. (2006) te Turk (2009). Također, ako uspoređujemo učenike s istraživačkim pristupom

učenju (gimnazijski program i ekološki tehničari) možemo zaključiti da su učenici gimnazijskog programa pokazali bolju uspješnost u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina, a time i veću pripravnost za istraživački pristup učenju od učenika ekoloških tehničara.

Ponovljena završna provjera pokazuje isti trend postignutog uspjeha kao i završna pisana provjera znanja: učenici gimnazijskog programa koji su koristili istraživački pristup učenju postigli su bolje rezultate u odnosu na učenike ekološke tehničare koji su također koristili istraživački pristup učenju i u odnosu na učenike kontrolne skupine gimnazijskog programa. Učenici ekološki tehničari koji su koristili istraživački pristup učenju ostvarili približno iste rezultate kao i učenici gimnazijskog programa koji su sadržaj učili tradicionalnim, frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja. U ponovljenoj završnoj pisanoj provjeri svi učenici su postigli bolje rezultate u odnosu na prvu završnu provjeru znanja. Ponovljena završna pisana provjera znanja sastojala se od ukupno jedanaest pitanja, odnosno tri pitanja I. razine, sedam pitanja II. razine i jednog pitanja III. razine. Analiza riješenosti zadataka po kognitivnim razinama pokazala je da su učenici gimnazijskog programa s istraživačkim pristupom učenju uspješniji u rješavanju pitanja I, II. i III. kognitivne razine od učenika ekoloških tehničara s istim pristupom te učenika gimnazijskog programa s frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja. Dakle, ako uspoređujemo samo učenike gimnazijskih programa s različitim pristupima učenju, vidljivo je da su oni učenici s istraživačkim pristupom postigli bolje rezultate u rješavanju pitanja I, II. i III. kognitivne razine od učenika s frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja. Prema tome, rezultati ovog istraživanja pokazuju kako je znanje stečeno primjenom istraživačkog 5E modela učenja trajnije od znanja stečenog tradicionalnim, frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja. Da istraživački 5E model učenja pozitivno utječe na retenciju znanja ističu Fazelian i sur. (2010) te Pulat (2009).

Istraživačkim pristupom učenju učenici razvijaju samostalnost u vidu osposobljavanja za samostalno učenje i istraživanje. Količina znanja koju učenici danas trebaju usvojiti mnogo je veća i kompleksnija od razine znanja koja se u prošlosti tražila od njihovih vršnjaka. Rješenje, odnosno odgovor na zahtjeve suvremenog društva nije u smanjenju količine operativnog znanja već u podizanju kvalitete metode učenja, a samim time i povećanju usvojenosti koncepata i vještina. Ovim istraživanjem nastoji se razviti svijest nastavnika o važnosti istraživačkog učenja i poučavanja te ih potaknuti za što veću primjenu navedene strategije u nastavi prirodoslovlja s ciljem unaprjeđenja kako nastavnikove kvalitete poučavanja, tako i učenikove kvalitete učenja. Primjenom istraživačkog poučavanja potiče se stvaranje intelektualno poticajnije okoline, a ujedno i djelotvornije u održavanju učeničke motivacije. Osim toga, potiče se stvaranje suvremene, aktivne i učenicima zanimljivije nastave koju karakterizira učeničko sudjelovanje u aktivnostima, istraživanje stavova i vrijednosti te

uključivanje učenika u kognitivne procese na višoj razini (analiza, evaluacija i sinteza). Najvažnije obilježje istraživačkog pristupa učenju jest potpuna odgovornost učenika za vlastito znanje temeljeno na učenju razumijevanjem i povezivanju koncepata, otkrivanju uzročno- posljedičnih veza te razvijanju kritičkog mišljenja, a ne na pukom usvajanju informacija. Brojne prednosti istraživačke nastave u vidu unaprjeđivanja kvalitete nastave prirodoslovlja su prepoznale mnoge zemlje (SAD, Australija, Kina) koje u nacionalnim kurikulumima naglašavaju istraživački pristup poučavanju već od najranijeg stupnja obrazovanja (Goodrum i Renie, 2007, Rocard i sur. 2007). U nacionalnom kurikulumu Republike Hrvatske se kao glavni cilj prirodoslovnog odgoja i obrazovanja ističe uspostava prirodoznanstveno opismenjenog društva (MZOS, 2010). Nacionalni okvirni kurikulum navodi da nastava prirodoslovlja treba biti problemski i istraživački usmjerena na prikladan rad u laboratoriju i u prirodnoj sredini/okolini, no posebno ne naglašava ulogu istraživačkog pristupa kao što je to učinjeno u drugim zemljama. Istraživanja u Republici Hrvatskoj su potvrdila da nastavnici još uvijek naginju tradicionalnom pristupu poučavanja u kojem je učitelj u središtu nastavnog procesa (Baranović, 2006; Škugor, 2013). Kao glavni razlozi nedovoljne korištenosti istraživačkog učenja najčešće se navode nedovoljno metodičko znanje o istraživačkoj nastavi biologije, nedovoljne kompetencije potrebne za organizaciju istraživačke nastave u nastavnoj praksi, slaba materijalno-tehnička opremljenost odgojno- obrazovnih ustanova (Anderson, 2002; Abd-El-Khalick i sur. 2004). Prema istraživanju Welcha i sur. (1981) glavni razlozi za izbjegavanje istraživačke nastave su vjerovanje da je istraživačka nastava za učenike visokih intelektualnih sposobnosti te uvjerenja o zahtjevnoj organizaciji istraživačke nastave, dok Williams- Rossi (2009) u svom istraživanju kao glavne prepreke istraživačkoj nastavi navodi nedostatak stručnih usavršavanja te nedovoljnu podršku ravnatelja i roditelja. Također, većina nastavnika smatra kako su nastavni programi pretrpani sadržajima stoga pribjegavaju frontalnom obliku rada, odnosno metodi usmenog izlaganja. Prema Powellu (2003) nužno je smanjiti količine informacija koje očekujemo da učenici usvoje jer je cilj suvremene nastave omogućiti učenicima da postanu aktivni, neovisni i sposobni samostalno rješavati probleme. Stoga pretpostavljamo da zaključci dobiveni ovim istraživanjem mogu nastavnicima poslužiti kao usmjerenje pri planiranju i izboru nastavnih strategija poučavanja kako bi se ostvarila visoka kvaliteta odgojno-obrazovnog procesa.

Postoji mogućnost da su na rezultate ovog istraživanja utjecali i neki negativni faktori. Među njima možemo navesti negativne reakcije učenika smjera ekološki tehničar na novi način rada što se i pretpostavljalo s obzirom da je istraživački pristup učenju za njih bila drastična promjena u dotadašnjem načinu učenja. Naime, učenici gimnazijskog programa imaju dva sata predavanja i vježbe na kojima izvode pokuse, opažaju i zaključuju dok ekološki tehničari imaju dva sata predavanja, no

nemaju dodatni sat vježbi. Bez obzira na negativne reakcije, rezultati istraživanja pokazuju pozitivan učinak primjene istraživačkog učenja pri obradi nastavnog sadržaja (bolja riješenost završne pisane provjere znanja u odnosu na inicijalnu, te bolja riješenost ponovljene završne pisane provjere znanja u odnosu na završnu kod učenika smjera ekološki tehničar). Osim toga, u istraživanju pisane provjere nisu bile vrednovane ocjenom s čime su učenici bili upoznati prije samog sudjelovanja te je ova činjenica pridonijela nedovoljnoj zainteresiranosti za rješavanje provedenih provjera znanja. Da su ocjene velik i važan izvor motivacije dokazuju brojna istraživanja (Biggs i Moore, 1993, Kolić-Vehovec, 1998, Borić i Borić, 2013). Ipak, Brkić- Devčić (2002) ističe potrebu ukidanja brojčanog načina jer je takvo ocjenjivanje "neprimjereno u svim stupnjevima školovanja, za djecu pogubno, a za cijeli školski sustav puno negativnosti i gotovo besmisleno". Slično tvrdi i Jelavić (1985), citirano prema Cikač (2016), kada kaže da u institucionaliziranom odgoju i obrazovanju ocjena postaje sredstvo odgoja, usmjeravanja aktivnosti, učenja i ponašanja. Naime, on ocjenu shvaća kao nagradu i kao kaznu, kao vanjski utjecaj i ekstrinzični motiv. Borić i Borić (2013) navode kako za razliku od ekstrinzične motivacije kojom se ponašanje potiče vanjskim motivom (ocjenom), intrinzičnom motivacijom se pokreće osobu iznutra, a ponašanje koje je tako motivirano puno se lakše i uspješnije obavlja. Slično navode Taylor i sur. (2014) koji ističu važnost intrinzične motivacije za akademski uspjeh srednjoškolaca, ali i studenata.

U budućim istraživanjima trebalo bi provesti anketu kojom će se procijeniti koliko nastavnici znaju o istraživačkoj nastavi te provode li u nastavi prirodoslovnih predmeta istraživačko učenje. Također, važno je istražiti ovisnost nastavnog programa te dobi učenika i istraživačkog učenja.

Istraživačko učenje omogućuje učenicima aktivan oblik učenja i rješavanje zadataka viših kognitivnih razina te se stoga potiče njegova primjena nastavnom procesu. Ovo istraživanje pruža nastavnicima konkretan primjer primjene istraživačkog učenja u obradi nastavnog sadržaja (priložena je priprema i opis koraka 5E modela u koji je ukomponirano istraživačko učenje). Također, nastavnici mogu koristiti anketu kako bi procijenili kako učenici doživljavaju i njih i nastavu. Navedena anketa je povratna informacija od učenika koja može ukazati na probleme i nedostatke koje nastavnik možda i nije svjestan ili ih nije uočio, a također je od koristi svakom nastavniku koji razmišlja o nastavi i radi na njezinom poboljšanju.

7. ZAKLJUČAK

Analizom inicijalne, završne i ponovljene završne provjere znanja kao i analizom ankete kod učenika drugih razreda gimnazijskog programa (eksperimentalna skupina s istraživačkim pristupom učenju te kontrolna skupina s frontalnim oblikom rada i metodom usmenog izlaganja) i smjera ekološki tehničar (eksperimentalna skupina s istraživačkim pristupom učenju) ovim su istraživanjem izvedeni slijedeći zaključci:

- U inicijalnoj pisanoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa i učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa su postigli slične rezultate što pokazuje da su navedene skupine učenika u početku istraživanja imale slično predznanje ispitivanih koncepata. Učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa te učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa u inicijalnoj provjeri znanja su postigli bolje rezultate od učenika eksperimentalne skupina smjera ekološki tehničar;
- U završnoj provjeri znanja samo učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su ostvarili bolje rezultate u odnosu na inicijalnu provjeru znanja što znači da istraživačko učenje i gimnazijski program doprinose boljem usvajanju gradiva;
- U završnoj pisanoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su postigli bolje rezultate od učenika kontrolne skupine gimnazijskog programa te učenika eksperimentalne skupine smjera ekološki tehničar;
- U završnoj pisanoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su pokazali veću uspješnost u odgovaranju na pitanja I. razine u odnosu na učenike kontrolne skupine gimnazijskog programa, a također i u odnosu na učenike eksperimentalne skupine ekoloških tehničara. Eksperimentalna skupina učenika ekoloških tehničara je pokazala veću uspješnost u odgovaranju na pitanja I. razine u odnosu na učenike kontrolne skupine gimnazijskog programa;
- U završnoj pisanoj provjeri znanja, učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su pokazali bolje rezultate u rješavanju pitanja II. razine od učenika kontrolne skupine gimnazijskog programa i učenika eksperimentalne skupine smjera ekološki tehničar što je pokazatelj da istraživačka nastava i gimnazijski program doprinose boljem razumijevanju gradiva;
- U ponovljenoj završnoj provjeri znanja učenici svih skupina su ostvarili bolje rezultate u odnosu na rezultate završne provjere znanja;

- U ponovljenoj završnoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su postigli bolje rezultate od učenika kontrolne skupine gimnazijskog programa te učenika eksperimentalne skupine smjera ekološki tehničar;
- U ponovljenoj završnoj pisanoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su pokazali veću uspješnost u odgovaranju na pitanja I. razine u odnosu na učenike kontrolne skupine gimnazijskog programa, a također i u odnosu na učenike eksperimentalne skupine smjera ekoloških tehničara;
- U ponovljenoj završnoj pisanoj provjeri znanja učenici kontrolne skupine gimnazijskog programa su pokazali bolje rezultate u rješavanju pitanja II. razine od učenika eksperimentalne skupine smjera ekoloških tehničara što je pokazatelj da gimnazijski program ima utjecaj na razumijevanje gradiva;
- U ponovljenoj završnoj pisanoj provjeri znanja učenici eksperimentalne skupine gimnazijskog programa su pokazali veću uspješnost u odgovaranju na pitanja III. razine u odnosu na učenike eksperimentalne skupine smjera ekoloških tehničara što je pokazatelj da istraživačka nastava i gimnazijski program doprinose većoj spremnosti u rješavanju zadataka koji zahtijevaju od učenika analizu, sintezu i vrednovanje;
- Na osnovi analize pisanih provjera znanja te ankete o učestalom načinu učenja i poučavanja procijenjena je veća pripravnost učenika gimnazijskog programa za istraživačko učenje od učenika smjera ekološki tehničar.

8. LITERATURA

Abd-El-Khalick F, BouJaoude S, Duschl R, Hofstein A, Lederman NG, Mamlok R, Niaz M, Treagust D, Tuan H. 2004. Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education* 88:397-419.

Ajaja PO, Eravwoke UO. 2012. Effects of 5E learning cycle on students' achievement in biology and chemistry. *Cypriot Journal of Educational Sciences* 7:244-262.

Akar E. 2005. Effectiveness of 5E Learning Cycle Model on Students understanding of Acid and Base Concepts. *Master Thesis*. Department of Secondary School Science and Mathematics Education, Middle East Technical University, Ankara.

Anderson RD. 2002. Reforming Science Teaching: What Research Says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education* 13:1–12.

Anić V, Goldstein I 2004. *Rječnik stranih riječi*. Novi Liber, Zagreb, 1494 pp.

Baranović B 2006. *Nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje u Hrvatskoj – različite perspektive*; *Društvo znanja i nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje*. Institut za društvena istraživanja u Zagrebu, Zagreb, 8-37 pp.

Başer ET. 2008. 5E modeline uygun öğretim etkinliklerinin 7. sınıf ögrencilerinin matematik dersindeki akademik basarılarına etkisi. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 239 pp.

Biggs JB, Moore PJ 1993. *The Process of Learning.* Prentice-Hall Australia, Sydney, 582 pp.

Bilić V, Matijević M, Opić S 2016. *Pedagogija za učitelje i nastavnike*. Školska knjiga, Zagreb, 504 pp.

Bognar L, Matijević M 2002. *Didaktika (II. izdanje)*. Školska knjiga, Zagreb, 37-68, 233-262, 267-294, 323-352 pp.

Bonwell CC, Eison JA 1991. *Active learning: Creating Excitement in the Classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington DC: George Washington University, 121 pp.

Borić E 2009. *Istraživačka nastava prirode i društva: Priručnik za nastavu*. Učiteljski fakultet u Osijeku, Osijek, 79 pp.

Borić E, Borić I. 2013. Motivacija studenata i utjecaj profesora na motivaciju studenata. *Rad u zborniku skupa*. Učiteljski fakultet na mađarskom nastavnom jeziku u Subotici, Subotica.

Bransford JD, Perfetto BA, Franks JJ. 1983. Constraints on access in a problem solving context. *Memory and Cognition* 11:24-31.

Braš Roth M, Gregurović M, Markočić Dekanić A, Markuš M 2008. *PISA 2006. Prirodoslovne kompetencije za život*. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja- PISA centar, Zagreb, 44 pp.

Brkić-Devčić V 2002. *Praćenje i ocjenjivanje školskog uspjeha- Kažnjavanje ocjenama*. Hrvatski pedagoško-književni zbor, Zagreb, 121-123 pp.

Bruner JS. 1961. The act of discovery. *Harvard Education Review* 31:21–32.

Bujas Ž 2001. *Veliki englesko-hrvatski rječnik (III. izdanje)*. Nakladni zavod Globus, Zagreb, 1526 pp.

Butterfield E, Nelson G. 1989. Theory and practice of teaching for transfer. *Educational Technology Research and Development* 37:5-38.

Bybee RW, Taylor JA, Gardner A, Van Scotter P, Powell JC, Westbrook A, Landes N 2006. *BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. A report prepared for the Office of Science Education, National Institutes of Health, Colorado Springs, CO: BSCS, 80 pp.

Campbell MA. 2000. The effects of the 5E learning cycle on students' understanding of force and motion concepts. *Master Thesis*. Part of the Science and Mathematics Education Commons, University of Central Florida.

Cardak O, Dikmenli M, Santas O. 2008. Effects of 5E instructional model on students' success in primary school 6th year circulatory system topic. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 9:1-11.

Cikač T. 2016. Odnos srednjoškolaca prema školskom uspjehu. *Diplomski rad*. Filozofski fakultet u Rijeci, Rijeka.

Coles CR. 1985. Differences between conventional and problem-based curricula in their students' approaches to studying. *Medical Education* 19:308–09.

D'Costa AR, Schlueter MA. 2013. Scaffolded instruction improves student understanding of scientific method and experimental design. *The American Biology Teacher* 75:18-28.

De Zan I 1999. *Metodika nastave prirode i društva*. Školska knjiga, Zagreb, 362 pp.

Deboer GE 2006. *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education- Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools*. Springer Netherlands, Kraljevina Nizozemska, 17-35 pp.

Desforges C 2001. *Uspješno učenje i poučavanje- Psihologijski pristupi*. Educa- nakladno društvo, 341 pp.

Dryden G, Vos J 2001. *Revolucija u učenju*. Educa, Zagreb, 537 pp.

Duran LB, Duran E. 2004. The 5E instructional model: A learning cycle approach for inquiry-based science teaching. *Science Education Review* 3:49-58.

Ergül R, Şımşeklı Y, Çaliş S, Özdılek Z, Göçmençelebı Ş, Şanli M. 2011. The effects of inquiry – based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy* 5:48-68.

Fazelian P, Ebrahim AN, Soraghi S. 2010. The effect of 5E instructional design model on learning and retention of sciences for middle class students. *Procedia Social and Behavioral Sciences, Elsevier* 5:140-143.

Felder MR, Prince JM. 2006. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education* 95:123-138.

Felder MR, Prince JM. 2007. The many faces of inductive teaching and learning. *Journal of College Science Teaching* 36:14-20.

Felder RM, Brent R. 2004. The intellectual development of science and engineering students. Part 1: Models and challenges; Part 2: Teaching to promote grow. *Journal of Engineering Education* 93:269–277; 93:279–291.

Fletcher CL, Meyer JD, Barufaldi JP, Lee E, Tinoca L, Bohman TM. 2004. The science classroom profile: design, development and use. *National Association of Research in Science Teaching conference* 1:1-17.

French D. 2006. Don't confuse inquiry and discovery. *Journal of College Science Teaching* 35:58–59.

Good TL, Brophy JE 1994. *Looking in classrooms (6th ed)*. Harper Collins College Publishers, New York, 525 pp.

Good TL, Brophy JE 2003. *Looking in Classrooms.* Allyn and Bacon, Boston, 532 pp.

Goodrum D, Rennie LJ 2007. *Australian school science education national plan 2008-2012*. Australian Govenment Department of Education, 40 pp.

Grandy R, Duschl RA. 2007. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. *Science and Education* 16:141-166.

Green PC 1999. *Building Robust Competencies: Linking Human Resource Systems to Organizational Strategies*. Jossey-Bass, San Francisco, 240 pp.

Haladyna TM 2004. *Developing and Validating Multiple-choice Test Items*. Lawrence Erlbaum Associates, 306 pp.

Hanson JM, Sinclair KE. 2008. Social constructivist teaching methods in Australian universities– reported uptake and perceived learning effects: a survey of lecturers. *Higher Education Research and Development* 27:169-186.

Hay D, Kinchin I, Lygo-Baker S. 2008. Making learning visible: the role of concept mapping in higher education. *Studies in Higher Education* 3: 295–311.

Huić A, Ricijaš N, Branic V. 2010. Kako definirati i mjeriti kompetencije studenata – validacija skale percipiranje kompetentnosti za psihosocijalni rad. *Ljetopis socijalnog rada* 17:195-221.

Jelavić F 1985. *Odgoj i škola: Učenik i školski uspjeh*. Institut za pedagogijska istraživanja Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Školske novine, Zagreb, 163-173 pp.

Jensen E 2003. *Super- nastava: nastavne strategije za kvalitetnu školu i uspješno učenje*. Educa, Zagreb, 342 pp.

Kalem S, Fer S. 2003. The effects of the active learning model on students' learning, teaching and communication. *Educational Sciences: Theory and Practice* 3:455-461.

Kardash C, Wallace M. 2001. The perceptions of science classes survey: What undergraduate science reform efforts really need to address. *Journal of Educational Psychology* 93:199–210.

Kaslow NJ. 2004. Competencies in professional psychology. *American Psychologist* 59:774-781.

Keselman A, Kuhn D 2002. *Facilitating Self-Directed Experimentation in the Computer Environment*. The College of Information Sciences and Technology, 13 pp.

Knight JK, Wood WB. 2005. Teaching more by lecturing less. *Cell Biology Education* 4:298-310.

Kolić-Vehovec S 1998. *Edukacijska psihologija*. Filozofski fakultet, Rijeka, 167 pp.

Komensky JA 1954. *Velika didaktika*. Savez pedagoških društava Jugoslavije, Beograd, 286 pp.

Križanac I, Lacić S. 2010. Primjena prirodoznanstvene metode u početnoj nastavi prirodoslovlja: Kruženje vode u prirodi. *Napredak: časopis za pedagogijsku teoriju i praksu* 152:109-120.

Kuhn D 2005. *Education for Thinking.* MA: Harvard University Press, Cambridge, 218 pp.

Kurtz R, Bartram D 2002. *Organizational effectiveness: The role of psychology- Competency and individual performance: Modeling the world of work*. John Wiley, Chichester, England, 227-255 pp.

Labak I, Merdić E, Radanović I. 2013. Povezanost aktivnih strategija rada u pojedinačnom i blok satu s usvojenošću nastavnog sadržaja biologije. *Sociologija i prostor* 3:509-521.

Lalović Z 2009. *Naša škola: Metode učenja/nastave u školi.* Zavod za školstvo, Podgorica, 67 pp.

Lee CA. 2003. A learning cycle inquiry into plant nutrition. *The American Biology Teacher* 65:136-144.

Letina A. 2013. Istraživački usmjerena nastava Prirode i društva i razvoj učeničkih kompetencija. *Doktorska disertacija*. Filozofski fakultet u Zagrebu, Zagreb.

Livingstone D, Lynch K. 2002. Group project work and student-centered active learning: two different experiences. *Journal of Geography in Higher Education* 26:217-237.

Matijević M, Radovanović D 2011. *Nastava usmjerena na učenika*. Školske novine, Zagreb, 440 pp.

Mejovšek M 2003. *Uvod u metode znanstvenog istraživanja u društvenim i humanističkim znanostima*. Naklada Slap, Zagreb, 372 pp.

Meyer H 2002. *Didaktika razredne kvake- rasprave o didaktici, metodici i razvoju školstva*. Educa, Zagreb, 238 pp.

Miljević- Riđički R, Miljković D, Pavličević-Franić D, Rijavec M, Vizek- Vidović V, Vlahović- Štetić V, Zarevski P 2003. *Učitelji za učitelje: primjeri provedbe načela aktivne/efikasne škole*. IEP, Zagreb, 5-10 pp.

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (MZOS) 2010. *Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i opće obvezno obrazovanje u osnovnoj i srednjoj školi*. Zagreb, Republika Hrvatska, 296 pp.

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (MZOS) 2016. *Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Biologija.* Zagreb, Republika Hrvatska, 97 pp.

National Research Council (NRC) 2006. *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. The National Academies Press, Washington, DC, 236 pp.

Norman GR, Schmidt HG. 1992. The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. *Academic Medicine* 67:557–565.

Nuhoglu H, Yalcin N. 2006. The effectiveness of the learning cycle model to increase students' achievement in the physics laboratory. *Journal of Turkish Science Education 3:28-30.*

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) 2007. *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World*. OECD Publishing, Paris, 27 pp.

Peko A, Livazović G , Sablić M. 2006. Suradničko učenje u mlađoj školskoj dobi. *Život i škola 52*:17-28.

Peko A, Varga R. 2014. Aktivno učenje u razredu. *Život i škola* 31:59-75.

Perković Krijan I. 2016. Uloga zadovoljstva i zaokupljenosti poslom učitelja u istraživačkoj nastavi prirode i društva. *Doktorska disertacija*. Učiteljski fakultet u Zagrebu, Zagreb.

Petz B 2004. *Osnovne statističke metode za nematematičare*. Naklada Slap, Jastrebarsko, 384 pp.

Poljak V 1980. *Didaktičko oblikovanje udžbenika*. Školska knjiga, Zagreb, 104-119 pp.

Powell K. 2003. Science education: spare me the lecture. *Nature* 425:234–236.

Prince MJ. 2004. Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education* 93:223-231.

Pulat S. 2009. Impact of 5E learning cycle on sixth grade students' mathematics achievement and attitude towards mathematics. *Master Thesis*. Department of Elementary Science and Mathematics Education, Middle East Tehnical University, Ankara.

Račić M. 2013. Modeli kompetencija za društvo znanja. *Suvremene teme* 6:86-100.

Ramsden P. 2003. *Learning to teach in higher Education*. Routledge, Taylor and Francis Group, London, 288 pp.

Ristić Dedić Z 2013. *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu- Istraživačko učenje kao sredstvo i cilj prirodoznanstvenog obrazovanja: psihologijska perspektiva*. Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, Zagreb, 258-275 pp.

Ristić Dedić Z, Jokić B, Šabić J 2011. *Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz Biologije.* Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja i Institut za društvena istraživanja, Zagreb, 165 pp.

Rocard M, Csermely P, Jorde D, Lenzen D, Walberg-Henriksson H, Hemmo V 2007. *Science Education now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Office For Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 22 pp.

Seymour E, Hewitt N. 1997. *Talking about leaving: Why undergraduates leave science*. Westview Press, Boulder, Colorado, 444 pp.

Škugor A. 2013. Paradigma nastave Prirode i društva usmjerene na učenika kao smjernica u osposobljavanju studenata učiteljskih studija. *Doktorska disertacija*. Učiteljski fakultet u Zagrebu, Zagreb.

Springer L, Stanne E, Donovan, SS. 1999. Effects of Small group learning on Undergarduates in science mathematics, engineering and Technology. *A metha-Analysis, Review of Educational Research* 69:21-51.

Taylor G, Jungert T, Mageau AG, Schattke K, Dedic H, Rosenfield S, Koestner R. 2014. A self-determination theory approach to predicting school achievement over time: the unique role of intrinsic motivation. *Contemporary Educational Psychology* 39:342-358.

Terhart E 2005. *Metode poučavanja i učenja- Uvod u probleme metodičke organizacije poučavanja i učenja*. Educa, Zagreb, 228 pp.

Turk M 2009. *Poticanje stvaralaštva u odgoju i obrazovanju- Utjecaj aktivnog učenja u visokoškolskoj nastavi na razvoja stvaralaštva budućih nastavnika*. Profil, Zagreb, 107-115 pp.

Vitale MR, Romance NR, Klentschy M. 2006. Improving school reform by changing curriculum policy toward content - area instruction in elementary schools. *International Journal of Science and Mathematics Education* 10:457-472.

Warr P, Conner M. 1992. Job Competence and Cognition. *Research in Organizational Behavior* 14:91-127.

Weinert FE 2001. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences- Competencies and Key Competencies: Educational Perspective*. Elsevier, Amsterdam, 2433–2436 pp.

Welch WW, Klopfer LE, Aikenhead GS, Robinson JT. 1981. The role of inquiry in science education: analysis and recommendations. *Science Education,* 65: 33-50.

Wilder M, Shuttleworth P. 2004. Cell inquiry: A 5E learning cycle lesson. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas* 41:25-31.

Williams-Rossi D 2009. The influence of the Inquiry Institute on elementary teachers' perception of inquiry learning in the science classroom. *Master thesis*. University of North Texas.

Willms JD. 2006. Variation in socioeconomic gradients among cantons in French and Italian-speaking Switzerland: Findings from the OECD PISA. *Educational Research and Evaluation* 12:129-154.

Wolf SJ, Fraser BJ. 2008. Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education* 38:321-341.

Zarevski P, Kujundžić S, Lasić A 2002. *Opća informiranost pripadnika različitih socio-demografskih skupina*. Vol. 33 Revija za sociologiju: časopis Sociološkog društva Hrvatske. Sociološko društvo Hrvatske, Zagreb, 159-168 pp.

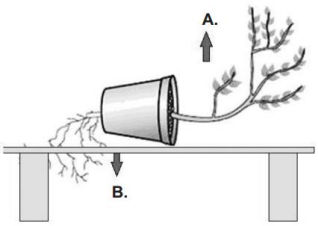
Web izvori:

1. http://www.hzz.hr/UserDocsImages/Pojmovnik_Hrvatskoga_kvalifikacijskog_okvira.pdf
2. http://dokumenti.ncvvo.hr/OS/Analiza/bio.pdf
3. http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/06/Preporuke-za-autore-i-recenzente-natjecanja-20131.pdf
4. https://www.ncvvo.hr/nastavni-planovi-i-programi-za-gimnazije-i-strukovne-skole/

9. PRILOZI

Prilog 1. Inicijalna pisana provjera znanja

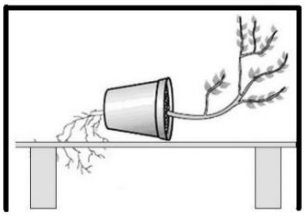
1. Što bi se dogodilo da na Zemlji nema biljaka?
2. Ljudi često imaju biljke u spavaćoj sobi. Je li to dobro? Objasni.
3. Navedi sve moguće razloge preobraženja lista kaktusa u bodlje?
4. Tko je prvi morao naseliti kopno: biljke ili životinje? Zašto?
5. Što je bila inspiracija za osmišljavanje mehanizma čičak trake koja je danas nezamjenjiva na odjevnim predmetima?
6. Je li brokula cvat ili cvijet? Zašto?
7. Okruglolisna rosika *Drosera rotundifolia L.* je autohtona biljka mesožderka na prostoru Republike Hrvatske. U slučaju da se nije hranila mjesec dana kukcima, hoće li preživjeti? Objasni!
8. Slika pokazuje gibanje biljke.



a) Koji čimbenik okoliša djeluje na položaj lišća na stabljici?

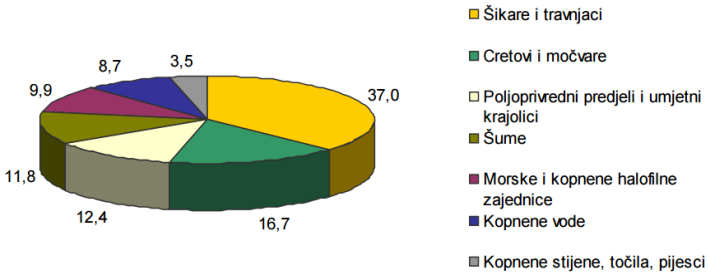
b) Koji vanjski podražaj uzrokuje rast korijena u smjeru strjelice B?

c) Koji je od navedenih čimbenika uzrokovao rast stabljike biljke kao što je prikazano na slici ako je biljka tijekom pokusa bila prekrivena kutijom?



a) Dodir
b) Toplina
c) Sila teža
d) Količina kisika

9. Znanstvenici su sjemenku biljke prenijeli u Međunarodnu svemirsku postaju gdje nema gravitacije. U postaji su omogućeni su svi uvjeti klijanja sjemenke: voda, temperatura i zrak. U kojem smjeru je rastao korijen, a u kojem stabljika?
10. Graf prikazuje udio ugroženih biljnih vrsta prema tipu staništa (%).



a) Na kojim staništima se primjećuje najveći postotak ugroženih biljnih vrsta?
b) Obrazloži zbog čega je to tako.

11. Krajem zime prije vegetacijske sezone voćar u voćnjaku mladica krušaka orezuje vršne pupove glavnih stabljika.

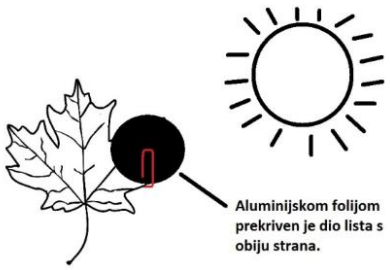
a) U koju svrhu provodi taj postupak?
b) Koje tkivo omogućuje rast debla kruške u širinu?
c) Voćar primjenjuje kalemljenje tako da na divlju krušku (podlogu) nacijepi grančicu kultivirane sorte (plemku). Kako se naziva dioba stanica koja omogućuje spajanje podloge i plemke?

12. Maja je primijetila da su pašnjaci jadranskih otoka tijekom svibnja zeleni, a ljeti žutosmeđi.

a) Koji je čimbenik okoliša uvjetovao promjenu boje trave?
b) Koja je promjena na razini stanica dovela do promjene boje trave?
c) Koji pigment prisutan u stanicama tijekom svibnja određuje boju pašnjaka?

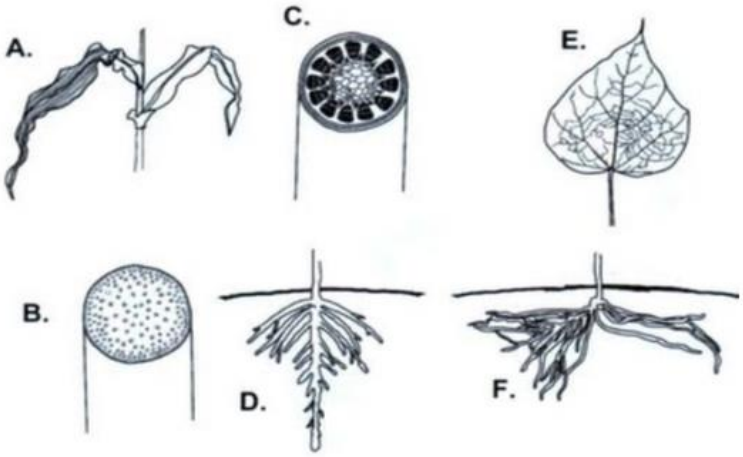
13. Na slici se nalazi list čiji je dio prekriven aluminijskom folijom i prirodno osvjetljen Sunčevom svjetlošću. Koje ponuđeno pitanje odgovara istraživačkom cilju pokusa koji je prikazan na slici?

a) Može li se reprodukcija odvijati bez svjetlosti?
b) Povećava li se transpiracija pod utjecajem svjetlosti?
c) Odvija li se sinteza proteina u listovima?
d) Utječe li svjetlost na količinu klorofila u listovima?



Prilog 2. Završna pisana provjera znanja

1. Slika 1. prikazuje vegetativne organe kritosjemenjača.

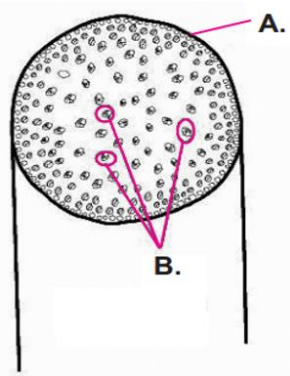


Slika 1.

a) Na crtu napiši slova koja označavaju vegetativne organe jednosupnica.

b) U Čepić polju došlo je do erozije tla vjetrom. Početkom veljače 2012. godine taj problem je eskalirao do katastrofalnih razmjera. Iz tog razloga su bile potrebne hitne mjere zaštite tla. S obzirom na svoje znanje o građi vegetativnih organa kritosjemenjača, koju bi biljku ti predložio/la za sadnju kako bi ublažio/la eroziju tla? Objasni zašto!

2. Slika 2. prikazuje poprečni presjek stabljike kritosjemenjača.



Slika 2.

a) Kojoj sistematskoj kategoriji kritosjemenjača pripada vegetativni organ na slici 2.

b) Koji je organ za provođenje sokova kroz biljku označen slovom B na poprečnom presjeku stabljike?

c) Koje je tkivo na poprečnom presjeku stabljike označeno slovom A?

d) Genetski inženjeri su odlučili modificirati stabljiku kukuruza. Sekundarni meristem iz stabljike breze su umetnuli u stabljiku kukuruza. Što se dogodilo sa stabljikom kukuruza?

3. Kritosjemenjače se mogu svrstati u dvije velike skupine: jednosupnice i dvosupnice. Tulipan je jednosupnica jer ima:

a) Usporedne lisne žile i čupavi korijen

b) Cvijet građen na osnovi broja 5 ili 4 i usporedne lisne žile

c) Cvijet građen na osnovi broja 3 ili njegovog umnoška i razgranate lisne žile

d) Dvije supke i usporedne lisne žile

4. Slike od 3. do 6. prikazuju cvjetove i cvatove.

Slika 3.

Slika 4.

Slika 5.

Slika 6.

a) Cvat je prikazan na slici/slikama?

b) Što je cvat?

c) Koja slika prikazuje zaštićenu biljku i kako se biljka zove?

d) Poveži stanište i ugroženost biljke iz zadatka c).

5. Slika prikazuje plodove različitih predstavnika dvosupnica. U tablicu svaku sliku plodova povežite s opisom ploda kojemu pripada.

1.

2.

3.

1.	
2.	
3.	

a) Plod građen od jednog plodnog lista koji se otvara na dva šava. Tipičan je plod biljaka iz porodice mahunarki (*Fabaceae*).

b) Suhi jednosjemeni nepucavac tvrdog drvenastog usplođa. Sjemenka nije srasla s usplođem već slobodno leži u plodu. Karakterističan je za biljke iz porodice breze (*Betulaceae*)

c) Plod je nepucavac kojemu sjemenka nije srasla s usplođem već leži slobodno u plodu, karakteristika je biljka iz porodice glavočika (*Asteraceae*).

d) Suhi jednosjemeni nepucavac koji je pri osnovici obavijen čaškastom izraslinom (kupulom) koja nastaje bujanjem stabljičnih ili lisnih dijelova cvijeta, a nalazi se kod biljaka iz porodice bukvi (*Fagaceae*).

e) Plod svojstven biljkama iz porodice krstašica (Brassicaceae). Nastaju iz plodnice građene od dva plodna lista koja je po sredini pregrađena nepravom pregradom na dva pretinca.

6. Došao/la si u laboratorij botanike Odjela za biologiju. Nakon što si ispitao/la kemijski sastav sjemenke zobi i sjemenke slanutka morao/la si odgovoriti na slijedeća pitanja:

a) Zašto se masa slanutka povećala više od mase zobi?

b) Zašto se sjemenka zobi Lugolovom otopinom boji u tamnoplavo, a sjemenka slanutka u žuto?

7. Stručnjak iz Međunarodnog centra za kukuruz i pšenicu (CIMMYT) je upozorio na svjetsku opasnost zbog nove, iznimno destruktivne vrste bolesti koja pogađa usjeve, žitne hrđe, čije se spore prenose vjetrom.Zašto žitna hrđa predstavlja opasnost na svjetskoj razini?

8. Plodovi mogu biti raznih boja: žuti, zeleni, narančasti, crveni. Zašto je plod trešnje crven?

a) Zbog lakšeg rasprostranjivanja
b) Zbog lakšeg oprašivanja
c) Jer se u jesen boje biljaka mijenjaju
d) Da ga životinje lakše nađu zimi

9. Europa i SAD od kraja 1980-ih godina zabilježili su rastući trend izumiranja pčelinjih kolonija koje na pojedinim područjima dosežu i do 80%.

a) Objasni na koji način i na koju skupinu biljaka ova pojava može imati najveći utjecaj.
b) Procijeni posljedice ove pojave na održavanje biološke ravnoteže u ekosustavima.

10. Tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci, maslačak je često dominantna biljna vrsta na travnatim površinama. Objasni uzrok ove pojave.

11. Iskoristi pojmove iz tablice kako bi odgovorio na zadana pitanja. Neke pojmove je moguće upotrijebiti više puta.

fotosinteza	parenhim	entomofilija	jednosupnice
N_2	asimilacija	žljezdano tkivo	puči
ksilem	kruženje tvari	simbioza	mikrospore

a) Bakterije roda *Rhizobium* u kvržicama na korijenu mahunarki omogućuju fiksaciju atmosferskog dušika. Koje pojmove možemo povezati s tim procesom?

b) Orhideje nude svojim oprašivačima na neobičan način nektar i polen. Cvjetovi orhideja vrlo često nalikuju na ženke pojedinih vrsta kukaca. Orhideje iz rodova Ophrys, Cryptostylis, Caladenia privlače mužjake opnokrilaca. Cvjetovi svojom morfologijom donje usne, a i drugim dijelovima cvijeta nalikuju na ženke kukaca oprašivača. Pojedine vrste produciraju i mirise feromone, pa mužjaci u nastojanju da kopuliraju s cvijetom odnose polen. Ovisno o položaju kopulacije polen odnose na zatku ili glavi.

c) Glavna pokretačka struja za kretanje vode provodnim žilama nije korijenov tlak već transpiracijski usis, za koji biljka ne troši energiju već se koristi padom vodnog potencijala između tla i atmosfere. Najveći pad vodnog potencijala i najveći otpor su između površine lista i atmosfere. Taj veliki otpor posljedica je transpiracije, tj. prijelaza vode iz tekuće u plinovitu fazu, za što je potrebna velika količina

energije. Uslijed transpiracije smanjuje se koncentracija vode u staničnim stjenkama stanica lista koje graniče s vanjskom atmosferom i međustaničnim prostorima unutar lista, a time se smanjuje i vodni potencijal. Inhibicijska je voda staničnih stjenki u neposrednoj vezi s punjenjem provodnih elemenata vodom, a molekule vode su međusobno povezane kohezijskim silama, pa se voda stalno usisava iz korijena i provodi prema listovima. Ovaj način gibanja vode u biljci naziva se transpiracijskom strujom.

Prilog 3. Anketa o navikama učenja za učenike

Anketa za učenike

Škola: Razred: Spol: Ž M

Dobro pročitaj i razmisli o svakom pitanju te zaokruži odgovor koji je za tebe najtočniji.

1- Nikada
2- Ponekada
3- Često
4- Gotovo uvijek (s rijetkim iznimkama)
5- Uvijek (bez iznimaka)

1.	Na nastavi radimo suradnički, u grupama.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
2.	Na nastavi surađujem s drugim učenicima.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
3.	Nastava je interaktivna (mnogo pitanja i odgovora).	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
4.	Na nastavi radim zadatke koji omogućuju primjenu znanja ili vještina na svakodnevne situacije.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
5.	Na nastavnom predmetu dobro razvijam svoje vještine za razne životne situacije.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
6.	Na satu se izmjenjuju različite svrhovite aktivnosti.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
7.	Nastavni sat je ispunjen aktivnostima.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
8.	Tijekom nastave, imam osjećaj da je naglasak na razumijevanju, a ne samo na pamćenju pojmova.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
9.	Na početku nastavnog sata prvo ponovim sve što znam o temi koja će se obrađivati na satu.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
10.	Na kraju sata mogu ponoviti najvažnije o nastavnom sadržaju kojega smo radili na nastavnom satu .	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
11.	U razredu vlada opušteno radno ozračje.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
12.	Imam mogućnost izbora aktivnosti ili načina rada.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
13.	Slobodno iznosim svoje ideje, postavljam pitanja ili tražim pojašnjenja.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
14.	Aktivno sam uključen/a u rad.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
15.	Jasno mi je tijekom sata što treba činiti.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
16.	Dosadan mi je način na koji nastavnik predaje.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
17.	Uz poticaj nastavnika povezujem sadržaj različitih predmeta.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
18.	Pitam nastavnika/ icu da mi objasni nešto što ne razumijem.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
19.	Imam dovoljno vremena da odgovorim na pitanja koja mi nastavnik/ica postavlja.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
20.	Nastavnik postavlja pitanja koja potiču na razumijevanje sadržaja.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
21.	Na nastavnom predmetu mogu i naučiti dobro surađivati s drugim ljudima.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
22.	Volim suradnju s drugim učenicima, rad u paru ili grupi.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
23.	Nastavu pratim koncentrirano, nastojeći upamtiti i razumjeti što više.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
24.	Vodim bilješke na svakom nastavnom satu.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
25.	Za svaki predmet imam posebnu bilježnicu.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
26.	Bilježim na satu pitanja koja nastavnik/ica postavlja drugima.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
27.	Uključujem se u rasprave vezane uz školski sadržaj.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek

28.	Iznosim vlastite primjere u vezi sa sadržajem koji se uči.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
29.	Odgovaram u sebi prilikom ispitivanja nekog drugog učenika u školi.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
30.	Pokušavam u školi zapamtiti što više gradiva.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
31.	Opisujem i objašnjavam korake koje koristim tijekom izvršavanja pokusa ili koje koristim u radu na nekom zadatku.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
32.	Vlastitim riječima iskazujem kako razumijem sadržaj koji sam učio/ la.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
33.	Mogu procijeniti svoj vlastiti rad i napredovanje.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
34.	Događa mi se da kad me u školi ispituju zbog treme ne pokazujem sve što znam.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
35.	Izvanškolske aktivnosti mi oduzimaju vrijeme potrebno za učenje.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
36.	Učim svaki dan.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
37.	Mogu predvidjeti koliko ću vremena potrošiti na učenje.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
38.	Pokušavam sadržaj ponavljati od riječi do riječi iz bilježnice.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
39.	Ponavljam gradivo redoslijedom kojim je zapisano u bilježnici ili udžbeniku.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
40.	Ponavljam gradivo koje sam naučio/la više puta.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
41.	Uspoređujem novo gradivo sa sličnim gradivom iz drugih predmeta.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
42.	Imam problem s nerazumijevanjem sadržaja u nekim predmetima.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
43.	Sklon/ a sam odustati od učenja kad naiđem na dio koji ne razumijem.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
44.	Pokušavam odrediti značenje nepoznatih riječi koje susrećem u tekstu.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
45.	Mogu izdvojiti nekoliko osnovnih pitanja iz sadržaja koji učim.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
46.	Znam iz teksta izdvojiti glavnu misao.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
47.	Preskačem u učenju iz udžbenika tablice i slike.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
48.	Tijekom učenja često razmišljam o svojim problemima i poteškoćama.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
49.	Tijekom učenja postavljam si pitanja koja me potiču na razumijevanje.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
50.	Moram prekidati učenje jer pri ruci nemam sredstva koja su mi potrebna za učenje (računalo, knjige).	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek

Prosjek ocjena iz prirode/ biologije u osnovnoj školi (5.- 8. razred): _____.

Prilog 4. Anketa o navikama poučavanja za nastavnike

Anketa za nastavnike

Predmet koji poučavam: Spol: Ž M

Dobro pročitaj i razmisli o svakom pitanju te zaokruži odgovor koji je za tebe najtočniji.

1- Nikada
2- Ponekada
3- Često
4- Gotovo uvijek (s rijetkim iznimkama)
5- Uvijek (bez iznimaka)

1.	Na nastavi učenici rade suradnički, u grupama.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
2.	Na nastavi učenici međusobno surađuju.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
3.	Nastava je interaktivna (mnogo pitanja i odgovora).	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
4.	Na nastavi učenici rade zadatke koji omogućuju primjenu znanja ili vještina na svakodnevne situacije.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
5.	Na nastavnom predmetu učenici dobro razvijaju svoje vještine za razne životne situacije.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
6.	Na satu se izmjenjuju različite svrhovite aktivnosti.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
7.	Nastavni sat je potpuno ispunjen aktivnostima (nema "praznog" hoda) .	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
8.	Tijekom nastave, naglasak je na razumijevanju, a ne samo na pamćenju pojmova.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
9.	Na početku nastavnog sata jasno iznosim temu nastavnog sata.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
10.	Na kraju sata ukratko sažimam ono što se radilo na satu.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
11.	U razredu vlada opušteno radno ozračje.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
12.	Učenicima dajem mogućnost izbora aktivnosti ili načina rada.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
13.	Učenici slobodno iznose svoje ideje, postavljaju pitanja ili traže pojašnjenja.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
14.	Učenici su aktivno uključeni u rad.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
15.	Učenicima je tijekom sata jasno što treba činiti.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
16.	Učenici na nastavi sudjeluju sa zanimanjem.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
17.	Učenike potičem na povezivanje sadržaja različitih predmeta.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
18.	Ponovno ili na drugačiji način objašnjavam sadržaj ako dio učenika ne razumije ili pogrešno odgovara.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
19.	Učenicima dajem dovoljno vremena da odgovore na pitanja koje im postavljam.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
20.	Učenicima postavljam pitanja koja potiču na razmišljanje (na kognitivne procese više razine)	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
21.	Na nastavnom predmetu učenici mogu naučiti dobro surađivati s drugim ljudima.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
22.	Učenici vole suradnju s drugim učenicima, rad u paru ili grupi.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
23.	Nastavni sadržaj povezujem s primjerima iz svakodnevnog života i prijašnjim znanjima i iskustvima učenika.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek

24.	Učenike potičem na samostalno vođenje bilježaka i organiziranje sadržaja koji su učili (npr. izdvajanjem glavnih ideja i pojmova ili izradom jednostavnih prikaza).	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
25.	Zahtijevam od učenika da imaju posebnu bilježnicu za moj predmet.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
26.	Potičem učenike na bilježenje pitanja koje im postavljam na nastavnom satu.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
27.	Potičem učenike na uključivanje u rasprave vezane uz školski sadržaj.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
28.	Potičem učenike da iznose vlastite primjere u vezi sa sadržajima koje su učili.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
29.	Poučavam učenike o tome kako pristupiti učenju, rješavanju određenih zadataka ili vježbanju.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
30.	Od učenika tražim da opisuju i objašnjavaju korake koje su koristili u radu na nekom pokusu ili zadatku.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
31.	Potičem učenike da vlastitim riječima iskažu kako su razumiju sadržaj koji se uči.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
32.	Od učenika tražim da procijene vlastiti rad i napredovanje.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
33.	Pazim da određeni učenici ne dominiraju u raspravama ili aktivnostima na satu.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
34.	Ohrabrujem učenike da daju svoje osobno mišljenje i kritički osvrt na sadržaje koje su učili.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
35.	Zadajem zadatke koji omogućuju primjenu znanja i vještina na svakodnevne situacije.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
36.	Postavljam pitanja kojima provjeravam razumijevanje učenika.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
37.	Učenicima pružam konkretne povratne informacije u njihovu radu.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
38.	Pravodobno objašnjavam zašto je neki odgovor ispravan ili neispravan.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
39.	Ističem napredovanje učenika i njihov uspjeh u učenju, a ne samo njihove nedostatke.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
40.	Imam pripremljena pitanja i zadatke kojima provjeravam razumijevanje i postignuća učenika na satu.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
41.	Dajem jasne upute i postavljam jasna pitanja.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
42.	Objašnjavam postupno, s prijelazima od jednostavnijim ka složenim sadržajima.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
43.	Upućujem učenike na ključne pojmove, odnosno glavne sadržaje koje treba naučiti.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
44.	Prema učenicima se odnosim s poštovanjem i prihvaćanjem.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
45.	Pohvaljujem trud učenika i njihova postignuća.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
46.	Spremno odgovaram na pitanja učenika.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
47.	Učenici žele što više naučiti.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
48.	Informatička oprema je zadovoljavajuća i dostupna učenicima.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
49.	Količina i suvremenost nastavnih pomagala omogućava kvalitetno odvijanje nastave.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek
50.	Škola potiče uključivanje učenika u različite izvanškolske aktivnosti.	Nikada 1 2 3 4 5 Uvijek

Prilog 5. Ponovljena završna pisana provjera znanja

1. Koje biljke ne pripadaju skupini začinskih biljaka?
   a) kakaovac
   b) paprika
   c) komorač
   d) vinova loza
   e) cimet

2. Koja je od navedenih vrsta drveća karakteristična za plavljena i vlažna staništa u nizinskome pojasu sjeverne Hrvatske i Slavonije?
   a) lipa
   b) bukva
   c) pitomi kesten
   d) hrast lužnjak

3. Koja je od navedenih biljaka razvila evolucijske prilagodbe oprašivanja uz pomoć kukaca?
   a) kadulja
   b) pšenica
   c) bor
   d) hrast

4. Po kojim osobinama raspoznaješ biljke koje oprašuju kukci (jedan je ili više točnih odgovora):
   a) cvjetovi su im živo obojani
   b) polen je krupan i slijepljen u nakupine
   c) prašnici imaju duge i tanke drške
   d) vratovi tučka su kratki ili manjkaju
   e) cvjetovi su im dvospolni

5. Koja je od navedenih biljaka prilagođena sušnim staništima?
   a) bukva
   b) vrba
   c) jabuka
   d) maslina

   Navedi tri prilagodbe biljaka na sušne uvjete života?

6. Što bi se dogodilo da na Zemlji nema biljaka?

7. Došao/la si u laboratorij botanike Odjela za biologiju. Nakon što si ispitao/la kemijski sastav sjemenke pšenice i sjemenke graha morao/la si odgovoriti na slijedeća pitanja:

a) Zašto se masa graha povećala više od mase pšenice?

b) Zašto se sjemenka pšenice Lugolovom otopinom boji u tamnoplavo, a sjemenka graha u žuto?

8. Slika prikazuje cvjetove i cvatove različitih biljnih vrsta.

a) b) c) d)

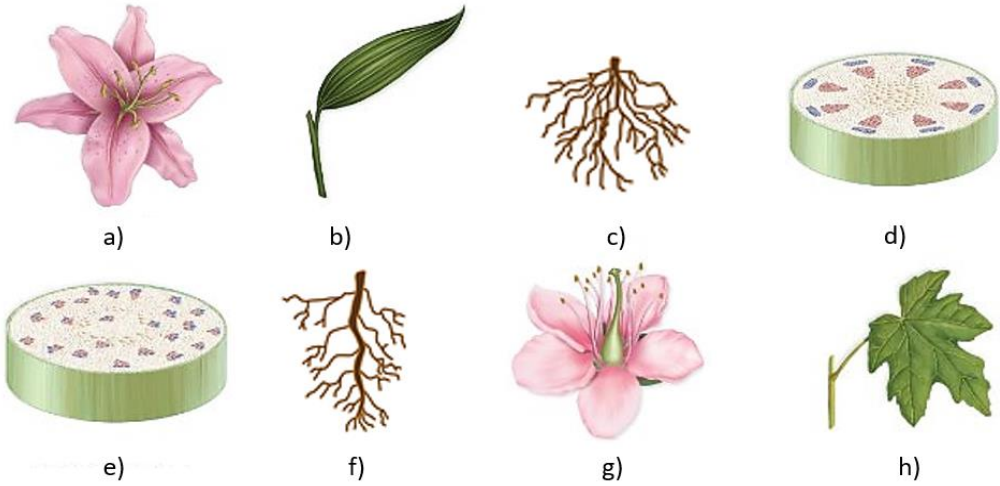
a) Cvat je prikazan na slici/slikama?

b) Što je cvat?

c) Kojim slovom je označena strogo zaštićena biljka temeljem Zakona o zaštiti prirode. Kako se biljka zove?

d) Stanište biljke iz zadatka c) su uglavnom vlažne livade. Poveži ugroženost te biljne vrste sa njezinim staništem.

9. Slika prikazuje organe kritosjemenjača. Razvrstaj i na crtu upiši koji od navedenih organa na slici pripadaju jednosupnicama, a koje dvosupnicama:



a) b) c) d)

e) f) g) h)

a) Organi jednosupnica:
Organi dvosupnica:

b) Navedite dvije uloge korijena.
1. uloga:
2. uloga:

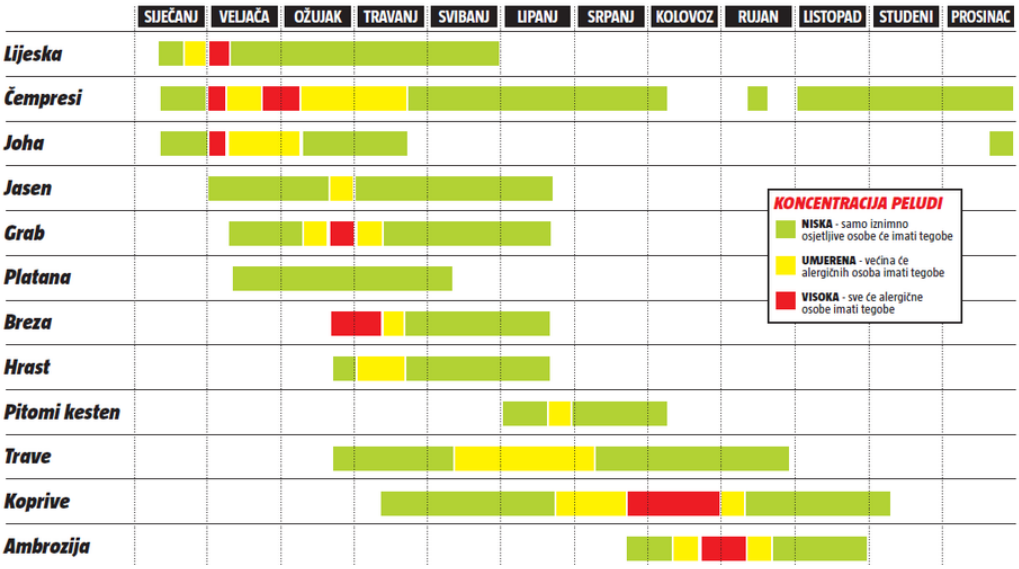
10. Iskoristi pojmove iz tablice kako bi odgovorio/la na zadana pitanja. Neke pojmove je moguće upotrijebiti više puta.

oprašivači	urbanizacija	mali kaćun	ivančica
bioraznolikost	livadna vlasulja	stočarstvo	melioracija
kockavica	pošumljavanje	divlja mrkva	sijeno

Travnjaci predstavljaju jedinstvena staništa za veliki broj biljnih i životinjskih vrsta. Presudnu ulogu u njihovom očuvanju i zaštititi ima čovjek. Na južnim padinama gora zastupljeni su suhi i polusuhi brdski travnjaci koji su izuzetno bogati biljnim vrstama zbog čega u vrijeme cvatnje izgledaju poput šarenog cvjetnog saga. Ti su brdski travnjaci nastali krčenjem šuma u prošlosti kako bi služili kao košanice ili za ispašu stoke. Uz rijeke, potoke i izvore zastupljene su vlažne livade na kojima rastu rijetke i ugrožene biljne vrste.

a) Koje se sve vrste mogu povezati sa livadnom vegetacijom?
b) Zašto nestaje livadna vegetacija?
c) Zašto je važna livadna vegetacija?

11. Peludni kalendar predstavlja grafički prikaz peludnog spektra u zraku istraživanog područja tijekom promatranog vremena, a najčešće se izrađuje za razdoblje od godine dana.



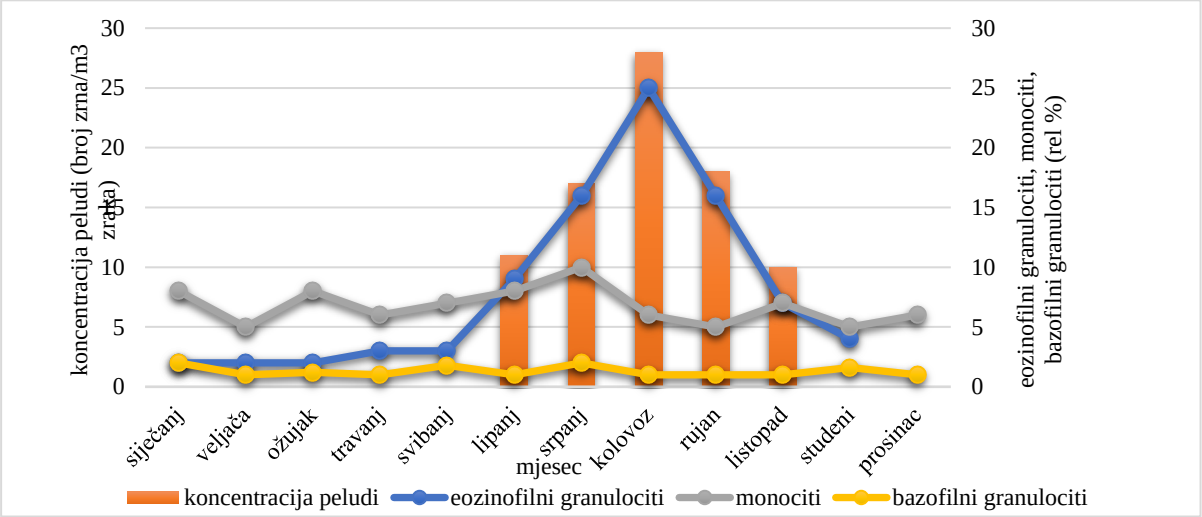
a) Koji mjesec obilježava cvatnja ambrozije?
b) U kojem razdoblju se bilježi vrhunac koncentracije peludi ambrozije?

Alergije smatramo bolestima modernog doba. Alergija ili preosjetljivost je neuobičajena i prekomjerna reakcija imunološkog sustava na različite čimbenike okoliša. Malo je alergičnih osoba koje nisu čule za alergiju na pelud invazivne biljke ambrozije. Zabrinjavajući podatak je da svaki četvrti stanovnik planeta Zemlje pati od peludne alergije, a svaki osmi je alergičan na pelud ambrozije.

c) Koje vrste prilagodbi ambroziji omogućavaju brzo rasprostranjivanje i objasni na koji je to način povezano sa pojavom alergija kod ljudi?

d) S obzirom na poznavanje anatomske građe biljke predloži način suzbijanja ambrozije.

e) Početkom rujna Ivana je napravila kompletnu krvnu sliku i liječnik je zaključio kako je alergična. Na grafu je prikazana ovisnost koncentracije peludi o pojedinim parametrima kompletne krvne slike. Koji je parametar liječniku pokazatelj sklonosti alergijskoj reakciji? Po čemu to zaključuješ?



Prilog 6. Radni materijal za istraživački pristup učenju

1 NASLOV KONCEPTA:

Pišem sve što znam ili mislim da znam.
Ne brinem se jer nema netočnih odgovora!

2 RAZMIŠLJAM!

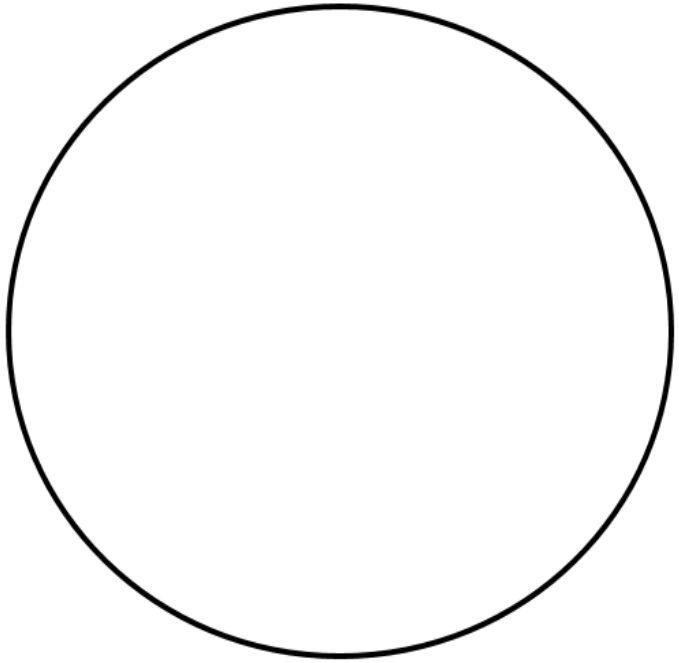
Razmišljam o tome što ću istražiti!

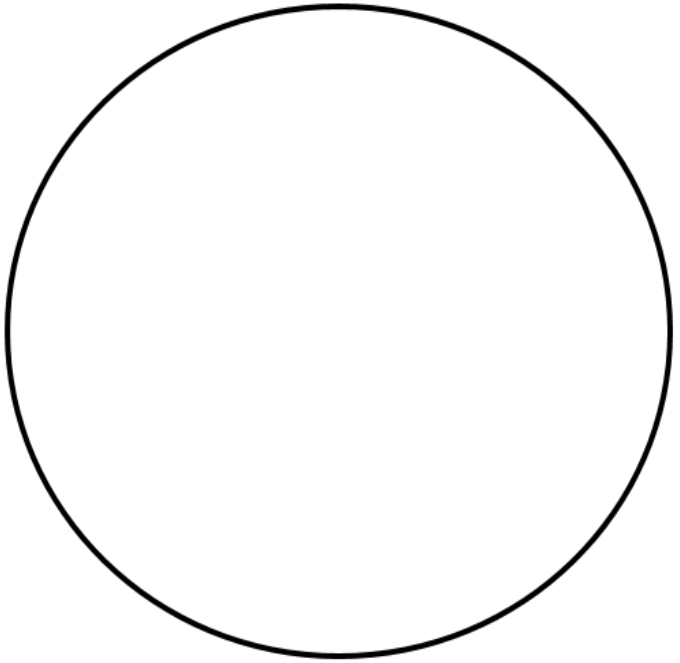
3 ISTRAŽUJEM!

Kako ću odgovoriti na istraživačko pitanje?

- ✓ Tražim informacije iz različitih izvora.
- ✓ Postavljam hipotezu.
- ✓ Osmišljavam pokus.
- ✓ Izvodim pokus.
- ✓ Potvrđujem ili odbacujem hipotezu.

Promotri uzorke i nacrtaj što vidiš





Pokus

HIPOTEZA

MATERIJAL I PRIBOR

POSTUPAK

OPAŽANJE

ZAKLJUČAK

KRITOSJEMENJAČE	JEDNOSUPNICE	DVOSUPNICE
Izgled lista		
Izgled korijena		
Izgled cvijeta		
Izgled sjemenke		
Porodice		

Prouči fotografije
01
02
03
04

Pogodi tko?

01

Ja sam zeljasta trajnica s podankom ili gomoljem. Izgled mog cvijeta je vrlo poseban jer je prilagođen oprašivanju kukcima. Imam perigon sastavljen od šest listova raspoređena u dva reda, a jedan je poseban jer se naziva medna usna. Posjedujem i dva prašnika prirasla za njušku tučka. Moje sjeme je tobolac s velikim brojem sjemenki, no ne mogu se uzgajati putem njih jer klijem samo uz pomoć simbioznih gljiva. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

02

Ja sam zeljasta biljka. Imam šuplju i člankovitu stabljiku te izdužene listove. Baza mog lista je oblikovana u rukavac koji obavija stabljiku. Prijelaz plojke lista u rukavac naziva se ligula, a list vlat. Posjedujem sitne reducirane cvjetove skupljene u klas ili metlicu, nastalu iz većeg broja klasića koji formiraju cvat. Više se cvjetova spaja u klasić koji je na bazi obavijen dvama zajedničkim listićima, pljevama. U pazušcu mojih pricvjetnih listića, obuvenaca, razvija se cvijet. Ocvijeće je reducirano i u vanjskom krugu je jedan ljuskavi listić (košuljica), a u unutarnjem krugu dva listića (lodule). Svaki cvijet se sastoji od tri prašnika koja imaju dugačke filamente i jednog tučka s dvije rasperjane njuške i nadrasle plodnice s jednim sjemenim zametkom. Oprašujem se vjetrom i moj plod je pšeno. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

03

Ja sam zeljasta trajnica s lukovicom ili podankom, cjelovitim listovima i višesimetričnim dvospolnim cvjetovima. Moj cvijet ima šareni tročlani perigon koji se sastoji od dvaju krugova latica, dvaju krugova prašnika i jednog tučka od tri plodna lista s nadraslom plodnicom i više sjemenih zametaka. Plod je tobolac ili boba. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

Pogodi tko?

04

Za ovu porodicu karakterističan je cvat štitac. Cvat se razvija na vrhu stabljike i ima izgled velikog cvijeta koji se naziva pseudantij. U središtu cvata nalazi se jedan ljubičasti sterilni cvijet koji privlači kukce. Stabljika je člankovita i šuplja, a listovi izmjenični, perasto sastavljeni. Biljke iz te porodice se uzgajaju kao začinske biljke. Ova porodica se naziva porodica _____ i najpoznatiji predstavnici su _____, _____ i _____ .

05

Svi članovi porodice u koju ja pripadam sadrže mliječne žlijezde i imaju glavičasti cvat sastavljen samo od jezičastih cvjetova. Primjer za takvu vrstu cvijeta sam ja, _____, latinskog naziva _____. Jezičasti cvjetovi su nastali srastanjem pet latica u jezičac, a svaki jezičac na vrhu ima pet zubića. Prašnici su srasli na filamentima i stvaraju cijev kroz koju prolazi plodnica koja je podrasla. Plod koji razvijam naziva se roška i na vrhu nosi čuperak s dlačicama nazvan papus, a sjemenke mi raznosi vjetar. Pripadam porodici _____.

06

Pripadnici moje porodice imaju cvat glavicu sastavljenu od cjevastih i jezičastih cvjetova. Cjevasti cvjetovi su obično žuto obojeni, a nastali su srastanjem pet latica u cijev. Jezičasti cvjetovi su nastali srastanjem tri latice u jezičac i raspoređeni su po obodu glavičastog cvata. Prašnici i jednog i drugog cvijeta su srasli filamentima u cijev i spojeni su vjenčićem. Plodnica mi je podrasla i sastoji se od dva plodna lista i jednog sjemenog zametka. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

Pogodi tko?

07

Ja sam zeljasta biljka koja ima cvjetove prepoznatljive po sraštenim laticama u obliku usana. Gornja usna je manja i nastala je sraštavanjem dviju latica, a donja je veća i nastala je sraštavanjem triju latica. Uz gornje usne srasla su mi četiri prašnika, dva kraća i dva duža. Plodnica mi je građena od dva plodna lista. Cvjetovi su pričvršćeni u pazušcu lista i rastu skupljeni u cvat klas. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ prepoznatljivoj po četverobridnoj stabljici.

08

U mojoj porodici prevladavaju zeljaste biljke ili povijuše sa perasto ili dlanasto sastavljenim listovima. Cvjetovi su dvospolni s vjenčićem leptirastog oblika. Vjenčić se sastoji od pet latica: gornje zastavice, dvije središnje krilca i dvije donje koje tvore lađicu. Prašnika je deset: devet ih je sraslo, a deseti je slobodan. Tučak je jedan, nadrastao s više sjemenih zametaka. Plod je mahuna. Moja porodica se zove _____ i najpoznatiji predstavnici su _____.

09

Ja sam drvenasti grm koji ima stabljiku obraslu trnjem. List mi je perasto sastavljen s palistićem vidljivim pri osnovici peteljke. Cvijet mi se sastoji od pet slobodnih latica i lapova, velikog broja prašnika i plodnice građene od pet plodnih listova. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

Pogodi tko?

10

Ja sam zeljasta biljka s cjelovitim, naizmjence raspoređenim, listovima. Cvat mi se razvija na vrhu glavne osi ili postranih ogranaka. Ocvijeće mi se sastoji od četiri lapa i četiri latice koji su unakrsno raspoređene. Ukupno imam šest prašnika, dva su kraća, a četiri duža. Plodnica mi je nadrasla, građena je od dva plodna lista i stvara plod komušku. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

11

Rastem u rano proljeće na livadama. Ističem se žutim cvjetovima koji se razvijaju na prizemnim cvjetnim stapkama. Cvijet mi se sastoji od pet spojenih latica. 5 do 12 cvjetova čini štitasti cvat. Imam jajolike prizemne listove. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

12

Ja sam zeljasta, jednogodišnja biljka. Stabljika i listovi su mi prekriveni čvrstim dlakama žeravkama koje izazivaju peckanje i žarenje kože. Izvor sam vitamina i minerala, a i čest sastojak biljnih lijekova. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

Pogodi tko?

13

Ja sam drvenasta biljka. Imam rijetku krošnju s tankim granama i izrazito bijelom korom. Listovi su mi okrugli i na rubovima nazubljeni. Cvjetovi su jednospolni, skupljeni u cvat resu. Muški cvjetovi se javljaju u jesen i rese su im viseće. Ženski cvjetovi imaju uspravno položene rese na grani i javljaju se u proljeće. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

14

Ja sam drvenasta biljka, u Hrvatskoj autohtona vrsta. Imam glatku sivu i tanku koru te gusto razvijenu krošnju. Cvjetovi su skupljeni u resu i jednospolni. Ženski se cvijet sastoji od dvaju ciklusa listova perigona, a plodnica od tri plodna lista. Muški cvjetovi imaju perigon od 4 ili 6 listova, a broj prašnika je velik. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

15

Ja sam zeljasta višegodišnja biljka. Cvjetovi su mi dvospolni, žarko obojenih latica s dvostrukim ocvijećem. Na osnovici latica vidljivi su nektariji koji sliče laticama. Cvijet ima veliki broj prašnika i plodnicu građenu od mnogo plodnih listova. Moj plod se naziva orah ili mjehur. Ja sam _____, latinskog naziva _____ i pripadam porodici _____ .

4 ANALIZIRAM!

Bilježim, organiziram i analiziram podatke te tražim uzročno - posljedične veze.

5 ZAKLJUČUJEM!

Razgovaram s ostalima i donosim zaključak.

6 ŠIRIM KONCEPT:

Širim zaključke u veći koncept i povezujem naučeno sa svakodnevnim životom.

Prilog 7. Važnost biljaka za svakodnevni život

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju

Važnost biljaka u svakodnevnom životu

Znanstveni radovi, radovi iz časopisa

Studentica: Martina Gucek
Mentorica: doc. dr. sc. Irena Labak
mag. bio. Marija Dundović

Kockavica
Fritillartia meleagris

Vrsta ima lisnatu nadzemnu tamnozelenu stabljiku i podzemnu lukovicu. Veliki zvonoliki poniknuti cvjetovi stoje pojedinačno. Tri su vanjska listića i tri unutrašnja. Prašnika je šest, a tučak je trodijelne plodnice. Listovi su uski i izduženi. Plod je tobolac.

Kockavica cvate u proljeće (ožujak i travanj) na vlažnim staništima. Cvijet je poseban zbog ljubičastih kockica. Prepoznat je na izložbi cvijeća ''Flora 2000'' u Japanu, gdje je proglašen hrvatskim nacionalnim cvijetom jer podsjeća na grb Republike Hrvatske. Vrsta je ugrožena zbog isušivanja vlažnih staništa na kojima raste ili pak zbog pretvaranja tih staništa u obrađena zemljišta.

Bijela šumarica
Anemone nemorosa

Bijela šumarica je zeljasta trajna biljka iz porodice žabnjaka. Stabljika je uspravna, niskog rasta. Listovi su trodijelni, srednji dio je podijeljen na tri, a dva sporedna imaju dva duboko urezana režnja. Cvijet je krupan, ocvijeće se sastoji od šest duguljasto jajastih bijelih lapova. Prašnika ima 10-20. Plod je jednosjemeni oraščić.

Bijela šumarica raste unutar ili na rubovima svijetlih, listopadnih šuma i šikara. Vrlo je česta vrsta koju možemo naći u nizinskom i brdskom području. Zaštićena je biljka. Uzgaja se kao ukrasna biljka te cvate od ožujka do svibnja. Otrovna je biljka: svi dijelovi sadržavaju protoanemonin, spoj srodan glikozidu ranunkulinu koji može izazvati trovanje ako se proguta, no djelovanje mu se gubi sušenjem ili kuhanjem biljaka. U takvu se obliku šumarice mogu smatrati i ljekovitima, pa su se u prošlosti upotrebljavale u antireumatske svrhe, a danas još i u homeopatiji. U prošlosti se svježi sok iz ove biljke upotrebljavao kao jak otrov za mazanje vrhova strijela.

Velebitska degenija *Degenia velebitica*

Karakteristike

Velebitska degenija je trajna zeljasta biljka iz porodice kupusnjača (Brassicaceae). Gusto je zbijenog, niskog rasta. Prekrivena je dlačicama koje joj daju srebrnkast izgled. List je skupljen u rozete, sjedeći, na vrhu ušiljeni, srebrnkasto bijele boje. Cvjetovi skupljeni u cvatove. Ocvijeće čine četiri jarko žute latice te četiri lapa. Tučak je s nadraslom plodnicom, prašnika je šest. Plod je komuška.

Velebitska degenija *Degenia velebitica*

Stanište

Raste jedino u Hrvatskoj, endem je malog područja na Velebitu. Stanište je planinskog područja izloženog jakom vjetru. Zbog srebrnkastog izgleda teško se uočava na stijenama kad ne cvate. Kritično je ugrožena vrsta. Svrstana je i u Crvenu knjigu vaskularne flore Hrvatske te je zaštićena prema Zakonu o zaštiti prirode. Simbol je Hrvatske i Velebita. Nalazi se i na kovanici od 50 lipa.

Hrvatska perunika *Iris croatica*

Karakteristike
Pripada jednosupnicama. Listovi su uspravni, mesnati. Cvijet je sastavljen od šest latica, tri velike obješene i tri manje, uzdignute.

Hrvatska perunika je endem koji se pojavljuje u svijetlim šumama hrasta medunca i crnog graba. Za stanište bira dolomitne i vapnenačke obronke brdskih područja kontinentalne Hrvatske. Otporna je na sušu i na niske temperature.

Ljekovito bilje

Što sve skriva Hrvatska?

Naša nam je zemlja dala brojne ljekovite biljke. Ljudi su od davnina u prirodi pronalazili lijekove za ublažavanje zdravstvenih tegoba. Povijesni izvori otkrivaju da se ljekovito bilje koristi već 16 000 godina. Pokazalo se kako mnogi biljni spojevi imaju dugoročan blagotvoran utjecaj na zdravlje ljudi. Dosad je pronađeno 12 000 takvih spojeva, a procjenjuje se da je to tek 10 % od ukupnog broja. Ljekovito bilje se pokazalo učinkovitim u liječenju i ublažavanju mnogih bolesti i stanja poput astme, alergije, karcinoma, ekcema, hormonskih poremećaja, migrene, artritisa, kroničnog umora, probavnih smetnji, depresije, tjeskobe, nesanice.

Ljekovite biljke

Kopriva
Urtica dioica

Kamilica
Matricaria chamomilla

Lavanda
Lavandula angustifolia

Kadulja
Salvia officinalis

Kantarion
Hypericum perforatum

Stolisnik
Achillea millefolium

Češnjak
Allium sativum

Lipa
Tilia cordata

Kako kupine prežive ljetne vrućine?

Kupine, kao i neko drugo bobičasto šumsko voće, sadržavaju posebne tvari, flavonoide, koji omogućavaju sazrijevanje ploda na jakom suncu da se on pri tome ne osuši. Kad jedemo šumsko voće bogato flavonoidima, onda oni štite i naš organizam.

Maline se preporučuju kod proljeva i osobama oboljelim od šećerne bolesti.

Borovnice su prirodno sredstvo za smanjenje masnoća u krvi i ublažavanja mokraćnih putova

.

Brusnice se smatraju prirodnim antibiotikom, čaj od brusnice uspješno liječi upalu mokraćnih puteva.

Istraživanja znanstvenika pokazuju da su učinkovite u sprječavanju bolesti srca i krvnih žila te zloćudnih bolesti raznih organa (jednjaka, gušterače, jajnika). Imaju i antivirusno djelovanje na virus herpesa. Kupine su osim toga, od davnina poznate u liječenju slabokrvnosti (anemije).

Moja baka kaže da je kopriva vrlo korisna i ljekovita biljka. Je li to doista tako?

Kopriva sadrži izrazito puno minerala, a u prvom redu jako puno željeza koje naš organizam može puno bolje iskoristiti nego željezo koje se nalazi u farmaceutskim pripravcima. Također, sadrži i druge korisne minerale i vitamine u velikim količinama, a samo 100 grama listova koprive sadrži više vitamina C nego ista količina limuna. Mogu se koristiti svi dijelovi biljke za pripremu raznih ljekovitih pripravaka. Od koprive se mogu pripremati jela, čajevi, ulja, sirupi. Jedino što se ne bi smjelo je piti svježi sok od koprive jer kiselina koja se nalazi u dlačicama na listovima može nadražiti sluznicu probavnih organa. Zato se sok od koprive mora prokuhati prije upotrebe.

RECEPT ZA ČAJ OD KOPRIVE ZA JAČANJE IMUNITETA
Preko dvije čajne žličice suhog lišća koprive prelijte 2 dcl vruće vode.
Pustite da odstoji 5 do 10 minuta pa ga procijedite i popijte.
Bilo bi dobro ohlađenom čaju dodati i žličicu meda.

Začinsko bilje

01

Bosiljak *Ocimum basilicum*

Bosiljak je začin za mnoge umake, tjesteninu, povrće, jela od rajčice, graška i graha. Stavljamo ga u juhe, svježe salate, namaze, u tekućinu za kuhanje ribe i na pržene ribe. Idealan je uz sir i češnjak kao namaz za predjelo. Trga se prstima jer metalni nož oduzima bosiljku većinu najvažnijih sastojaka. Kao začin jelu dodaje se na kraju kuhanja kako se vrijedni i ljekoviti sastojci ne bi raspali dugim kuhanjem.

02

Kopar *Anethum graveolens*

U prehrani se od kopra koriste i listovi i sjemenke. Listovi se koriste svježi ili sušeni. Dodaje se salatama, umacima, zimnicama. Smatra se idealnom biljkom za smirivanje organizma i stanja poput grčeva u želucu, nadutosti, manjka apetita, slabe probave.

03

Peršin *Petroselinum crispum*

Peršin je danas nezamjenjivo začinsko povrće bez kojeg se ne može zamisliti niti jedna svjetska kuhinja. Jednako je koristan i korijen i list. U peršinu ima kalija, kalcija, fosfora, željeza, magnezija, bakra. Izvrstan diuretik, pogodan za liječenje anemije, izvor vitamina C. Koristi se protiv celulita, bora, pomaže kod groznice, neredovite menstruacije te poboljšava izlučivanje mokraće.

Što je mediteranska prehrana?

Mediteranska prehrana podrazumijeva hranu bogatu svježim voćem i povrćem, maslinovim uljem i ribom. Hrani se neizostavno dodaju: češnjak, lovor, ružmarin, peršin, bosiljak koji svojim opojnim mirisima poboljšavaju svojstva hrane i sadržavaju mnoge za zdravlje korisne sastojke. Uz ručak je preporučena čaša domaćeg crnog vina. Uz sve to hranu treba jesti polako i dobro je žvakati.

Prema istraživanjima, stanovništvo koje se hrani na takav način manje obolijeva od krvožilnih bolesti i živi dulje.

Jabuka *Malus domestica*

Jabuka se smatra najvažnijom voćarskom kulturom za konzumaciju u svježem stanju i industrijsku preradu, a plodovi jabuka su iznimno cijenjeni zahvaljujući visokoj hranjivoj vrijednosti.

Pšenica *Triticum spp.*

Pšenica se koristi u mlinarstvu, prehrambenoj i farmaceutskoj industriji. Najznačajniji je ratarski usjev te je njome zasijana ¼ obradivih površina na svijetu. Pšenični kruh osnovna je hrana za oko 70% ljudske populacije.

Vinova loza *Vitis vinifera*

Vinova loza kao najrasprostranjenija voćna vrsta u svijetu, koja svojom proizvodnjom nadmašuje sve ostale, ima važan gospodarski značaj. Najviše vinograda nalazi se u Europi (60%), zatim slijedi Azija, Sjeverna i Južna Amerika i Afrika.

Uljana repica *Brassica napus*

Uljana repica pripada među tri najznačajnije uljane kulture u svijetu. U posljednje vrijeme je vrlo unosna kultura jer se uzgaja zbog prerade u biodizel.

Ekonomski i gospodarski važne biljke

Što bih mogao/la ponuditi svojim prijateljima umjesto čipsa?

Čips ili hrskavi slani listići prženog krumpira je omiljena, ali zbog aditiva, mnogo soli i masnoće ne baš zdrava ''grickalica''. Priroda nam nudi puno bolje od kupovnog krumpirovog čipsa. Pri tome ne zaboravi kako je i kod najzdravijih namirnica važna umjerenost u količini.

RECEPT ZA ČIPS OD JABUKE

Jabuke (1 kg sorte zlatni delišes) operi i nareži na tanke ploške (debljine 1 mm). Posloži ih jednu do druge na limove za pečenje obložene papirom za pečenje i suši u pećnici zagrijanoj na 100 °C dok ne postanu hrskave (1 sat ili više).

Prilog 8. Evaluacijski listić

Pokraj zvijezda napiši dvije stvari koje su ti se sviđale, a pokraj čarobnog štapića jednu stvar koju bi promijenio/la.

_____
_____.

_____
_____.

_____
_____.

Prilog 9. Djelovanje peludnih alergena

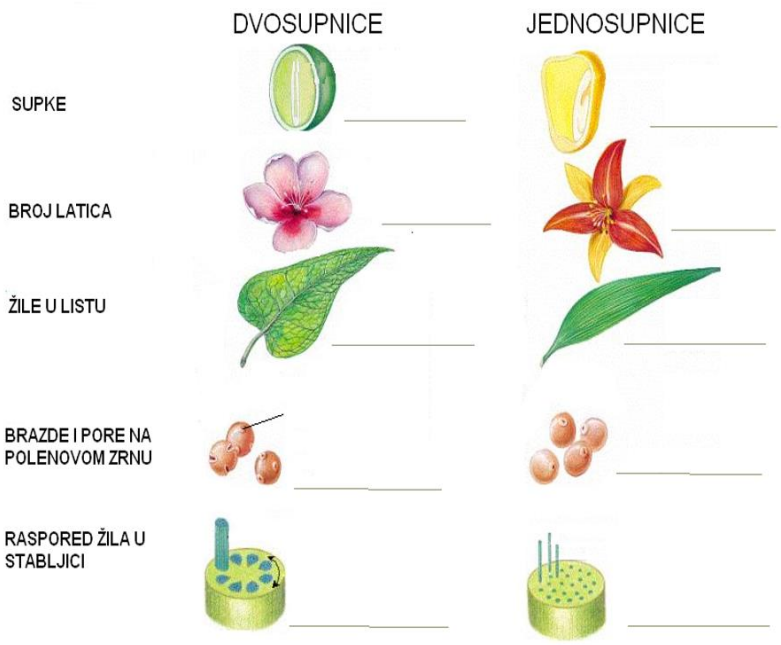
Objasni koje vrste prilagodbi ambroziji omogućavaju brzo rasprostranjivanje te poveži to s pojavom alergija kod ljudi.

Jedna od strategija u borbi protiv ambrozije je i čupanje mladih biljaka sa korijenom prije cvatnje (u razdoblju od travnja do srpnja). Argumentiraj i objasni djelotvornost ove metode.

Ambrozija

Ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*) je korov koji je u Europu donesen s prostora Sjeverne Amerike. Smatra se da je sjeme ambrozije dospjelo u Europu s pošiljkama žita i sjemena crvene djeteline i repice. Raste na oranicama, među usjevima, zapuštenim zemljištima, pored rijeka i potoka, pored puteva, željezničkih pruga te na zelenim gradskim površinama. Pripada porodici *Asteraceae* - glavočike. Kao jak kompetitor, ambrozija stvara brojne probleme u poljoprivrednoj proizvodnji. Biljka se odlikuje velikom i bujnom nadzemnom masom snažnim korjenovim sustavom. Ambrozija guši usjeve, zasjenjuje mlade biljke, smanjuje prinos i može u potpunosti uništiti usjev. Za svoj razvoj treba velike količine hranjiva i vode. Zbog ovih potreba ambrozija isušuje i osiromašuje zemljište. Osim što stvara brojne štete, ambrozija je i vrlo opasan alergen. Koncentracija od 20 do 30 zrnaca peludi u zraku na 1 m^3 je vrijednost koja dovodi do pojave simptoma alergije na ambroziju. Najveća koncentracija je u jutarnjim i popodnevnim satima. Poslije kiše koncentracija peludi u zraku se smanjuje. Najveća koncentracija peludi je u naseljenim mjestima do 10 m visine zbog slabijeg protoka zraka. Oko 90% peludi ostaje na mjestu otpuštanja, ali to ovisi od vremenskih uvjeta. Najveće količine peludi oslobađaju se kada su povoljni meteorološki uvjeti, toplo i suho vrijeme sa 30 do 40% vlage u zraku i visokim tlakom zraka.

Prilog 10. Morfološke i anatomske razlike između Jednosupnica (Liliatae) i Dvosupnica (Magnoliatae)



Prilog 11. PowerPoint Prezentacija Razred Dvosupnice (Magnoliatae) i Jednosupnice (Liliatae)

Dvosupnice se dijele na šest podrazreda:

1. Magnoliidae
   - Magnolije (Magnoliaceae)
   - Lovori (Lauraceae)
   - Makovi (Papaveraceae)
   - **Žabnjaci (Ranunculaceae)**
   - Lopoči (Nymphaeaceae)
2. Hamamelididae
   - **Bukve (Fagaceae)**
   - **Breze (Betulaceae)**
   - Orasi (Junglandaceae)
   - Koprive (Urticaceae)
3. Caryophylidae
   - Karanfili (Caryophyllaceae)
   - Kaktusi (Cactaceae)
4. Dilleniidae
   - Vrbe (Salicaceae)
   - Lipe (Tipiaceae)
   - Jaglaci (Primulaceae)
   - **Krstašice (Brassicaceae)**
5. Rosidae
   - **Ruže (Rosaceae)**
   - **Mahunarke ili lepirnjače (Fabaceae)**
   - **Štitarke (Apiaceae)**
6. Asteridae
   - **Usnače (Lamiaceae)**
   - **Glavočike cjevnjače (Asteraceae)**
   - **Glavočike jezičnjače (Cichoriaceae)**

Porodica: Žabnjaci (Ranunculaceae)

- cvjetovi dvospolni s dvostrukim ocvijećem
- velik broj prašnika i plodnih listova
- plod mjehur ili oraščić
- na osnovici latica vidljive medne grabice - nektariji
- nektariji nastali preobrazbom od latica

ŽABNJAK LJUTIĆ

KALJUŽNICA

Zaštićene vrste žabnjaka u šumama hrasta kitnjaka i običnog graba

BIJELA ŠUMARICA

JETRENKA

VELECVJETNI KUKURIJEK

Porodica: Bukve (Fagaceae)

- listopadno drveće iz područja hladne i umjerene klime
- sitni, jednospolni cvjetovi reduciranog ocvijeća
- cvat resa, otvara se prije listanja, oprašuju vjetrom
- plod žir, bukvica

OBIČNA BUKVA

- u šumama srednje i jugoistočne Europe
- autohtona u Hrvatskoj
- stvara zajednice s jelom, smrekom, borom i hrastom
- siva, glatka i tanka kora

HRAST LUŽNJAK

HRAST KITNJAK

DVOSUPNICE

Porodica: Breze (Betulaceae)

- u srednjoj i sjevernoj Europi
- bijela kora, tanke grane
- cvjetovi jednospolni u cvatu resi

BREZA

DVOSUPNICE

Porodica: Krstašice (Brassicaceae)

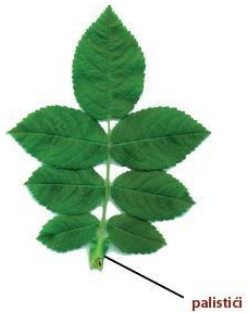
- zeljaste biljke s cjelovitim listovima
- plod komuška

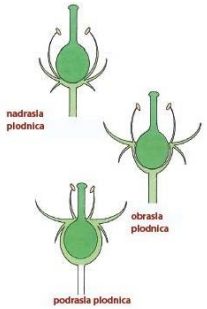
LIVADNA REŽUHA

DVOSUPNICE

Porodica: Ruže (Rosaceae)

- drvenasti grmovi
- listovi perasto sastavljeni s palistićima
- plodnica može biti nadrasla, obrasla, podrasla
- plod je šipak, koštunica ili jezgričasti plod





DIVLJA KUPINA

ŠUMSKA JAGODA

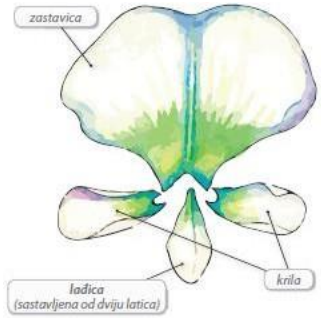
JABUKA

PASJA RUŽA

DVOSUPNICE

Porodica: Mahunarke (Fabaceae)

- cvijet se sastoji od 5 sraslih latica (zastavica, krila i lađica)
- prašnici srasli u filament
- plod mahuna



DVOSUPNICE

Porodica: Štitarke (Apiaceae)

- cvat u obliku pseudantija (sterilni cvijet u sredini)
- stabljika člankovita, šuplja izbrazdana
- bogate uljnim kanalima
- listovi perasto sastavljeni

Štitarke kao začinske biljke

PERŠIN

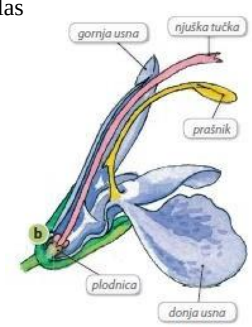
PASTRNAK

KOPAR

DVOSUPNICE

Porodica: Usnače (Lamiaceae)

- latice srasle poput usana (lat. *labium* – usna)
- četiri prašnika srasla
- plodnica s rascjepkanim vratom
- cvat klas



Usnače kao začinsko i ljekovito bilje

MATIČNJAK

KADULJA

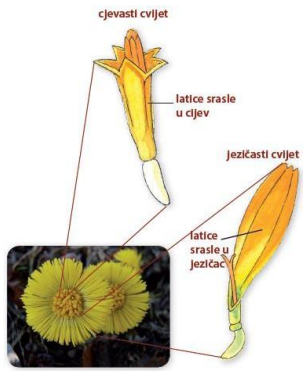
BOSILJAK

Porodica: Glavočike cjevnjače (Asteraceae)

- cvat se sastoji od cjevastih i jezičastih cvjetova srasli u glavičasti cvat
- prašnici srasli u cijev i spojeni vjenčićem

ČIČAK

TRATINČICA

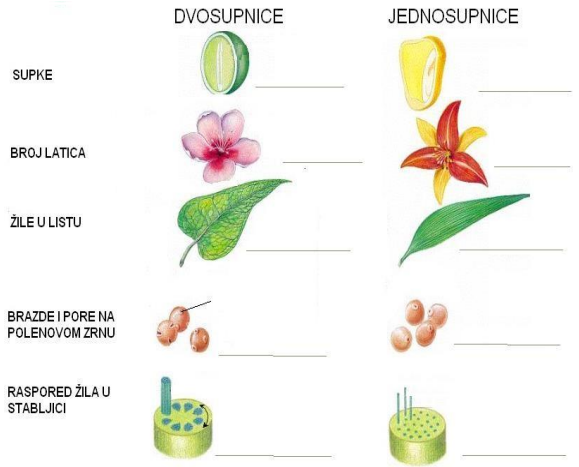


DVOSUPNICE

Porodica: Glavočike jezičnjače (Cichoriaceae)

- cvat se sastoji samo od jezičastih cvjetova
- plod roška

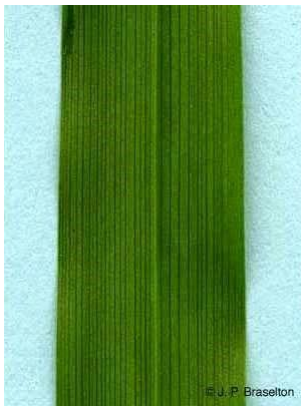
jezičasti cvijet



	DVOSUPNICE	JEDNOSUPNICE
SUPKE	dvije supke	jedna supka
BROJ LATICA	na osnovi broja 4 ili 5	na osnovi broja 3
ŽILE U LISTU	razgranate lisne žile	usporedne lisne žile
BRAZDE I PORE NA POLENOVOM ZRNU	3 pore u polenovom zrnu	1 pora u polenovom zrnu
RASPORED ŽILA U STABLJICI	kružno smještene žile	razbacane žile

JEDNOSUPNICE I DVOSUPNICE

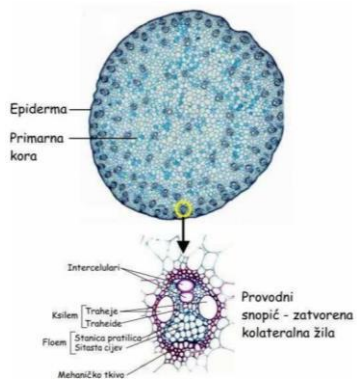
JEDNOSUPNICE I DVOSUPNICE

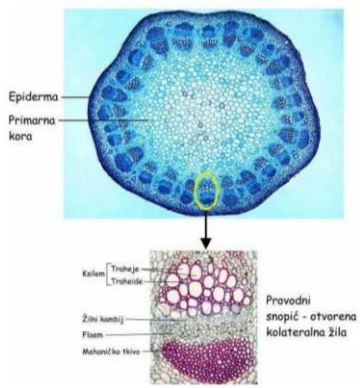


JEDNOSUPNICE I DVOSUPNICE

JEDNOSUPNICE I DVOSUPNICE

JEDNOSUPNICE I DVOSUPNICE





Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju

JEDNOSUPNICE

Studentica: Martina Gucek
Mentorica: doc. dr. sc. Irena Labak

Travanj, 2017.

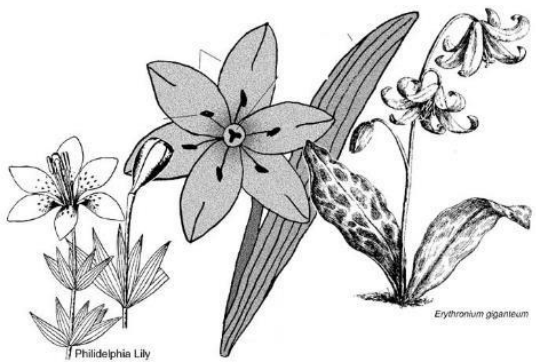
JEDNOSUPNICE

Jednosupnice

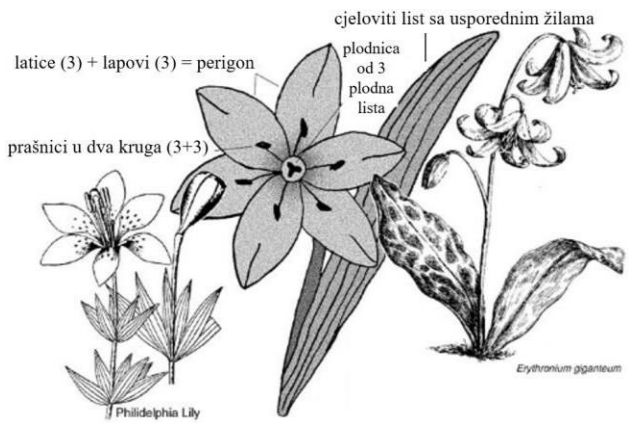
- pojavljuju se s dvosupnicama u donjoj kredi
- najbrojnije u području tropske i suptropske klime

ORHIDEJE **LJILJANI** **TRAVE**

JEDNOSUPNICE



JEDNOSUPNICE



JEDNOSUPNICE

Porodica: Ljiljani (Liliaceae)

- najbrojnije u području tropske i suptropske klime
- cvijet sa šarenim perigonom
- tri prašnika u dva kruga
- plodnica od tri plodna lista
- plod- tobolac ili boba

JEDNOSUPNICE

Porodica: Ljiljani (Liliaceae)

- Tulipani (*Tulipa*), ljiljani (*Lilium*), zumbuli (*Hyacinthus*)

TULIPAN

LJILJAN

ZUMBUL

JEDNOSUPNICE

Porodica: Ljiljani (Liliaceae)

- PREHRANA- poriluk, češnjak, luk

PORILUK

ČEŠNJAK

LUK

JEDNOSUPNICE

Porodica: Ljiljani (Liliaceae)

- SAMONIKLE VRSTE- đurđica, salamunov pečat, medvjeđi luk

ĐURĐICA

SALAMUNOV PEČAT

MEDVJEĐI LUK

JEDNOSUPNICE

Porodica: Ljiljani (Liliaceae)

- UGROŽENE VRSTE- pasji zub, procjepak, ljiljan zlatan

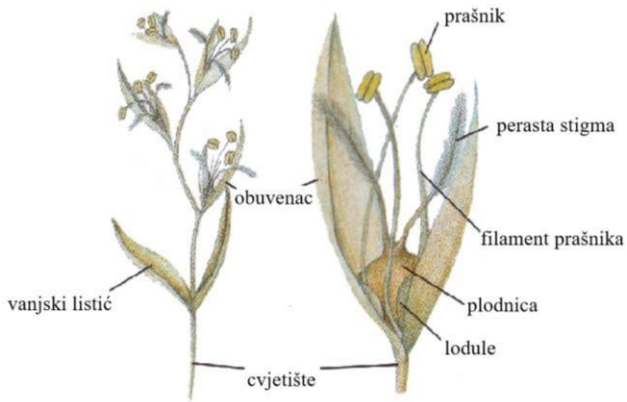
PASJI ZUB

PROCJEPAK

LJILJAN ZLATAN

JEDNOSUPNICE

JEDNOSUPNICE



JEDNOSUPNICE

Porodica: Trave (Poaceae)

- stepe (vegetacija niskih trava), savane (vegetacija visokih trava)
- šuplja i člankovita stabljika, izduženi listovi
- cvjetovi reducirani, razvijaju se u pazušcu listića (obuvenaca), spojeni klasić pljevama
- plod-pšeno

STEPE

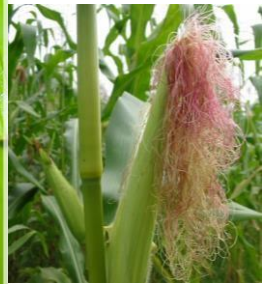
SAVANE

JEDNOSUPNICE

Porodica: Trave (Poaceae)

- KULTIVIRANE BILJKE- pšenica, ječam, zob, riža, kukuruz

KUKURUZ



PŠENICA

ZOB

JEDNOSUPNICE

Porodica: Trave (Poaceae)

- SAMONIKLE VRSTE- livadna vlasnjača, livadna vlasulja, obična tresilica, livadni krestac, livadni repak, rogoz

LIVADNA VLASULJA

OBIČNA TRESILICA

LIVADNI REPAK

ROGOZ

JEDNOSUPNICE

JEDNOSUPNICE

JEDNOSUPNICE

Porodica: Orhideje (Orhidaceae)

- perigon od šest listova od kojih jedan list formira mednu usnu
- prašnici prirasli s njuškom tučka (jedan ili dva prašnika)
- oprašuju se kukcima koje privlači medna usna
- sjeme tobolac s velikim brojem sjemenki
- u Hrvatskoj ima 172 orhideje i sve su zakonom zaštićene

Orchis italica

Dracula simia

JEDNOSUPNICE

Porodica: Orhideje (Orhidaceae)

- ZAŠTIĆENE VRSTE- kokoška, mali kaćun, gospina papučica

KOKOŠKA

MALI KAĆUN

GOSPINA PAPUČICA

JEDNOSUPNICE

Zaštićene proljetnice

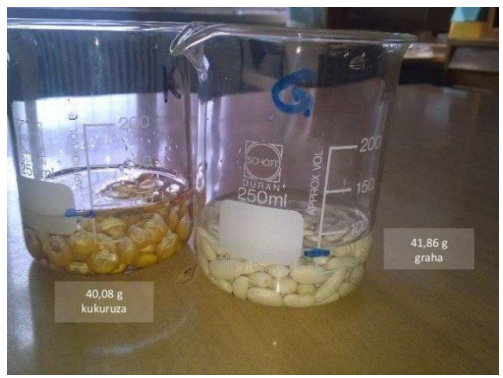
VISIBABA

KOCKAVICA

ŠAFRAN

JEDNOSUPNICE

Pokus: Razlike u kemijskom sastavu sjemenki kukuruza i graha utječu na vezanje vode



JEDNOSUPNICE

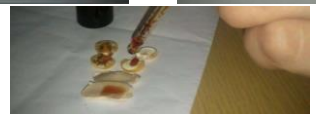
JEDNOSUPNICE
DVOSUPNICE

Pokus: Razlike u kemijskom sastavu sjemenki kukuruza i graha utječu na vezanje vode

JEDNOSUPNICE
DVOSUPNICE

Pokus: Razlike u kemijskom sastavu sjemenki kukuruza i graha utječu na vezanje vode

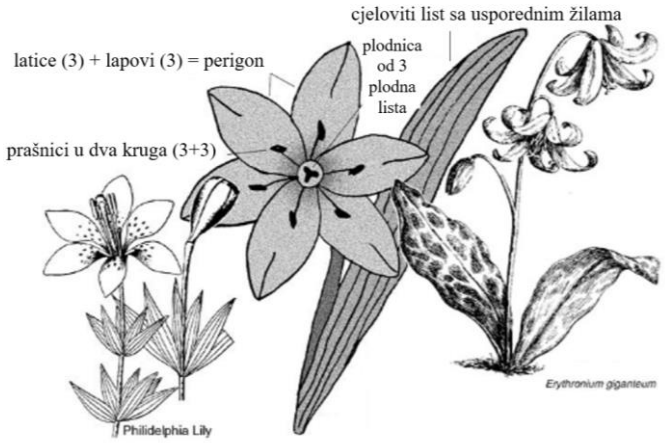
JEDNOSUPNICE



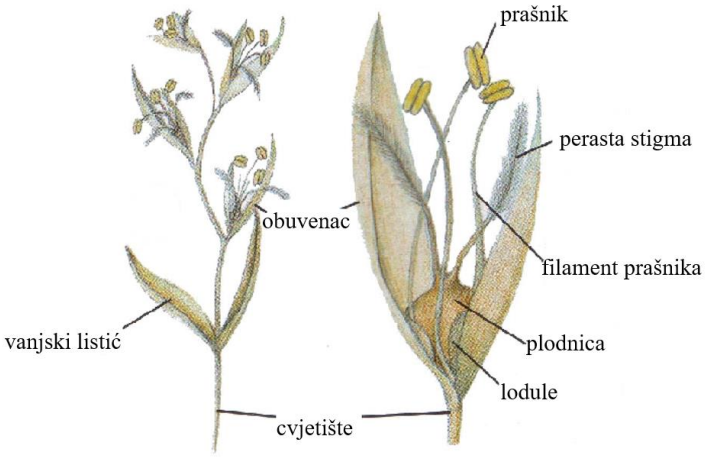
- Lugolova otopina → dokaz za škrob
- škroba ima više u kukuruzu, manje u grahu
- grah sadrži više bjelančevina (hidrofilne), a kukuruz više škroba (manje hidrofilan)

HVALA NA PAŽNJI!

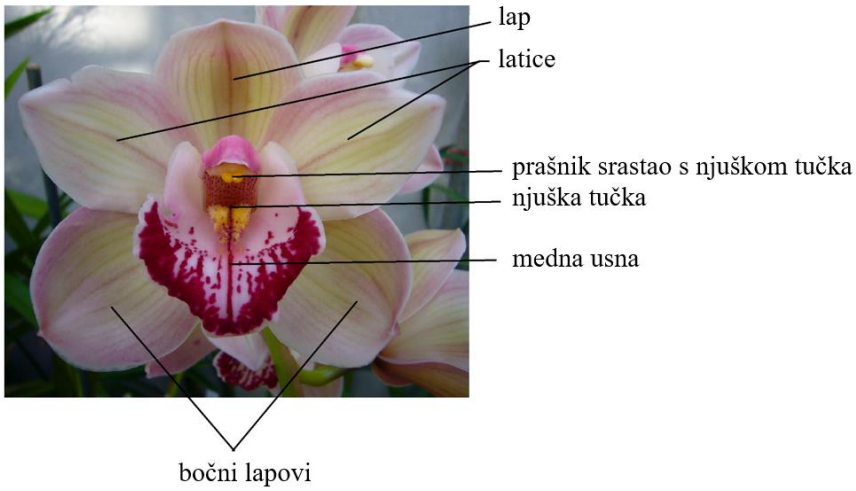
Prilog 12. Ljiljani (Liliaceae)



Prilog 13. Trave (Poaceae)



Prilog 14. Orhideje (Orhidaceae)



Prilog 15. Oprašivanje kukcima ili entomofilija

Oprašivanje kukcima ili entomofilija

Oprašivanje kukcima ili entomofilija zahtjeva mnoge morfološke, fiziološke i ekološke adaptacije pojedinih organizama koji su povezani međusobno oprašivanjem. Orhideje nude svojim oprašivačima na neobičan način nektar i polen. Cvjetovi orhideja vrlo često nalikuju na ženke pojedinih vrsta kukaca. Orhideje iz rodova *Ophrys, Cryptostylis, Caladenia* privlače mužjake opnokrilaca. Cvjetovi svojom morfologijom donje usne, a i drugim dijelovima cvijeta nalikuju na ženke kukaca oprašivača. Pojedine vrste produciraju i mirise feromone, pa mužjaci u nastojanju da kopuliraju s cvijetom odnose polen. Ovisno o položaju kopulacije polen odnose na zatku ili glavi.

Povezanost orhideje i kukca vrlo je čvrsta, a vrlo je značajno da rodovi *Catasetum* i *Stanhopea*, proizvode feromone koje sabiru mužjaci tribusa *Euglosiini* (Apidae) bez kojega ne mogu završiti svoj rasplodni ciklus.