

časopis edukacije biologije

BROJ: 2

Prosinac 2016.



Osnivač i nakladnik:
Hrvatsko biološko društvo
Societas biologorum croatica
Rooseveltov trg 6
10000 Zagreb

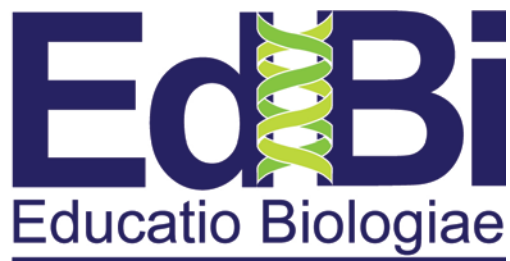


Pokrovitelj:
Biološki odsjek
Prirodoslovno matematički fakultet
Sveučilište u Zagrebu
Rooseveltov trg 6
10000 Zagreb



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
Biološki odsjek

Članci u EdBi-u izlaze na hrvatskom jeziku
uz sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku.



časopis edukacije biologije

Izdavač / Publisher
Hrvatsko biološko društvo

Rooseveltov trg 6 , 10000 Zagreb

URL: <http://www.hbd-sbc.hr/>

E-mail: info@hbd-sbc.hr

SOCIETAS BIOLOGORUM CROATICA



Hrvatsko biološko društvo

ISSN 1849-6520

Uredništvo časopisa EdBi /
Editorial Board of the Journal EdBi

Glavni urednik / Editor-in-Chief

Ines Radanović, ines.radanovic@biol.pmf.hr

Operativni urednik / Deputy Editor

Žaklin Lukša, zaklinluksa@gmail.com

Uredništvo / Editors

*Biljana Balen, Višnja Besendorfer, Irella Bogut, Diana Garašić, Marija Gligora Udovič,
Mladen Kučinić, Göran Klobučar, Irena Labak, Jasna Lajtner, Renata Matonićkin Kepčija,
Božena Mitić, Anđelka Plenković-Moraj, Mirela Sertić Perić, Damir Sirovina*

Web urednik

Renata Horvat, renata.horvat@biol.pmf.hr

EdBi je elektronički časopis na web stranici HBD-a
i izlazi najmanje jednom godišnje

Znanstveni radovi	Stranice
1. <i>Latin K., Merdić E., Labak I.</i> Utjecaj rada na tekstu na kognitivne sposobnosti učenja u nastavi Prirode i Biologije CONCEPT MAPS AS A TOOL FOR BETTER LEARNING BIOLOGY IN HIGH SCHOOL	1 - 9 10 - 12
2. <i>Begić V., Bastić M., Radanović I.</i> Utjecaj biološkog znanja učenika na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina INFLUENCE OF STUDENTS' BIOLOGICAL KNOWLEDGE IN SOLVING COMPLEX COGNITIVE TASKS	13 - 42 43 - 48
Stručni radovi	
3. <i>Lugar L., Mustać A.</i> Uspješnost učenika osmog razreda u rješavanju pisanih zadataka iz biologije EFFICIENCY OF THE 8 TH GRADE PUPILS IN SOLVING WRITTEN TESTS IN BIOLOGY	49 - 65 66
4. <i>Šag M., Turić N., Čerba D., Turković Čakalić I.</i> U potrazi za jelenkom (<i>Lucanus cervus</i> Linnaeus, 1758) – primjer izvanučioničke nastave LOOKING FOR THE STAG BEETLE (<i>Lucanus cervus</i> Linnaeus, 1758) – AN EXAMPLE OF TEACHING OUT OF CLASSROOM	67 - 77 78
5. <i>Čerba D., Turković Čakalić I., Šag M., Bogut I.</i> Tajni život žaba - istraživačko učenje izvan učionice i u učionici SECRET LIFE OF FROGS - INQUIRY LEARNING INSIDE AND OUTSIDE OF THE CLASSROOM	79 - 89 90
6. <i>Bajd B.</i> Jednostavni biološki ključevi SIMPLIFIED BIOLOGICAL KEYS	91 - 99 100
Akcijsko istraživanje	
7. <i>Prnjavorac, J.</i> Uloga školskog dvorišta u nastavi prirode i biologije ROLE OF THE SCHOOL YARD IN TEACHING NATURE AND BIOLOGY	101 - 113 114
Stručni rad - pregledni prikaz područja bioloških istraživanja	
8. <i>Balen B.</i> Promjene u ekspresiji biljnih proteina izazvane nanočesticama srebra CHANGES IN EXPRESSION OF PLANT PROTEINS INDUCED BY SILVER NANOPARTICLES	115 - 130 131
Stručni rad - primjeri nastavne prakse	
9. <i>Šarić L., Varga M.</i> Integrirana projektna terenska nastava na obroncima Medvednice PROJECT FIELD CLASSES ON THE SLOPES OF MEDVEDNICA	132 - 137 138
10. <i>Perković D.</i> Edukativna demonstracija mikroskopskih svojstava temperature pomoću igre "lanca probijanca" MICROSCOPIC PROPERTIES OF TEMPERATURE DEMONSTRATED USING THE GAME "RED ROVER"	139 - 143 144
Predstavljanje knjige	
11. <i>Blažić Grubelić M.</i> Prolazak kroz grlo boce - osvrt na knjigu Edwarda O. Wilsona: Budućnost života	145 - 150

USVOJENOST NASTAVNOG SADRŽAJA IZ BIOLOGIJE PRIMJENOM KONCEPTUALNIH MAPA KOD UČENIKA SREDNJE ŠKOLE

Latin Kristina, Merdić Enrih, Labak Irena

Odjel za biologiju, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Ulica Cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek, Hrvatska
(ilabak@biologija.unios.hr)

SAŽETAK

Istraživanje je provedeno s ciljem utvrđivanja postižu li učenici bolje rezultate učenja primjenom frontalnog oblika rada (metodom usmenog izlaganja) ili primjenom konceptualnih mapa pri obradi nastavnog gradiva te postoji li veza između dugoročnog pamćenja i konceptualnih mapa. Istraživanje se provodilo tijekom školske godine 2013./2014. te 2014./2015. na uzorku od 101 učenika drugih razreda Prirodoslovno-matematičke gimnazije u Osijeku. Istraživanje se sastojalo od provedbe nastavnih satova s obradom nastavnih jedinica "Ptice" i "Sisavci" te od inicijalne, završne i ponovljene završne provjere znanja. Nastavne jedinice su u dva razreda obrađene frontalnim oblikom rada, a u dva razreda primjenom konceptualnih mapa. Rezultati istraživanja pokazuju da učenici koji u učenju koriste konceptualnu mapu postižu bolje rezultate u odnosu na učenike koji sadržaj usvajaju frontalnim oblikom rada. Na osnovi rezultata ponovljene završne pisane provjere znanja zaključuje se da konceptualne mape pomažu učenicima u postizanju visoke razine retencije stečenih znanja.

Ključne riječi: aktivno učenje, konceptualne mape, kognitivne razine, retencija znanja

UVOD

Jedan od osnovnih zadataka nastave biologije jest da stečena znanja i umijeća postanu trajno vlasništvo učenika te da to znanje usavršavaju i primjenjuju u svakodnevnom životu. Učenici sve teže uspostavljaju smislenu vezu između onoga što se uči u školi i svakodnevnih životnih iskustava (Bognar i Matijević, 2002). Kao odgovor na navedene probleme javlja se konstruktivistička teorija. U konstruktivističkoj teoriji aktivnost učenika podrazumijeva njegovu uključenost u ono što se uči, istraživačke aktivnosti, rješavanje problema i suradnju s drugima (Mušanović, 1999). Pravilo konstruktivizma govori da učenikovo znanje mora biti aktivno konstruirano i osobno smješteno, ali da svaki učenik može imati različite puteve za organizaciju znanja (Tsai i Huang, 2002). Teorija konstruktivizma temelj je tehnike konceptualnog mapiranja. Konceptualno mapiranje je tehnika za vizualiziranje veza između različitih koncepata. Izraz *koncept* (lat. *conceptus*, eng. *concept*) može označavati pojam, zamisao, mišljenje, ideju ili prvobitnu predodžbu o kakvom djelovanju, koncepciju. Sama konstrukcija koncepta način je pohranjivanja informacija u pamćenje jer na osnovi pojedinačnih primjera uočavamo zajedničke karakteristike. Pamćenje organizirano u konceptualne strukture efikasnije je i trajnije od gomilanja nepovezanih pojedinačnih informacija (Lukša, 2011). Svaki učenik stvara svoj koncept na određeni način tj. stvara skup ideja struktuiranih na određeni način.

Povezujući niz koncepata stvaramo vlastitu konceptualnu mapu. Mape prezentiraju stečena znanja u vidu grafičkih prikaza te takvi „grafovi znanja“ predstavljaju mrežu novousvojenih pojmova. Konceptualne mape omogućuju učenicima da razumiju odnose među idejama stvaranjem vlastite vizualne karte povezivanja pojmova (Adamov i sur, 2009). Najveća je vrijednost u istraživanju konceptualnih mapa vizualni uvid u kognitivne

strukture dobivene direktno od učenika koji su konstruirali mapu (Tsai i Huang, 2002). Istraživanja su pokazala da se glavna prepreka uporabe konceptualnih mapa krije u razredima koji su još uvijek instruktivistički (a ne konstruktivistički) te gdje nastavnici tretiraju učenje kao prijenos informacija, a ne kao konstrukciju učenikovog vlastitog razumijevanja (Kinchin, 2011). Glavni je cilj konceptualnog mapiranja postići što višu razinu kognitivnih sposobnosti; od razumijevanja pa sve do analize i sinteze obrazovnih ishoda tj. mogućnosti rješavanja problema. Konceptualnom mapom mogu se postići tri različite vrste razumijevanja: 1) prevođenje (translacija) gdje se stečeno znanje može izraziti svojim riječima; 2) interpretacija ili tumačenje i pojašnjavanje pojmova te 3) ekstrapolacija ili sposobnost procjenjivanja i predviđanja učinaka i posljedica (Krahwohl, 2002).

Konceptualne mape imaju široku primjenu u suvremenoj nastavi osnovnoškolskog, srednjoškolskog pa i sveučilišnog obrazovanja. Koriste se u planiranju učenja, u samom procesu učenja, u izradi bilježaka, rješavanju problema i procjeni kvalitetnog učenja. One pomažu učenicima u razumijevanju veza između pojmova stvarajući tako svoju vizualnu mapu. Konceptualne mape koriste se i za: procjenu napretka tijekom učenja (učenici sami izrađuju konceptualnu mapu o jednoj temi više puta tijekom učenja), identifikaciju učenikovih miskoncepcija, kvalitetniju razmjenu informacija te individualnog znanja i razumijevanja između nastavnika i učenika, planiranje gradiva (nastavnik najprije izrađuje vlastitu konceptualnu mapu koju koristi za organizaciju znanja i informacija koje će prezentirati učenicima na satu), ocjenjivanje (konceptualne mape koriste se za testiranje znanja i razumijevanja), kognitivnu tipologiju (konceptualna mapa prikazuje razinu kognitivne strukture koju učenici koriste za organizaciju znanja), identifikaciju stručnosti (konceptualna mapa prikazuje mjerljive razlike u znanju između stručnjaka i učenika početnika) i timski rad (konceptualna mapa povezuje različita znanja u timu, utječe na razumijevanje i suradnju) (Hay i sur, 2008).

Pogodnost konceptualnih mapa za nastavnike je dobivanje informacija o učenikovom razumijevanju ili nerazumijevanju; što je mapa više razrađena i sadrži opširniju mrežu srodnih koncepata, to je učenikovo razumijevanje veće (visoko razrađena mapa pokazuje vrlo integrirane strukture znanja koje omogućuju provođenje kognitivnih aktivnosti kao što je rješavanje problema). Također, informacije dobivene iz ispunjenih konceptualnih mapa i praznine u pojedinim kućicama omogućuju nastavnicima brzu promjenu nastavnog plana. Na taj se način popunjavaju praznine u učenju i poboljšava razumijevanje naučenih pojmova (Vanides i sur, 2005).

Ovo istraživanje napravljeno je s ciljem utvrđivanja postizu li učenici bolje rezultate učenja kada prilikom obrade konkretnih nastavnih tema umjesto frontalnog načina i metode usmenog izlaganja koriste konceptualne mape te pridonosi li učenje pomoću mape postizanju znanja na višim kognitivnim razinama. Također se htjelo utvrditi pomažu li konceptualne mape u postizanju dugoročnog pamćenja odnosno zadržavanja usvojenog znanja iz konkretnih nastavnih tema.

METODE RADA

Uzorak

Istraživanje je provedeno školske godine 2013./2014. i 2014./2015. u III. gimnaziji (Prirodoslovno – matematička gimnazija) Osijek. U istraživanju je sudjelovao ukupno 101 učenik. Dva razreda s ukupno 50 učenika u nastavi su koristili konceptualne mape, a druga dva razreda s ukupno 51 učenikom sudjelovala su u frontalnoj nastavi. Odabir razreda koji su u nastavi koristili konceptualne mape bio je slučajan. U inicijalnoj provjeri znanja sudjelovalo je ukupno 96 učenika, u završnoj provjeri znanja 92 učenika, a u ponovljenoj završnoj provjeri znanja 100 učenika.

Instrumenti i postupak istraživanja

Provedeno istraživanje sastojalo se od četiri etape. U prvoj etapi provjeren je stupanj učenikovog predznanja inicijalnom provjerom znanja. Druga etapa obuhvaćala je obradu nastavnih tema "Ptice" i "Sisavci". U dva razreda nastavne teme obradile su se frontalnim oblikom rada metodom usmenog izlaganja, a u dva preostala razreda konceptualnim mapama. Učenici su obrađivali nastavnu temu popunjavanjem djelomično neispunjene konceptualne mape koju je nastavnik konstruirao. U prvom nastavnom satu učenici su popunjavali konceptualnu mapu uz pomoć nastavnika, a na sljedećim nastavnim satima samostalno, dok ih je nastavnik samo usmjeravao i vodio kroz procese konceptualnog mapiranja. Svaki segment konceptualne mape bio je vezan uz određenu temu i označen određenom bojom što je učenicima olakšalo rad. Nakon ispunjenog svakog segmenta, učenici su prezentirali naučeno gradivo cijelom razredu, a nastavnik je uz pomoć slika dodatno objašnjavao određene pojmove i procese. U trećoj etapi provela se završna provjera znanja čiji su rezultati pokazali uspješnost učenika u svladavanju gradiva s obzirom koriste li frontalni oblik rada ili konceptualnu mapu. Ispit je sadržavao i jedno pitanje u obliku konceptualne mape u kojem su učenici morali konstruirati konceptualnu mapu. U četvrtoj etapi istraživanja učenici su nakon ljetnog odmora (na početku 2014./2015. godine) ponovno pisali istu završnu pisanu provjeru znanja kako bi se ispitala retencija znanja. Za potrebe istraživanja konstruirani su testovi inicijalne provjere, završne provjere i ponovljene završne provjere znanja. Testovi su obuhvaćali pitanja različitog tipa iz područja nastavnog gradiva na temu "Ptice" i "Sisavci".

Za sve pisane provjere znanja korištene u ovom istraživanju izračunat je Cronbachovog alfa-koeficijent kao mjera pouzdanosti testa s općim standardima procjene pouzdanosti prema kojima se testovi s Cronbachov alfa-koeficijentom većim od 0,9 smatraju vrlo visoko pouzdanim, s onim iznad 0,8 visoko pouzdanim te s onim iznad 0,7 zadovoljavajuće pouzdanim (Bukvić, 1982).

Procjenom prirodoslovne pismenosti (PP) i utjecaja pitanja na odgovor (U) procijenjena je kvaliteta pojedinog pitanja u provjeri znanja. Procjena kvalitete pitanja vrši se prema formuli: $(PP + U)/2$, a objašnjava se prema sljedećem: jedan – loše postavljeno pitanje, dva – slabo postavljeno pitanje, tri – dobro postavljeno pitanje, četiri – vrlo dobro postavljeno pitanje, pet – izvrsno postavljeno pitanje. Prirodoslovna pismenost vezana je za struku i pri izračunu se koristi skala s rasponom vrijednosti od „jako nevažno“ do „jako važno“ (jedan - jako nevažno, dva - nevažno, tri - niti važno, niti nevažno, četiri - važno, pet - jako važno). Druga kategorija koja ispituje utjecaj oblikovanja pitanja na njegovo

rješavanje ima skalu vrijednosti u rasponu od „jako utječe“ do „ne utječe“. Pitanje koje ima vrijednost jedan jako utječe na odgovor, pitanje koje ima vrijednost dva dosta utječe na odgovor, pitanje s vrijednošću tri ima srednji utjecaj na odgovor, pitanje s vrijednošću četiri slabo utječe na odgovor, a pitanje s vrijednošću pet nema nikakav utjecaj na odgovor (Radanović i sur, 2010).

Svakom pitanju inicijalne i završne provjere znanja utvrđena je razina postignuća prema Crooksovoj taksonomiji koja predstavlja revidiranu Bloomovu taksonomiju (Anderson i sur, 2001). Crooksova taksonomija obuhvaća tri kognitivne razine: razina jedan označava reprodukciju znanja gdje učenik može prepričati sadržaj bez postignute razine razumijevanja i ponoviti konceptualne zaključke s nastave, razina dva označava konceptualno razumijevanje i primjenu (učenik stvara veze između novih spoznaja i postojećeg znanja), a razina tri označava rješavanje problema (povezuje analizu, sintezu i vrednovanje Bloomove taksonomije). Za usporedbu uspješnosti (srednja vrijednost ostvarenih bodova) u rješavanju inicijalne, završne i ponovljene završne provjere znanja između učenika koji su učili frontalnim načinom rada i učenika koji su učili konceptualnom mapom korišten je t test za nezavisne uzorke. Statistički test napravljen je u statističkom programskom paketu Statistika 12.

REZULTATI

Analiza testova

Za svako pitanje inicijalne i završne provjere znanja utvrđene su razine postignuća (tablica 1). Inicijalna provjera znanja sadržavala je od ukupno 20 pitanja, 12 pitanja prve razine i osam pitanja druge razine. U završnoj provjeri znanja od ukupno 40 pitanja, 16 pitanja je bilo prve razine i 24 pitanja druge razine. Možemo zaključiti kako je inicijalna provjera znanja više ispitivala reproduktivno znanje, a završna provjera konceptualno znanje.

Tablica 1 Struktura pitanja inicijalne i završne pisane provjere znanja s obzirom na razine postignuća i kvalitetu pitanja

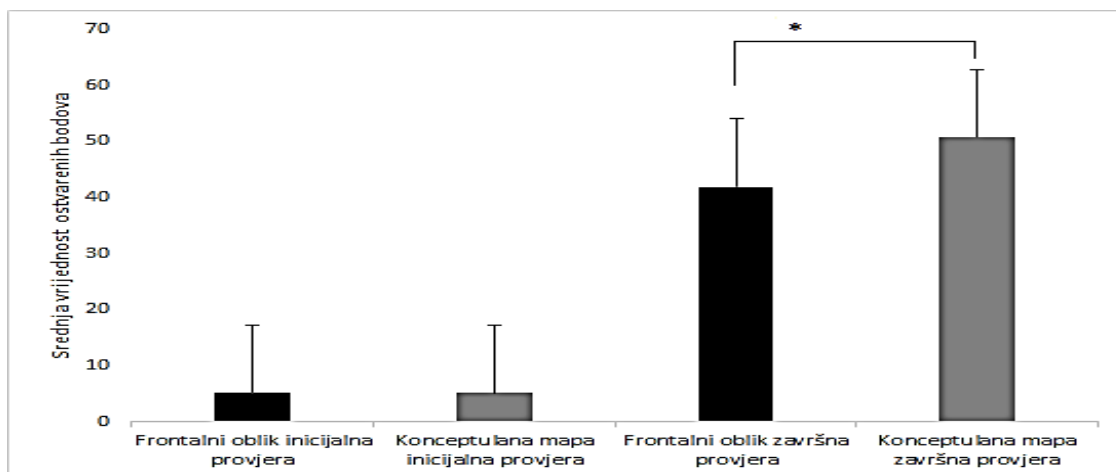
INICIJALNA PROVJERA ZNANJA					ZAVRŠNA PROVJERA ZNANJA									
Br.	Kognitivna razina pitanja		Procjena kvalitete pitanja		Br.	Kognitivna razina pitanja		Procjena kvalitete pitanja		Br.	Kognitivna razina pitanja		Procjena kvalitete pitanja	
	Grupa A	Grupa B	Grupa A	Grupa B		Grupa A	Grupa B	Grupa A	Grupa B		Grupa A	Grupa B	Grupa A	Grupa B
1.	1.	1.	3,58	3,5	1.	1.	2.	3,54	3,42	11.	1.	1.	3,58	3,54
2.	2.	2.	3,38	3,58	2.	1.	1.	3,58	3,88	12.	2.	2.	3,58	3,79
3.	1.	1.	3,5	3,5	3.	2.	2.	3,58	3,5	13.	1.	1.	3,79	3,71
4.	1.	1.	3,71	3,54	4.	1.	1.	3,92	3,63	14.	2.	1.	3,67	3,58
5.	1.	1.	3,42	3,67	5.	2.	2.	3,79	3,5	15.	1.	2.	4,88	3,54
6.	1.	2.	3,42	3,42	6.	2.	2.	3,58	3,58	16.	2.	2.	3,79	3,71
7.	2.	1.	3,37	3,54	7.	2.	2.	3,25	3,67	17.	1.	2.	3,63	3,75
8.	2.	1.	3,5	3,75	8.	2.	2.	3,71	3,58	18.	2.	1.	5,04	3,79
9.	2.	2.	3,46	3,54	9.	1.	2.	3,5	3,79	19.	1.	2.	3,83	3,63
10.	2.	1.	3,58	3,71	10.	2.	2.	3,71	3,67	20.	2.	1.	3,75	3,88

Za inicijalnu provjeru znanja Cronbachov alfa-koeficijent iznosi 0,35 što se smatra nedovoljno pouzdanom provjerom znanja. Nepouzdanost inicijalne provjere znanja posljedica je malog broja pitanja jer Cronbachov alfa-koeficijent ovisi o broju pitanja (veći broj zadataka pokazuje veću pouzdanost ispita). S obzirom da prema kvaliteti pitanja sva pitanja inicijalne provjere znanja pripadaju dobro postavljenim pitanjima, ovaj smo test

koristili i u daljnjim analizama. Za završnu provjeru znanja Cronbachov alfa-koeficijent iznosi 0,85 što se smatra visoko pouzdanom provjerom znanja. Prema kvaliteti pitanja, jedno pitanje (15A) pripada vrlo dobro postavljenom pitanju, a sva ostala pitanja pripadaju dobro postavljenim pitanjima.

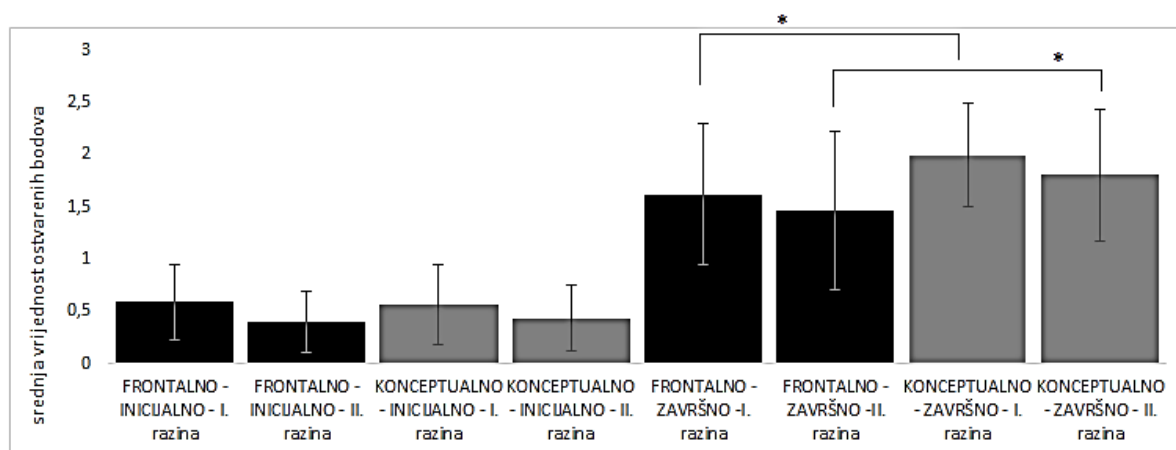
Rezultati uspješnosti rješavanja inicijalne, završne i ponovljene završne provjere znanja

Istraživane skupine učenika (konceptualne i frontalne) vrlo su slične u svom predznanju što nam pokazuju rezultati inicijalne pisane provjere znanja (slika 1). U završnoj provjeri znanja skupine se razlikuju u usvojenosti sadržaja (slika 1) i to tako što učenici koji su učili pomoću konceptualne mape postižu statistički značajno veću uspješnost (srednja vrijednost ostvarenih bodova) u usvojenosti nastavnog gradiva od učenika koji su učili frontalnim oblikom rada ($t_{90}=5,18$; $p<0,001$).



Slika 1 Prikaz srednjih vrijednosti ostvarenih bodova inicijalne i završne provjere znanja kod učenika koji su učili uz pomoć konceptualne mape i onih koji su učili frontalnim oblikom rada * statistička razina značajnosti postavljena je na razini $P<0,001$

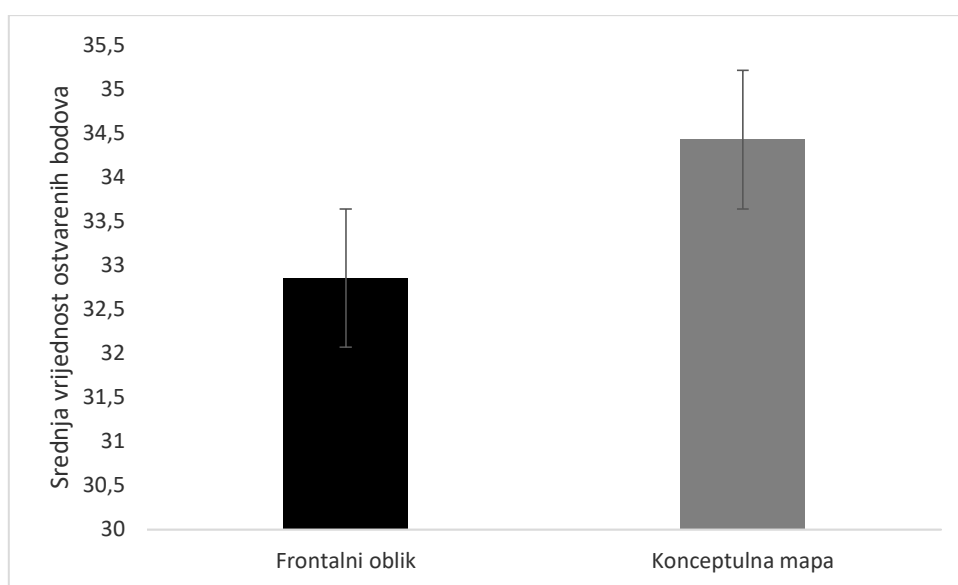
U inicijalnom testiranju učenici obje skupine bolje odgovaraju na pitanja prve razine u odnosu na pitanja druge razine (slika 2).



Slika 2 Usporedba srednjih vrijednosti ostvarenih bodova učenika frontalne i konceptualne skupine u pitanjima I. i II. razine inicijalne i završne provjere znanja* statistička razina značajnosti postavljena je na razini $P<0,001$

Isti trend se prati i u rezultatima završne provjere kod obje skupine. U inicijalnoj provjeri učenici konceptulane skupine postižu približno iste rezultate u odgovorima na pitanja obje razine kao učenici frontalne skupine. U završnoj pisanoj provjeri učenici konceptulane skupine postižu statistički značajno bolje rezultate u odgovorima na pitanja prve razine u odnosu na učenike frontalne skupine ($t_{90}=3,70$; $p<0,001$) kao i u pitanjima druge razine ($t_{90}=3,97$; $p<0,001$) (slika 2).

Ponovljenom završnom provjerom znanja ispitala se retencija znanja kod obje skupine učenika. Učenici koji su učili konceptualnom mapom ostvarili su bolje rezultate u odnosu na učenike koji su učili frontalnim oblikom rada (slika 3) ali razlika nije statistički značajna.



Slika 3 Prikaz srednjih vrijednosti ostvarenih bodova u ponovljenoj završnoj provjeri znanja kod učenika uz pomoć konceptualne mape i onih koji su učili frontalnim oblikom rada

koji su učili

RASPRAVA

Istraživanjem je uspoređen frontalni oblik rada i metoda usmenog izlaganja s primjenom konceptualnih mapa tijekom nastavnog procesa. Učenici koji su u učenju koristili konceptualnu mapu postigli su bolje rezultate u završnoj provjeri znanja u odnosu na učenike koji su sadržaj učili frontalnim oblikom rada. Također su učenici koji su učili pomoću konceptualnih mapa postigli bolje rezultate u pitanjima koja ispituju višu kognitivnu razinu. Konceptualne mape pomogle su učenicima u retenciji znanja te su tako i u ponovljenoj završnoj provjeri znanja učenici s konceptualnim mapama postigli bolje rezultate od učenika s frontalnim oblikom rada.

Provedena inicijalna provjera znanja dala je uvid u kvalitetu učenikovog predznanja. Analizom su dobiveni slični rezultati kod obje grupe učenika (frontalni oblik rada i konceptualna mapa) što nam pokazuje da su svi učenici u početku istraživanja imali slično predznanje iz ispitivanog područja. Važnost predznanja u stjecanju i gradnji koncepata potvrđuju Adamov i sur. (2009) u svom istraživanju u kojem ispituju uspješnost učenikovog stjecanja znanja uz pomoć konceptualnih mapa iz područja biokemije. Također, Hay i sur.

(2008) pridaju veliku važnost predznanju za koje smatraju da je osnovica od koje se znanje može mjeriti, a kvaliteta znanja ocjenjivati. U svom istraživanju naglašavaju kako je predznanje ključ uspješnog konceptualnog mapiranja. U našem istraživanju, inicijalna provjera znanja ispitivala je većinom pitanja I. razine tj. reprodukciju znanja što je obilježje frontalne nastave koja je još uvijek najčešći oblik nastave. Zbog toga, dobiveni rezultati pogodni su za istraživanje jer pokazuju kako su obje grupe učenika u početku istraživanja bile jednake što je preduvjet za procjenu jesu li učenici s konceptualnim mapama uistinu bolji u učenju. Uspoređivanjem pitanja inicijalne provjere znanja s obzirom na razine postignuća utvrđeno je da su obje grupe učenika ostvarile veću uspješnost u pitanjima I. razine u odnosu na II. razinu.

Za razliku od rezultata inicijalne provjere znanja, u završnoj provjeri znanja veću uspješnost pokazuju učenici s konceptualnom mapom od učenika s frontalnim oblikom rada. Slične rezultate istraživanja dobili su i Adamov i sur. (2009). Kao aktivni sudionik svaki je učenik postao odgovoran za svoje znanje te je tijekom kreiranja konceptualne mape samostalno učio, povezivao pojmove, kritički razmišljao i donosio odluke. Analiza našeg istraživanja pokazuje kako učenici koji su koristili konceptualnu mapu pokazuju veću uspješnost u rješavanju zadataka i I. i II. razine u odnosu na učenike s frontalnim oblikom rada. Ovi podaci pokazuju učenikovu usvojenost gradiva na razini razumijevanja i primjene stečenog znanja do čega dolazi učenikovim povezivanjem već stečenih pojmova s novo naučenim pojmovima i procesima. Razina razumijevanja i primjene stečenog znanja osnova su trajnog znanja, što potvrđuju i autori Hay i sur. (2008). U njihovom istraživanju koje se provodilo u srednjim školama učenici su u različitim dijelovima nastavnog procesa samostalno konstruirali konceptualnu mapu iz koje su dobili uvid u vlastito predznanje i novo stečeno znanje. Njihovo je istraživanje pokazalo kako su konceptualne mape pogodne za mjerenje kvalitete znanja te se preporučuju kao glavna strategija učenja u srednjoškolskom obrazovanju. Rezultati uspješnosti rješavanja zadataka druge razine pokazuju veću uspješnost kod učenika s konceptualnim mapama te zaključujemo kako su konceptualne mape pomogle u njihovom uspješnom rješavanju.

Ponovljena završna provjera znanja pokazuje kako su svi učenici postigli lošije rezultate s obzirom na prvu završnu provjeru znanja što se i pretpostavljalo s obzirom da je prošlo određeno vrijeme u kojem učenici nisu koristili stečeno znanje. Usporedbom rezultata učenika koji su koristili konceptualnu mapu s učenicima koji su učili frontalnim oblikom rada, vidljivo je kako učenici koji su koristili konceptualnu mapu i nakon određenog vremena posjeduju više znanja od učenika koji su učili frontalnim oblikom rada. Brojni autori potvrdili su kako učenici koji su aktivno uključeni u učenje zadržavaju informacije duže od onih koji su pasivni sudionici nastave (Allen i Tanner, 2006; Modell, 1996; Smith i sur., 2005). Znanja stečena primjenom konceptualne mape zbog toga pokazuju veću stabilnost i trajnost od onog znanja koje je stečeno u okviru frontalne nastave. Takvo znanje stečeno učenjem s razumijevanjem ključ je učenikovih uspjeha u budućnosti jer će samo na taj način biti sposobni ne samo prisjetiti se onoga što su naučili nego i primijeniti naučeno u novim okolnostima, situacijama i problemima.

Postoji mogućnost da su na rezultate ovog istraživanja utjecali i neki negativni faktori. Među njima možemo navesti negativne reakcije učenika na novi način rada što se i

pretpostavljalo s obzirom da je konceptualno mapiranje za većinu učenika bila drastična promjena u načinu učenja. Bez obzira na negativne reakcije učenika te na manjak raspoloživog vremena za obradu određenog dijela gradiva, rezultati istraživanja pokazuju samo pozitivne učinke primjene konceptualnih mapa u nastavnom procesu. Ovim istraživanjem nastoji se potaknuti nastavnike za što veću primjenu konceptualnih mapa s ciljem unapređenja učenikove kvalitete učenja i organizacije stečenog znanja. Primjenom konceptualnih mapa potiče se stvaranje suvremene, aktivne i učenicima zanimljivije nastave u kojoj će kao glavni sudionici nastave biti odgovorni za svoje znanje temeljeno na učenju razumijevanjem i povezivanju koncepata, a ne na memoriranju činjenica. Aktivna nastava pomaže učenicima u njihovom učenju koji na taj način postižu i bolji prosječni uspjeh (Labak i sur., 2013). Konceptualne mape daju dobru osnovu za formiranje učenikovog konceptualnog, trajnog znanja, a trajno znanje glavno je obilježje uspješne nastave. Većina učenika još uvijek smatra da je predavanje nastavnika ključno za uspjeh u njihovom učenju te odbijaju preuzeti odgovornost za vlastito učenje.

Nastavak ovog istraživanja može biti primijenjen u ispitivanju djelovanja konceptualne mape na promjenu načina učenikovog učenja, razumijevanja, kritičkog mišljenja i donošenja odluka.

ZAKLJUČAK

Provedeno istraživanje pokazuje da učenici koji su sadržaje iz Biologije učili pomoću konceptualnih mapa postižu bolje rezultate u odnosu na učenike koji su isti sadržaj učili tradicionalnim načinom rada, metodom usmenog izlaganja. Isti učenici postižu bolje rezultate u pitanjima koji ispituju višu kognitivnu razinu. Također, učenje pomoću konceptualne mape pomaže u retenciji znanja.

Nastavak ovog istraživanja bila bi studija o korištenju konceptualne mape kao sredstva za procjenu uspješnosti učenja (usvajanje i retencija znanja) kod učenika različitih dobnih skupina (od učenika osnovne škole do studenata na fakultetima). Također, ispitala bi se primjena konceptualne mape u procesu vrednovanja i samovrednovanja čime bi se procijenila konceptualna promjena kod učenika.

METODIČKI ZNAČAJ

Konceptualne mape pomažu u mjerenju znanja na razini konceptualnog razumijevanja te se stoga potiče njihova primjena u svakom nastavnom satu. Ovo istraživanje je primjer primjene konceptualnih mapa u obradi nastavnog gradiva, no one se mogu koristiti i za ponavljanje, procjenu znanja, u procesu učenja i identifikaciju učenikovih miskoncepcija. Ovaj oblik rada učenicima omogućuje aktivan oblik učenja, primjene i razumijevanja naučenog. Rezultati istraživanja pokazali su i veću uspješnost u retenciji naučenog što također daje pozitivne implikacije za primjenu konceptualnih mapa u poučavanju i učenju.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se svim učenicima Prirodoslovno – matematičke gimnazije u Osijeku kao i profesorici Snježani Đumliji na sudjelovanju u ovom istraživanju.

LITERATURA

- Adamov, J., Segedinac, M., Cvjetičanin, S., Bakos, R. (2009). Concept maps as diagnostic tools in assessing the acquisition and retention of knowledge in biochemistry. *Odgojne znanosti*, 1, 53-71.
- Allen, D., Tanner, K. (2006). Approach learning into the large-enrollment biology class: seven strategies, from the simple to complex. *Cell Biology Education*, 4, 262-268.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. (2001). A taxonomy for Learning, Teaching and Assessing a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York, NY, Longman
- Bognar I., Matijević M. (2002). Didaktika. Školska knjiga, Zagreb
- Bukvić, A. (1982). Načela izrade psiholoških testova. Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva
- 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.
- Kinchin, I. M. (2011). Visualising knowledge structures in biology: discipline, curriculum and student understanding. *Journal of biological education*, 4, 182-189.
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into practice*, 41, 212-218.
- Labak, I., Merdić, E., Heffer, M., Radanović, I. (2013). Povezanost aktivnih strategija rada u pojedinačnom i blok-satu s usvojenosti nastavnog sadržaja biologije. *Sociologija i prostor*, 3, 509 – 521.
- Lukša, Ž. (2011). Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji: doktorska disertacija. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, PMF - Biološki odsjek
- Modell, H. I. (1996). Preparing students to participate in an active learning environment. *Advance in Physiology Education*, 270, 69-77.
- Mušanović, M. (1999). Konstruktivistička teorija i obrazovni proces. Zbornik radova, Maribor, Univerza v Mariboru
- Radanović, I., Furlan, Z., Leniček, S., Bastić, M., Valjak-Porupski, M., Španović, P. (2010). Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama – biologija. Zagreb: NCVVO. Pregledano 8.9.2011. (<http://dokumenti.ncvvo.hr/OS/Analiza/bio.pdf>)
- Smith, A. C., Stewart, R., Shields, P., Hayes-Klosteridis, J., Robinson, P., Yuan, R. (2005). Introductory biology courses: a framework to support active learning in large enrollment introductory science courses. *Cell Biology Education*, 4, 143-156.
- Tsai, C. C., Huang, C. M. (2002). Exploring students' cognitive structures in learning science: a review of relevant methods. *Journal of Biological Education*, 4, 163-169.
- Vanides, J., Yin, Y., Tomita, M., Araceli Ruiz-Primo, M. (2005). Using concept maps in the science classroom. *Teaching strategies*, 8, 27-31.

CONCEPT MAPS AS A TOOL FOR BETTER LEARNING BIOLOGY IN HIGH SCHOOL

Latin Kristina¹, Merdić Enrih¹, Labak Irena¹

¹ Department of Biology, University Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Ulica Cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek, Hrvatska
(ilabak@biologija.unios.hr)

ABSTRACT

The main aim of the present study was to explore whether the students achieve better learning results while using traditional (frontal) method or conceptual maps during their learning process. As well, we aimed to explore the relationship between the usage of conceptual maps and long-term memorization. This research was conducted in the school years 2013/2014 and 2014/2015 on the sample of 101 students attending second grade of Natural sciences and mathematics highschool in Osijek. This study included several lessons dealing with "Birds" and "Mammals" as well as associated quizzes, and final and repeated final tests. With two student groups, the lessons were conducted by means of frontal method, whereas with two other groups of students the same teaching units were processed by using conceptual maps. The results showed that students who use conceptual maps achieve better results in comparison with the students who have processed new teaching units by the means of frontal method. On the basis of a repeated written final test we conclude that conceptual maps help students gain long-term memory of acquired knowledge.

Keywords: active learning, conceptual maps, cognitive levels, retention of knowledge

INTRODUCTION

Concept mapping is a technique for visualizing the connections between different concepts that help students and others to organize and structure knowledge. Memory organized into conceptual structure is more efficient and permanent in relation to accumulation of unrelated individual information (Lukša, 2011). Each student creates his own concept in a specific way. Concept maps are widely used in primary, secondary and even in higher education. They are used to plan the learning process, making notes, problem solving and assessing the quality of learning. They help students to understand the connections and reach higher cognitive abilities.

The aim of this study was to explore whether the students achieve better learning results while using traditional (expository) teaching technique or concept maps during their learning process. As well, we explore the relationship between the concept maps and long-term memory.

METHODS

Four stage research was conducted at 101 students of gymnasia in Osijek. The students were divided into two groups differing in the teaching and learning techniques within their biology classes. Control group were students who learned biology using traditional, expository teaching technique while experimental groups were students who learned same subjects using concept maps. First stage was first test conducted to evaluate the students' initial knowledge acquired before our study. The second stage was teaching two topics, "Birds" and "Mammals". The third stage was the second test conducted to evaluate learning success of all student. To evaluate the retention of knowledge three months after learning, same second test was written in fourth stage of the study.

Metric analysis of the both tests (first and second) involved: Cronbach's alpha coefficient and the assessment of quality of each questions according to the methodology proposed in Radanović et.al. (2010). Also, for each question in both tests the achievement level according to Crooks taxonomies were determinate. According to Crooks, both test had the questions of first (involves recalling memorized facts) and second (conceptual understanding and applying) level of learning. To evaluate learning success the results of each tests were compared between control groups of students and experimental groups of students. For this purpose the independent-samples t-test was used.

RESULTS

First test analysis showed that the both student groups (control and experimental) are very similar in their prior knowledge. In the second test experimental groups achieve significantly better results in relation to control groups ($t_{90} = 5.18$; $p < 0.001$). In first test students from the both groups responded better to the questions of first level of learning in relation to questions of second level. Same phenomenon was present in second test. In the second test experimental group achieved significantly better results answering questions from the first level of learning compared to the control group ($t_{90} = 3.70$; $p < 0.001$) as well as the questions from second levels of learning ($t_{90} = 3.97$; $p < 0.001$). After three months students from experimental group achieved better results in relation to control groups in the same second test.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Conducted first test gave an insight into the quality of the student's prior knowledge which are very important for concept mapping. In our study both groups of students showed similar prior knowledge. Students who used concept maps in learning process achieved better results than students who used expository teaching techniques. Similar research results were obtained by Adamov et al. (2009). Our study shows that students who used the concept maps have a greater success in questions of second level of learning. That means that students understand and can apply their knowledge in different new situations and in everyday life. Repeated second test shows that students who were learning by using concept maps after certain period of time have acquired more knowledge than the students who were learning in traditional way which leads to the conclusion that concept maps help students to achieved permanent knowledge. Many authors have confirmed that students who are actively involved in learning retain information longer than those who are passive participants in the teaching process (Allen and Tanner, 2006; Modell, 1996; Smith et. all., 2005). Conceptual maps in learning process could encourage the creation of modern, active and interesting lectures where students construct different concepts, beside just memorizing facts.

Concept maps are suitable for measuring the quality of knowledge and are recommended as the preferred strategy of learning in secondary education (Hay et all. 2008). Results of our study point value of conceptual maps in learning process, but they can also be used for repetition, the assessment of knowledge and identification of the student's misconception.

REFERENCES

- Adamov, J., Segedinac, M., Cvjetičanin, S., Bakos, R. (2009). Concept maps as diagnostic tools in assessing the acquisition and retention of knowledge in biochemistry. *Odgojne znanosti*, 1, 53-71.
- Allen, D., Tanner, K. (2006). Approach learning into the large-enrollment biology class: seven strategies, from the simple to complex. *Cell Biology Education*, 4, 262-268.
- 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.
- Lukša, Ž. (2011). Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji: doktorska disertacija. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, PMF - Biološki odsjek
- Modell, H. I. (1996). Preparing students to participate in an active learning environment. *Advance in Physiology Education*, 270, 69-77.
- Radanović, I., Furlan, Z., Leniček, S., Bastić, M., Valjak-Porupski, M., Španović, P. (2010). Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama – biologija. Zagreb: NCVVO. Pregledano 8.9.2011. <http://dokumenti.ncvvo.hr/OS/Analiza/bio.pdf>
- Smith, A. C., Stewart, R., Shields, P., Hayes-Klosteridis, J., Robinson, P., Yuan, R. (2005). Introductory biology courses: a framework to support active learning in large enrollment introductory science courses. *Cell Biology Education*, 4, 143-156.

UTJECAJ BIOLOŠKOG ZNANJA UČENIKA NA RJEŠAVANJE ZADATAKA VIŠIH KOGNITIVNIH RAZINA

Valerija Begić¹, Marijana Bastić², Ines Radanović³

¹Osnovna škola Sesvetski Kraljevec, Školska 10, 10 000 Zagreb (valerija1.begic@gmail.com);

²Osnovna škola Rudeš, Jablanska 51, 10 000 Zagreb;

³Biološki odsjek Prirodoslovno matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je ispitati konceptualno razumijevanje nastavnih sadržaja biologije na uzorku pisanih zadaća učenika 7. razreda sa Županijske i Državne razine natjecanja provedenih školske godine 2014./2015. Uzorak je sadržavao 148 najbolje riješenih pisanih zadaća po županijama, odnosno zadaće u kojima je točno riješeno 75% zadataka te 11 zadaća s državnog natjecanja iste godine. Pisane zadaće sadržavale su zadatke oblikovane u skladu s preporukama za pripremu pisanih provjera iz biologije. Podatci su analizirani u skladu s makrokonceptnim okvirom biologije uz stručnu procjenu kvalitete zadataka, utjecaj kvalitete zadataka na stupanj diskriminacije učenika s obzirom na kvalitetu bioloških znanja, usklađenost s nastavnim sadržajima biologije 7. razreda osnovne škole propisanih nastavnim planom i programom, povezanost sa svakodnevnim životom, općom kulturom i nastavnim sadržajima drugih prirodoslovnih predmeta. Rezultati istraživanja su pokazali da nema značajnih razlika u uspješnosti rješavanja zadataka s obzirom na spol te da su učenici najuspješniji u rješavanju zadataka I. kognitivne razine bez obzira na težinu zadataka. Uspješnost u rješavanju zadataka opada s porastom kognitivne razine i težine zadataka. Prema metrijskoj analizi 65% zadataka u testu je odgovarajuće težine, a 57% je odgovarajuće diskriminativnosti. Analiza rezultata je ukazala da iskustvo sastavljača zadataka i pisanih zadaća utječe na procjenu razine i težine zadatka.

Ključne riječi: kognitivne razine učeničkih znanja, stručna procjena kvalitete pitanja, nastavni sadržaji biologije za 7. razred osnovne škole, natjecanje učenika

UVOD

Natjecanja u znanju su jedan od pokazatelja interesa učenika u nekom području (matematika, prirodoslovlje, materinski jezik, informacijske i komunikacijske tehnologije, strani jezici, građanski odgoj i dr.), ali i pokazatelji postignuća obrazovanja učenika, te posredno i uspješnosti usavršavanja učitelja. Pastuović (1999) navodi kao glavni cilj obrazovanja u nekom području znanja, „naučiti misliti“ tj. usvojiti fond najvažnijih verbalnih informacija (deklarativno znanje), ali i način njihova korištenja (proceduralno znanje) jer je takvo znanje uvjet za uspješno rješavanje problema i proizvodnju novog znanja. Prirodoslovlje, a u sklopu njega i biologija kao važan indikator za vrednovanje školskog sustava treba razvijati kompetencije učenika, a posebice konceptualno razumijevanje kao jednu od važnih sastavnica (Garašić i sur., 2013). Kompetencije se određuju kao kombinacija kognitivnih i nekognitivnih sastavnica i/ili osobina pojedinca, njegovih vještina, motivacije, stavova, vrijednosti i emocija te ostalih socijalnih i ponašajnih sastavnica potrebnih za rješavanje složenih zadataka ili zahtjeva u danim okolnostima (Baranović, 2006). Razvoj metodike nastave biologije s naglaskom na razvoju konceptualnog razumijevanja kao važne kompetencije učenika tijekom školovanja (Lukša i sur., 2013), potaknuo je autore pisanih zadaća svih kategorija natjecanja u znanju iz

biologije na usuglašavanje kriterija za oblikovanje zadataka i konstrukciju pisanih zadaća za natjecanja, ali i za primjenu u provjeri znanja tijekom redovite nastave (Radanović i sur, 2013).

Prilikom sastavljanja ispita, osim o nastavnim sadržajima uključenim u provjeru, potrebno je voditi brigu o obrazovnim ciljevima koji će se provjeravati u ispitu (Andrilović i Čudina, 1985). Neophodno je obratiti pozornost na smisao i svrhu provjere, odnosno na kognitivnu razinu zadataka, jer se može dogoditi da većinom zadataka ispitujemo samo poznavanje pojedinih činjenica i podataka (Andrilović i Čudina, 1985). Prema Radanović i sur. (2010) nastavnici biologije u Hrvatskoj su dogovorno prihvatili podjelu na tri kognitivne razine prema Crooks-u (1988), što je u skladu sa savjetom Andrilović i Čudina (1985) koji ističu da je važan preduvjet za kvalitetno sastavljene pisane provjere ili ispite znanja, da se pri pripremi zadataka zahvati najmanje tri kategorije ciljeva postignuća prema taksonomskoj klasifikaciji, pri čemu njihov odnos i unutarne raščlanjene ovisi o prirodi predmeta. Najniža razina kognitivnog postignuća učenja (Crooks, 1988; Webb, 2002) odnosi se na reproduktivno znanje temeljeno na memoriranju podataka, a takvi zadaci se najlakše sastavljaju (Andrilović i Čudina, 1985). Prva kognitivna razina ovisi i o razvijenosti učenikovih semantičkih sposobnosti te uključuje i literarno razumijevanje (NCVVO Radanović i sur, 2010), što znači da će učenik moći, zahvaljujući pamćenju i jezičnim kompetencijama prepričati neki sadržaj, a da pri tome nužno ne dostigne razinu razumijevanja koncepta uključujući reprodukciju zaključaka te objašnjenja izvedenih tijekom poučavanja ili pročitanih u literaturnim izvorima. Do konceptualnog razumijevanja često se dolazi tek kad je potrebno primijeniti stečena znanja, što podržava druga razina konceptualnog razumijevanja i primjene, stoga je usvojenost znanja na razini reprodukcije, odnosno prepoznavanja i dosjećanja preduvjet stjecanja viših razina znanja (Jude, 2001). Do konceptualnog razumijevanja se dolazi procesima generalizacije i apstraktnog mišljenja pri sažimanju značajki pojedinačnih primjera. Osnova koju predstavlja literarno razumijevanje povezuje se s postojećim znanjem konceptualnim poveznicama stvarajući umreženo i trajno znanje (Roberts i Johnson, 2015). Za stjecanje znanja na konceptualnoj razini potrebno je u nastavnim sadržajima biologije prepoznati iste principe/obrasce koji su zajednički i jedinstveni za sav živi svijet i različite oblike njegove pojavnosti. Treća kognitivna razina (NCVVO Radanović i sur, 2010) usmjerena je na sposobnost rješavanja problema objedinjavajući više kognitivne razine Bloomove taksonomije (Anderson i sur, 2001) uz analitički način rada (Crowe i sur, 2008), a pritom je nužno integriranje znanja i primjena kritičkog mišljenja (Quitadamo i sur, 2008).

Kako bi zadovoljili postavljene kriterije i postigli odgovarajući broj bodova, tijekom rješavanja pisane zadaće na natjecanju, učenici moraju pokazati odgovarajuće kompetencije koje mogu posjedovati ako su sudjelovali u nastavnom procesu koji je bio usmjeravan prema ostvarivanju definiranih ishoda učenja i razvijanju kompetencija važnih za svakodnevni život. Ostvarenost ciljeva potrebno je provjeravati pitanjima koja trebaju biti oblikovana tako da provjeravaju polazišni koncept i u skladu s njim definirani obrazovni ishod, što značajno doprinosi kvaliteti zadataka i smislenosti provjere iz biologije (Radanović i sur, 2013). Za provjeru razine usvojenosti nastavnih sadržaja potrebno je oblikovati odgovarajuće zadatke i konstruirati pisanu zadaću u odnosu na uzrast učenika te njihove kognitivne i druge sposobnosti. Načela na kojima se trebaju

temeljiti zadaci u pisanoj zadaći su problemski postavljena pitanja koja potiču uočavanje, mišljenje i zaključivanje te kreativnost (DeHaan, 2009) uz pretpostavku da se nastava temelji na korelacijsko-integracijskom, istraživačkom i problemskom načinu poučavanja, te da se zadaci odnose na ključne pojmove i obrazovna postignuća navedena u Nastavnom planu i programu Biologije (MZOS, 2006.). Prema preporuci NCVVO-a svaki bi zadatak trebao provjeravati ostvarenost jednog obrazovnog ishoda, ali to je ponekad nemoguće, posebno pri oblikovanju problemskih zadataka koji provjeravaju više razine znanja.

Pri oblikovanju zadataka (Radanović i sur, 2013) važno je uskladiti razine postignuća, ali i težinu zadataka s bodovanjem, prilagoditi tip pitanja nastavnim sadržajima koji se ispituju, provjeravati sadržaje važne samo za biologiju te provjeravati usvojenost temeljnih bioloških koncepata. Kod zadataka koji ispituju više razine znanja poželjno je povezivati koncepte integracijski unutar nastavnih sadržaja biologije određenog razreda, ali i u odnosu na prethodne razrede jer se temeljni biološki koncepti spiralno izgrađuju tijekom ciklusa školovanja. U zadacima viših kognitivnih razina ne inzistira se na memoriranju činjenica, nego na rješavanju problemski postavljenog pitanja. Stoga je u takvim zadacima važno osigurati kvalitetnu osnovu (tekst, grafički prikaz, slika i dr.) temeljem koje će učenici, uz uporabu odgovarajuće strategije, doći do zadovoljavajućeg rješenja. Iako osnova problemskog zadatka, osim što mora biti jasna, mora biti rasterećena i nepotrebnih podataka, ipak valja voditi računa da se zbog potrebe pretjeranog skraćivanja uvodnog teksta ne izgubi smisao onoga što se zadatkom željelo provjeriti. Pri odabiru zadataka za pisanu zadaću potrebno je uvažavati i druge kriterije, primjerice uravnotežiti broj i redoslijed lakših i težih zadataka, izraditi kvalitetan i jednoznačan ključ za odgovore, koristiti jasan i jednostavan jezik te oblikovati zadatke kao samostalne cjeline unutar pisane zadaće.

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati konceptualno razumijevanje nastavnih sadržaja biologije učenika 7. razreda na uzorku pisanih zadataka sa Županijskog natjecanja iz biologije s područja Republike Hrvatske te uzorku pisanih zadataka s Državnog natjecanja. Na osnovu postavljenog osnovnog cilja izvedeni su specifični ciljevi: 1) usporediti uspješnost učenika prema spolu; 2) utvrditi ishode koji su ispitivani u odnosu na zastupljenost makrokoncepta biologije; 3) analizirati vjerodostojnost procjene težine zadataka u odnosu na stvarnu riješenost; 4) utvrditi utjecaj izmjerene težine zadatka unutar pojedine kognitivne razine zadataka na riješenost zadataka obje razine natjecanja; 5) analizirati utjecaj biološkog znanja učenika na uspješnost pri rješavanju zadataka na odabranim pitanjima koja provjeravaju konceptualno razumijevanje i rješavanje problema te vjerodostojnost pitanja kao alata za identifikaciju posebno uspješnih učenika.

MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno na uzorku pisanih zadataka učenika 7. razreda sa Županijske (ŽN) i Državne (DN) razine natjecanja provedenih školske godine 2014./2015. Uzorak je sadržavao 148 (10%) najbolje riješenih pisanih zadataka po županijama, odnosno zadaće u kojima je točno riješeno 75% zadataka te 11 zadataka s državnog natjecanja iste godine.

Prema metodi stručne procjene kvalitete pitanja (Radanović i sur, 2010) prilagođenoj za upotrebu u nastavi za procjenu kvalitete pitanja korištena su dva kriterija: procjena

prirodoslovne pismenosti i utjecaj pitanja na odgovor, oba s odgovarajućim podkriterijima u obliku petodijelnih Likertovih skala (tablica 1).

Tablica 1 Elementi i kriteriji za procjenu kvalitete pitanja

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

Analiza kvalitete pitanja određena je individualnom procjenom te zajedničkom procjenom na osnovu aritmetičke sredine uz usuglašavanje do konsenzusa.

Psihometrijskom analizom za potrebe interpretacije kvalitete zadataka određivani su indeks težine (p), indeks diskriminativnosti (D) i varijanca binarne varijable (V). Pri određivanju točnosti i razine razumijevanja iskazanog u učeničkim odgovorima pojedinih zadataka viših kognitivnih razina otvorenog tipa (tablica 2 i 3) korištena je pitanjima prilagođena metodologija prema Radanović i sur. (2010).

Tablica 2 Kodiranje točnosti odgovora učenika

Točnost (T)	KOD
napredno razmišljanje	5
točan odgovor	4
djelomično točno	3
krivo ili nespreno napisano, ali točno razmišljanje	2
reproduktivno djelomično točno	1
netočno	0
prenesen dio pitanja	8
nema odgovora	9

Tablica 3 Kodiranje razine razumijevanja u odgovorima učenika

Razina razumijevanja (RR)	KOD
konceptualno razumijevanje	2
djelomično konceptualno razumijevanje	1
konceptualno nerazumijevanje	0
besmisleno	8
nema odgovora	9

Zbog potrebe interpretacije odgovora u kontekstu biološkog konceptualnog razumijevanja korištena je metodologija specifičnog kodiranja biološkog značenja točnih odnosno netočnih učeničkih odgovora (prilog 3) prema Radanović i sur. (2016).

Zastupljenost makrokoncepta i pripadajućih ishoda iz biologije (organiziranost živoga svijeta, razmnožavanje i razvoj organizama, tvari i energija u životnim procesima, ravnoteža i međuovisnosti u živom svijetu, znanost o životu) određivana je prema makrokonceptnom okviru kojeg su Radanović i sur. (2015) izradili za potrebe izrade Ispitnog kataloga za državnu maturu iz biologije.

Kolmogorov-Smirnov Z-test, uz pomoć programskog paketa SPSS 17, korišten je za usporedbu riješenosti zadataka prema spolu. Za usporedbu riješenosti zadataka prema

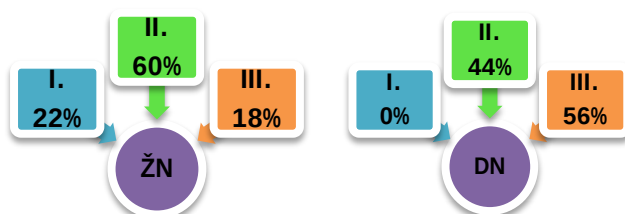
kognitivnim razinama korištena je metodologija svrstavanja učenika u 10 klasa uspješnosti prema ukupnom postignutom postotnom uspjehu na cijeloj pisanoj zadaći (Lukša i sur, 2016) prilagođena uz bodovne vrijednosti kao odrednice preciznije uspješnosti učenika.

Iz županijske provjere zbog relevantnijih zaključaka temeljenih na većem broju sudionika natjecanja, odabrana su pitanja koja ispituju temeljne biološke koncepte i koji u određenoj mjeri provjeravaju znanje koje se može primijeniti i u svakodnevnom životu te su detaljnije analizirana u kontekstu interpretacije biološkog znanja učenika i njihove sposobnosti korištenja znanja pri rješavanju zadataka koji traže primjenu viših kognitivnih kompetencija. Također je analizirana i vjerodostojnost pojedinog pitanja pri odjeljivanju učenika prema uspješnosti rješavanja zadataka, kako bi se na osnovu provedene analize mogle donijeti smjernice za poboljšanje u pripremi pitanja pisane provjere kao alata za identifikaciju posebno uspješnih učenika.

REZULTATI

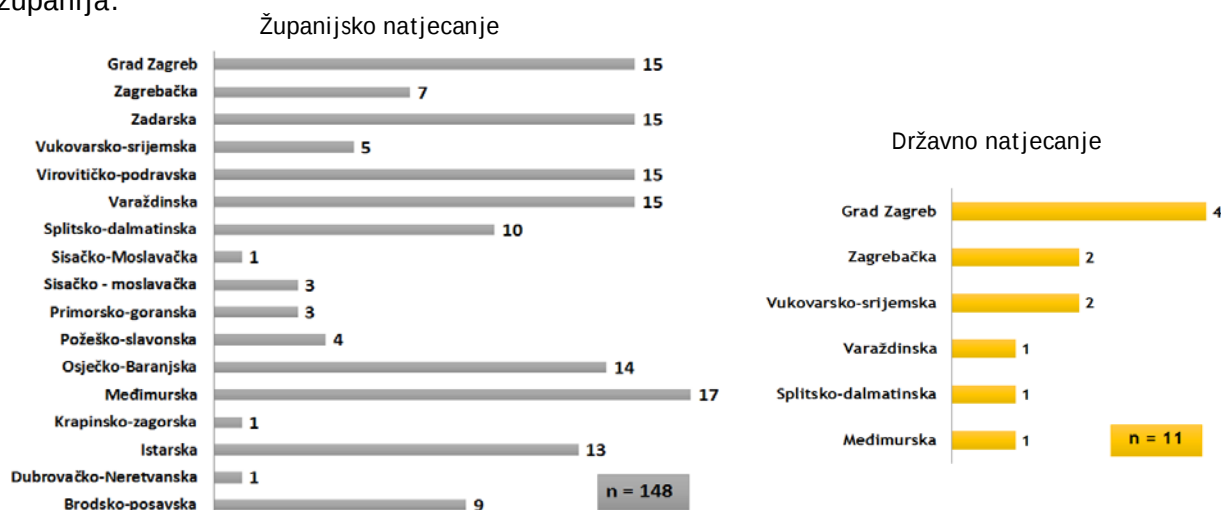
U pisanoj zadaći za natjecanje iz biologije korišteni su raznoliki zadaci otvorenog i zatvorenog tipa. Pisana zadaća sa Županijskog natjecanja (prilog 1) sadržavala je osam zadataka višestrukog izbora (1. – 7. zadatak te 21. zadatak), pet zadataka višestrukih kombinacija (8. – 12. zadatak), dva zadatka povezivanja i sređivanja (13. i 14. zadatak), tri serije zadataka alternativnog izbora (15. – 17. zadatak), dva zadatka redanja (18. i 19. zadatak), dva zadatka navođenja iz crteža/ispunjavanja u crtežu (20. i 22. zadatak) te jedan zadatak produženog odgovora (23. zadatak).

Udio kognitivnih razina znanja u pisanoj zadaći na županijskom natjecanju u odnosu na broj bodova (od ukupno 50 bodova) prikazan je na slici 1. U pisanoj zadaći s Državnog natjecanja (prilog 2) zbog praktičnog rada kombinirani su različiti tipovi zadataka, primjerice, jedan zadatak konceptualne tablice u kombinaciji sa zadacima dopunjavanja (1. zadatak), tri zadatka navođenja iz crteža/crtanja/lijepljenja u kombinaciji sa zadatkom produženog odgovora ili konceptualnom tablicom, odnosno dvoslojni zadatak (2., 3. i 4. zadatak), serija zadataka alternativnog izbora u kombinaciji sa zadatkom višestruke kombinacije (5. zadatak), dva zadatka kratkog i produženog odgovora (6. i 7. zadatak) i jedan zadatak složen od zadatka višestrukog izbora, zadatka višestruke kombinacije, zadatka kratkog i produženih odgovora te serije zadataka alternativnog izbora (8. zadatak). S obzirom da se na državnoj razini natječu učenici koji su postigli izuzetan rezultat tijekom prethodnih razina natjecanja, poželjno je da naglasak bude na provjerama viših kognitivnih razina. Udio kognitivnih razina znanja u pisanoj zadaći na državnom natjecanju u odnosu na broj bodova (od ukupno 50 bodova) prikazan je na slici 1.



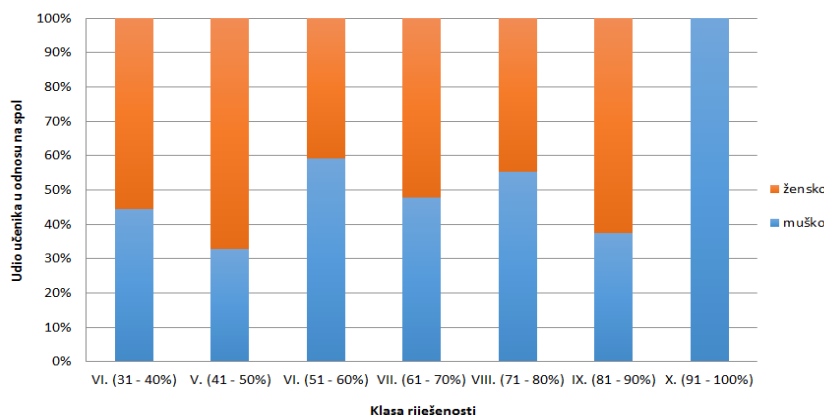
Slika 1 Udio kognitivnih razina znanja u pisanoj zadaći na županijskom natjecanju (ŽN) i državnom natjecanju (DN) prema broju bodova

U 10 % najboljih sudionika županijskog natjecanja iz biologije (slika 2) najveći broj učenika dolazi iz Međimurske županije (17), dok je uočljiva podjednaka zastupljenost učenika iz Grada Zagreba, Zadarske, Virovitičko-podravске te Varaždinske županije (15). Potom slijede Osječko-baranjska (14), Istarska (13) te Splitsko-dalmatinska županija (10). Udio sudionika po županijama koji su sudjelovali na državnom natjecanju prikazan je na slici 2, iz koje je vidljivo da su 2015. godine na državnoj razini natjecanja sudjelovali učenici iz 6 županija.



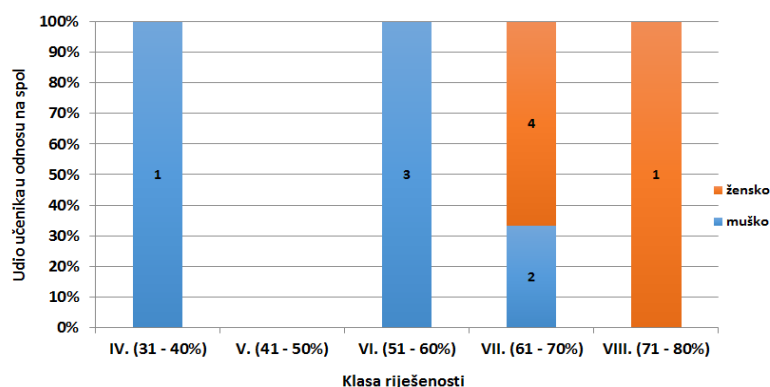
Slika 2 Udio sudionika po županijama u 10 posto najboljih učenika županijskog i učenika sudionika državnog natjecanja 2015. za 7. razred osnovne škole

U 10 % najboljih sudionika županijskog natjecanja bila je 91 djevojčica (61,5%) i 57 dječaka (38,5%). Kolmogorov-Smirnov Z test je pokazao da nema značajnih razlika u uspješnosti u rješavanju pisane zadaće sa županijskog natjecanja ($Z = 1,008$; $p = 0,262$) s obzirom na spol (MŽ = $63,18 \pm 10,97$; Mm = $66,46 \pm 10,93$). Uspješnost učenika na županijskom natjecanju s obzirom na spol prikazan je na slici 3.



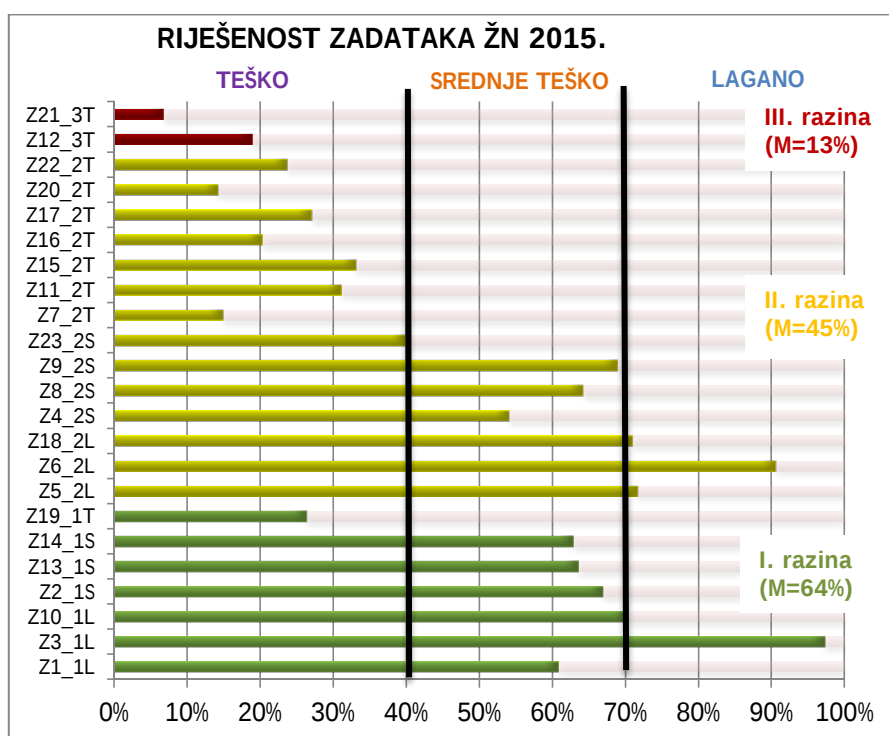
Slika 3 Uspješnost učenika s obzirom na spol prema klasama riješenosti pisane zadaće sa županijskog natjecanja 2015. za 7. razred OŠ

Na državnom natjecanju udio djevojčica i dječaka je bio podjednak, sudjelovalo je pet učenica (45,5%) i šest učenika (54,5%). Temeljem Kolmogorov-Smirnov Z testa utvrđeno je i da u rješavanju pisane zadaće s državnog natjecanja (slika 4) također nema značajnih razlika u uspješnosti ($Z = 0,771$; $p = 0,593$) s obzirom na spol (MŽ = $34,18 \pm 2,09$; Mm = $28,08 \pm 5,91$).



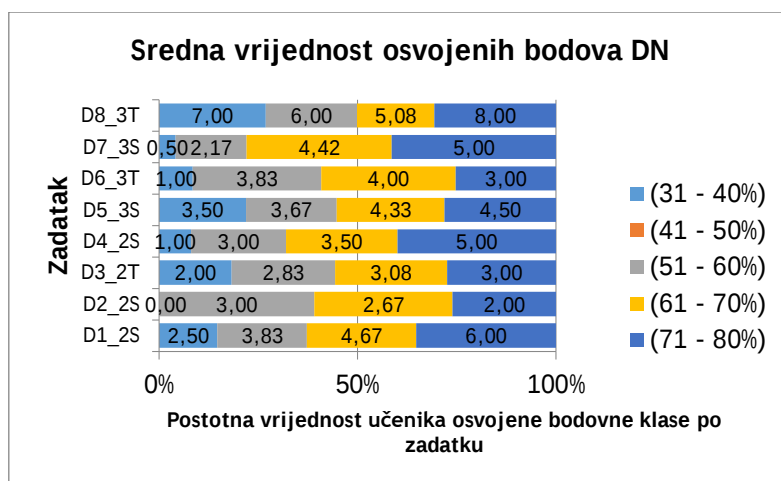
Slika 4 Uspješnost učenika s obzirom na spol prema klasama riješenosti pisane zadaće s državne razine natjecanja 2015. za 7. razred OŠ

Iz slike 5 vidljivo je da udio točno riješenih zadataka županijskog natjecanja, koje je obuhvaćalo širu populaciju učenika, opada s povećanjem kognitivne razine i težine zadatka.



Slika 5 Riješenost zadataka u odnosu na kognitivnu razinu i težinu zadataka u pisanoj zadaći na županijskom natjecanju 2015. za 7. razred osnovne škole

S obzirom na klase uspješnosti učenika na osnovu bodovne riješenosti zadataka na državnoj razini natjecanja može se uočiti da najuspješniji učenici VIII. klase (71 - 80% postignutih bodova) ostvaruju od 25% do 40% riješenosti s obzirom na učenike koji su uspješno riješili dio zadatka. To ne znači da uspješno rješavaju sve dijelove zadatka, jer u zadatku D2_2S učenici niže klase uspješnosti (61% do 70%) ostvaruju veću srednju vrijednost postignutih bodova u tom zadatku, a najuspješniji su bili učenici koji su na provjeri ostvarili ukupno od 51% do 60% bodova (slika 6).



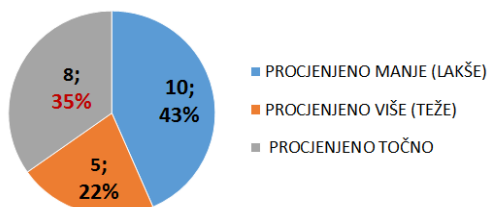
Slika 6 Udio učenika prema klasama riješenosti koji uspješno rješavaju pojedine zadatke na državnoj razini natjecanja

Usporedbom rezultata učenika u rješavanju zadataka različite težine u pisanoj zadaći na županijskom natjecanju i procjene težine tih zadataka uočena su odstupanja prikazana u tablici 4. Nastavnici dobro procjenjuju lagane zadatke, dok srednje teške i teške zadatke točno procjenjuju samo u 50% slučajeva.

Tablica 4 Usporedba broja zadataka prema procjeni težine od strane autorica i broja zadataka stvarne težine dobivene temeljem analize riješenih pisanih zadaća na županijskom natjecanju

	BROJ ZADATAKA PROCIJENJENE TEŽINE	BROJ ZADATAKA TEMELJEM REZULTATA UČENIKA
TEŠKI ZADACI	5	10
SREDNJE TEŠKI ZADACI	13	7
LAGANI ZADACI	5	6

Slika 7 pokazuje da je teško točno procijeniti težinu sastavljenih zadataka što ima utjecaja na izradu kvalitetne pisane zadaće za natjecanje iz biologije budući da zadaci nisu baždareni. Nastavnici su skloniji precijeniti znanje učenika procjenjujući zadatke koje pripremaju kao lakše (43%) nego to učenici pokazuju prilikom rješavanja tih zadataka.



Slika 7 Odstupanja procjene težine zadataka od uspjeha učenika

Metrijska analiza rezultata (tablica 5) u pisanoj zadaći na županijskom natjecanju je pokazala da odgovarajući indeks težine (p) ima 15 zadataka (65%), dok su dva zadatka prelagana, a šest zadataka je preteško. Zadovoljavajući indeks diskriminativnosti (D) ima 13 zadataka (57%), a od toga devet zadataka (39%) dobro diskriminira uspješne od neuspješnih učenika dok četiri zadatka (17%) imaju prihvatljivu diskriminativnost. Svega šest zadataka (26%) nije diskriminativno, a od toga su četiri teška zadatka (tablica 6). Prema varijanci binarne varijable, 14 zadataka (61%) ima odgovarajuću osjetljivost. Od toga jedan zadatak koji ispituje konceptualno razumijevanje i primjenu znanja ima

maksimalnu osjetljivost ($V = 0,25$) te ga rješava 50% učenika u opisanom uzorku i zadatak je prosječne težine. Trinaest zadataka ima varijancu u rasponu 0,20 do 0,24 što znači da su zadaci odgovarajuće težine (tablica 5).

Tablica 5 Usporedba indeksa težine (p), indeksa diskriminativnosti (D) i varijance binarne varijable (V) u ovisnosti o kognitivnoj razini i težini zadataka u pisanoj zadaći sa županijskog natjecanja

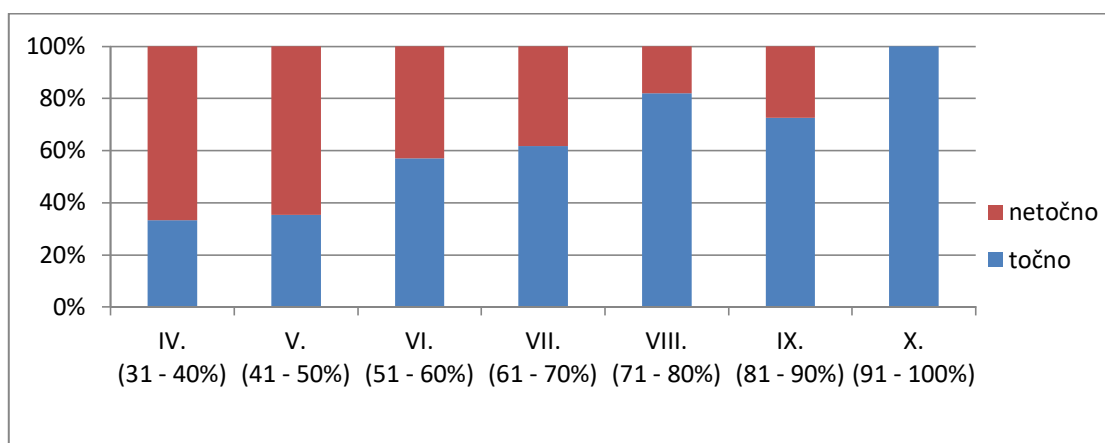
REPRODUKCIJA	P	V	D
Z1_1L	0,6	0,24	0,32
Z3_1L	1,0	0,03	0,00
Z10_1L	0,7	0,21	0,15
Z2_1S	0,7	0,22	0,18
Z13_1S	0,6	0,23	0,26
Z14_1S	0,6	0,23	0,14
Z19_1T	0,3	0,19	0,26

KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE I PRIMJENA	P	V	D
Z5_2L	0,7	0,20	0,09
Z6_2L	0,9	0,09	0,08
Z18_2L	0,7	0,21	0,24
Z4_2S	0,5	0,25	0,26
Z8_2S	0,6	0,23	0,26
Z9_2S	0,7	0,21	0,27
Z23_2S	0,4	0,24	0,09
Z7_2T	0,1	0,13	0,14
Z11_2T	0,3	0,21	0,20
Z15_2T	0,3	0,22	0,16
Z16_2T	0,2	0,16	0,09
Z17_2T	0,3	0,20	0,26
Z20_2T	0,1	0,12	0,11
Z22_2T	0,2	0,18	0,24

RJEŠAVANJE PROBLEMA	P	V	D
Z12_3T	0,2	0,15	0,14
Z21_3T	0,1	0,06	0,09

Na odabranim primjerima zadataka (8., 11., 12., 16. i 21. zadatak), koji provjeravaju temeljne biološke koncepte i znanja koja je moguće primijeniti u sadašnjem ili budućem životu, sa Županijske razine natjecanja (prilog 1) analizirana je riješenost, odnosno diskriminativnost zadataka pri odjeljivanju uspješnih i manje uspješnih učenika u ovisnosti o tipu zadatka te njegovoj procijenjenoj težini i kognitivnoj razini koju ispituje.

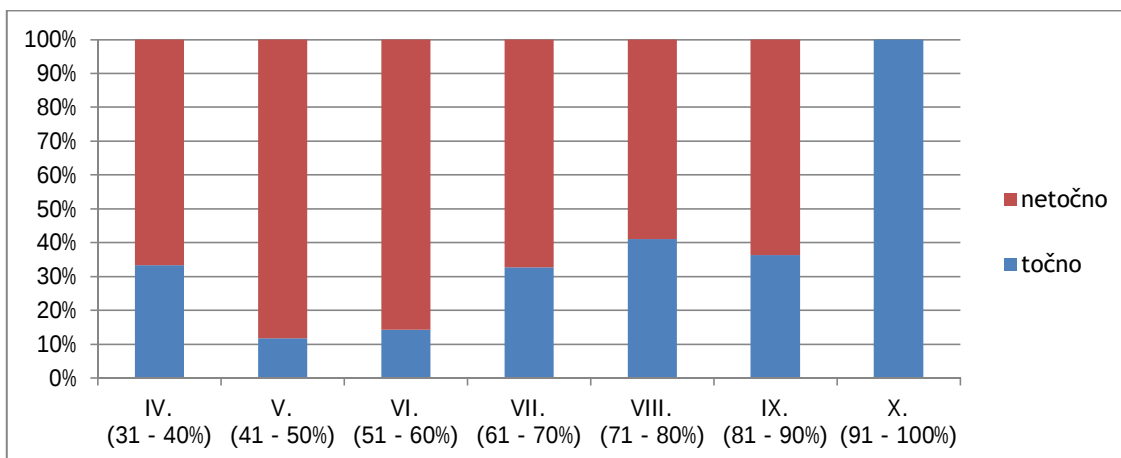
Osmi zadatak (prilog 1) višestruke kombinacije procijenjen je kao zadatak 2. kognitivne razine i lagan, a ispituje razumijevanje procesa disanja riba. Temeljem riješenosti osmog zadatka, kojeg je točno riješilo 64,19% učenika, dobiveni su podaci da je zadatak učenicima srednje težak, iako je procijenjen kao lagan (tablica 5). Kao što se vidi iz slike 8, zadatak slabo diskriminira učenike koji su uspješni na cijeloj pisanoj zadaći, jer ga rješava 45% do 80% učenika u svim klasama uspješnosti.



Slika 8 Uspješnost učenika prema klasama riješenosti u 8. zadatku sa županijskog natjecanja

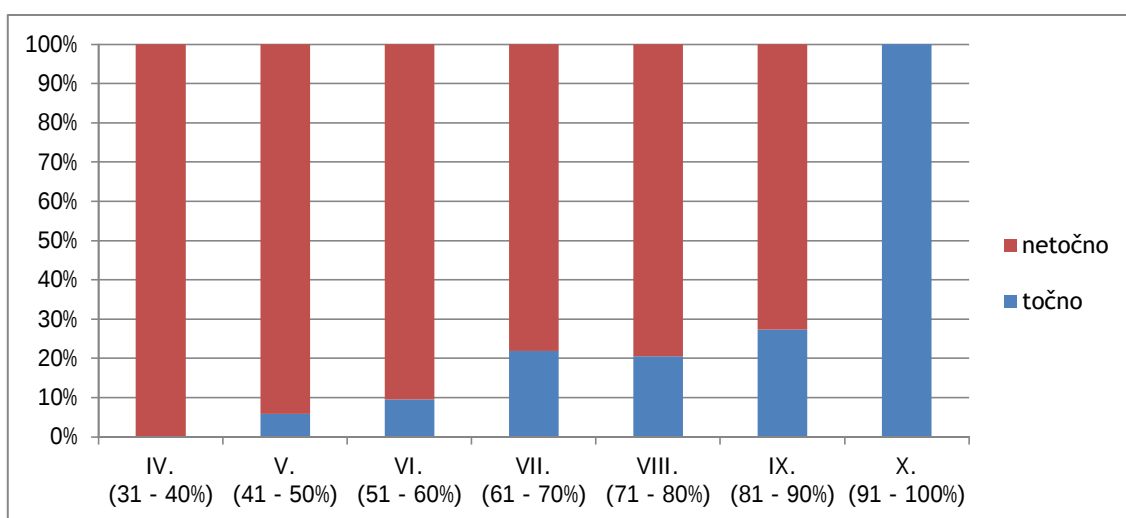
Jedanaesti zadatak (prilog 1) višestruke kombinacije je procijenjen kao zadatak 2. kognitivne razine i srednje je težak, a ispituje konceptualno razumijevanje procesa mitoze. Kao što se vidi iz slike 9, zadatak slabije diskriminira učenike koji su najuspješniji

na cijeloj pisanoj zadaći, jer ga uspješno rješava i 30% učenika najslabije IV. klase uspješnosti koji su na ukupnoj zadaći postigli od 31% do 40% bodova. Temeljem riješenosti jedanaestog zadatka uz točnost kod 31,08% učenika, dobiveni su podaci da je zadatak učenicima težak (tablica 5), iako je procijenjen kao srednje težak.



Slika 9 Uspješnost učenika prema klasama riješenosti u 11. zadatku sa županijskog natjecanja

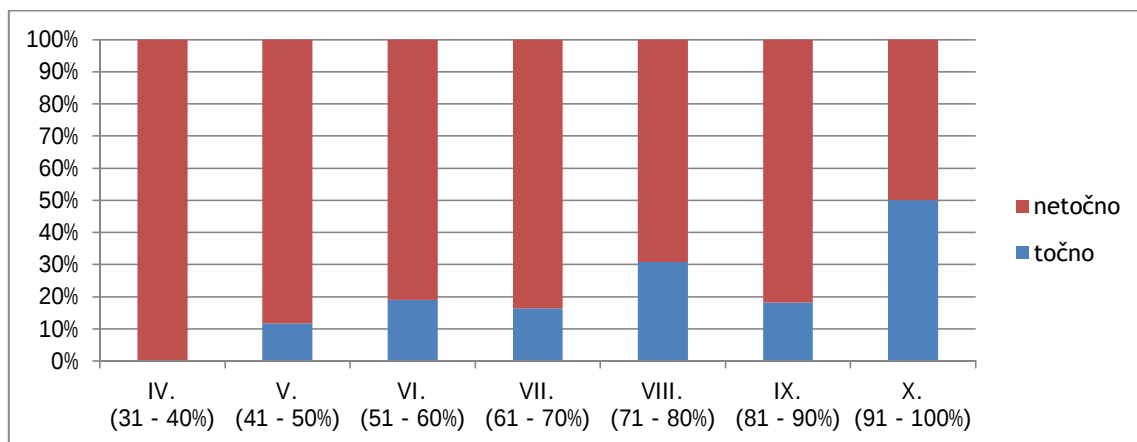
Dvanaesti zadatak (prilog 1) višestruke kombinacije je procijenjen kao zadatak 3. kognitivne razine i srednje težak, a ispituje razumijevanje koncepata difuzije i osmoze na primjeru riba u promijenjenim životnim uvjetima. Temeljem riješenosti dvanaestog zadatka (prilog 1), a točno je zadatak riješilo 18,92% učenika, dobiveni su podaci da je zadatak učenicima težak (tablica 5), iako je procijenjen kao srednje težak. Kao što se vidi iz slike 10 zadatak vrlo uspješno diskriminira učenike koji su uspješniji na cijeloj pisanoj zadaći.



Slika 10 Uspješnost učenika prema klasama riješenosti u 12. zadatku sa županijskog natjecanja

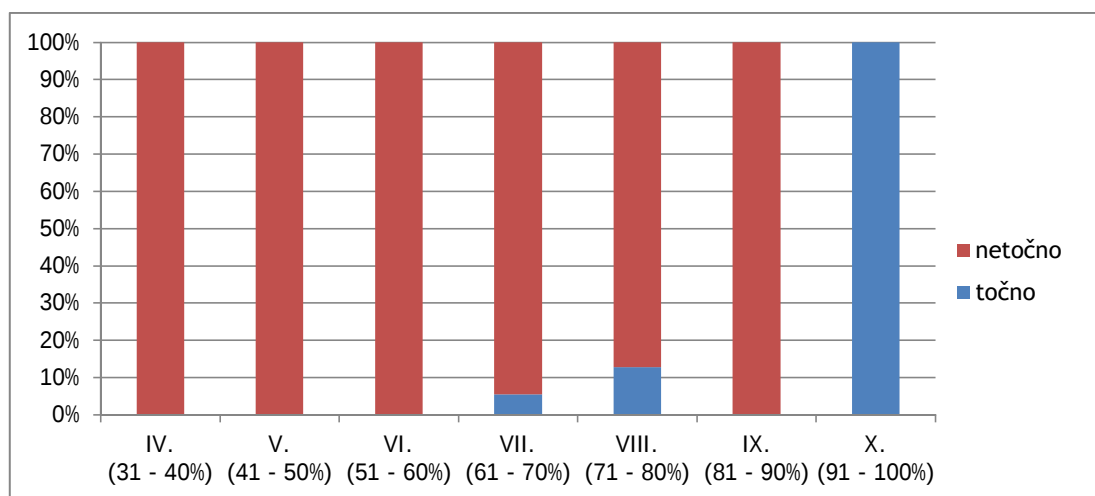
Šesnaesti zadatak (prilog 1) serije zadataka alternativnog izbora je procijenjen kao zadatak 2. kognitivne razine i težak, a ispituje razumijevanje prilagodbi u građi tijela morskog psa načinu života. Temeljem riješenosti šesnaestog zadatka, kojeg je točno riješilo 20,27% učenika, zadatak je učenicima težak (tablica 5), kao što je i procijenjeno.

Kao što se vidi iz slike 11 zadatak jako slabo diskriminira učenike koji su uspješniji na cijeloj pisanoj zadaći, jer ga rješavaju za samo 40 do 20% manje učenici svih klasa u odnosu na najuspješnije učenike, osim najslabije IV. klase u kojoj niti jedan učenik nije riješio taj zadatak.



Slika 11 Uspješnost učenika prema klasama riješenosti u 16. zadatku sa županijskog natjecanja

Dvadeset i prvi zadatak (prilog 1) sastavljen je od pet zadataka višestrukog izbora. Ukupno je procijenjen kao zadatak 3. kognitivne razine i težak, a ispituje razumijevanje procesa aerobnog i anaerobnog disanja kvasaca. Kao što se vidi iz slike 12, zadatak vrlo precizno odvajava učenike koji su najuspješniji na cijeloj pisanoj zadaći, ali mu je indeks diskriminativnosti ($D=0,9$) nizak (tablica 5), jer ga rješavaju i neki učenici s riješenosti zadaće od 60% do 80%. Temeljem riješenosti dvadeset i prvog zadatka, kojeg je točno riješilo 6,76% učenika, utvrđeno je da je zadatak učenicima težak, kao što je i procijenjeno.



Slika 12 Uspješnost učenika prema klasama riješenosti u 21. zadatku sa županijskog natjecanja

Gotovo polovina zadataka u pisanoj zadaći na županijskom natjecanju je ispitivala sadržaje vezane uz makrokoncept *Organiziranost živoga svijeta*, dok makrokoncept *Znanost o životu* nije bio sadržan ni u jednom zadatku. Udio zadataka koji su ispitivali makrokoncept

Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu bio je 35 %, a upola manje zadataka ispitivalo je sadržaje vezane uz *Razmnožavanje i razvoj organizma* (tablica 6).

Tablica 6 Zastupljenost bioloških makrokoncepta i provjeravani ishodi učenja u pisanoj zadaći sa županijskog natjecanja

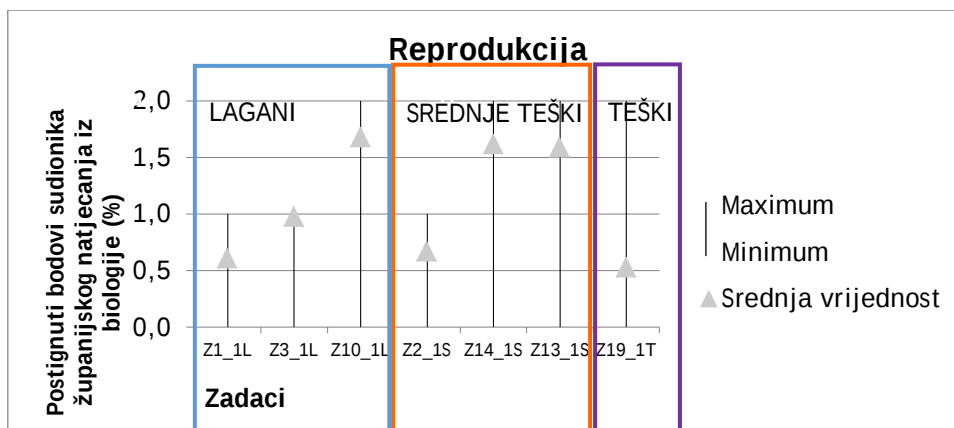
MAKROKONCEPTI (MK)	Zastupljenost (%)	Provjeravani ishodi učenja
Organiziranost živoga svijeta	44	• analizirati principe građe i uloge organskih sustava beskralježnjaka i kralježnjaka na konkretnim primjerima. • objasniti značenje gljiva i lišajeva za čovjeka i biosferu • povezati građu s ulogama pojedinih dijelova eukariotskih stanica na primjeru biljne i životinjske stanice • analizirati osnovne značajke građe glavnih skupina životinja na tipičnim predstavnicima • povezati građu s ulogama pojedinih dijelova eukariotskih stanica na primjeru biljne i životinjske stanice
Razmnožavanje i razvoj organizama	17	• objasniti osnovne principe i etape kemijske i biološke evolucije • analizirati uspješnost različitih oblika razmnožavanja s obzirom na uvjete života životinja • usporediti životne cikluse životinjskih organizama
Tvari i energija u životnim procesima	4	• analizirati procese vrenja kao procese kojima anaerobni mikroorganizmi dolaze do energije
Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	35	• analizirati prilagodbe organizama za život u vodi • analizirati utjecaj abiotičkih čimbenika na živa bića • analizirati odnose među jedinkama i populacijama iste i različitih vrsta • objasniti princip održavanja osmotske ravnoteže • analizirati prilagodbe nametničkih organizama s obzirom na životne uvjete i način prehrane • analizirati utjecaj okolišnih čimbenika i životnih navika na zdravlje i pojavu bolesti • analizirati prilagodbe organizama za život u vodi • analizirati epidemiološki lanac i mjere sprečavanja širenja zaraznih bolesti
Znanost o životu	0	-----

Iz tablice 7 vidljivo je da gotovo polovina zadataka u pisanoj zadaći sa županijskog natjecanja bar djelomično ima veze sa svakodnevnim životom učenika dok je nešto slabija povezanost (39%) s drugim prirodoslovnim predmetima.

Tablica 7 Procjena povezanosti sadržaja zadataka sa svakodnevnim životom i nastavnim sadržajima drugih prirodoslovnih predmeta

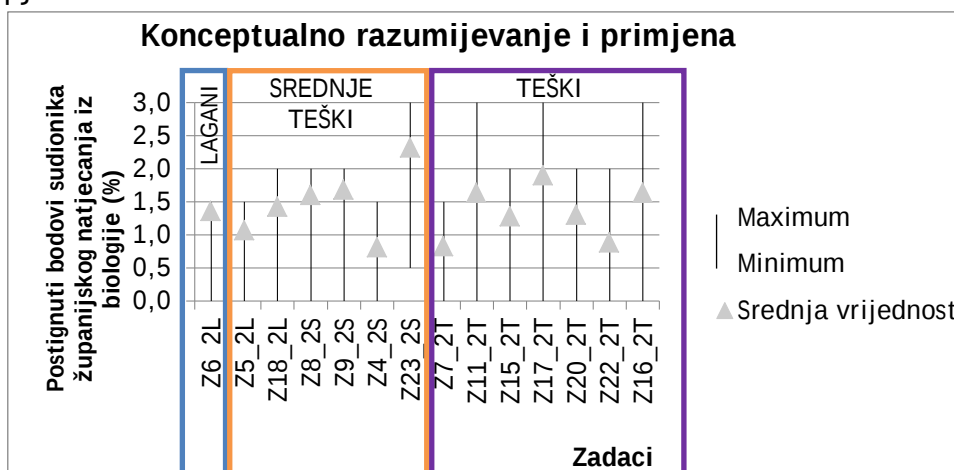
Procjena zastupljenosti zadataka (%)	DA	DJELOMIČNO	NE
POVEZANOST SA ŽIVOTOM	26	22	52
INTERDISCIPLINARNOST	22	17	61

Kao što se vidi iz slike 13 temeljem srednje vrijednosti bodova u lakim i srednje teškim zadacima koji ispituju reproduktivno znanje i literarno razumijevanje većina učenika postiže više od polovice predviđenih bodova po zadatku.



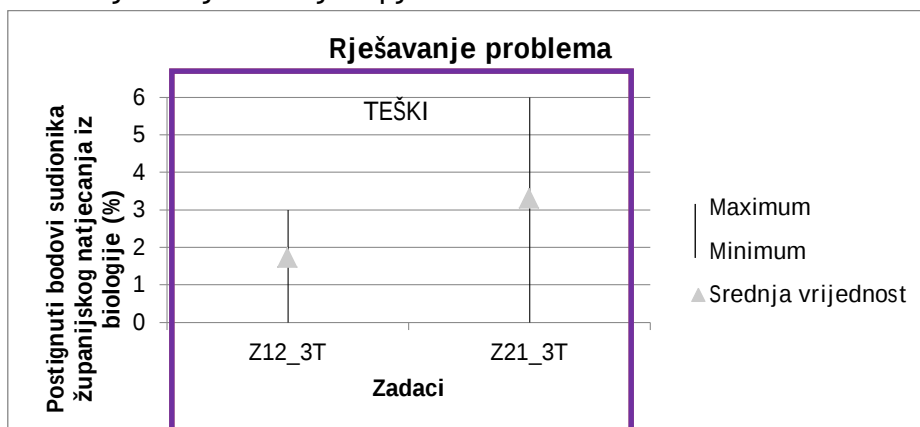
Slika 13 Uspješnost učenika u rješavanju zadataka koji ispituju reproduktivno znanje prema broju postignutih bodova

Iz slike 14 temeljem srednje vrijednosti bodova u lakim i srednje teškim zadacima koji ispituju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja vidljivo je da učenici postižu više od polovice predviđenih bodova po zadatku, dok je u teškim zadacima moguće uočiti nešto manju uspješnost učenika.



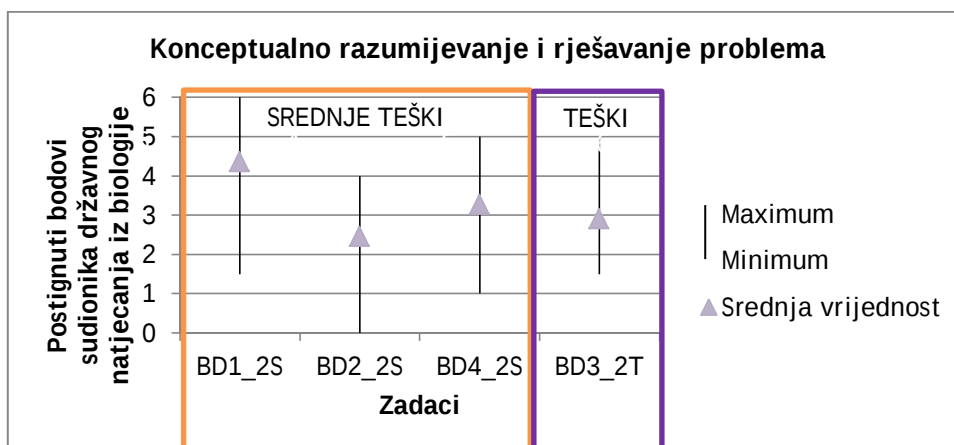
Slika 14 Uspješnost učenika u rješavanju zadataka koji ispituju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja prema broju postignutih bodova

Iz slike 15 temeljem srednje vrijednosti bodova u zadacima koji zahtijevaju rješavanje problema također je uočljiva manja uspješnost učenika.

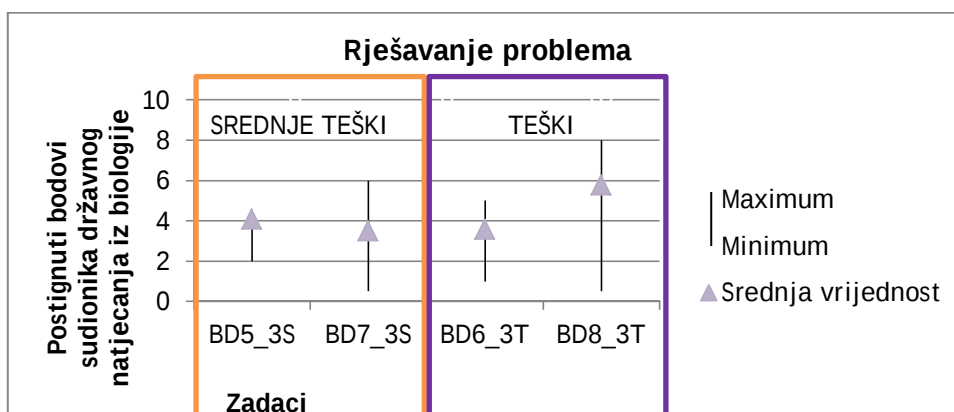


Slika 15 Uspješnost učenika u rješavanju problemskih zadataka prema broju postignutih bodova

Iz slike 16 i slike 17 temeljem srednje vrijednosti bodova u zadacima koji ispituju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja te sposobnost rješavanja problema, na državnom natjecanju vidljivo je da su učenici manje uspješni u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina.



Slika 16 Uspješnost učenika na državnom natjecanju u rješavanju zadataka koji ispituju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja prema broju postignutih bodova



Slika 17 Uspješnost učenika na državnom natjecanju u rješavanju problemskih zadataka prema broju postignutih bodova

RASPRAVA

Analizom uzorka 10% najboljih sudionika županijskog natjecanja iz biologije vidljiv je izostanak sudionika iz pet županija. Trebalo bi istražiti razloge izostanka učenika iz pojedinih područja uvidom u podatke sa županijskih i državnih natjecanja iz prethodnih godina kako bi se utvrdilo je li to trend ili slučajnost.

Podjednaka zastupljenost djevojčica i dječaka prema klasama riješenosti pisanih zadaća na županijskom i državnom natjecanju pokazala je da nema statistički značajne razlike u uspješnosti. Nešto veći broj djevojčica koje su sudjelovale na županijskom natjecanju je moguće protumačiti njihovim većim interesom za sadržaje biologije koji se bave pojavnostima živoga svijeta, a što je u skladu sa zaključkom Garašić (2012) da djevojčice smatraju predmete Priroda i Biologija korisnijim i laganijim nego dječaci, premda ne pokazuju izraženi afinitet na način da bi željele imati više nastavnih sati u odnosu na ostale predmete ili da biološke nastavne predmete vole više od ostalih.

Rezultati analize udjela kognitivnih razina znanja prema Crooks-u (1988) revidiranoj prema Anderson i Krathwohl (2001), u pisanoj zadaći sa županijskog natjecanja pokazali su da je udio zadataka koji ispituju određenu kognitivnu razinu u skladu s Preporukama za autore i recenzente pisanih provjera natjecanja u znanju biologije (Radanović i sur, 2013). Udio ispitivanih kognitivnih razina znanja u pisanoj zadaći s državnog natjecanja pokazuje blagi nesklad s tekstom preporuka u korist problemskih zadataka, što je prihvatljivo s obzirom da je zadaća na državnoj razini pripremana za najuspješnije učenike. Zadaci prve razine nisu potrebni, ako se pri pripremi zadataka vodi računa da unutar zadatka viših kognitivnih razina budu obuhvaćene i provjere ključnih informacija vezanih uz određeni provjeravani koncept. Pri pripremi zadataka valja voditi brigu da jedan zadatak može sadržavati više čestica pitanja, ali da one moraju biti međusobno konceptualno i kontekstualno povezane da bi se zadatkom mogla provjeriti usvojenost koncepta. Važnije je da zadatak više razine provjerava integriranje znanja i vještinu kritičkog razmišljanja uz rješavanje problema, na što upućuju i Hoskinson i sur. (2013), nego da se strogo pridržava forme te je uvijek bolje u tim slučajevima prema potrebi integrirati i više ishoda uz jedan zadatak, ako je na taj način omogućena bolja provjera konceptualnog razumijevanja i sposobnosti učenika u rješavanju problema. Rezultati su pokazali odstupanja od procijenjene težine zadataka, na način da su učenicima zadaci bili teži nego što je unaprijed procijenjeno, što su utvrdili i Lukša i sur. (2014), jer nastavnici imaju tendenciju očekivati bolje rezultate rješavanja zadataka na pisanoj provjeri za pitanja koja smatraju važnijim za struku. Nastavnici dobro procjenjuju lagane zadatke, dok srednje teške i teške zadatke znatno nesigurnije procjenjuju. Pri procjeni težine zadataka veliku ulogu ima i način rada samog nastavnika koji procjenjuje zadatke, jer se on ravna na osnovu svog iskustva u nastavi ili na osnovi iskustva provedenih analiza pisanih provjera. Zbog toga je izuzetno važno potaknuti nastavnike da detaljno analiziraju rezultate svojih provjera znanja, a posebno bi se trebala posvetiti pažnja tome da se kvalitativno i kvantitativno analiziraju rezultati pisanih provjera iz biologije na državnoj razini, kao što su natjecanja učenika, ali i nacionalni ispiti i državna matura iz biologije. Nastavnici su skloniji precijeniti znanje učenika procjenjujući zadatke koje pripremaju kao lakše nego to učenici pokažu prilikom rješavanja tih zadataka. Takav zaključak je u skladu s mišljenjem Lukša i sur. (2014) da su vrlo visoke procjene učeničkog uspjeha u rješavanju zadataka iz biologije od strane nastavnika posljedica uvjerenja da će učenici uspješno riješiti zadatke uz teme i koncepte za koje nastavnici misle da su im posvetili veću pažnju tijekom nastave. S obzirom da su učenici bili manje uspješni u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina, osobito ukoliko su oni provjeravali razumijevanje složenih međuodnosa između bioloških pojava i procesa, a takve koncepte nastavnici procjenjuju kao važnima, neophodno je provjeriti koliko način rada nastavnika utječe na ostvarivanje konceptualnog razumijevanja učenika. Pitanja kojim biološki sadržaj dobiva smisao u svakodnevnom životu (Hoskinson i sur, 2013), kao što je srednje teško pitanje koje provjerava proces disanja riba, uspješno rješava i dio ukupno manje uspješnih učenika, jer na taj način lakše kroz primjenu znanja pokazuju svoje konceptualno razumijevanje pa bi u pisanim provjerama trebalo biti što veći broj ovakvih zadataka. Teške zadatke II. razine, kao što su primjeri vezani uz proces mitoze i prilagodbe, uspješno rješavaju najuspješniji učenici, ali i dio učenika u svim klasama uspješnosti osim najslabije, što u ovom slučaju ukazuje na dobru selekciju, odnosno potvrđuje kvalitetu provjere na školskoj razini natjecanja iz biologije, ali i potvrđuje

kvalitetu zadataka županijske provjere. Nedovoljno iskustvo s rješavanjem zadataka viših kognitivnih razina i prenatrpani nastavni program koji utječe na slabiju kvalitetu nastavnikove podrške konceptualnom razumijevanju učenika, uz još uvijek prilično dominantnu tradicionalnu nastavu ili ponekad samo formalno provođenje aktivnih oblika učenja odražava se u smanjenoj sposobnosti i vrlo uspješnih učenika, kao što su oni koji sudjeluju u natjecanju iz biologije, pri rješavanju zadataka III. kognitivne razine. Da nastavni program, koji potiče korištenje rješavanja problema na nastavi te se primjenjuje u okviru formativnog ocjenjivanja, ima potencijal za razvoj kompleksne sposobnosti rješavanja problema kod učenika potvrđuju i deHaan (2009) te Maskiewicz i sur. (2012). U lakim i srednje teškim zadacima koji ispituju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja vidljivo je da učenici postižu više od polovice predviđenih bodova po zadatku, dok je u teškim zadacima moguće uočiti nešto manju uspješnost učenika. Učenici su manje uspješni u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina, uz samo 10% riješenosti zadataka III. kognitivne razine i 40% riješenosti zadataka II. razine, koje rješavaju najuspješniji učenici te ih takvi zadaci jako dobro odjeljuju od ostale populacije učenika, što i je cilj provjere za natjecanje. S obzirom da su i zadaci koji provjeravaju reprodukciju, ali orijentiranu na činjenice važne za ispitivani program kako sugerira (Bannister, 2002), riješeni samo s oko 60%, može se zaključiti da je učenicima u uvriježenom poučavanju vjerojatno teško odabrati relevantne činjenice koje je neophodno memorirati, a koje će biti kvalitetna osnova konceptualnog razumijevanja.

Metrijska analiza pokazala je da pri procjeni zadataka koji provjeravaju više razine znanja, a posebno kod zadataka koji od učenika traže rješavanje problema, indeks diskriminativnosti može pokazati loše odjeljivanje uspješnih učenika, iako se zadatakom jasno razlučuju uspješni učenici. Učenici koji nisu najuspješniji u cijeloj zadaći, ali su svrstani prema postotku uspješnosti u klase od 60% riješenosti na više, ipak mogu uspješno kritički razmišljati i riješiti problemske zadatke. Zadaci višestrukih kombinacija i serije pitanja alternativnog izbora pokazali su se kao slaba osnova za razlučivanje uspješnih i manje uspješnih učenika. Za razliku od toga, kvalitetno izrađeni zadaci višestrukog izbora s dobrom konceptualnom osnovom, vrlo uspješno odjeljuju najuspješnije učenike, iako u vrlo malom udjelu mogu biti riješeni i od ostalih učenika gornje polovice ukupne riješenosti pisane provjere. Upravo zbog te pojave indeks diskriminacije za takva pitanja može imati nisku vrijednost koja sugerira da se pitanje treba promijeniti ili izbaciti (Hopkins, 1998) te u takvim slučajevima treba uz metrijsku analizu svakako provesti i stručnu kvalitativnu analizu. Česta je pojava da kvalitetni zadaci viših kognitivnih razina, a posebno zadaci III. razine, koji su procijenjeni kao važni za biologiju i za primjenu bioloških znanja u svakodnevnom životu, imaju slabije metrijske karakteristike. S obzirom da se niti ne očekuje da sve takve zadatke riješe svi učenici, već su oni namijenjeni upravo najuspješnijim učenicima, svakako završnu riječ pri odluci treba li neko pitanje provjeravati i je li ono učinkovito u pisanoj provjeri treba odlučiti unutar matične znanosti, u ovom slučaju biologije.

Najveći broj zadataka iz makrokoncepta *Organiziranost živoga svijeta* potvrđuje naglasak poučavanja zadan nastavnim programom (MZOS, 2006), a izostanak provjere makrokoncepta *Znanost o životu*, kao i slabije konceptualno razumijevanje bioloških procesa, upućuje na neophodnost iskustvenog učenja i učenja otkrivanjem, kao i uvođenja

istraživačkog učenja u nastavu biologije. Dunbar (2000) također sugerira da pomaganje učenicima kroz učenje olakšava njihov razvoj vještina rješavanja problema i izlaže ih načinima na koje znanstvenici misle o složenim idejama unutar svojih disciplina, što je važno za rješavanje problema s kojima će se susretati kasnije u svom životu (AAAS, 2010). Rezultati podupiru zaključak Domazeta (2009) da motiviranje učenika za razvoj kompetencija iz prirodoslovlja počiva na pristupu orijentiranom na rješavanje konkretnih problema u okolini pri čemu su zadovoljene težnje pojedinca (učenika) za neposrednim sudjelovanjem u procesu učenja i razumijevanjem materijalne okoline te težnjom za zabavom kao važnim motivacijskim čimbenikom učenja u osnovnoj školi što bi natjecanja u znanju iz biologije također trebala poticati. Pritom bi bilo važno voditi brigu da zadaci svojom složenošću ne prelaze niti podcjenjuju učenikove mogućnosti te osigurati učenje koje učeniku omogućuje obrazovno značajna i djelotvorna iskustva u stjecanju znanja, vještina i sposobnosti, kao i stimulirajuću okolinu koju najviše svojim radom i odnosom prema natjecanju stvara nastavnik, a koja također može biti važan čimbenik uspješnosti učenika na natjecanju iz biologije.

ZAKLJUČAK

Učenici su tijekom rješavanja zadataka u pisanoj zadaći na županijskoj i državnoj razini natjecanja iz biologije stavljeni u kontekst aktivnog opažanja i zaključivanja.

Prema provedenom istraživanju moguće je zaključiti:

- ☛ Djevojčice u određenoj mjeri radije sudjeluju na natjecanju iz biologije, iako nema bitne razlike u uspješnosti djevojčica i dječaka na županijskom i državnom natjecanju u znanju iz biologije.
- ☛ Teško je korektno procijeniti težinu zadatka (točnost procjene 35%) iz čega proizlazi da je za sastavljanje zadataka te procjenu njegove težine i kognitivne razine važno iskustvo. Mogućnost baždarenja zadataka bi osiguralo sastavljanje kvalitetnije pisane zadaće za natjecanje iz biologije.
- ☛ Učenici su najuspješniji u rješavanju zadataka I. kognitivne razine bez obzira na težinu, dosta su uspješni u rješavanju II. lake i srednje teške razine, a najmanje uspješni u rješavanju II. teške i III. razine.
- ☛ Prema metrijskoj analizi 65% testa je odgovarajuće težine za većinu populacije učenika koji su sudjelovali na natjecanju.
- ☛ Porast uspješnosti u rješavanju zadataka koji ispituju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja te rješavanje problema vidljiv je na državnoj razini natjecanja iz biologije.
- ☛ Najveći broj učenika rješava 2/3 testa i na županijskoj i na državnoj razini natjecanja.
- ☛ Vidljiva je potreba za promjenom PiP-a radi neuravnotežene zastupljenosti makrokoncepta u nastavnim sadržajima biologije sedmog razreda i njihovog odraza na konceptualno učenje.
- ☛ Nastavni sadržaji biologije 7. razreda ne obuhvaćaju u dovoljnoj mjeri kontekst svakodnevnog života, a horizontalna povezanost s nastavnim sadržajima drugih predmeta je djelomična.
- ☛ Poučavanje nastavnih sadržaja biologije 7. razreda na način kao u postojećem Nastavnom planu i programu nameće potrebu za drugačijom organizacijom i poučavanjem sadržaja biologije, primjerice evolucijskim slijedom ili usporedbom građe i funkcije različitih oblika života na konceptualnoj osnovi uz iskustveno učenje i učenje otkrivanjem te neophodno uvođenje naglaska na istraživačkom učenju kako bi se poboljšala biološka pismenost učenika.

METODIČKI ZNAČAJ

Zadaci koji provjeravaju više kognitivne razine, iako važni za biologiju i za primjenu bioloških znanja u svakodnevnom životu, mogu imati slabije metrijske karakteristike, ali zbog namjene razlučivanja najuspješnijih učenika u rješavanju pisane provjere, svakako završnu riječ pri odluci treba li neko pitanje provjeravati i je li ono učinkovito u pisanoj provjeri treba odlučiti unutar matične znanosti.

Zadaci višestrukih kombinacija i serije pitanja alternativnog izbora pokazali su se kao slaba osnova za razlučivanje uspješnih i manje uspješnih učenika. Kvalitetno izrađeni zadaci za provjeru viših kognitivnih razina, s dobrom konceptualnom osnovom prezentiranom u učenicima prihvatljivim kontekstom, vrlo uspješno odjeljuju najuspješnije učenike, iako u vrlo malom udjelu mogu biti riješeni i od ostalih učenika gornje polovice ukupne riješenosti pisane provjere te treba nastojati da se uz stručnu biološku recenziju pitanja svakako uvede i stručna metodička recenzija.

Proaktivan pristup, odnosno samostalno preuzimanje inicijative tijekom rješavanja zadataka u pisanoj zadaći na natjecanjima iz biologije i konstrukcija uz otkrivanje odnosa u učenim sadržajima su poželjni rezultati ili postignuća učenja. Stoga bi u budućim istraživanjima trebalo usporediti i istražiti u kojoj mjeri načini učenja i poučavanja bioloških sadržaja utječu na kvalitetu znanja učenika natjecatelja u znanju iz biologije.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se prof.dr. sc. Boženi Mitić i izv.prof.dr.sc. Goranu Kovačeviću na recenziji zadataka za natjecanje.

LITERATURA

- American Association for the Advancement of Science (AAAS) 2010. Vision and Change: A Call to Action, Washington, DC: , preuzeto 25. 2. 2011. http://visionandchange.org/files/2010/03/VC_report.pdf
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. 2001. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, New York, NY: Longman.
- Bannister S. 2002. Developing Objectives and Relating them to Assessment, Faculty Center for Teaching and e-Learning UNC Charlotte, <http://teaching.unc.edu/learning-resources/articles-books/best-practice/goals-objectives/developing-objectives> Preuzeto 18.6.2013.
- Baranović, B. (ur.) 2006. Nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje u Hrvatskoj – različite perspektive. Zagreb: Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Crowe, A., Dirks, C., Wenderoth, M. P. 2008. Biology in bloom: implementing Bloom's taxonomy to enhance student learning in biology. CBE Life Sci. Educ. 7: 368 –381.
- DeHaan RL. 2009. Teaching creativity and inventive problem solving in science. CBE Life Sci Educ. 8:172-181.
- Domazet M. 2009. Društvena očekivanja i prirodo-znanstveno kompetentni učenici. Sociologija i prostor. 184(2), 165-185.
- Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. 2013. Usvojenost makrokoncepta biologije tijekom učenja u osnovnoj školi i gimnaziji. Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu, Milanović, D., Bežen, A., Domović, V. (ur.). Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, Zagreb, str. 211-239.
- Hopkins, K. D. 1998. Educational and psychological measurement and evaluation. Boston: Allyn & Bacon.
- Hoskinson, A.-M., Caballero, M. D., Knight J. K. 2013. How Can We Improve Problem Solving in Undergraduate Biology? Applying Lessons from 30 Years of Physics Education Research CBE—Life Sciences Education, 12: 153-161.
- Jude C. (2001): Writing learning outcomes: some suggestions, Oxford Centre for Staff and Learning Development, Oxford Brookes University https://www.brookes.ac.uk/services/ocsltd/resources/writing_learning_outcomes.html Preuzeto 16.12.2005.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013. Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptnog okvira za biologiju. Život i škola. LIX, 30; 156-171.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2014. Relationship of teachers' perception of students' knowledge and real students' knowledge acquisition ESERA 2013 Conference Nicosia, Cyprus: Science Education Research For

- Evidence-based Teaching and Coherence in Learning, In-service science teacher education, continued professional development] (ur. Couso D. i Louca L.) 14: 317-326.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D., Sertić Perić, M. 2016. Misconceptions of Primary and High School Students Related to the Biological Concept of Human Reproduction, Cell Life Cycle and Molecular Basis of Heredity. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*. 13(3): 143-160.
- Maskiewicz, A.C., Griscom, H.P., Welch, N.T. 2012. Using targeted active-learning exercises and diagnostic question clusters to improve students' understanding of carbon cycling in ecosystems. *CBE Life Sci Educ.* 11:58-67.
- Matijević M., Radovanović D. 2011. Nastava usmjerena na učenika, *Školske novine*, Zagreb.
- MZOS 2006. Nastavni plan i program za osnovnu školu. 39.40. Nastavni plan i program za osnovnu školu. Nakladnik D. Primorac, ur. D. Vican i I. Milanović Litre. lektoriran u skladu s Hrvatskim pravopisom Instituta za hrvatski jezik i jezikoslovlje od 22. kolovoza 2013.
<http://public.mzos.hr/Default.aspx?art=12662> Preuzeto 25.2.2016.
- Pastuović N., (1999), *Edukologija – integrativna znanost o sustavu cjeloživotnog obrazovanja i odgoja*, Znamen, Zagreb.
- Quitadamo, I. J., Faiola, C. L., Johnson, J. E., and Kurtz, M. J. 2008. Community-based inquiry improves critical thinking in general education biology. *CBE Life Sci. Educ.* 7: 327-337.
- Radanović I., Bastić M., Begić V., Kapov S., Mustać A., Sumpor D. 2013. Preporuke za autore i recenzente testova natjecanja u znanju biologije. HBD. <http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/06/Preporuke-za-autore-i-recenzente-natjecanja-20131.pdf> Preuzeto 16.12.2013.
- Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Ristić-Dedić, Z., Jokić, B., Sertić Perić, M. 2016. Understanding of photosynthesis concepts related to students' age. *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference, Helsinki, Finland. Science education research: Engaging learners for a sustainable future; Learning science: Conceptual understanding.* Lavonen, J., Juuti, K., Lampiselkä, J., Uitto, A., & Hahl, K. (ur.). 1: 271-277.
- Radanović, I.; Garašić, D.; Lukša, Ž.; Pongrac Štimac, Ž.; Bastić M.; Kapov S.; Karakaš D.; Lugarić S.; Vidović M. 2015. Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije. NCVVO. Zagreb pp 53.
- Ristić – Dedić Z., Bezinović P. 2005. Metodološki priručnik za predmetne stručne skupine, uvođenje državne mature u hrvatski školski sustav, projekt MZOS, Institut za društvena istraživanja, Centar za istraživanje i razvoj obrazovanja
- Roberts, R., Johnson, P. 2015. Understanding the quality of data: a concept map for 'the thinking behind the doing' in scientific practice, *The Curriculum Journal*, 26(3): 345-369.
DOI:10.1080/09585176.2015.1044459
- Svedružić A. 2005. Kreativnost i divergentno mišljenje u nastavi prirodoslovlja. *Metodički ogledi.* 12(2): 103-118.

PRILOZI

Prilog 1 Pitanja županijske razine natjecanja iz biologije za 7. razred 2015.

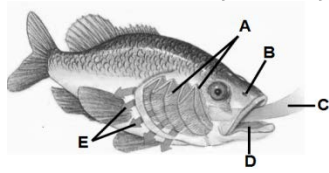
I. SKUPINA ZADATAKA

Zaokruži slovo isključivo ispred JEDNOG točnog odgovora. Broj bodova koje donosi pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka. Ako je zaokruženo više odgovora, zadatak NE donosi bodove.

1.	Što od navedenoga NIJE obilježje ježinaca? a) sposobnost iskorištavanja kisika otopljenog u vodi b) tijelo im je zaštićeno vanjskim potpornim sustavom c) pokretanje po podlozi omogućuje im vodožilni sustav d) odrasle jedinke imaju peterozrakastu simetriju tijela e) čistači su morskog dna jer se hrane organskim ostatcima	1. pitanje	
		1	
2.	Koje je od navedenih obilježja zajedničko kukcima i paucima? a) kao osjetilo opipa koriste ticala b) usni organi prilagođeni su vrsti hrane c) tijelo im je podijeljeno na glavopršnjak i zadak d) osjetila su im povezana sa živčanim sustavom e) zbog složenih očiju sliku vide u obliku mozaika	2. pitanje	
		1	
3.	Što je od navedenoga točno za lišajeve? a) žive u simbiozi s korijenjem šumskog drveća b) stanište im je isključivo drveće gradskih parkova c) neke vrste pokazuju ljekovita svojstva d) svi njihovi dijelovi obavljaju fotosintezu e) njihove hife crpe vodu iz unutrašnjosti algi	3. pitanje	
		1	
4.	Što od navedenoga NIJE zajedničko škrgama i plućima? a) uvijek su zaštićeni dijelom kostura b) izmjenu plinova omogućuje dobra prokrvljenost c) vlažna površina koja osigurava bržu izmjenu plinova d) veća površina u odnosu na volumen koji zauzimaju u tijelu e) osiguravaju da stanice dobiju tvar potrebnu za stanično disanje	4. pitanje	
		1,5	
5.	Zašto se ribe, za razliku od vodozemaca, zimi NE ukopavaju u mulj ili pijesak na dnu vode u kojoj žive? a) vensko srce ribama osigurava stalnu tjelesnu temperaturu b) voda je u dubljim slojevima toplija jer led ima manju gustoću od vode c) zbog brze izmjene tvari ribe preživljavaju i na jako niskim temperaturama d) hladni je zrak lakši i diže se u više slojeve atmosfere što sprečava hlađenje vode e) ribe su prilagođene većim temperaturnim promjenama jer žive u vodi	5. pitanje	
		1,5	
6.	Zašto je za razmnožavanje žaba neophodna voda? a) ličinke se mogu razviti samo kod životinja koje žive u vodi b) žabe mogu stvarati spolne stanice samo tijekom boravka u vodi c) jaja žabe na kopnu bi se isušila jer su obavijena tankom ovojnicom d) rezonatori mužjaka pojačavaju glas samo za vrijeme boravka u vodi e) spolno zrele žabe bolje su prilagođene životu u vodi nego na kopnu	6. pitanje	
		1,5	
7.	Što je od navedenoga točno za proces presvlačenja kukaca? a) potiče ga proces mitoze u hitinskom oklopu kukaca b) češće se događa kod odraslih kukaca nego kod ličinki c) u trenutku kada skine stari oklop jedinka je jako ranjiva d) osigurava nastanak dobro prokrvljenog hitinskog oklopa e) mora se događati u vodi da bi se jedinke zaštitile od UV zraka	7. pitanje	
		1,5	

II. SKUPINA ZADATAKA

Zaokruži slova isključivo ispred DVA točna odgovora. Ukupni broj bodova za pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka. Djelomično točno riješen zadatak također donosi bodove. Ako je zaokruženo više od dva odgovora, zadatak NE donosi bodove.

8.	Temeljem promatranja priložene slike odaberi točne tvrdnje o disanju i krvotoku ribe. 	8. pitanje	
		2	

	a) U procesu disanja ribe sudjeluje dio tijela označen slovom B. b) Slovo E označava izlazak vode obogaćene ugljikovim dioksidom. c) Krv iz dijela označenog slovom A ulazi u dvodijelno srce ribe. d) Proces izmjene plinova događa se u dijelu označenom slovom D. e) Dio označen slovom A je crvene boje jer je prožet mrežom kapilara.	
9.	Koja je uloga bakterija koje žive na korijenju djeteline? a) obogaćuju tlo kisikom b) ugrađuju dušik u list djeteline c) pospješuju rast i razvoj djeteline d) pretvaraju dušik u oblik iskoristiv djetelini e) svojom prisutnošću smanjuju plodnost tla	9. pitanje 2
10.	Usporedi biljnu i životinjsku stanicu. Pronađi točne tvrdnje o njihovim zajedničkim obilježjima. a) Čvrstoću i stalan oblik osigurava im celulozna stijenka. b) Funkcioniraju prema uputi koju sadrži dvolančana molekula. c) Imaju stanična tjelešca zadužena za proizvodnju šećera. d) Pore na jezgri ovojnice omogućuju izmjenu tvari s okolišem. e) Za sintezu bjelancevina imaju strukture smještene u citoplazmi.	10. pitanje 2
11.	Stanica koja u jezgri ima 1 par kromosoma podijelila se procesom mitoze. Što se nalazi u jezgri svake novonastale stanice? a) 1 par dvostrukih kromosoma b) 2 jednostruka kromosoma c) 1 dvostruki kromosom d) 2 molekule DNA e) 2 lanca DNA	11. pitanje 3
12.	Ivan je s veseljem krenuo na pecanje. Ubrzo je upecao skušu. Stavio ju je u posudu i ulio vodu koju je imao u boci u slučaju da ožedni. Nakon nekog vremena primijetio je da je skuša uginula. Tužan, nastavio je i dalje pecati. Međutim, ovaj put odlučio je unaprijed u posudi pripremiti morsku vodu ukoliko ulovi još koju ribu. Satima je bezuspješno pecao na suncu i konačno mu se posrećilo. Ulovio je srdelu. Brzo ju je stavio u posudu s morskom vodom koju je ranije pripremio. Na nesreću i ona je uginula. Zašto su Ivanove ribe uginule? a) skuša je uginula jer su njezine stanice zbog procesa osmoze ostale bez vode b) skuša je uginula jer je u njezine stanice procesom osmoze ušla voda i oštetila ih c) skuša je uginula jer su joj stanice ostale bez soli zbog procesa osmoze d) srdela je uginula jer se u zagrijanoj morskoj vodi smanjio udio otopljenog kisika e) srdela je uginula jer je morska voda imala previše soli koje su joj oštetile stanice	12. pitanje 3

III. SKUPINA ZADATAKA

Poveži pojmove lijevog i desnog stupca tako da u retku „Odgovor“ pokraj svakog slova, koje označava pojam iz lijevog stupca, upišeš JEDAN odgovarajući broj iz desnog stupca. Dva su ponuđena odgovora u desnom stupcu SUVIŠNA. Ukupni broj bodova za pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka. Djelomično točno riješen zadatak također donosi bodove.

13.	Parazitima pridruži odgovarajući opis. a) krpelj b) plazmodij c) virus ebole d) bijela glistica e) gljivica kandida	1) parazitira u završnom dijelu probavnog sustava čovjeka 2) može biti u sastavu izdahnutog ili iskašljanog zraka 3) parazitira isključivo na površini kože domaćina 4) za tijelo domaćina pričvršćen je bičem 5) najčešće naseljava sluznicu domaćina 6) ličinački stadij provodi u mišićima domaćina 7) nepovoljne uvjete preživljava u obliku truske	13. pitanje 2
	Odgovor: a) b) c) d) e)		
14.	Vrstama riba pridruži odgovarajući opis. a) šaran b) srdela c) dvodihalica d) raža kamenica e) dubokomorska riba	1) spolno zrele jedinke odlaze iz slatkih voda na mriješćenje u more 2) sposobnost iskorištavanja atmosferskog kisika 3) oči na gornjoj strani glave i poprečno položena usta 4) život provodi tražeći hranu na dnu kopnene vode 5) plijen privlači svjetlošću koju proizvode posebni organi 6) djelomičnu zaštitu od progonitelja osigurava joj život u plovi 7) nakon što ulovi plijen žvače ga ostrim zubima	14. pitanje 2
	Odgovor: a) b) c) d) e)		

IV. SKUPINA ZADATAKA

Odredi točnost tvrdnji. Ako je tvrdnja točna, zaokruži slovo T, a ako nije točna zaokruži slovo N. Ako je uz istu tvrdnju zaokruženo i slovo T i slovo N, zadatak NE donosi bodove. Ukupni broj bodova za pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka. Djelomično točno riješen zadatak također donosi bodove.

15.	Odredi točnost navedenih tvrdnji o pojavi i razvoju života na Zemlji.		15. pitanje	
	a) Prastanica je vjerojatno bila aerobni heterotrof.	T N	2	
	b) Biološka je evolucija započela oblikovanjem Zemljine kore i praoceana.	T N		
	c) Organski spojevi su sudjelovali u stvaranju ovojnice oko prastanice.	T N		
	d) Za prijelaz života iz vode na kopno zaslužne su modrozelenke alge.	T N		
	e) Prva su živa bića na Zemlji živjela u anaerobnim životnim uvjetima.	T N		

16.	Jetra morskog psa je uvećana i obogaćena uljima, što je samo jedna od prilagodbi uvjetima života u moru. Odredi točnost navedenih tvrdnji o prilagodbama morskog psa.		16. pitanje	
	a) Jetra obogaćena uljima nadoknađuje nedostatak plivačkog mjehura.	T N	3	
	b) Jetra obogaćena uljima smanjuje djelovanje sile uzgona.	T N		
	c) Zbog hrskavičnog kostura za kretanje troši manje energije.	T N		
	d) Neprestano se kreće zbog nedostatka plivačkog mjehura.	T N		
	e) Ima izduženo tijelo jer je gustoća vode manja od gustoće zraka.	T N		

17.	Promjena uvjeta u okolišu može utjecati na pojavnost neke bolesti zbog međusobne povezanosti domaćina i parazita, kao i njihove povezanosti s okolišem u kojem žive. Odredi točnost navedenih tvrdnji o pojavnosti bolesti.		17. pitanje	
	a) Oslabljen imunitet domaćina povećava mogućnost širenja zaraze.	T N	3	
	b) Kemijska zaštita voćnjaka može doprinijeti obolijevanju ptica pjevice.	T N		
	c) Prisutnost vlage pospješuje zarazu vinove loze peronosporom.	T N		
	d) Isušivanje vlažnih livada smanjuje pojavnost metiljavosti goveda.	T N		
	e) Pretjerana uporaba antibiotika može doprinijeti širenju bakterijskih bolesti.	T N		

V. SKUPINA ZADATAKA

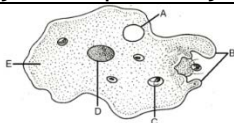
Na crte ispred pojma ili opisa upiši odgovarajući broj tako da slijed brojeva odgovara odgovoru zadatka. Potpuno točno riješen zadatak donosi 2 boda, djelomično riješen zadatak ne donosi bodove.

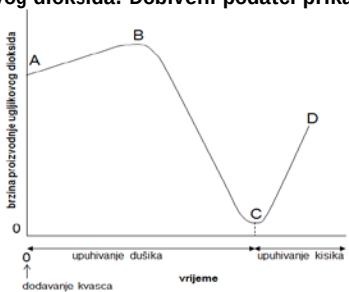
18.	Poredaj točnim redoslijedom zbivanja tijekom prehrane vlasulje.			18. pitanje	
	_____ izbacivanje neiskorištenih dijelova plijena			2	
	_____ razgradnja hrane u unutrašnjosti bičastih stanica				
	_____ aktivacija žarnih stanica uzrokovana podražajem				
	_____ razgradnja plijena u procesu izvanstanične probave				
	_____ usmjeravanje razgrađene hrane u sve tjelesne stanice				
	_____ gibanje lovki i usmjeravanje paraliziranog plijena u usni otvor				

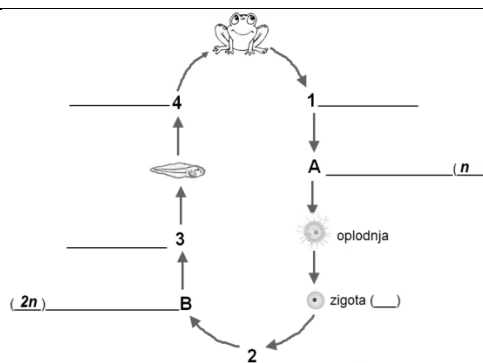
19.	Poredaj točnim redoslijedom zbivanja tijekom razmnožavanja trakavice počevši od procesa samooplodnje.		19. pitanje	
	_____ stvaranje čahura u mišićima		2	
	_____ rasprostiranje ličinki krvotokom u tijelu svinje			
	_____ jedenje suhomesnatih proizvoda koji nisu termički obrađeni			
	_____ pohranjivanje i sazrijevanje oplodjenih jaja u članku			
	_____ izlazak zrelog članka s izmetom iz tijela domaćina			
	_____ razvoj ličinki u crijevu svinje			

VI. SKUPINA ZADATAKA

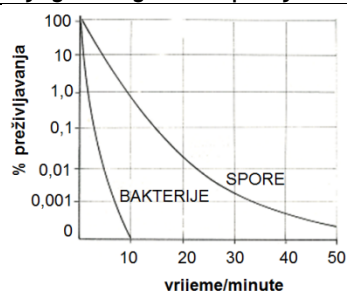
U sljedećim zadacima pažljivo pročitaj uvodni tekst, promotri priložene slike, sheme ili grafičke prikaze te riješi zadatke. Ukupni broj bodova za pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka. Djelomično točno riješen zadatak također donosi bodove.

20.	Temeljem proučavanja slike dopuni tvrdnje odgovarajućim pojmovima ili slovima od A do E.		20. pitanje	
			2	
	a) Slovom B označene su _____ koje sudjeluju u procesu _____ i procesu _____.			
	b) Strukture označene slovom B formiraju se zbog strujanja dijela stanice označenog slovom _____, koji se naziva _____.			
	c) Uputu za sve zadaće koje obavlja prikazana stanica sadrži struktura označena slovom _____, koja se naziva _____.			
	d) Struktura označena slovom _____ u prikazanoj stanici regulira količinu vode procesom koji se naziva _____.			

	U anaerobnim uvjetima proces disanja kvasaca može se opisno prikazati na sljedeći način: glukoza → alkohol + ugljikov dioksid. U aerobnim uvjetima proces disanja kvasaca može se opisno prikazati: glukoza + kisik → ugljikov dioksid + voda i alkohol + kisik → ugljikov dioksid + voda. Kako bi se ispitala brzina proizvodnje ugljikovog dioksida kod određene vrste kvasca izveden je pokus. Kroz otopinu šećera glukoze (hranjiva tvar) preko noći je upuhivan plin dušik da bi se iz nje uklonio kisik. Potom je u takvu otopinu šećera dodan kvasac (vrijeme dodavanja kvasca na grafu je označeno brojem 0). Nakon dodavanja kvasca još je kratko vrijeme kroz smjesu šećera i kvasca propuhivan dušik. Dovod dušika u smjesu je zatim prekinut, a na neko vrijeme u smjesu je upuhivan kisik. Cijelo vrijeme izvođenja pokusa mjerena je brzina proizvodnje ugljikovog dioksida. Dobiveni podatci prikazani su grafom. 	<table><tr><td colspan="2">21. pitanje</td></tr><tr><td>6</td><td></td></tr></table>	21. pitanje		6	
21. pitanje						
6						
21.	Temeljem proučavanja grafa u zadacima od A) - E) zaokruži slovo isključivo ispred JEDNOG točnog odgovora. Ako je zaokruženo više odgovora, zadatak NE donosi bodove. A) U kojem je dijelu grafa brzina proizvodnje ugljikovog dioksida bila najveća? a) u točki A b) između točki A i B c) u točki B d) između točki C i D e) u točki D B) Koja od navedenih tvrdnji o opisanim procesima i tvarima NIJE točna? a) Procesom anaerobnog disanja kvasci oslobađaju više energije. b) Proces aerobnog disanja odvija se u mitohondriju stanice kvasca. c) Kvasci mogu preživjeti i u uvjetima s kisikom i u uvjetima bez kisika. d) U šećeru glukozi pohranjena je energija koja izvorno potječe od Sunca. e) Proces oslobađanja energije u anaerobnim uvjetima nazivamo vrenjem. C) Zamisli da se u posudi u kojoj se izvodi opisani pokus unese tinjajuća treščica. Nakon koje točke (na prikazanom grafu) sa sigurnošću možemo tvrditi da će se tinjajuća treščica rasplamsati? a) nakon točke A b) nakon točke B c) nakon točke C d) nakon točke D D) Koji je najvjerojatniji razlog male brzine proizvodnje ugljikovog dioksida u točki C? a) upuhani dušik usmrtio je stanice kvasca b) većina molekula glukoze se već razgradila c) upuhani dušik zaustavio je proces razgradnje glukoze d) nedostatak kisika spriječio je da kvasci razgrađuju glukozu e) stanice kvasca su se razmnožavale i trošile ugljikov dioksid E) Što bi bilo najvjerojatnije za očekivati da se u točki C NIJE počeo upuhivati kisik? a) količina alkohola u smjesi bi se sve više smanjivala b) proces oslobađanja energije bi se u potpunosti zaustavio c) brzina proizvodnje ugljikovog dioksida bi se i dalje smanjivala d) brzina proizvodnje ugljikova dioksida bi ostala ista kao u točki C e) količina glukoze u smjesi bi se povećala zbog nemogućnosti razgradnje					
22.	Prouči dijagram koji prikazuje životni ciklus žabe i dopuni ga upisivanjem odgovarajućih pojmova na prazne crte. Na prikazanom su dijagramu brojevima označeni procesi, a slovima vrste (tipovi) stanica koje tim procesima nastaju i čiji je broj kromosoma naveden u zagradi. U zagradu uz zigotu također treba upisati odgovarajuću oznaku za broj kromosoma. Napomena: Iste pojmove možeš koristiti više puta.	<table><tr><td colspan="2">22. pitanje</td></tr><tr><td>2</td><td></td></tr></table>	22. pitanje		2	
22. pitanje						
2						



Graf prikazuje mogućnost preživljavanja bakterija i njihovih spora tijekom iskuhavanja u vodi kroz određeno vrijeme. Temeljem promatranja grafa odgovori na pitanja.



23.

a) Koliko je minuta potrebno iskuhivati neki predmet da bi se u potpunosti uništile bakterije na njegovoj površini?

b) Zašto opisanom postupkom **nije** moguće u potpunosti uništiti spore bakterija?

c) Stomatolozi u svojim ordinacijama imaju uređaj koji se naziva sterilizator. U njega stavljaju korišteni pribor prije sljedeće uporabe. U sterilizatoru taj pribor izlažu visokoj temperaturi kroz određeno vrijeme. Poveži postupak kojeg provode stomatolozi s rezultatima koje prikazuje graf i objasni ulogu sterilizatora u stomatološkoj ordinaciji.

23. pitanje

3

Prilog 2 Pitanja državne razine natjecanja iz biologije za 7. razred 2015.

U zadacima pažljivo slijedi navedene upute. Pročitaj priloženi tekst, promotri slike, sheme ili grafičke prikaze te temeljem njihova promatranja riješi zadatke. Gdje je navedeno izvedi zadane praktične radove i riješi zadatke vezane uz njih. Ukupni broj bodova nalazi se u pridruženoj kućici. Djelomično točno riješeni zadaci također donose bodove.

Prouči prirodni materijal koji se nalazi na tvom radnom stolu i riješi pripadajuće zadatke.

Pribor i materijal:

uzorci različitih nadzemnih dijelova biljaka

Tijek rada:

A) Na svom radnom stolu imaš uzorke nadzemnih dijelova biljaka koje pripadaju različitim skupinama. Svaki je uzorak označen brojem. Temeljem promatranja uzoraka dopuni **Tablicu 1.** upisujući oznaku „+“ u odgovarajuća polja tablice. Tablicu popuni ovisno o pripadnosti biljke navedenoj skupini.

Tablica 1. Pripadnost biljnih vrsta odgovarajućoj skupini

skupina biljaka stablašica	broj oznake uzorka						
	1	2	3	4	5	6	7
mahovine							
papratnjače							
golosjemenjače							
kritosjemenjače							

B) Pazeći da ne pomiješaš brojeve izdvoji uzorke biljaka koje pripadaju skupini **kritosjemenjača**. Temeljem njihova promatranja dopuni **Tablicu 2.** upisujući oznaku „+“ u odgovarajuća polja tablice, ovisno o

1. pitanje

6

navedenom obilježju.

Napomena: U Tablici 2. dopuni isključivo polja s brojem oznake uzorka lista koji pripada/pripadaju kritosjemenjačama.

Tablica 2. Obilježja kritosjemenjača

obilježja lisne plojke	broj kojim je označen uzorak lista						
	1	2	3	4	5	6	7
cjelovita plojka							
sastavljena plojka							
mrežasto raspoređene lisne žile							
usporedno raspoređene lisne žile							
posebna prilagodba za život na sušnom staništu							

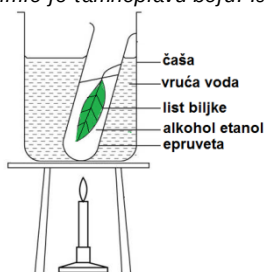
C) Dopuni rečenice temeljem usporedbe Tablice 1. i Tablice 2.

1. Skupini dvosupnica pripadaju biljke označene brojem/brojevima _____.
2. Čupav korijen u tlu ima biljka označena brojem _____.
3. Plod razvijaju biljke označene brojevima _____.
4. Smanjenu transpiraciju imaju listovi biljaka označeni brojevima _____.

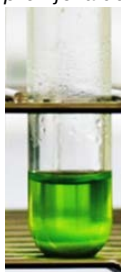
Biljke su proizvođači i njihovo glavno obilježje je zelena boja. Prouči slike i opise izvedenih pokusa te riješi pripadajuće zadatke.

U epruvetu s alkoholom etanolom stavljen je list biljke, kao što je prikazano na

Slici 1. Potom je epruveta stavljena u čašu s vodom i sve je zagrijavano neko vrijeme. Po završetku zagrijavanja iz epruvete s alkoholom izvađen je list, a preostala otopina u epruveti izgledala je kao na **Slici 2.** Na izvađeni i u destiliranoj vodi isprani list dodano je nekoliko kapi Lugolove otopine (otopine joda u kalijevom jodidu). Taj je postupak prikazan na **Slici 3.** Nakon kraćeg vremena dio lista na koji je dodana Lugolova otopina poprimio je tamnoplavu boju. Ista bi se promjena dogodila i da Lugolovu otopinu nakapamo na krišku krumpira.



Slika 1



Slika 2



Slika 3

1. Koja je tvar iz lista uzrok promjene prikazane na **Slici 2**?

2. Prisutnost koje tvari je moguće dokazati pokusom prikazanim na **Slici 3**?

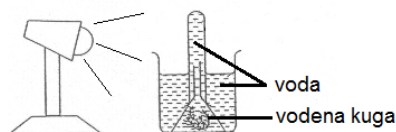
3. Kojim procesom u biljci nastaje tvar koju je moguće dokazati pokusom prikazanim na **Slici 3**?

4. Je li tvar iz **zadatka 2.** moguće dokazati na isti način pomoću Lugolove otopine u listovima biljaka koje su dulje vrijeme bile u zatamnjenom prostoru? Objasni odgovor.

2. pitanje

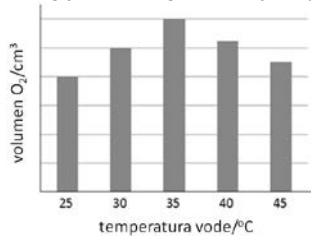
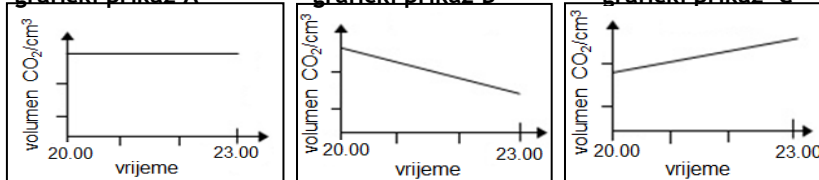
4

Utjecaj temperature vode na intenzitet fotosinteze utvrđen je izvođenjem pokusa. Za pokus je korišteno pet istih aparatura kao na slici. Razlikovale su se jedino po temperaturi vode u čašama. Svih pet aparatura bilo je istovremeno izloženo jakoj svjetlosti u trajanju od jednog sata.



3. pitanje

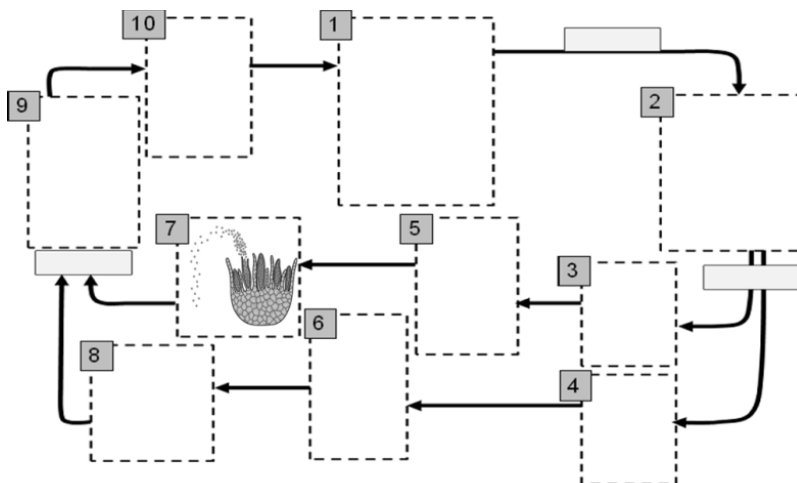
6

	a) Što se po završetku izvođenja pokusa moglo opaziti u svim aparaturama? Opažanje koje očekuješ NE trebaš opisivati već ga prikaži tako da dovršiš započeti crtež. Na crtežu označi i upiši <u>isključivo</u> naziv tvari nastale procesom fotosinteze. 	
	b) Tijekom izvođenja pokusa cijelo vrijeme je mjeren volumen nastalog kisika. Rezultati su prikazani grafički. Temeljem promatranja grafičkog prikaza odgovori na pitanja.  1. Pri kojoj se temperaturi vode oslobađa najviše kisika? _____ 2. Objasni utjecaj temperature vode na intenzitet fotosinteze. _____ _____	
	c) Izvođenje pokusa završeno je u 20.00 sati. Svjetiljke su ugašene, a aparature ostavljene u prostoriji. U 23.00 sata provedeno je mjerenje kojim je ustanovljeno da se volumen ugljikovog dioksida u vodi tijekom tog vremena mijenjao. Rezultati mjerenja prikazani su grafički. Temperatura vode u svim čašama tijekom toga vremena bila je približno jednaka temperaturi prostorije. grafički prikaz A grafički prikaz B grafički prikaz C  1. Koji grafički prikaz najtočnije prikazuje promjenu volumena ugljikovog dioksida u vodi tijekom promatranog vremena? _____ 2. Detaljno objasni zašto si u prethodnom zadatku odabrao/odabrala baš taj grafički prikaz. Za objašnjenje svoga odabira moraš se prisjetiti dva životno važna procesa koji se događaju u biljkama. _____ _____	

4.	Životni ciklus biljaka podrazumijeva rast, razvoj i proces razmnožavanja. U nastavku zadatka uporabom slika prikazat ćeš životni ciklus jedne skupine biljaka.	4. pitanje
	a) Pribor i materijal: kuverta s izrezanim slikama pojedinih faza životnog ciklusa jedne skupine biljaka, ljepljivo Tijek rada: U kuverti na kojoj piše „ŽIVOTNI CIKLUS“ su slike koje prikazuju različite faze životnog ciklusa jedne skupine biljaka. Životni ciklus te skupine biljaka prikaži lijepljenjem slika u odgovarajuća iscrtana polja na Shemi 1 koja se nalazi na sljedećoj stranici. Napomena: U shemi 1 već imaš ponuđenu sliku jedne faze životnog ciklusa. Ostale slike poredaj i zalijepi da dobiješ ispravan slijed događaja u tom životnom ciklusu.	6
	b) U siva polja na Shemi 1 upiši nazive odgovarajućih procesa.	
	c) Dovrši naslov Sheme 1 upisivanjem naziva odgovarajuće skupine biljaka.	

- d) Vrsta čiji si životni ciklus prikazao/prikazala na Shemi 1 u sporama ima 5 kromosoma. Temeljem navedenog podatka dopuni tablicu upisivanjem točnoga broja kromosoma (ne koristiti općenite oznake n i $2n$) u pojedinim strukturama koje su dio životnoga ciklusa.

struktura označena brojem:	3	5	7	8
broj kromosoma				

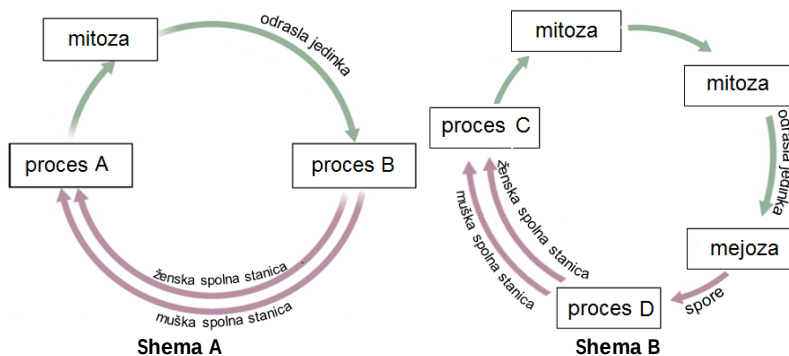


Shema 1. Životni ciklus _____

Shema A pojednostavljeno prikazuje životni ciklus jednog kralježnjaka, a Shema B životni ciklus biljke koji si prikazao/prikazala na Shemi 1 u prethodnom zadatku. Temeljem promatranja pojednostavljenih životnih ciklusa zaključite o njihovim sličnostima i razlikama te riješite priložene zadatke.

5. pitanje

6



5.

- a) Odredi točnost tvrdnji o životnim ciklusima prikazanim pojednostavljenim shemama A i B.

Zaokruži slovo T ako je tvrdnja točna ili slovo N ako nije točna. Ako je uz istu tvrdnju zaokruženo i slovo T i slovo N, zadatak NE donosi bodove.

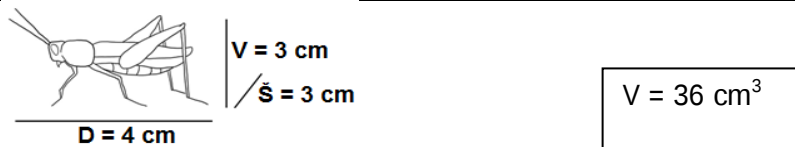
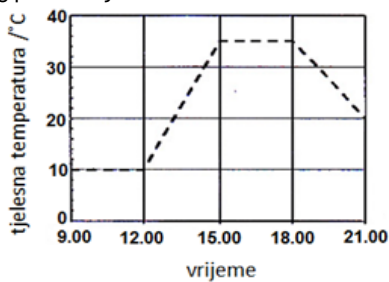
Broj kromosoma u stanicama nastalim procesima A i C je $2n$.	T	N
Stanice koje grade tijelo odrasle jedinke čiji je životni ciklus prikazan Shemom A, u jezgri imaju $2n$ broj kromosoma.	T	N
Procesi mitoze omogućuju rast jedinke čiji je životni ciklus prikazan Shemom A.	T	N
Kod jedinke čiji je životni ciklus prikazan Shemom B izmjenjuju se spolna i nesporna generacija.	T	N
Proces označen slovom B identičan je procesu označenom slovom D.	T	N

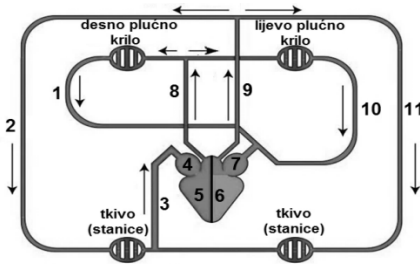
- b) Po čemu se životni ciklusi prikazani na shemama A i B međusobno razlikuju?

Zaokruži brojeve isključivo ispred DVA točna odgovora.

1. po načinu razvoja spolnih stanica
2. po pokretljivosti muških spolnih stanica
3. po procesu kojim se razvijaju odrasle jedinke
4. po načinu označavanja broja kromosoma u oplodenoj jajnoj stanici
5. po načinu označavanja broja kromosoma u stanicama odrasle jedinke

6.	Kukci su čudesna stvorenja i obitavaju na različitim staništima. Jedno od staništa je i površina kopnenih voda. U nastavku zadatka ćeš izvođenjem praktičnog rada pobliže upoznati njihove prilagodbe tom staništu.		6. pitanje	
	a) Pribor i kemikalije: posuda s vodom, tri vrste modela od papira Tijek rada: Na površinu vode u posudi pažljivo stavi jedan za drugim modele od papira: redom model A, model B, model C. Nastoj sva tri modela staviti na površinu vode u što kraćem vremenu . Napomena: <i>Modele na površinu vode stavi na način kako su posloženi na tvom radnom stolu tj. tako da oznaka slova (A, B ili C) na modelu bude vidljiva dok je model na površini vode.</i> Opiši i objasni svoja opažanja pojedinačno za svaki model. Model A _____ _____ Model B _____ _____ Model C _____ _____		6	
	b) Temeljem izvedenog praktičnog rada odgovori na pitanja. 1. Koje svojstvo vode kukcima omogućuje kretanje po njezinoj površini? _____ 2. Stiropor u svojoj strukturi sadrži čestice zraka. Koje svojstvo zraka, osim njegove gustoće, uvjetuje uočeno ponašanje modela A na površini vode? _____ _____ 3. Zašto su noge kukaca koji žive na površini vode pokrivene voštanim slojem i sitnim dlačicama? _____ _____			
7.	Iako je evolucija čudesna ne može protiv zakona fizike. Zato nikada nisi vidio/ vidjela kukca veličine slona. Zašto je tako zaključi rješavajući sljedeće zadatke.		7. pitanje	
	a) Člankonošci rastu presvlačenjem. U vrijeme presvlačenja u pravilu miruju, ne uzimajući čak niti hranu. S obzirom da imaju otvoren krvotok, u vrijeme kada su bez oklopa možemo ih usporediti s balonima ispunjenima vodom. Promotri sliku koja prikazuje veliki i mali balon ispunjene vodom te odgovori na pitanja.  1. Imenuj silu koja djeluje na Zemlji, a utječe na izgled balona napunjenih vodom. _____ 2. Zamisli da su prikazani baloni dva člankonošca različitih veličina tijela u vrijeme njihova presvlačenja. Kako bi izostanak hitinskog pokrova utjecao na oblik tijela velikih člankonožaca u odnosu na male člankonošce? _____ _____ 3. Sada zamisli velike „mesnate“ člankonošce bez oklopa. Kako bi to utjecalo na mogućnost njihova preživljavanja za vrijeme presvlačenja? Zašto? Detaljno objasni svoj odgovor. _____ _____		7	
	b) Člankovite noge vrlo učinkovito obavljaju svoju zadaću. Napravi jednostavan izračun i zaključi bi li tomu bilo isto da su člankonošci velike životinje. Volumen skakavca dužine 4 cm, visine 3 cm i širine 3 cm iznosi 36 cm ³ .			

	 1. Za koliko bi se puta volumen, a time i masa skakavca povećali, kada bi se sve njegove dimenzije samo udvostručile? Prostor za račun: Volumen skakavca povećao bi se _____ puta. 2. Bi li takav skakavac mogao skakati? Zašto?	
8.	„Evolucija kralježnjaka prespora je za klimatske promjene.“ - to su rezultati istraživanja objavljeni u časopisu Ecology Letters. Oni bi trebali evoluirati 10000 puta brže nego u prošlosti da bi se mogli prilagoditi klimatskim promjenama koje ih čekaju u idućih 100 godina. Što će kralježnjacima donijeti budućnost ne znamo, a na prilagodbama razvijenima do danas temelje se sljedeća pitanja. a) Gepard je najbrža životinja na svijetu. Koje su od navedenih prilagodbi gepardu u najvećoj mjeri omogućile osvajanje titule najbržeg „svjetskog trkača“? Zaokruži brojeve isključivo ispred DVA točna odgovora. 1. široke nosnice i povećani volumen srca i pluća 2. kosti koje su povezane pomičnim zglobovima 3. manja masa tijela u odnosu na njegov volumen 4. savitljiva kralježnica povezana s ostatkom kostura 5. dobro razvijena osjetila povezana sa živčanim sustavom b) Krokodil je životinja koja može živjeti i u vodi i na kopnu. Raspored njegovih dnevnih aktivnosti svatko bi si poželio. Dio njih opisan je na sljedeći način: 9.00 - 12.00 - spavanje; 12.00 - 15.00 - sunčanje; 15.00 - 18.00 - hranjenje; 18.00 - 21.00 - odmaranje u skloništu Tijekom tog vremena dolazi do promjene njegove tjelesne temperature, što je prikazano grafički. Temeljem promatranja grafičkog prikaza riješi zadatak.  1. Koja od gore navedenih aktivnosti ima najveći utjecaj na tjelesnu temperaturu tijela krokodila? 2. U usporedbi s pticama i sisavcima krokodili su u pravilu „lijene“ životinje jer veliki dio dana odmaraju ili spavaju. Promotri grafički prikaz i prisjeti se veličine njihova tijela te objasni zašto su krokodili „lijene“ životinje. 3. Objasni važnost sunčanja za svakodnevni život krokodila. 4. Po kojem se evolucijskom napretku krokodili izdvajaju od ostalih gmazova? c) Ptice su zagospodarile zrakom jer su tijekom evolucije razvile brojne prilagodbe. Koja je od navedenih prilagodbi pticama najmanje važna za kretanje zrakom? Zaokruži broj isključivo ispred JEDNOG točnog odgovora. 1. bubrežni produkti se ne zadržavaju u tijelu 2. dobro razvijena sva osjetila, osobito osjetilo vida 3. povećana površina pluća i pet pari zračnih vrećica 4. povećan broj crvenih krvnih stanica u krvi 5. mišićne stanice s velikim brojem mitohondrija	8. pitanje 10

d)	Evolucija krvožilnoga sustava kralježnjaka utjecala je na način njihova života. Na prikazanoj shemi brojevima su označene pojedine krvne žile i dijelovi srca. Temeljem promatranja sheme krvožilnoga sustava odredi točnost navedenih tvrdnji. Zaokruži slovo T ako je tvrdnja točna ili slovo N ako nije točna. Ako je uz istu tvrdnju zaokruženo i slovo T i slovo N, zadatak NE donosi bodove. 	
	Životinje čiji je krvotok građen po principu prikazanom na shemi mogu živjeti i u polarnim područjima.	T N
	U krvnim žilama označenima brojevima 8 i 9 nalazi se ista vrsta krvi.	T N
	U krvnoj žili koja je označena brojem 1 je krv obogaćena kisikom.	T N
	Krv se u tijelo potiskuje iz dijela srca označenog brojem 6.	T N
	Krvnim žilama označenima brojevima 10 i 11 krv ide u isti tjelesni organ.	T N

Prilog 3 Primjer specifičnog kodiranja učeničkih odgovora

Specifično kodiranje - ŽN_Z_23 (SK)

	KOD
zaključak da spore bakterija nisu otporne na visoku temperaturu i točan zaključak da sterilizator uništava bakterije na visokoj temperaturi iz čega je vidljiva povezanost odgovora s rezultatima pokusa	1
zaključak da spore bakterija nisu otporne na visoku temperaturu i reproduktivni opis uporabe sterilizatora	2
opis da spore vremenski dulje preživljavaju od bakterija tijekom iskuhavanja i reproduktivni opis uporabe sterilizatora	3
reproduktivni opis uloge spore bakterija i točan zaključak da sterilizator uništava bakterije na visokoj temperaturi iz čega je vidljiva povezanost odgovora s rezultatima pokusa	4
reproduktivni opis uloge spore bakterija i sterilizatora	5
reproduktivni opis uloge spore bakterija	6
krivo poimanje da sa sve nepovoljnijim vanjskim uvjetima spore postaju otpornije i reproduktivni opis uloge sterilizatora	7
poistovjećivanje spora i bakterija i točan zaključak da sterilizator uništava bakterije na visokoj temperaturi iz čega je vidljiva povezanost odgovora s rezultatima pokusa	8
opis uništavanja spora bakterija koji ni na koji način ne uključuje rezultate opisanog pokusa i reproduktivni opis uloge sterilizatora	9
nema odgovora o ulogama spora i sterilizatora	10
nema odgovora o ulogama spora i reproduktivni opis uloge sterilizatora	11
nema odgovora o ulogama spora i točan zaključak da sterilizator uništava bakterije na visokoj temperaturi iz čega je vidljiva povezanost odgovora s rezultatima pokusa	12
opis da spore vremenski dulje preživljavaju od bakterija tijekom iskuhavanja i točan zaključak da sterilizator uništava bakterije na visokoj temperaturi iz čega je vidljiva povezanost odgovora s rezultatima pokusa	13
besmislen opis uloge spore i točan zaključak da sterilizator uništava bakterije na visokoj temperaturi iz čega je vidljiva povezanost odgovora s rezultatima pokusa	14

INFLUENCE OF STUDENTS' BIOLOGICAL KNOWLEDGE IN SOLVING COMPLEX COGNITIVE TASKS

Valerija Begić¹, Marijana Bastić², Ines Radanović³

¹ Sesvetski Kraljevec Primary school, Školska 10, 10 000 Zagreb (valerija1.begic@gmail.com);

² Rudeš Primary school, Jablanska 51, 10 000 Zagreb;

³ Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Croatia

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the conceptual understanding of Biology curriculum content on a sample of written tests designed for the County and State level Biology competitions for 7th grade students in the school year 2014/15. The sample consisted of 148 best solved tests, i.e. tests with 75% success rates, plus 11 tests from the state level. Written tests contained tasks designed in accordance with the recommendations for Biology test building. Data was analyzed (SPSS 17) with respect to defined learning outcomes in accordance with macro conceptual framework of Biology, quality assessment tasks, influence of the tasks on the level of discrimination, compliance with the 7th grade prescribed Biology curriculum, how it relates to everyday life, general culture, and content of other natural science subjects. The results showed no significant difference in performance with regard to gender, and that students are most successful in solving tasks of cognitive level 1 regardless of task difficulty level. Success rate in problem solving decreases with higher cognitive level tasks and higher levels of difficulty. According to the metric analysis, 65% of the tasks are of the adequate difficulty level and 57% are discriminatory. The result analysis shows that the level assessment and the task difficulty level are greatly influenced by the experience of the test compilers.

Keywords: cognitive levels, quality of the question, 7th grade Biology curriculum, students' competition, Science curriculum

INTRODUCTION

Science, including Biology as an important indicator for school system evaluation, should develop students' competences, especially conceptual understanding as one of its important elements (Garašić et al., 2013). The development of methodology for Biology lessons, with an accent on the development of conceptual understanding as an important students' competence during their schooling (Lukša et al., 2013), has motivated the authors of written tests in all of the categories of the students' Biology competition to consolidate criteria for creating tests and constructing written assignments for competitions, but also to be used in tests during the school year (Radanović et al., 2013). According to Radanović et al. (2010), Croatian Biology teachers have conventionally accepted division into three cognitive levels according to Crooks (1988). The base is represented by the literary understanding (Radanović et al., 2010), which means that the student, thanks to his/her memory and language competences, will be able to retell certain information, and by doing so he/she does not necessarily reach a higher level of understanding of the concept, including conclusion, reproduction and explanations conducted during teaching or read in literature sources. That base is connected with the existing knowledge by conceptual connections, creating networked and lasting knowledge (Roberts and Johnson, 2015). The third cognitive level focuses on the ability to solve problems by integrating higher cognitive levels of Bloom's taxonomy (Anderson et al., 2001) with the analytical work mode (Crowe et al., 2008), and by doing so it is necessary to integrate the knowledge and application of critical thinking (Quitadamo et al., 2008). The

realization of the goals must be examined by questions formed in such a way to check the starting concept, as well as its defined educational outcome, which significantly contributes to the quality and meaningfulness of Biology tests (Radanović et al., 2013). When designing tests (Radanović et al., 2013), it is important to adjust the levels of achievement, as well as task difficulty with the evaluating system, to adjust the type of questions to the curriculum being tested, and to check the knowledge of basic biological concepts. For tests that check higher levels of knowledge, it is desirable to integrally connect the concepts within the Biology curriculum for a certain grade, but also in relation to previous grades, because biological concepts grow spirally during one's schooling.

The aim of this study was to examine the conceptual understanding of Biology teaching content of 7th graders on a sample of written tests from the Croatian County Biology competition, and a sample of written assignments from the State competition. Based on the basic goal, specific objectives were derived: 1) to compare the performance of students by gender; 2) to determine the outcomes that were examined in relation to the representation of biological macro concepts; 3) to analyze the credibility of task difficulty evaluation in relation to actual percentage of solved tasks; 4) to determine the effect that the measured task difficulty within a certain cognitive level had on percentage of solved tasks on both levels of competition; 5) to analyze the impact of students' biological knowledge on selected issues that check conceptual understanding and problem solving, and credibility of the question as a tool to identify particularly successful students.

METHODS

The study was conducted on a sample of 7th graders' written tests from County and State level competitions that were conducted in the school year 2014/2015. The sample consisted of the 148 (10%) best written tests from County competitions, which means the tests that were at least 75% solved and 11 assignments from the State competition held in the same year.

According to the method of expert test quality assessment (Radanović et al., 2010), adapted for use in teaching, quality assessment questions used two criteria: assessment of scientific literacy, and the impact of question on the answer, both with the corresponding sub-criteria in the form of five-parted Likert scales. The analysis of question quality is determined by individual assessment, and joint assessment based on the arithmetic mean, by conciliating until consensus. The methodology used in determining the accuracy and the level of understanding expressed in students' answers to individual open-ended questions of higher cognitive level was the one by Radanović et al. (2010), adapted with certain questions. Difficulty index (p), discrimination index (D), and the variance of a binary variable (V) (Hopkins, 1998) were determined by psychometric analysis. The representation of macro concepts and associated outcomes was determined according to the macro conceptual frame which was created by Radanović et al. (2015) for the purpose of making the Examination catalogue for State graduation exam in Biology.

The Kolmogorov-Smirnov Z-test, with the help of SPSS 17 software package, was used for the comparison of test completion by gender. The methodology that classifies students in 10 success ranks, according to the total success percentage in the entire written test

(Lukša et al., 2016), adjusted with the point value as the more precise determinant of student success, was used to compare solved tests according to cognitive levels.

RESULTS

In the 10% of the best participants of the County competition there were 91 girls (61.5%) and 57 boys (38.5%). The proportion of boys and girls at the National competition was the equal, five female students (45.5%) and six male students (54.5%) participated. Based on the Kolmogorov-Smirnov Z test, it was found that in dealing with written assignments at the County competition ($Z = 1.008$; $p = 0.262$), as well as at the State competition ($Z = 0.771$; $p = 0.593$; $M_f = 34.18 \pm 2.09$; $M_w = 28.08 \pm 5.91$), with regard to gender ($M_f = 63.18 \pm 10.97$; $M_w = 66.46 \pm 10.93$), there were no significant differences in performance according to gender.

With regard to performance ranks based on the points gained at the state level of the competition, we can observe that the most successful students of rank VIII (71 - 80% points scored) solved 25% to 40% more of the test in comparison to students which successfully solved only a part of the test. This does not necessarily mean that they successfully addressed all parts of the test, because the in the assignment D2_2S students with lower success rate (61% to 70%) achieved a higher middle point value, while the most successful were the students who scored a total of 51% to 60% points (Figure 6). The methodology that classifies students in 10 success ranks, according to the total success percentage in the entire written test (Lukša et al., 2016), adjusted with the point value as the more precise determinant of student success, was used for comparison of test solving by cognitive levels.

By comparing the students' results in solving the tasks of varying difficulty in a written form at the County competition, and by assessing the difficulty of these assignments, some deviations were observed. Teachers tend to assess easier assignments well, while they perform 50% worse while assessing the ones that are medium or hard in difficulty. Psychometric analysis of the results (Table 5) achieved in a written test at the County competition, which is a relevant indicator because of its size, showed that 15 assignments had an appropriate difficulty index (p) (65%), and according to the variance of binary variable, 14 assignments (61%) had an adequate sensitivity, and thirteen assignments had variance in the range from 0.20 to 0.24, meaning that the assignments were of appropriate difficulty. Almost half of the assignments in the written part of the County competition test had something to do with the students' everyday lives, while the correlation with other Science subjects is somewhat weaker (39%).

The percentage of completion, and the test's sensitivity in dividing successful and less successful students, depending on the assessed difficulty and cognitive level of the assignment, were analyzed based on chosen examples from the State competition (Image 10-14). Assignment 8 (multiple combinations) tests the students' understanding of breathing process of fish, and it poorly separates the students who were successful in the entire written assignment, because 45% to 80% of students in all ranks of performance manage to solve it. Assignment 11 (multiple combinations) questions the conceptual understanding of the mitosis process, and it poorly separates the most successful students

altogether, because 30% of the weakest IV rank students managed to solve it, the ones who scored 31% - 40% points.

Assignment 12 (multiple combinations) checks the understanding of concepts of diffusion and osmosis in case of fish in changed living conditions. Exactly 18,92% of the students solved it, and the gained data says that students found the assignment difficult, although it was assessed as being of middle difficulty. However, this assignment successfully separates the students that scored better in the whole written assignment. Assignment 16 (alternative choice) examines the understanding of shark body adaptations according to their lifestyle. This assignment has a series of alternative choice questions and it poorly separates the students who scored better in the whole written assignment, because only 40% to 20% less students of all ranks (in relation to the most successful students) solved it, apart from the ones of the weakest, IV rank, where no student solved this assignment.

Assignment 21 consists of five multiple choice questions and it is assessed as an assignment of the third cognitive level, therefore difficult, and it examines the understanding of the process of aerobic and anaerobic respiration of yeast. The assignment precisely separates the students who are the most successful in the entire written assignment, but its discrimination index ($D = 0.9$) is low, because some students who managed to solve only 60% to 80% of the whole assignment also managed to solve it.

Based on the middle point value of County level competition tests (Figures 13 - 15), most students achieve more than a half of necessary points per assignment in easy and mid-difficult assignments that check reproductive knowledge and literary understanding. In easy and mid-difficult assignments that check conceptual understanding and the use of knowledge, it is visible that students score more than a half of needed points per assignment, while they score a bit less in difficult assignments, and the ones that require problem solving. National competition (Figures 16 - 17) proved that the students are less successful in solving the problems of higher cognitive level.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Slightly larger number of girls who participated in the County competition can be explained by their greater interest for the Biology contents dealing with the phenomena of the living world, which is also consistent with the conclusion devised by Garašić (2012), which states that girls consider school subjects of Nature and Biology more usable and easier than the boys. The share of the investigated cognitive levels of knowledge in a written assignment on the State competition shows a slight discrepancy with the recommendations in favour of problem assignments, which is acceptable, considering that the tests on national level are prepared for the best students.

First level assignments are not required if the test preparations ensure that the assignments of higher cognitive levels also contain the verification of key information related to a certain concept that is being checked. It is more important that the higher level assignment, apart from solving the problem, also checks the integration of knowledge and critical thinking skills, as indicated by the Hoskinson et al. (2013), and strictly follows the form. In cases like this, it is always better to integrate more solutions to one

assignment, if that can enable a better check of the conceptual understanding and problem solving abilities.

The results have shown deviations from the estimated assignment difficulty, in such a way that the students found assignments more difficult than the estimation, as determined by Lukša et al. (2014). This happens because teachers tend to expect better test results for questions they consider important for the profession. Teachers estimate easy assignments well, while they have considerably less certainty in estimating mid-difficult and difficult ones. Teachers' methods play a great part in assessing the assignment difficulty, because they act according to their classroom experience, or based on the experience of analyzing written tests. Therefore it is extremely important to encourage teachers to analyze the results of their written tests in detail. Insufficient experience in solving higher cognitive level assignments, and overcrowded curriculum that negatively affects the quality of teachers' support of students' conceptual understanding, with still quite dominant traditional teaching, or, sometimes, just formal implementation of active forms of learning, is reflected in successful students' reduced capacity, as the ones participating in the Biology competition and solving cognitive level III assignments. DeHaan (2009) and Maskiewicz et al. (2012) confirmed the fact that the curriculum which entices problem solving in class and is used within formative grading frame had the potential for development of complex problem solving in students.

Students were less successful in solving the higher cognitive level assignments, with only 10% of cognitive level III assignments solved, and 40% of cognitive level II assignments solved. Those assignments are solved only by the most successful students and are a great tool for separating them from other students, which is the main goal of a competition knowledge test. Considering the fact that the assignments that check fact-oriented reproduction (Bannister, 2002) were solved only in 60%, we can conclude that students have problems in choosing which facts to memorize in order to create a quality basis for conceptual understanding.

The multiple combinations assignments and alternative choice questions proved to be a bad basis for distinguishing successful from less successful students. In contrast, well designed multiple choice assignments with a good conceptual basis successfully separated the most successful students, although they can (in some small percentage) be solved by other successful students. Because of this phenomenon, the discrimination index for such assignments can have a low value, which suggests that the assignment needs to be modified or excluded (Hopkins, 1998), and in such cases, a professional qualitative analysis, along with psychometric analysis, is necessary. It is common for quality assignments of higher cognitive levels, particularly level III assignments, which have been evaluated as important for Biology and for the application of biological knowledge in everyday life, to have weaker psychometric properties. Considering that it is not expected for all the students to solve these assignments, but only those who are most successful, the final say in deciding if the assignment needs to be revised, or if it is effective in written evaluation, must be given by the science, in this case Biology.

The results support the conclusion brought by Domazet (2009) - that the motivation for students to develop biological competences rests on a specific problem solving approach, where the aspirations of individuals (students) for direct participation in the learning

process, the understanding of the material environment, and the desire for entertainment as an important motivational factor in primary school must be met. All of these should also be encouraged at Biology competitions.

The majority of assignments within the *Organization of the living world* macro concept confirm the teaching emphasis set by the National curriculum (MZOS, 2006), and the absence of assignments from the *Life Science* macro concept, as well as the weaker conceptual understanding of biological processes, points to the need for experiential learning and discovery learning, as well as the introduction of exploratory learning into Biology lessons. A proactive approach, i.e. independent initiative taking during solving written assignments in Biology competitions, and the construction and detection of relations in the learned contents, are all desired results or learning achievements. Therefore, future research should compare and investigate the extent to which biological learning and teaching modes affect the quality of students' knowledge in Biology competitions.

REFERENCES

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. 2001. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, New York, NY: Longman.
- DeHaan RL. 2009. Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE Life Sci Educ.* 8:172-181.
- Domazet M. 2009. Social Expectations and natural, scientifically competent students. *Sociology and Space.* 184(2): 165-185.
- Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. 2013. Adoption biology macroconcepts during learning in elementary and secondary schools. *Methodic in the modern educational system*, Milanović, D., Bežen, A., Domović, V. (eds.). Croatian Academy of educational science, Zagreb, p. 211-239.
- Hopkins, K. D. 1998. Educational and psychological measurement and evaluation. Boston: Allyn & Bacon.
- Hoskinson, A.-M., Caballero, M. D., Knight J. K. 2013. How Can We Improve Problem Solving in Undergraduate Biology? Applying Lessons from 30 Years of Physics Education Research *CBE—Life Sciences Education*, 12: 153-161.
- Lukša, Z., Radanović, I., Garašić, D. 2013. A conceptual approach to teaching with defining makrokonceptnog framework for biology. *Life and school.* LIX, 30: 156-171.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2014. Relationship of teachers' perception of students' knowledge and real students' knowledge acquisition ESERA 2013 Conference Nicosia, Cyprus: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning, In-service science teacher education, continued professional development] (ur. Couso D. i Louca L.) 14: 317-326.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D., Sertić Perić, M. 2016. Misconceptions of Primary and High School Students Related to the Biological Concept of Human Reproduction, Cell Life Cycle and Molecular Basis of Heredity. *Journal of Turkish Science Education (TUSED).* 13(3): 143-160.
- Maskiewicz, A.C., Griscom, H.P., Welch, N.T. 2012. Using targeted active-learning exercises and diagnostic question clusters to improve students' understanding of carbon cycling in ecosystems. *CBE Life Sci Educ.* 11:58-67.
- MSES 2006. The curriculum for primary schools. 39.40. The curriculum for primary schools. Publisher D. Primorac, ed. D. Vican and I. Milanović Litre. <http://public.mzos.hr/Default.aspx?art=12662> Downloads 02.25.2016.
- Quitadamo, I. J., Faiola, C. L., Johnson, J. E., and Kurtz, M. J. 2008. Community-based inquiry improves critical thinking in general education biology. *CBE Life Sci. Educ.* 7: 327-337.
- Radanović I., Bastić M., Begić V., Kapov S., Mustać A., Sumpor D. 2013. Recommendations for authors and reviewers test competitions in knowledge of biology. HBD. <http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/06/Preporuke-za-autore-i-recenzente-natjecanja-20131.pdf> Downloads 12.16.2013.
- Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Ristić-Dedić, Z., Jokić, B., Sertić Perić, M. 2016. Understanding of photosynthesis concepts related to students' age. *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference, Helsinki, Finland. Science education research: Engaging learners for a sustainable future; Learning science: Conceptual understanding.* Lavonen, J., Juuti, K., Lampiselkä, J., Uitto, A., & Hahl, K. (ur.). 1: 271-277.
- Radanović, I.; Garašić, D.; Lukša, Ž.; Pongrac Štimac, Ž.; Bastić M.; Kapov S.; Karakaš D.; Lugarić S.; Vidović M. 2015. The test catalog for the State graduation in Biology. NCVVO. Zagreb pp 53.
- Roberts, R., Johnson, P. 2015. Understanding the quality of data: a concept map for 'the thinking behind the doing' in scientific practice, *The Curriculum Journal*, 26(3): 345-369.
DOI:10.1080/09585176.2015.1044459

USPJEŠNOST UČENIKA OSMOG RAZREDA U RJEŠAVANJU PISANIH ZADATAKA IZ BIOLOGIJE

Lugar Lydia¹, Mustać Anita²

¹OŠ Poreč, Karla Huguesa 7, 52 440 Poreč (lydialugar@yahoo.com); ²OŠ Šime Budinića, Put Šimunova 4, 23 000 Zadar

SAŽETAK

Cilj ove analize bio je proučiti uspješnost učenika osmog razreda u rješavanju zadataka različitih kognitivnih razina. Analizirano je 113 pisanih zadataka učenika osmog razreda (od ukupno 474 učenika koji su pristupili natjecanju) sa županijskog natjecanja i sve pisane zadaće (njih 16) s državnog natjecanja iz biologije u kategoriji znanja u školskoj godini 2014./15. Ukupan broj bodova pisane zadaće na županijskoj i državnoj razini iznosio je 50. Maksimalan broj postignutih bodova na županijskom natjecanju je 47, a najniži broj postignutih bodova je 11. Analizom rezultata natjecanja po županijama utvrđeno je da 0,8 % učenika ima 90 % točno riješenog testa ili više. Također je utvrđeno da je 10 % najuspješnijih učenika na natjecanju postiglo od 37,5 do 47 bodova, tj. od 75 % do 94 % točne riješenosti testa. Najveći postignuti broj bodova na državnom natjecanju bio je 39,5 dok je najniži broj postignutih bodova 22,5. Učenici koji su točno riješili od 76 do 79 % pisane zadaće pripadaju među 10 % najuspješnijih učenika na natjecanju, a postigli su od 38 do 39,5 bodova. Analiziranjem testova učenika potvrđena je naša pretpostavka da će učenici koji su riješili test s uspjehom većim od 90 % uspješno riješiti veći postotak zadataka II. i III. kognitivne razine u odnosu na 10 % najuspješnijih učenika na natjecanju.

Ključne riječi: kognitivne razine, uspješnost rješavanja zadataka, županijsko natjecanje, državno natjecanje

UVOD

Sastavljanje pisanih zadataka

Pisane zadaće su dobar mjerni instrument kojim se može istražiti i provjeriti uspješnost primjene stečenih znanja u biologiji prilikom rješavanja različitih tipova zadataka.

Prilikom sastavljanja pitanja potrebno je odrediti obrazovni ishod koji želimo provjeriti postavljenim pitanjem te voditi računa o razinama učeničkih postignuća. Mnogi autori prihvaćaju Bloomovu taksonomiju znanja i kognitivnih procesa za određivanje razine postignuća, a Državno povjerenstvo za natjecanje iz biologije za potrebe izrade pisanih zadataka za natjecanje koristi pojednostavljenu Bloom-ovu taksonomiju modificiranu prema Crooks-u. Ona određuje tri razine učeničkih postignuća: I. reprodukcija, II. razumijevanje i primjena i III. rješavanje problema.

Prva razina je najniža i odnosi se na reproduktivno znanje temeljeno na pamćenju podataka koje uključuje i literarno razumijevanje. Literarno razumijevanje uključuje reprodukciju zaključaka ili objašnjenja pročitanih u literaturi. Učenik će moći prepričati neki sadržaj iako možda nije razumio koncept. Druga razina uključuje konceptualno razumijevanje sadržaja i osnova je trajnog znanja. Primjena znanja zahtijeva umrežavanje znanja kada se literarno razumijevanje poveže s ostalim postojećim znanjem i tako postane konceptualno tj. trajno znanje. Učenik će moći apstraktno razmišljati i generalizirati. Treća razina objedinjava više kognitivne razine Bloomove taksonomije (analiza, vrednovanje, stvaranje). Poznavajući činjenice, procese i zakonitosti, učenik će

ih moći prepoznati u zadatku te riješiti problem na odgovarajući način. (Radanović i sur, 2013). Za kvalitetno sastavljanje testova potrebno je pripremiti pitanja koja će obuhvatiti sve tri razine učeničkih postignuća.

Natjecanje iz biologije

Natjecanja učenika su jedan od načina mjerenja postignuća i vještina u odgoju i obrazovanju. Na natjecanju iz biologije učenici se mogu natjecati u kategoriji znanja ili istraživačkih radova. Sudjeluju učenici sedmog i osmog razreda osnovne škole te učenici sva četiri razreda gimnazije ili srednjih strukovnih škola. Natječu se na školskoj, županijskoj i državnoj razini.

Natjecanje u znanju provodi se istovrsnim pisanim zadaćama koje izrađuje Državno povjerenstvo prema Nastavnom planu i programu za osnovnu školu (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2006), Nastavnom programu za gimnazije (Glasnik Ministarstva prosvjete i športa, 1995) i udžbenicima koje je odobrilo Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta za tekuću školsku godinu. Na županijskoj razini natjecanja Županijsko povjerenstvo ispravlja testove, sastavlja privremenu ljestvicu poretka te dostavlja Državnom povjerenstvu deset najbolje riješenih testova ili testove koji su 75 % i više točno riješeni, iz svake kategorije. Državno povjerenstvo određuje konačnu ljestvicu poretka i poziva najuspješnije učenike na državno natjecanje (Agencija za odgoj i obrazovanje, 2014).

Preporučena je struktura pisane zadaće za različite razine natjecanja kako slijedi.

Za školsko natjecanje (Radanović i sur, 2013):

- ☞ 40 % zadataka I. kognitivne razine,
- ☞ 50 % zadataka II. kognitivne razine,
- ☞ 10 % zadataka III. kognitivne razine.

Za županijsko natjecanje:

- ☞ 20 % zadataka I. kognitivne razine,
- ☞ 60 % zadataka II. kognitivne razine,
- ☞ 20 % zadataka III. kognitivne razine.

Za državno natjecanje:

- ☞ 10 % zadataka I. kognitivne razine,
- ☞ 60 % zadataka II. kognitivne razine,
- ☞ 30 % zadataka III. kognitivne razine.

Cilj

Ciljevi ovog rada su analizirati uspješnost učenika osmog razreda u rješavanju zadataka različitih kognitivnih razina u pisanim zadaćama sa županijskog i državnog natjecanja iz biologije u školskoj godini 2014./2015. i usporediti riješenost zadataka viših kognitivnih razina s ukupnom uspješnosti rješavanja pisanih zadaća kod analiziranog uzorka. Pretpostavka je da su učenici koji su riješili pisanu zadaću na županijskom natjecanju s uspjehom većim od 90 % uspješniji u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina od ostalih učenika koji pripadaju među 10 % najuspješnijih učenika.

MATERIJAL I METODE RADA

Uzorak

Na županijskom natjecanju iz biologije u školskoj godini 2014./2015. sudjelovalo je 474 učenika osmog razreda. Analizirane su pisane zadaće onih učenika čije su zadaće

dostavljene Državnom povjerenstvu (10 najbolje riješenih pisanih zadataka u županiji ili pisane zadaće točno riješene 75 % i više), (Agencija za odgoj i obrazovanje, 2014), njih 113. Na državnom natjecanju iste godine sudjelovalo je 16 učenika (najbolji sa županijskog natjecanja). Analizirane su sve njihove pisane zadaće. Budući da su sudionici natjecanja najčešće najuspješniji učenici iz tog područja u kojem se natječu, analizirani uzorak nije tipična populacija te se očekuje veća uspješnost učenika nego što je to prosjek u čitavoj populaciji.

Analiza pisanih zadataka

Obrada zadataka pisanih zadataka rađena je u programima Microsoft Excel i SPSS 17 (Statistical Package for Social Studies). Zadatci su šifrirani tako da slovo označava razinu natjecanja (Z – županijsko, D – državno), prva brojka redni broj zadatka u pisanoj zadaći (ukoliko zadatak ima više dijelova, oni se označavaju malim slovima), a druga brojka kognitivnu razinu. Npr. Z16_1 je 16. zadatak sa županijskog natjecanja, a I. je kognitivne razine. Neki zadatci su složeni od nekoliko podzadataka različitih kognitivnih razina, a određena je i njihova ukupna razina. Učenički odgovori na pitanja su kodirani kako slijedi: 0 – netočan odgovor, 1 – točan odgovor, 9 – nema odgovora. Kod zadataka otvorenog tipa dodatno je analizirana kvaliteta netočnog odgovora – djelomično točan, netočan.

Pri analizi rezultata natjecanja korišteni su statistički postupci određivanja aritmetičke sredine, standardne devijacije i korelacije. Aritmetička sredina (M) je srednja vrijednost skupa rezultata. Standardna devijacija (SD) je mjera raspršenja rezultata oko aritmetičke sredine (Petz, 2005). Korelacija pokazuje povezanost dvije varijable, a iskazuje se koeficijentom korelacije (r) koji pokazuje u kojoj su mjeri promjene vrijednosti jedne skupine podataka povezane s promjenama vrijednosti druge skupine podataka (r od 0 do 0,25 ili od 0 do -0,25 - nema povezanosti, r od 0,25 do 0,50 ili od -0,25 do -0,50 - slaba povezanost, r od 0,50 do 0,75 ili od -0,50 do -0,75 - umjerena do dobra povezanost, r od 0,75 do 1 ili od -0,75 do -1 - vrlo dobra do izvrsna povezanost). Vrijednost koeficijenta korelacije od 0 do 1 označava sukladan rast vrijednosti obje varijable, a od 0 do -1 označava sukladan porast vrijednosti jedne, a pad vrijednosti druge varijable (Udovičić i sur, 2007).

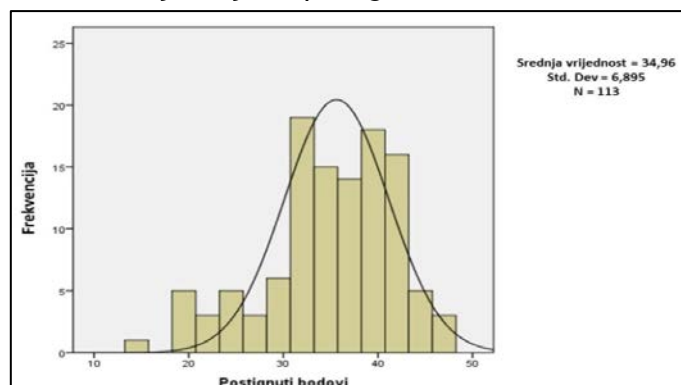
Analiza pisanih zadataka provedena je u nekoliko koraka: riješenost zadataka po kognitivnim razinama, riješenost podzadataka u svakom zadatku, analiza odgovora učenika koji su pisane zadaće na županijskom natjecanju riješili s točnošću od 90 % ili više i njihova usporedba s odgovorima ostalih učenika koji pripadaju među 10 % najuspješnijih učenika, analiza i usporedba odgovora najuspješnijih učenika na državnom natjecanju s odgovorima ostalih sudionika te razine natjecanja, najčešće greške u zadacima kod analiziranih skupina.

REZULTATI

Riješenost pisanih zadataka

Ukupan broj bodova pisane zadaće na županijskom natjecanju iz biologije za osmi razred 2014./15. školske godine bio je 50. Najveći postignuti broj bodova bio je 47, a najniži 11. Aritmetička sredina broja bodova iznosi 34,96. Standardna devijacija je 6,895. Krivulja koja pokazuje distribuciju postignutih bodova (slika 1) pomaknuta je malo u desno u

odnosu na normalnu distribuciju te ukazuje na težinu pisane zadaće. Većina učenika riješila je između 60 i 90 % pisane zadaće točno, a 0,8 % učenika riješilo je točno 90 % ili više (slika 2). Učenici koji su točno riješili od 75 do 94 % pisane zadaće, pripadaju među 10 % najuspješnijih učenika na natjecanju, a postigli su od 37,5 do 47 bodova.

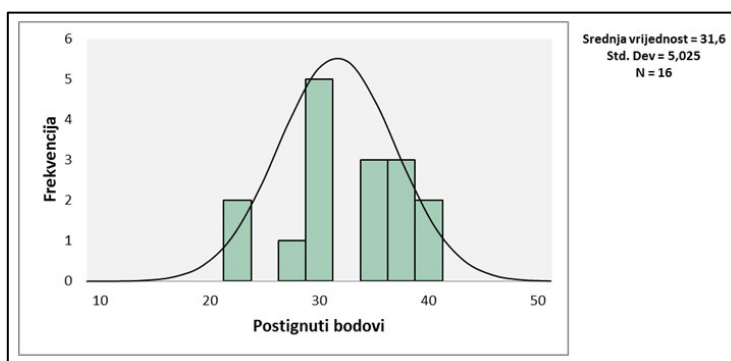


Slika 1 Distribucija postignutih bodova pri rješavanju pisane zadaće na županijskom natjecanju iz biologije za osmi razred 2014./15. školske godine

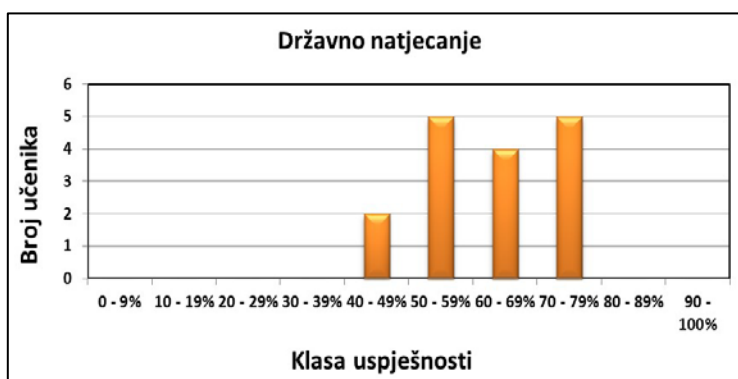


Slika 2 Riješenost pisane zadaće sa županijskog natjecanja iz biologije za osmi razred 2014./15. školske godine

Ukupan broj bodova pisane zadaće iz biologije za osmi razred na državnom natjecanju bio je također 50. Najveći postignuti broj bodova bio je 39,5 dok je najniži broj postignutih bodova 22,5. Aritmetička sredina broja bodova iznosi 31,6. Standardna devijacija je 5,025. Krivulja koja pokazuje distribuciju postignutih bodova (slika 3) pomaknuta je malo u desno u odnosu na normalnu distribuciju te ukazuje na težinu pisane zadaće. Riješenost pisane zadaće se kretala između 45 i 79 % (slika 4). Učenici koji su točno riješili od 76 do 79 % pisane zadaće pripadaju među 10 % najuspješnijih učenika na natjecanju, a postigli su od 38 do 39,5 bodova.



Slika 3 Distribucija postignutih bodova pri rješavanju pisane zadaće na državnom natjecanju iz biologije za osmi razred 2014./15. školske godine

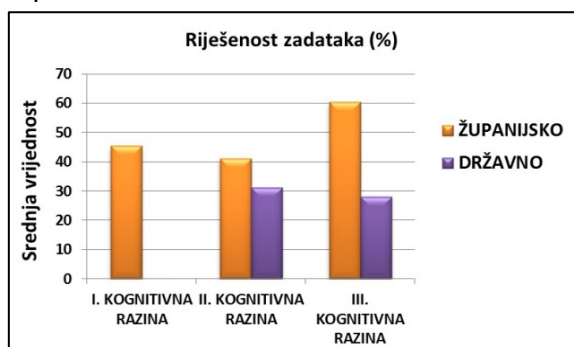


Slika 4 Riješenost pisane zadaće s državnog natjecanja iz biologije za osmi razred 2014./15. školske godine

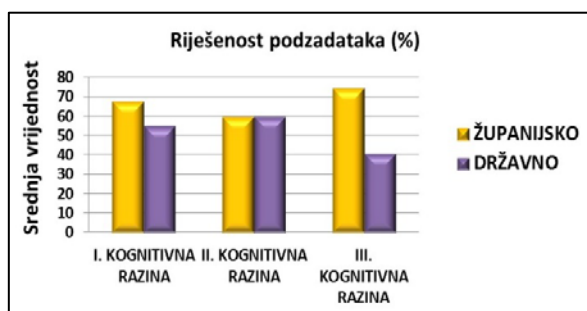
Riješenost zadataka pisane zadaće županijskog i državnog natjecanja po kognitivnim razinama

Analizom riješenosti zadataka po kognitivnim razinama, uzimajući u obzir samo u potpunosti točno riješene cijele zadatke, ustanovljeno je da je 45,43 % učenika točno riješilo zadatke I. kognitivne razine na županijskom natjecanju, a nitko na državnom natjecanju. Zadatci II. razine su na županijskom natjecanju riješeni s uspješnošću od 41,1 %, a na državnom 31,25 %. Zadatci III. razine na županijskom su natjecanju riješeni sa 60,47 % točnosti, a na državnom 28,13 % (slika 5).

Neki zadatci u pisanim zadaćama sastavljeni su od više podzadataka (potpitanja). Analizom riješenosti svih podzadataka (u svim zadatcima) po kognitivnim razinama, uzimajući u obzir samo u potpunosti točno riješene podzadatke, ustanovljeno je da učenici na državnom natjecanju ipak rješavaju I. kognitivnu razinu (55,11 %). Na slici 6 vidi se riješenost i ostalih razina podzadataka.



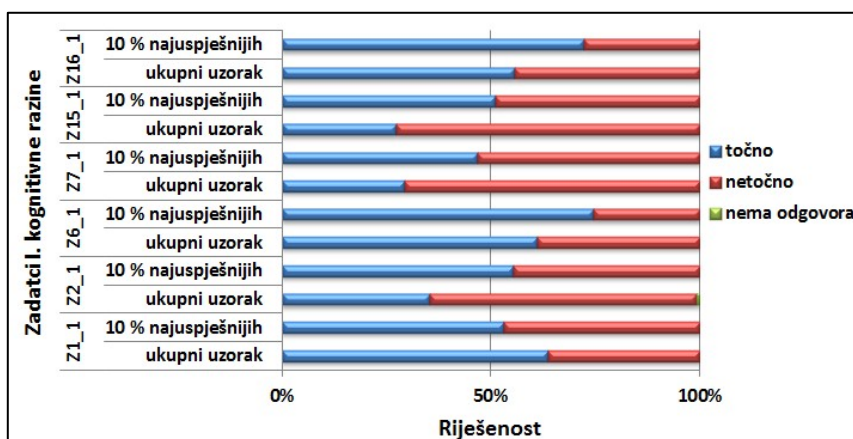
Slika 5 Riješenost zadataka po kognitivnim razinama na županijskom i državnom natjecanju iz biologije za osmi razred 2014./15. školske godine



Slika 6 Riješenost podzadataka po kognitivnim razinama na županijskom i državnom natjecanju iz biologije za osmi razred 2014./15. školske godine

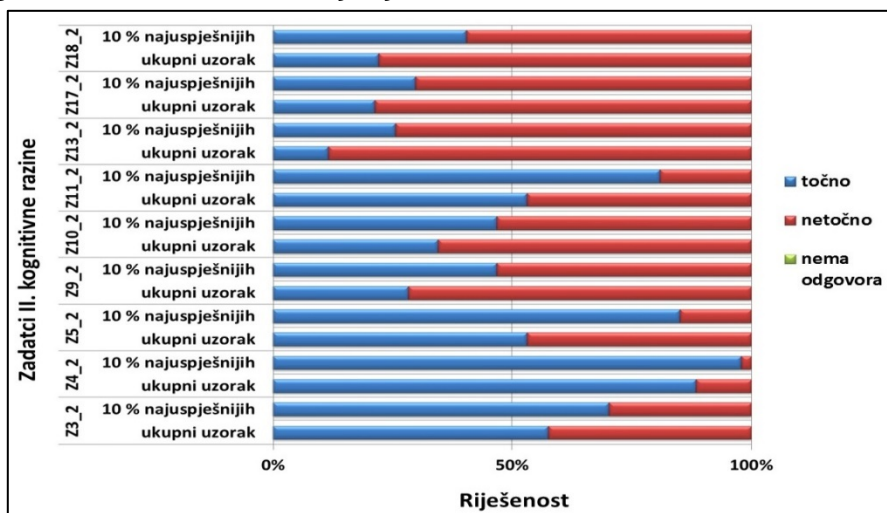
Riješenost zadataka pisane zadaće sa županijskog natjecanja

Slika 7 prikazuje usporedbu riješenosti zadataka I. kognitivne razine između 10 % najuspješnijih i ostalih učenika čiji su testovi analizirani. Uočava se da 10 % najuspješnijih učenika točnije rješava te zadatke. Samo zadatak Z1_1 uspješnije rješavaju ostali učenici.

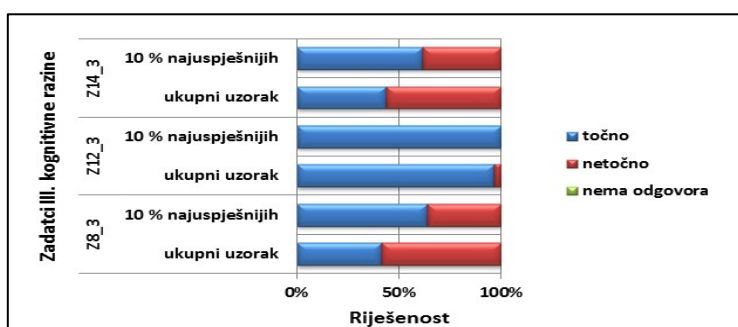


Slika 7 Usporedba riješenosti zadataka I. kognitivne razine na županijskom natjecanju između 10 % najuspješnijih učenika i ostalih učenika čiji su testovi analizirani (ukupnog uzorka)

Uspoređujući riješenost zadataka II. i III. kognitivne razine (slike 8 i 9), vidljivo je da 10 % najuspješnijih učenika redovito točnije rješava te zadatke od ostalih učenika.

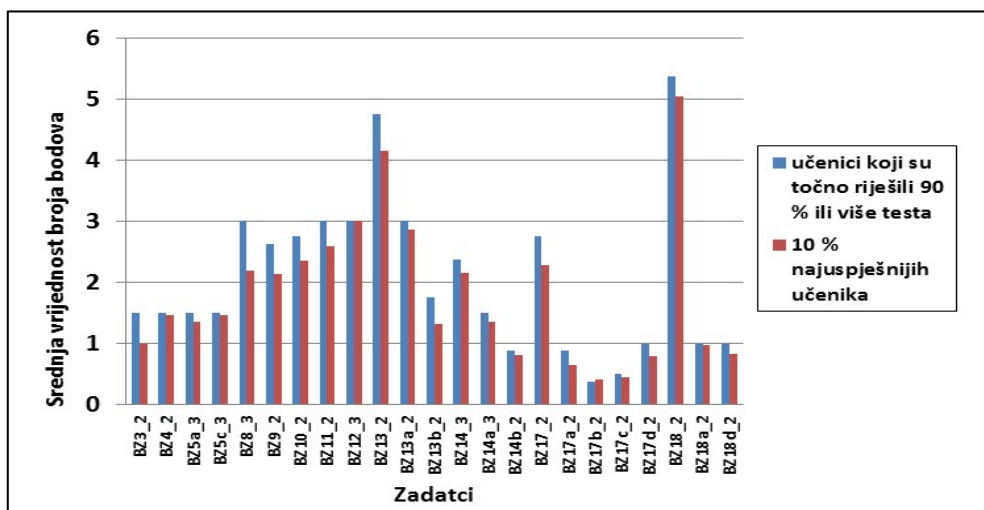


Slika 8 Usporedba riješenosti zadataka II. kognitivne razine na županijskom natjecanju između 10 % najuspješnijih učenika i ostalih učenika čiji su testovi analizirani (ukupnog uzorka)



Slika 9 Usporedba riješenosti zadataka III. kognitivne razine na županijskom natjecanju između 10 % najuspješnijih učenika i ostalih učenika čiji su testovi analizirani (ukupnog uzorka)

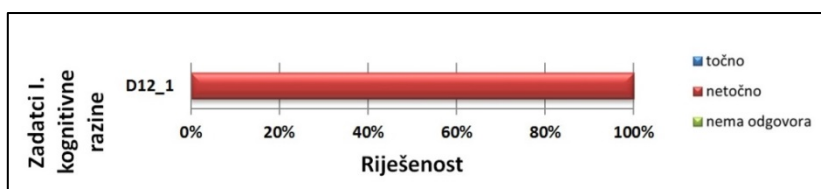
Dodatno su analizirane i pisane zadaće učenika koji su ih riješili s točnošću od 90 % ili više. Njihovi rezultati rješavanja zadataka viših kognitivnih razina (II. i III.) su uspoređeni s onima ostalih učenika koji pripadaju među 10 % najuspješnijih na županijskom natjecanju. Slika 10 prikazuje tu usporedbu riješenosti po zadacima i podzadacima. Učenici koji su točno riješili 90 % ili više pisane zadaće na županijskom natjecanju su uspješniji u rješavanju tih zadataka od ostalih učenika koji pripadaju među 10 % najuspješnijih učenika. Izuzetak je zadatak Z12_3 koji obje skupine rješavaju jednako dobro i Z17b_2 koji slabije rješavaju učenici koji su test riješili s točnošću od 90 % ili više.



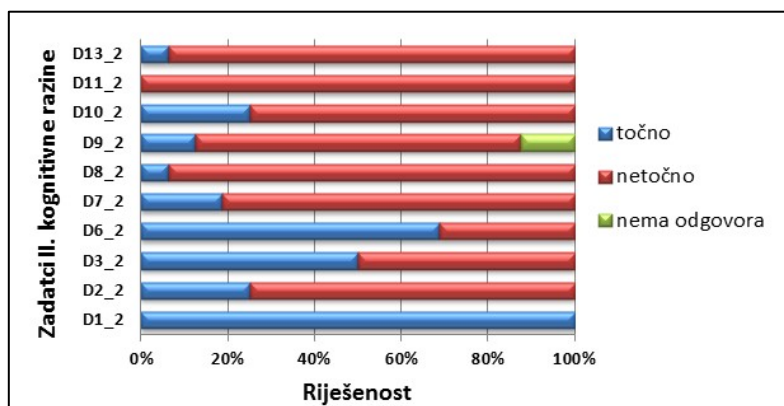
Slika 10. Usporedba riješenosti zadataka II. i III. kognitivne razine na županijskom natjecanju među učenicima koji su točno riješili 90 % ili više pisane zadaće i 10 % najuspješnijih učenika

Riješenost zadataka pisane zadaće s državnog natjecanja

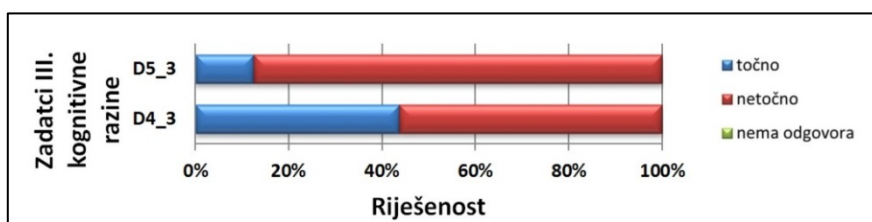
Rezultati analize riješenosti zadataka po kognitivnim razinama na državnom natjecanju prikazani su na slikama 11, 12 i 13. Učenici uspješnije rješavaju zadatke II. i III. kognitivne razine od I.



Slika 11 Riješenost zadatka I. kognitivne razine na državnom natjecanju

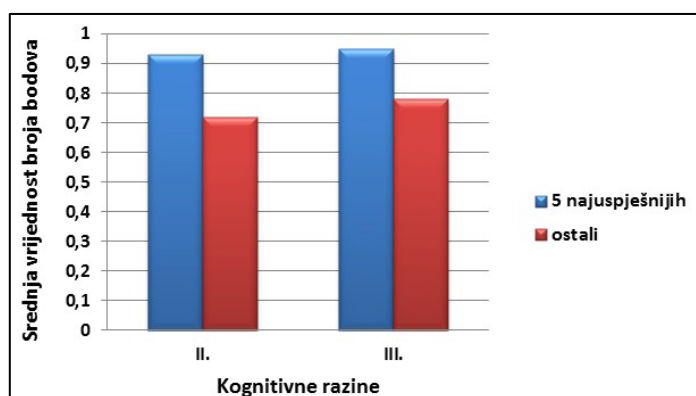


Slika 12 Riješenost zadataka II. kognitivne razine na državnom natjecanju



Slika 13 Riješenost zadataka III. kognitivne razine na državnom natjecanju

Od učenika koji su sudjelovali na državnom natjecanju izdvojene su pisane zadaće pet najuspješnijih te su njihovi rezultati uspoređeni s onim ostalih učenika na državnom natjecanju. Slika 14 prikazuje usporedbu riješenosti zadataka i podzadataka II. i III. kognitivne razine među tim skupinama učenika. Najuspješniji učenici točnije rješavaju te zadatke.



Slika 14 Usporedba riješenosti zadataka II. i III. kognitivne razine na državnom natjecanju između 5 najuspješnijih i ostalih učenika

Uspoređena je riješenost pisanih zadaća sa županijskog i državnog natjecanja učenika koji su sudjelovali na državnom natjecanju. Ta je usporedba prikazana u tablici 1. Analiza pokazuje da nema signifikantne korelacije ($r = 0,47$) među njima. Ipak, zamjetna je malobrojna grupacija najuspješnijih učenika (njih pet) koji potvrđuju svoju uspješnost sa županijskog natjecanja na državnom.

Tablica 1 Riješenost pisanih zadaća sa županijskog i državnog natjecanja svih sudionika državnog natjecanja

		Riješenost Z (%)							
		85	86	87	88	89	90	92	94
Riješenost D (%)	45	1	1						
	54		1						
	56								1
	58	1		1					
	59	1							
	60		1						
	67			1					
	68	1							
	71					1		1	
	75				1				
	76						1		
	79								1

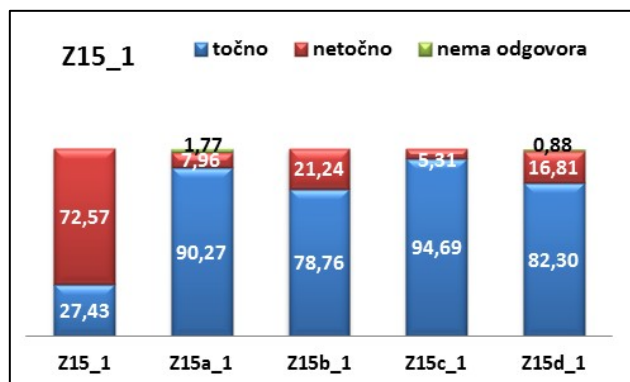
Analiza zadataka

Izvršena je analiza riješenosti po podzadacima kod svih zadataka na županijskom i državnom natjecanju. Posebno su analizirani odgovori učenika koji su pisane zadaće na županijskom natjecanju riješili s točnošću od 90 % ili više i uspoređeni s odgovorima ostalih

učenika koji pripadaju među 10 % najuspješnijih učenika. Analizirani su te uspoređeni i odgovori najuspješnijih učenika na državnom natjecanju s odgovorima ostalih sudionika te razine natjecanja. Pri analizi zadataka izdvojene su najčešće greške kod analiziranih skupina.

U nastavku su kao primjeri izdvojene analize samo nekih zadataka različitih kognitivnih razina (svi podzadatci iste razine, podzadatci različitih razina) i tipova (podzadatci otvorenog i zatvorenog tipa).

Zadatak Z15_1 (prilog 1) je otvorenog tipa I. kognitivne razine. Sastavljen je od četiri podzadatka koji su svi I. kognitivne razine. Cijeli je zadatak točno riješilo 27,43 % učenika, dok su pojedini podzadatci točno riješeni u puno većim postotcima (slika 15). To znači da su učenici koji su točno rješavali pojedine podzadatke griješili u rješavanju jednog ili više ostalih.

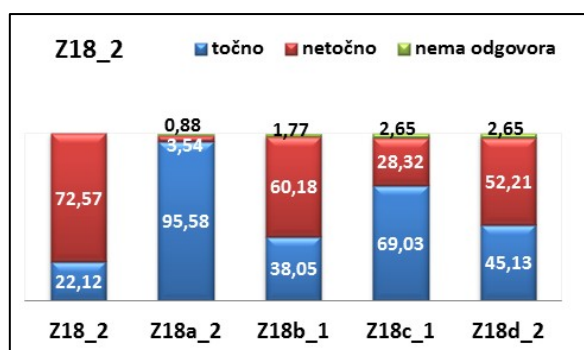


Slika 15 Riješenost zadatka Z15_1

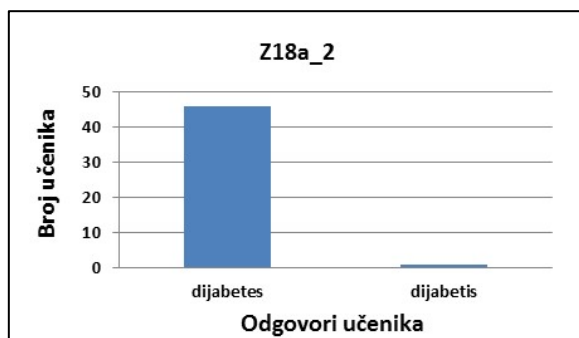
Zadatak Z18_2 (prilog 2) određen je kao zadatak II. kognitivne razine, ali je sastavljen od podzadataka I. i II. razine. Cijeli je zadatak točno riješilo 22,12 % učenika. Slika 16 prikazuje riješenost pojedinih podzadataka. Iako većina učenika točno rješava a) podzadatak, griješe u ostalima.

Slike 17, 18, 19 i 20 prikazuju odgovore 10 % najuspješnijih učenika na natjecanju u pojedinim podzadacima. Većina njih odgovara točno, no ipak dosta griješe u podzadacima b) i d) koji su otvorenog tipa.

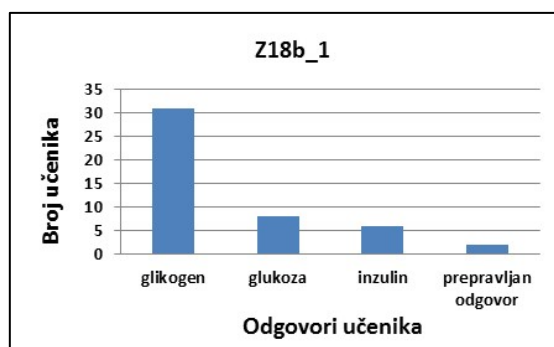
Analizom odgovora učenika koji su točno riješili 90 % ili više testa ustanovljeno je da a) i d) podzadatak svi rješavaju točno, a u b) i c) podzadatku četvrtina griješi (slika 21).



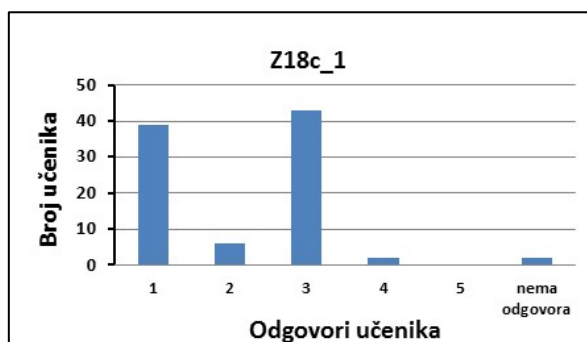
Slika 16 Riješenost zadatka Z18_2



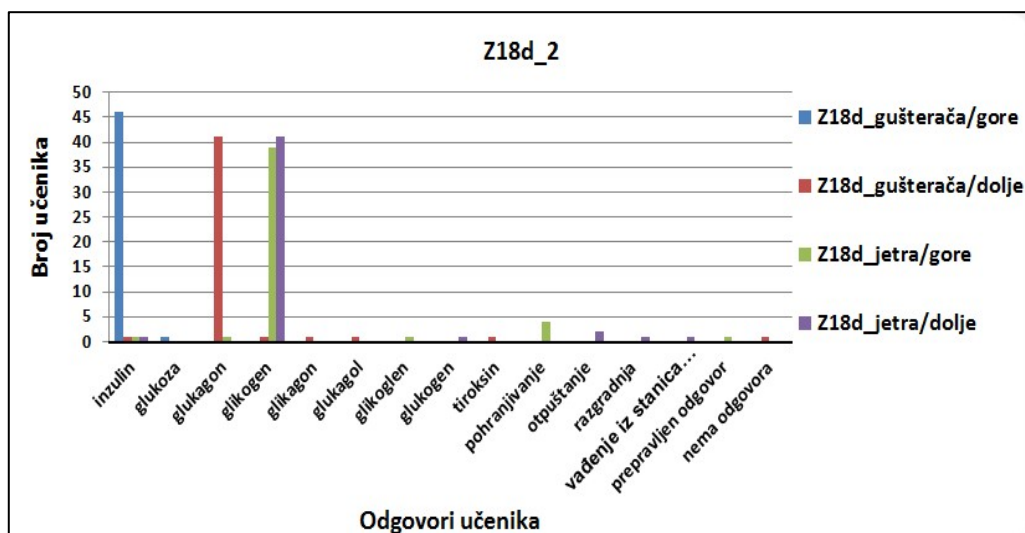
Slika 17 Svi odgovori 10 % najuspješnijih učenika na pitanje u podzadatku Z18a_2



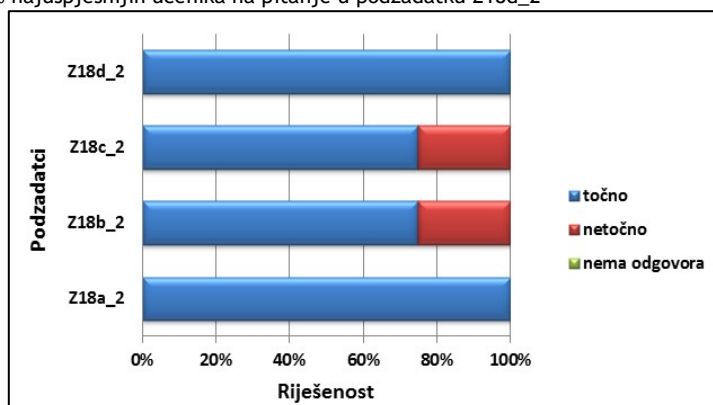
Slika 18 Svi odgovori 10 % najuspješnijih učenika na pitanje u podzadatku Z18b_1



Slika 19 Svi odgovori 10 % najuspješnijih učenika na pitanje u podzadatku Z18c_1



Slika 20 Svi odgovori 10 % najuspješnijih učenika na pitanje u podzadatku Z18d_2

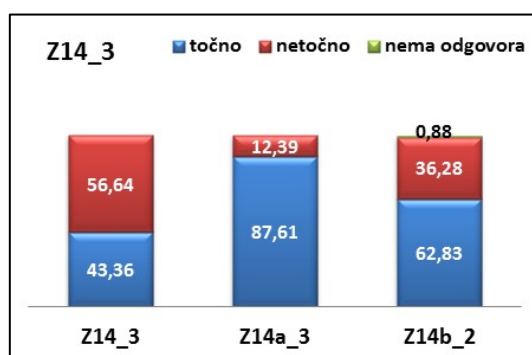


Slika 21 Riješenost zadatka Z18_2 na županijskom natjecanju kod učenika koji su točno riješili 90 % ili više testa

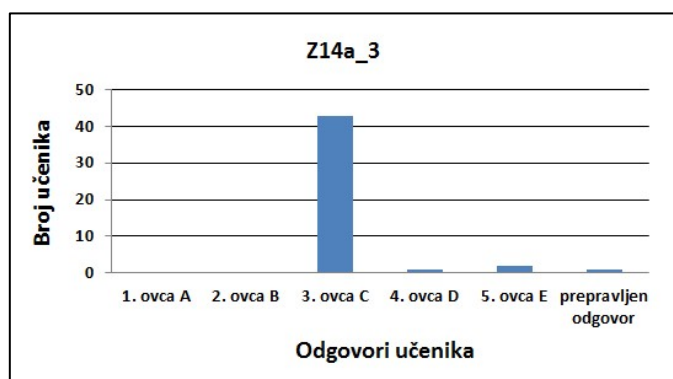
Najčešća greška kod 10 % najuspješnijih učenika bio je odgovor „glukoza“ u b) podzadatku, dok je najčešća greška kod ostalih učenika u tom zadatku bio odgovor „inzulin“. Najčešća je greška kod 10 % najuspješnijih učenika u d) zadatku bio pogrešan odgovor na pitanje što se događa s glukozom u jetri nakon obroka (Z18d_jetra/gore) dok je najčešća greška u istom zadatku kod ostalih učenika pogrešan odgovor na pitanje što se događa u jetri prilikom gladi (Z18d_jetra/dolje).

Zadatak Z14_3 (prilog 3) je primjer dvoslojnog zadatka III. kognitivne razine čiji podzadaci su II. i III. razine. Zadatak je točno riješilo 43,36 % učenika. Točnije je riješen podzadatak III. kognitivne razine od onog II. razine (slika 22).

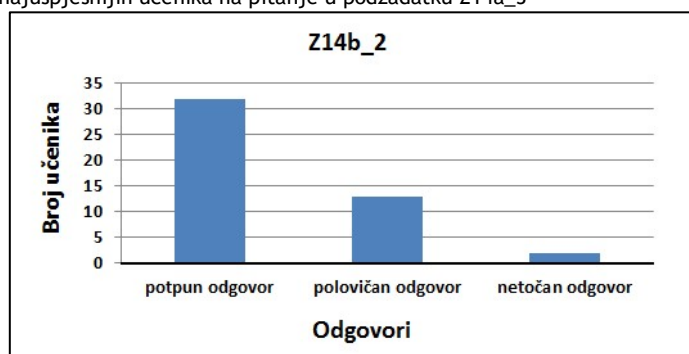
Slike 23 i 24 prikazuju odgovore u pojedinim podzadacima kod 10 % najuspješnijih učenika.



Slika 22 Riješenost zadatka Z14_3



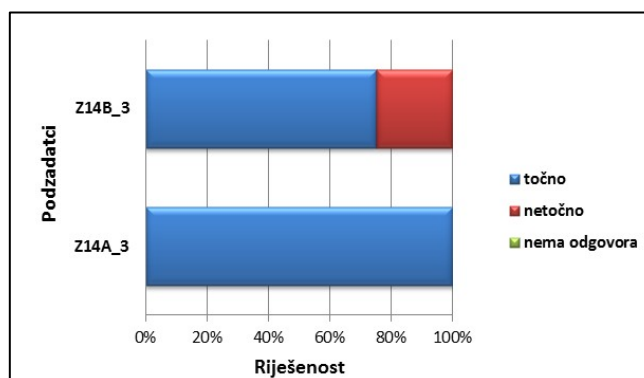
Slika 23 Svi odgovori 10 % najuspješnijih učenika na pitanje u podzadatku Z14a_3



Slika 24 Kvaliteta odgovora 10 % najuspješnijih učenika u podzadatku Z14b_2

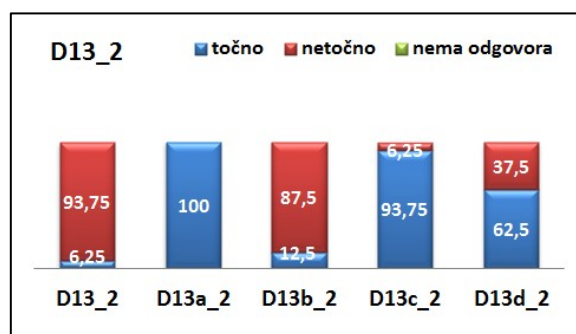
Učenici koji su točno riješili 90 % ili više testa a) podzadatak rješavaju točno, a u b) podzadatku četvrtina odgovara polovično (slika 25).

Najčešća greška u cijelom zadatku bio je polovičan odgovor na b) podzadatak. Učenici su najčešće odgovarali samo na jedno od dva postavljena pitanja (prvo) ili nisu dobro obrazlagali (ili uopće) odgovor na drugo pitanje.



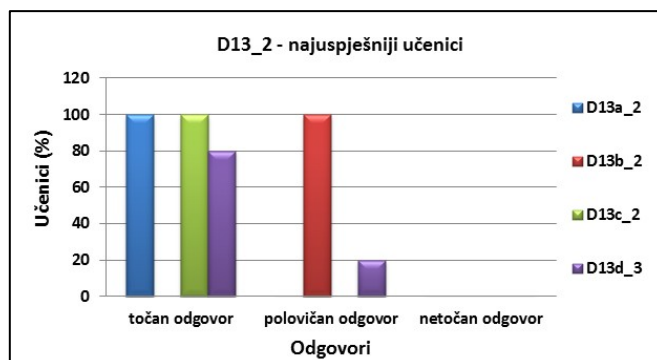
Slika 25 Riješenost zadatka Z14_3 na županijskom natjecanju kod učenika koji su točno riješili 90 % ili više testa

Zadatak D13_2 (prilog 4) je otvorenog tipa II. kognitivne razine. Riješen je s točnošću od 6,25 % iako su podzadatci riješeni s većom točnošću (slika 26).

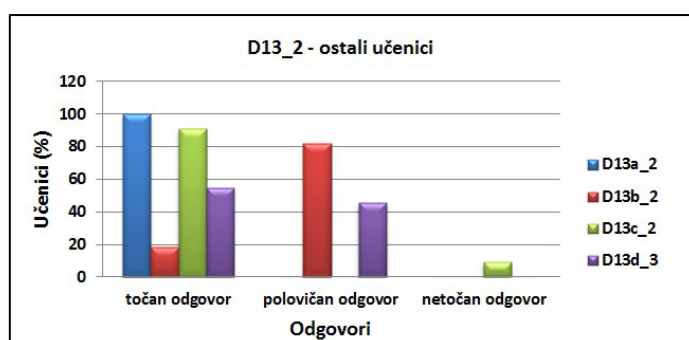


Slika 26 Riješenost zadatka D13_2

Analiza odgovora po podzadacima kod najuspješnijih učenika na državnom natjecanju (slika 27) i ostalih sudionika državnog natjecanja (slika 28) pokazuje da je najčešća greška u zadatku kod obje skupine bio polovičan odgovor u b) podzadatku. Riječ je o podzadatku otvorenog tipa. Prvi njegov dio, u kojem je trebalo odgovoriti na pitanje, svi su učenici točno odgovorili. Griješili su u drugom dijelu jer pri objašnjenju svog odgovora nisu koristili zadani okvir.



Slika 27 Kvaliteta odgovora najuspješnijih učenika u zadatku D13_2



Slika 28 Kvaliteta odgovora ostalih učenika u zadatku D13_2

RASPRAVA

Distribucija postignutih bodova pri rješavanju pisanih zadataka na županijskom (slika 1) i državnom natjecanju (slika 3) pokazuje da one i nisu bile tako teške jer su krivulje pomaknute udesno u odnosu na normalnu distribuciju.

Usporedba riješenosti zadataka I. kognitivne razine na županijskom natjecanju kod 10 % najuspješnijih i ostalih učenika čiji su testovi analizirani pokazuje da te zadatke točnije rješava 10 % najuspješnijih učenika. Izuzetak je zadatak Z1_1 koji uspješnije rješavaju

ostali učenici. Mogući uzrok tome je utjecaj oblikovanja pitanja na odgovor, tj. razumljivost pitanja (distraktora). Najuspješniji učenici drugačije interpretiraju značenje točnog odgovora, od ostalih učenika (Radanović i sur, 2013).

Analiza riješenosti zadataka i podzadataka po kognitivnim razinama pokazala je da je ispitivani uzorak učenika dosta uspješan u rješavanju zadataka II. i III. kognitivne razine (slike 5 i 6). Taj je rezultat u skladu s očekivanjima budući da se radi o ispitanicima koji su uspješniji u učenju biologije od prosjeka. Treba uzeti u obzir i činjenicu da su se oni pripremali za natjecanje tj. za rješavanje tipova zadataka kakvi su korišteni u pisanim zadaćama prema uputama koje su objavljene na mrežnim stranicama Hrvatskog biološkog društva (Radanović i sur, 2013). To znači da su koristili drugačije metode učenja nego što bi to učenici koji ne znaju kojim će se vrstama zadataka provjeravati njihovo znanje (Hudelst, 2012).

Usporedba riješenosti zadataka II. i III. kognitivne razine među učenicima koji su točno riješili 90 % ili više pisane zadaće na županijskom natjecanju i ostalih učenika koji pripadaju među 10 % najuspješnijih učenika (slika 10) pokazuje da su učenici koji su pisanu zadaću riješili s točnošću od 90 % ili više uspješniji u rješavanju tih zadataka, što potvrđuje postavljenu hipotezu.

Usporedba riješenosti zadataka II. i III. kognitivne razine između pet najuspješnijih učenika na državnom natjecanju i ostalih učenika na toj razini natjecanja (slika 14) pokazuje da najuspješniji učenici točnije rješavaju te zadatke.

Analiza riješenosti pisanih zadaća sa županijskog i državnog natjecanja učenika sudionika državnog natjecanja (tablica 1) pokazuje da grupa od pet najuspješnijih učenika potvrđuje svoju uspješnost sa županijskog natjecanja na državnom.

Analizom odgovora 10 % najuspješnijih učenika u podzadatku Z18b_1 uočava se kao najčešća greška odgovor „glukoza“, a kod ostalih učenika odgovor „inzulin“. Vjerojatan razlog tome je što su manje uspješni učenici odgovarali na pitanje što nedostaje dijabetičarima, a uspješniji učenici su otišli korak dalje u promišljanjima te uzeli u obzir da višak glukoze odlazi u jetru i mišiće. Analizom odgovora učenika u podzadatku Z18d_2 uočava se velik broj pogrešnih odgovora i među 10 % najuspješnijih učenika. To upućuje na nerazumijevanje i potrebu stvaranja razumljivih uzročno-posljedičnih veza, prihvatljivih učenicima, radi postizanja konceptualnog razumijevanja (Radanović i sur, 2010).

Analiza odgovora učenika na pitanja u zadatku Z14_3 pokazuje uspješnije rješavanje podzadatka III. kognitivne razine od onog II. razine (slika 22). Navedeno je moguće objasniti činjenicom da je podzadatak III. razine zatvorenog tipa te ipak postoji neka vjerojatnost pogađanja točnog odgovora (Hudelst, 2012). Gledajući cjelokupan ispitivani uzorak, podjednako su kao odgovori birani distraktori 4. i 5., što upućuje na zaključak da su dobro odabrani (Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, 2009).

Zadatak D13a_2 točno su riješili svi učenici, vjerojatno iz razloga što je riječ o praktičnom dijelu D13_2 zadatka i što je to bio prvi zadatak koji su učenici rješavali na natjecanju pa su im koncentracija i motivacija bile visoke. Najčešća greška u zadatku D13_2 je polovičan

odgovor u D13b_2 podzadatku koji je otvorenog tipa. Svi učenici su točno riješili njegov prvi dio u kojem je trebalo odgovoriti na postavljeno pitanje. Griješili su u drugom dijelu podzadatka jer pri objašnjenju svog odgovora nisu koristili zadani okvir. S obzirom na kvalitete napisanih odgovora i kod najuspješnijih učenika, moguće je reći da učenici naučeno ne znaju primijeniti (Hudelst, 2012).

ZAKLJUČAK

Temeljem provedene analize ustanovljeno je:

- ☛ 0,8 % učenika (četiri učenika) riješilo je 90 % i više testa točno na županijskom natjecanju,
- ☛ 10 % najuspješnijih učenika (47 učenika) na županijskom natjecanju riješilo je od 75 % (37,5 bodova) do 94 % (47 bodova) testa točno,
- ☛ 10 % najuspješnijih učenika na državnom natjecanju riješilo je od 76 % (38 bodova) do 79 % (39,5 bodova) testa točno,
- ☛ učenici koji su postigli veći uspjeh na testovima točnije rješavaju zadatke viših kognitivnih razina,
- ☛ učenici koji su riješili test na županijskom natjecanju s uspjehom od 90 % ili većim uspješnije su riješili zadatke II. i III. kognitivne razine u odnosu na ostale učenike koji pripadaju među 10 % najuspješnijih učenika na natjecanju,
- ☛ pet učenika, koji pripadaju među najuspješnije na županijskom, potvrđuje svoju uspješnost na državnom natjecanju.

METODIČKI ZNAČAJ

Rezultati provedene analize pisanih zadataka sa županijskog i državnog natjecanja iz biologije ukazuju da najuspješniji učenici na natjecanju uspješnije rješavaju zadatke viših kognitivnih razina. To je posljedica konceptualnog razumijevanja nastavnih sadržaja te razumijevanja i primjene uzročno-posljedičnih veza. Poučavanje biologije potrebno je usmjeriti upravo na taj aspekt stjecanja trajnog i primjenjivog znanja, a ne kratkotrajnog činjeničnog. Znanje II. i III. kognitivne razine potrebno je svim učenicima, a ne samo onim najuspješnijim ili onima koji će se u budućnosti profesionalno baviti biologijom. Konceptualno razumijevanje omogućit će im i olakšati donošenje vlastitih ili razumijevanje tuđih odluka kao odgovornih osoba i članova društva (Lukša i sur., 2013.).

ZAHVALA

Zahvaljujemo se izv. prof. dr. sc. Ines Radanović na poticanju, podršci i pomoći pri provođenju analiza.

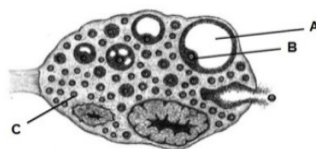
LITERATURA

- Agencija za odgoj i obrazovanje, Natjecanje iz biologije, Katalog natjecanja i smotri, http://www.azoo.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=5429:natjecanje-iz-biologije-2015-&catid=304:biologija&Itemid=118, preuzeto 20.11.2014.
- Hudelst, A. (2012). Uspješnost rješavanja zadataka iz biologije u ovisnosti o poznavanju kemijskih i fizikalnih koncepata, diplomski rad. Zagreb, Prirodoslovno-matematički fakultet
- Lukša, Ž, Radanović, I., Garašić, D. (2013). Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptnog okvira za biologiju. Život i škola, 59 (30), 156-171.
- Ministarstvo prosvjete i športa (1995). Nastavni plan i program za gimnazije - biologija, Glasnik ministarstva prosvjete i športa, 11, 10-14, http://dokumenti.ncvvo.hr/Nastavni_plan/gimnazije/obvezni/biologija.pdf, preuzeto 26.5.2015.
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2006). Nastavni plan i program za osnovnu školu, <http://public.mzos.hr/fgs.axd?id=14181>, preuzeto 22.8.2006.
- Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, Metrijska analiza rezultata, http://dokumenti.ncvvo.hr/Nacionalni_ispiti_08/Metrijska/uvod.pdf, preuzeto 19.10.2015.

- Petz, B. (2005). Psiholojski rječnik. Jastrebarsko, Naklada Slap
- Radanović, I., Basatić, M., Begić, V., Sumpor, D. (2013). Preporuke za autore i recenzente pisanih provjera natjecanja u znanju biologije, <http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/06/Preporuke-za-autore-i-recenzente-natjecanja-20131.pdf>, preuzeto 3.12.2013.
- Radanović, I., Čurković, N., Bastić, M., Leniček, S., Furlan, Z., Španović, P., Valjak, M., (2010). Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, Izvješće o projektu – Biologija, Zagreb, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja
- Udovičić, M., Baždarić, K., Bilić-Zulle, L., Petrovečki, M. (2007). Što treba znati kada izračunavamo koeficijent korelacije? Biochemia Medica, 17 (1), 10-5, <http://www.biochemia-medica.com/content/s-treba-znati-kada-izracunavamo-koeficijent-korelacije>, preuzeto 18.9.2015.

PRILOZI

Prilog 1. Zadatak Z15_1



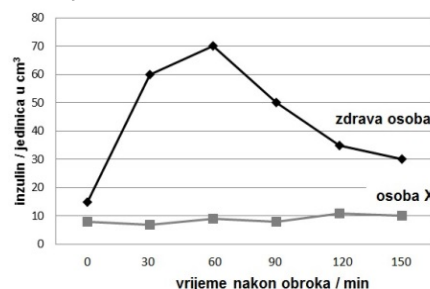
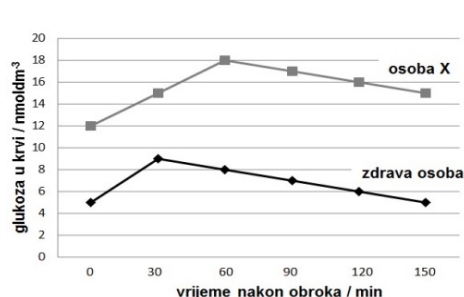
- Kako se naziva proces prsnuća strukture označene slovom A?
- Koliki je broj kromosoma u stanici označenoj slovom C?
- U kojem životnom razdoblju žene započinju procesi iz pitanja a)?
- Kako se naziva period u životu žene kada se prestanu događati procesi iz pitanja a)?
- U kojem životnom razdoblju žene se stvaraju strukture označene slovom C?

Točni odgovori:

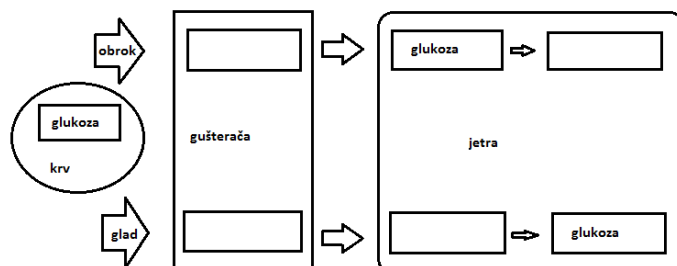
- ovulacija,
- 23,
- pubertet,
- menopauza,
- prije rođenja / u plodu.

Prilog 2. Zadatak Z18_2

Grafikoni prikazuju količinu glukoze i inzulina u krvi nakon obroka kod dvije osobe.



- Od koje bolesti boluje osoba X?
- Koja tvar zbog bolesti nedostaje osobi X u mišićima i jetri?
- Što se događa osobi X ako neredovito jede (preskače obroke)? Dva su odgovora točna.
 - Nedostaje joj energije jer nema dovoljno glukoze za stanično disanje.
 - Snižava joj se razina glukoze u krvi na razinu koju imaju zdrave osobe.
 - Zbog nedostatka glukoze i glikogena osjeća slabost.
 - Zbog velike količine glukoze u krvi ima dovoljne zalihe izvora energije i ne osjeća nikakve posljedice.
 - Zbog velikih rezervi glikogena ne osjeća nikakve posljedice.
- U shematski prikaz regulacije količine glukoze u tijelu upiši pojmove koji nedostaju u pravokutnicima.



Točni odgovori:

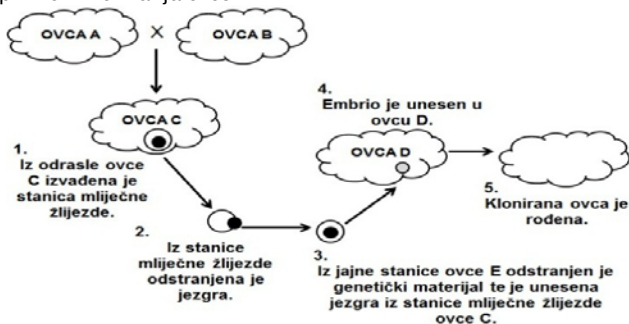
- a) dijabetes / šećerna bolest,
- b) glikogen / rezervni šećer,
- c) 1 i 3,



d)

Prilog 3. Zadatak Z14_3

Na crtežu su opisani postupci prilikom kloniranja ovce.



a) Koja ovca ima jednak genetski materijal u svim stanicama kao klonirana ovca?

- 1. ovca A
- 2. ovca B
- 3. ovca C
- 4. ovca D
- 5. ovca E

b) Što je kloniranje? Obrazloži kako ono utječe na bioraznolikost.

Točni odgovori:

- a) 3,
- b) Kloniranje je oblik nespolnog razmnožavanja /proces kojim se iz tjelesnih stanica stvaraju potomci /postupak za dobivanje identičnog potomstva.

Napomena: Priznati bilo koju drugu točnu formulaciju odgovora.

Bioraznolikost se smanjuje jer pri tome nastaju potomci koji su genetski jednaki roditeljskom organizmu i međusobno.

Napomena: Priznati bilo koju drugu točnu formulaciju odgovora.

Prilog 4. Zadatak D13_2

Dogodila se pljačka. Na mjestu zločina policija je pronašla razbijen prozor s nešto krvi i zaključila da su lopovi (ili lopov) ušli kroz njega. Na podu kraj polomljenog stakla nađen je i jedan papirić. Policajci su ga uzeli rukavicama i stavili u vrećicu kao dokaz. Tvoj je zadatak da na njemu pronađeš moguće tragove koje su lopovi ostavili. Stavi rukavice, pincetom izvadi papirić iz vrećice i stavi ga u čašu s parama joda. Nakon minute ga izvadi.

a) Što si otkrio/la?

b) Može li to pomoći policajcima da pronađu lopove? Objasni to koristeći znanja koja imaš iz genetike.

c) Jod se veže za masnoće. Objasni odakle one na papiriću.

d) Što još s mjesta zločina može pomoći u otkrivanju počinitelja? Objasni što je potrebno učiniti s tim tragom da bi se došlo do informacije o kojem je počinitelju riječ.

Točni odgovori:

- a) otisak prsta,
- b) Da, svaki čovjek ima jedinstvene otiske prstiju jer su oni genetski uvjetovani pa kako nema dva čovjeka s istom DNA (osim jednojajčanih blizanaca), tako nema ni dva s istim otiscima prstiju.
- c) iz lojnica u koži,
- d) Krv. Izolirati DNA iz krvnih stanica i napraviti DNA analizu.

EFFICIENCY OF THE 8TH GRADE PUPILS IN SOLVING WRITTEN TESTS IN BIOLOGY

Lugar Lydia¹, Mustać Anita²

1 Elementary School Poreč, Karla Huguesa 7, 52 440 Poreč, Croatia (lydialugar@yahoo.com);

2 Elementary School Šime Budinića, Put Šimunova 4, 23 000 Zadar, Croatia

ABSTRACT

The aim of this analysis was to study the efficiency of the pupils of the 8th grade in solving items of different levels of cognitive skills. A total of 113 written tests of the pupils in the 8th grade (113 out of 474 pupils who participated in the competition) from the County Competition and all written tests (16 of them) from the State Biology Competition in the category of knowledge in the school year 2014/15, was analyzed. The total number of points in written test at the county and state competition was 50. The maximum of points achieved at the county competition was 47 and the minimum was 11. The analyses of the competition's results showed that the 0.8 % of pupils accurately solved 90 % or more of the test. The 10 % of the most successful pupils that participated in the competition achieved from 37.5 to 47 points, i.e. from 75 % to 94 % of the test was accurately solved. The maximum of points achieved at the state competition was 39.5, while the minimum achieved was 22.5. Pupils who accurately solved from 76 % to 79 % of the written test were among the 10 % of the most successful pupils in the competition. They achieved from 38 to 39.5 points.

The analyses of the pupil's tests confirmed our assumption that the pupils who accurately solved 90 % or more of the test would also be able to solve the 2nd and 3rd cognitive level items in a higher percentage than the 10 % of the most successful pupils that participated in the competition.

Keywords: cognitive levels, the efficiency of item solving, County Competition, State Competition

U POTRAZI ZA JELENKOM (*Lucanus cervus* Linnaeus, 1758) – PRIMJER IZVANUČIONIČKE NASTAVE

Šag Matej^{1*}, Turić Nataša¹, Čerba Dubravka¹, Turković Čakalić Ivana¹

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Ulica cara Hadrijana 8A, 31000 Osijek

(*msag@biologija.unios.hr)

SAŽETAK

Aktivno učenje, razvoj istraživačkih vještina te generičkih kompetencija poput organiziranja, planiranja i suradnje, osnovne su odlike terenske nastave. U terenskoj nastavi učenici trebaju biti usmjereni ka učenju primjenom osnovnih znanstvenih metoda od postavljanja hipoteze, primjene metodologije istraživanja, obrade rezultata i izvođenja zaključaka na temelju rezultata. Uloga nastavnika je nadgledati, poticati i usmjeravati učenike na aktivno sudjelovanje u svim etapama učenja u prirodi koja ih okružuje. Obzirom da učenici aktivno sudjeluju u procesu učenja dolazi do većeg pobuđivanja interesa, razvoja istraživačkog mišljenja i logičkog zaključivanja. Također, učenici spoznaju kompleksnost i raznolikost živog svijeta na što ih se puno lakše može usmjeriti kada ih se iz učionice izvede u prirodu i ukaže na važnost promatranja i opažanja jer je to ključ za razumijevanje procesa koji se odvijaju u prirodi. Istraživanje pojedinih skupina organizama znanstvenim metodama najbolje je provoditi izvan učionice u sklopu terenske nastave. U ovom radu je predloženo istraživanje populacije običnog jelenka (*Lucanus cervus*) na šumskim staništima. Tijekom terenske nastave na primjeru jelenka učenici uče anatomiju i ekologiju vrste te istražuju i raspravljaju o razlozima ugroženosti vrste. Učenici tijekom terenske nastave uče metode istraživanja, razvijaju istraživačke vještine i samostalnost što povoljno utječe na razvoj prirodoslovne pismenosti. Prikupljene podatke mogu proslijediti znanstvenicima i nadležnim ustanovama za zaštitu prirode i na taj način doprinijeti boljem poznavanju rasprostranjenosti i zaštiti ove vrste. Vrlo je važno što češće provoditi razne oblike izvanučioničke nastave s obzirom da pridonosi boljem razumijevanju prirodoslovnih koncepata, lakšem savladavanju primjene praktičnih metoda poput promatranja, mjerenja ili bilježenja rezultata na temelju kojih izvode zaključke, a integriranjem terenske nastave Prirode ili Biologije s drugim nastavnim predmetima uviđaju važnost interdisciplinarnog pristupa rješavanja proučavane problematike.

Ključne riječi: terenska nastava, obični jelenak, istraživačko mišljenje, aktivno učenje

UVOD

Održavanje terenske nastave kao odgojno – obrazovnog oblika rada izvanučioničke nastave je izrazito važno jer unaprjeđuje proces učenja, potiče drugačiji pristup ostvarivanju nastavnih ishoda i ciljeva te učenicima otvara prostor za otkrivanje, stalno istraživanje i propitivanje svijeta oko sebe (MZOŠ, 2006). Ovakav oblik nastave aktivno uključuje učenike u realizaciju nastave što potiče i razvija sposobnost opažanja i opisivanja njihovog okruženja. Uz vodstvo nastavnika doprinosi osamostaljivanju učenika u planiranju i provođenju istraživanja, obradi i prikazivanju podataka te zaključivanju, raspravi i kritičkom razmišljanju (Aviani i sur., 2016). Navedene kompetencije omogućavaju realizaciju glavnog cilja prirodoslovnih nastavnih predmeta, uključujući Prirodu i Biologiju, a to je razvoj prirodoslovne pismenosti. Terenska nastava omogućuje povezivanje

pojmova koje učenici moraju usvojiti tijekom nastave sa vlastitim životnim iskustvima, interesima i znanjima što dodatno motivira učenike na rad, a demonstrira se i suradnja sa širom zajednicom te odgovorno ponašanje u prirodi (Aviani i sur., 2016). Osim toga, uključivanjem učenika u proces planiranja i provedbe istraživanja, učenici proširuju i rekonstruiraju postojeća znanja te stječu uvid u proces znanstvenog pristupa otkrivanju novih spoznaja (Kuhn, 2001). Provedbom ovakve nastave, biološke spoznaje se povezuju sa spoznajama ostalih nastavnih predmeta s kojima se ovakvo istraživanje u prirodi može integrirati, poput Geografije u kojoj povezano s planiranim istraživanjem u prirodi mogu nešto više naučiti o stranama svijeta, šumskom i geografskom području na kojemu se nalaze, te snalaženju u prostoru pomoću kompasa ili GPS-uređaja. Prema Lukša i sur. (2014), nastavnici smatraju terensku nastavu učinkovitim načinom učenja, međutim takav tip nastave nije organiziran dovoljno često ili na adekvatan način. I učenici smatraju da se terenska nastava ne održava dovoljno često, a kada se provodi, zadaci koje moraju obaviti nisu jasno definirani te nastava postaje „izlet“ (Lukša i sur., 2014). Tijekom priprema i provedbe terenske nastave, učenike se potiče na suradničko učenje i usmjerava pažnja da svaki član grupe pridonosi ostvarenju zajedničkog zadatka te da grupa kao cjelina ovisi o uspjehu i zalaganju svakog pojedinca i člana grupe (Bognar, 2006). To se postiže davanjem zadataka svakom članu grupe, što povećava koncentraciju, posvećenost i preciznost učenika prilikom izvršenja zadanog zadatka.

Izvanučionička nastava, a posebice terenska nastava, može olakšati savladavanje i razumijevanje prirodoslovnih koncepata kroz ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda koji su vezani za različite teme nastavnih predmeta Prirode i Biologije, kao na primjer: usporedbu i povezivanje načina života i ponašanja životinja sa uvjetima staništa te u ovisnosti njihovih interakcija s drugim organizmima; analizu posljedica nastalih zbog antropogenih utjecaja na promjene u okolišu i uništavanje prirodnog staništa te razumijevanje koncepta održivog razvoja i zaštite prirode (Begić i sur., 2016; Domjanović Horvat, 2016). Također, jedan od ishoda obuhvaća proučavanje i usporedbu anatomskih i morfoloških osobina te prilagodbi kod različitih životinja, uključujući i člankonošce, kao i objašnjavanje njihovih životnih ciklusa, mogući utjecaj promjena u životnoj sredini te razumijevanje posljedica poremećaja u njima. Učenje anatomije i ekologije neke vrste najbolje se uči praktičnim radom učenika u izvornom staništu, u prirodi, te se na taj način uključuje i prirodoslovnost pristup učenju (Begić i sur., 2016; Domjanović Horvat, 2016).

Vrsta koja može poslužiti kao dobar model – organizam za učenje anatomije i morfologije kukaca, karakteristične stadije životnog ciklusa te povezanosti ekologije i zaštite neke vrste i njenog staništa je obični jelenak (*Lucanus cervus* Linnaeus, 1758).

Cilj ovog rada je dati prijedlog za provedbu terenske nastave i istraživanja populacije jelenaka na određenom području te tako potaknuti i osposobiti učenike na samostalnost u radu dok promatraju i bilježe specifičnosti ekologije ove vrste. Ovakav rad će razvijati istraživačke vještine te povećati znatiželju i interes učenika za znanost. Također, cilj rada je pokazati kako se na primjeru običnog jelenka mogu pojasniti pojmovi vrste, populacije te bioraznolikosti kao i raspravljati o razlozima ugroženosti istih.

Obični jelenak kao „predmet istraživanja“ terenske nastave

Obični jelenak je vrlo zanimljiva vrsta zbog svojeg izgleda i građe, životnog ciklusa, ekologije te statusa zaštite, tj. ugroženosti koja je posljedica direktnog i indirektnog antropogenog utjecaja. Kako bi se utvrdila prisutnost ove vrste potrebno je učenike izvesti iz učionice, usmjeriti ih istraživanjima te ukazati na važnost promatranja i opažanja jer je to ključ za razumijevanje procesa u prirodi.

S obzirom da pripada skupini kornjaša, a jedinke su zamjetne veličine, učenici mogu direktnim promatranjem vrlo lako uočiti hitinizirani egzoskelet i građu krila te člankovitu građu nogu, ticala te uočiti otvore za disanje. Učenici mogu lakše usvojiti pojmove vezane za anatomske karakteristike ključne za determinaciju vrste, kao i pojam spolni dimorfizam koji je kod jelenka izražen. Ovako koncipirana terenska nastava omogućava nastavniku da učenicima bolje pojasni što je to vrsta, a što populacija te koji se elementi populacije (gustoća, prostorni raspored, potencijal rasta populacije) mogu pratiti i proučavati te što nam govore te analize. Na ovaj se način učenici potiču na donošenje zaključaka na osnovu samostalno prikupljenih podataka. Planiranim aktivnostima na terenskoj nastavi, učenici bi aktivno sudjelovali u izradi klopki s atraktantima za uzorkovanje kukaca, a pregledavanjem stabala i utvrđivanjem letne aktivnosti bi mogli zaključivati o njihovoj prisutnosti na određenom području te sposobnosti pronalaska pogodnijeg staništa u svrhu parenja, hranjenja ili obrane od predatora. Samostalnom izradom klopki, učenici mogu primijeniti već stečena znanja i vještine u svom radu, a daljnjim sudjelovanjem u planiranju i provođenju istraživanja, razvijaju samoregulirano učenje te komunikacijske vještine i vještine rada u grupi (Ristić Dedić, 2013). S obzirom da klopke privlače i druge kukce, to omogućava upoznavanje učenika s pojmom bioraznolikosti, a nastavnik može usmjeriti učenike i na razmišljanje o kompeticiji za prostor i hranu te zaključivanje o povezanosti organizama kroz ostale intra- i interspecijske odnose. Tijekom opisane terenske nastave, učenici uče pravilno analizirati i korelirati abiotičke i biotičke uvjete staništa s rasprostranjenošću vrste, što mogu povezati i s prilagodbama koje su kukci razvili tijekom evolucije. Uz to, upoznali bi važnost šumske zajednice kao cjeline jednog ekosustava u kojemu je sve međusobno ovisno i povezano. Različite šumske zajednice, a osobito hrastove šume, su ugrožene, kako u Hrvatskoj tako i na globalnoj razini (Nieto i Alexander, 2010), a s obzirom da predstavljaju glavno stanište ove vrste, učenici mogu diskutirati o uzrocima i stupnju ugroženosti ove vrste obzirom na sve veću eksploataciju drvne mase i fragmentaciju njihovih staništa. Obični jelenak je u Hrvatskoj zaštićena vrsta Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/13), Pravilnik (NN 99/09) i ima status strogo zaštićene vrste. Zbog očuvanja običnog jelenka, a sukladno obvezi iz Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore Europske unije, Hrvatska je odredila područja važna za očuvanja jelenka koja su dio Ekološke mreže Republike Hrvatske, odnosno Natura 2000 ekološke mreže Europske unije. Na primjeru zaštite ove vrste i njenog staništa, kod učenika se razvija svijest o utjecaju čovjeka na njegov okoliš (uzročno-posljedična veza), odgovornom ponašanju prema prirodi te važnosti provedbe održivog razvoja. Ujedno se usvajaju i osnovni pojmovi povezani sa zaštitom prirode poput Natura 2000, EU Direktiva, ekološka mreža, a koje upućuju na važnost očuvanja područja za ugrožene vrste i stanišne tipove.

Gdje provesti terensku nastavu

Planirana izvanučionička nastava bi se mogla provoditi u školskom dvorištu unutar njegovog voćnjaka, aleje ili arboretuma koja predstavljaju pogodno stanište za jelenka, ako nastavnik utvrdi prisutnost vrste, na primjer na starim stablima ili u parku. Ukoliko to ne bi bio slučaj, terenska nastava bi se održala u obližnjoj šumi, poglavito listopadnoj šumskoj zajednici, u kojoj je dominantan hrast lužnjak (*Quercus robur*) jer je ova vrsta kukaca najčešće zabilježena u takvim šumama na području Hrvatske.

Kako uspješno provesti terensku nastavu

Predložena terenska nastava bila bi istraživačkog tipa, a sastoji se od tri etape: priprema, izvedba i završni dio.

Priprema

Pripremna faza se odvija u školi. Ona podrazumijeva definiranje planiranih aktivnosti koje će se provoditi na terenskoj nastavi, davanje uputa za rad i raspodjele poslova. Bitno je utvrditi cilj, lokaciju i vrijeme istraživanja.

Za izvođenje i sudjelovanje na terenskoj nastavi potrebno je učenike pripremiti i upoznati s biologijom i ekologijom ove vrste (Prilog 1). Učenici će istraživati prisutnost populacije jelenaka na određenom području istraživanja i to tako da će biti podijeljeni u tri skupine. Svaka skupina će imati svoja zaduženja i biti će joj dodijeljena određena aktivnost. Prva skupina bi bila zadužena za promatranje i bilježenje letne aktivnosti jelenaka, druga bi izrađivala i postavljala klopke (živolovke) dok bi treća skupina pažljivo promatrala i uzorkovala jelenke koje pronađu na stablima, starim panjevima i tlu.

Treba obratiti pozornost na biologiju i životni ciklus običnog jelenka. Naime, razdoblje najveće aktivnosti i stoga najlakšeg opažanja običnog jelenka na staništima je uglavnom tijekom druge polovice lipnja i prve polovice srpnja (Vrezec, 2008). Obzirom na ljetne praznike, prilikom planiranja treba uzeti u obzir da će aktivnost običnih jelenaka u svibnju i prvoj polovici rujna biti nešto manja nego tijekom ljeta.

Obzirom da je ova vrsta strogo zaštićena, nastavnik je dužan podnijeti zahtjev za izdavanje dozvole za istraživanje Hrvatskoj agenciji za okoliš i prirodu (HAOP). Uzorkovanje običnog jelenka nije dozvoljeno prema Direktivi i podliježe novčanim kaznama ukoliko istraživač nema dozvolu za uzorkovanje. Ukoliko se lokalitet nalazi na području koje je zaštićeno Zakonom o zaštiti prirode potrebno je obavijestiti i nadležnu Javnu ustanovu.

Izvedba

Učenici za rad na terenu trebaju obući terensku obuću i odjeću, ponijeti pribor za pisanje, baterijsku svjetiljku i ako je moguće fotoaparat za slikanje jedinki i staništa. Na terensku nastavu bi bilo poželjno ponijeti i GPS uređaj pomoću kojega bi se odmah na terenu geopozicionirale opažene ili uzorkovane jedinke. Pri dolasku na određenu lokaciju treba učenike upoznati s mjestom na kojemu se nalaze te ponoviti kroz razgovor za što je koja skupina zadužena te ih tako potaknuti na suradničko učenje kako bi svatko prikupio svoje podatke koje bi na poslijetku podijelili s ostalim učenicima te tako zajedno pridonijeli ostvarenju zadataka i rezultatima te međusobnoj suradnji. U fazi izvedbe učenici sami obavljaju istraživačke zadatke terenske nastave te tako postaju samostalni i odgovorni

istraživači, dok nastavnik nadgleda razvoj aktivnosti svake skupine, pruža potrebnu pomoć te potiče i usmjerava učenike stalnom propitivanju i opažanju svijeta oko sebe. Učenici bi koristili razne istraživačke aktivnosti koje uključuju uzorkovanje, mjerenje, promatranje, opažanje, kao i bilježenje, opisivanje, prikupljanje podataka i zaključivanje.

Prvoj skupini koja je zadužena za promatranje letne aktivnosti bio bi dodijeljen pravac uz rub šume ili čistinu u duljini od 100 metara gdje bi laganim hodom u trajanju od 30 minuta promatrali i bilježili ukoliko primijete jedinke u letu. Zbog svoje veličine i prepoznatljivog načina leta (spor i „nespretn“ let) lako su uočljivi, a mužjake je lakše raspoznati od ženki zbog „rogovlja“ na glavi. Učenici bi fotoaparatom slikali zabilježene jedinke te stanište na kojemu su opažene. Ovakav tip opažanja i promatranja se naziva metodom transekta (Šerić Jelaska, 2013) te je na temelju literaturnih podataka ovu metodu najbolje provoditi za vrijeme toplih večeri. Učenici na temelju dobivenih rezultata mogu izračunati indeks brojnosti koji predstavlja broj jedinki opaženih na 100 metara. U bilješkama trebaju zapisati vrijeme, datum, vremenske uvjete, tip šume, količinu starih i trulih stabala na koje su naišli tijekom bilježenja letne aktivnosti.

Druga skupina bi dobila slikovni materijal koji prikazuje živolovku (Slika 1) te bi bili zaduženi izraditi takve klopke u 5 primjeraka. Izrada klopke je vrlo jednostavna, jeftina i brza. Prazna plastična boca sadržaja 2 L prereže se na pola, gornja polovica se odstrani dok se donja šira probuši sa dvije nasuprotne strane kako bi se mogao umetnuti konopac. Takva klopka se naziva živolovka jer se u nju ne stavljaju nikakve kemikalije koje služe za konzerviranje i ubijanje životinjskih jedinki. U ovakvu klopku se kao atraktanti (supstance koje privlače kukce) mogu koristiti vino, rum, šećer ili različito voće. Prema Šerić Jelaska (2013) najučinkovitiji atraktant se pokazao svježe nariban đumbir. Učenici bi u ovom istraživanju kao atraktant koristili banane, naranče, grožđe i šećer, uz dodatak vode. Pripremljene klopke bi postavili na debla te bi im pozornost bila usmjerena da odabiru starija stabla koja imaju dosta oštećenja na kori. Obzirom da kukci imaju brojne kemoreceptore i mirisne dlačice na ticalima, za očekivati je da će privučeni mirisom voća, osim jelenaka biti prisutni i drugi kukci u klopama. Učenici bi poslikali stanište te stabla s postavljenim klopama. Zabilježili bi na kojoj vrsti drveća su postavili pojedinu klopku, vremenske uvjete te vrijeme i datum postavljanja. Za utvrđivanje uspješnosti lova, učenici bi klopke provjerili tek slijedeći dan jer je aktivnost jelenka najveća pred sumrak. Ukoliko bi se planiralo istraživanje u trajanju više dana ili mjeseci, potrebno bi bilo zamijeniti atraktante svaki dan. Ovo bi bilo praktičnije ako bi područje istraživanja bilo u školskom dvorištu te bi tako nastavnik mogao zadužiti učenike da svaki dan druga osoba (ili u paru) provjerava klopku ili mijenja atraktante kako bi bili svježiji.

Učenici treće skupine bi bili zaduženi za promatranje i bilježenje prisutnosti jedinki jelenaka na stablima, panjevima i šumskom tlu. U svojim bilješkama bi detaljno za svako stablo ili panj upisali vrijeme početka pregledavanja, trenutne vremenske uvjete te vrstu promatranog stabla ukoliko bi bila riječ o mješovitom tipu šume. Sve to također mogu dokumentirati u obliku fotografija. U ovoj fazi učenicima od velike pomoći može biti nastavnik te im pomoći u određivanju vrste drveta. Nastavnik bi ih također usmjerio na pretraživanje starih, trulih i oštećenih stabala. Učenici bi mogli utvrditi i skicirati količinu i sastav mrtve drvne mase (lišće, otpale grančice, ostaci organske tvari, izmet ptica i gljive)

unutar šupljine trupaca, a koja je bitna i pogodna za razvoj i životni ciklus običnog jelenka. Ova metoda pregledavanja debela se također preporuča za provođenje u večernjim satima jer je tada aktivnost odraslih jedinki povećana te time i vjerojatnost opažanja jelenaka (Šerić Jelaska, 2013). Na temelju zabilježenog broja jedinki učenici bi mogli izračunati indeks brojnosti temeljen na pregledu stabala, a koji predstavlja broj jedinki po 10 pregledanih stabala u danu.



Slika 1 Zamka živolovka za obične jelenke koja se postavlja na deblo (foto: M. Šag)

Završni dio

Analiza terenske nastave bi bila provedena u učionici. Ona bi sadržavala sistematizaciju, diskusiju, iznošenje doživljaja učenika te prezentaciju vlastitih uradaka u obliku postera kako bi se vrednovao sam proces učenja i pojedinih postignuća. Svaka skupina bi izradila poster koji bi sadržavao opis metoda koje su primijenili tijekom terenske nastave, dobivenih rezultata prikazanih u obliku grafova, tablica i/ili fotografija te donesenih zaključaka. Nastavnik bi prije izlaganja predložio učenicima da na karticama od papira skiciraju ili zapišu što smatraju bitnim iz prezentiranih postera te bi na kraju o tome prodiskutirali. Kartice su učinkovitije od zabilješki napravljenih u žurbi čime bi se osiguralo zadržavanje pažnje i aktivnosti učenika (tijekom svake prezentacije) te bi na ovaj način izlaganje postera učenici usvojili kao tehniku aktivnog učenja (Thompson, 2016). Na temelju prezentiranog utvrdili bi se zaključci o prisutnosti populacije na istraživanom području, brojčanom odnosu mužjaka i ženki, uspješnosti ulova pomoću klopki s atraktantima, pretraživanjem stabala i praćenjem letne aktivnosti te bi se pružio uvid u bioraznolikost i očuvanost istraživanog područja. Obzirom na naučeno i iskustveno, potrebno je s učenicima diskutirati o svim prednostima i nedostacima provedene terenske nastave kako bi se radilo na poboljšanju pri planiranju i provođenju budućih terenskih nastava.

Nakon što su zaključci izvedeni te time potvrđena ili odbačena hipoteza o prisutnosti jelenaka na području istraživanja, obvezno je Hrvatskoj agenciji za okoliš i prirodu (HAOP) i Javnoj ustanovi ukoliko se terenska nastava održavala u zaštićenom području, poslati izvještaj u obliku dokumenta koji sadržava informacije o lokalitetu, datumu i vremenu

istraživanja, te broju i spolu opaženih jedinki običnog jelenka. Izvještaj trebaju sastaviti učenici uz pomoć nastavnika i time doprinijeti boljem poznavanju rasprostranjenosti i prisutnosti običnog jelenka na istraživanim područjima te njegovoj zaštiti.

Kao dodatni poticaj u provođenju ovog istraživanja nastavnik treba upoznati učenike s činjenicom da Državni zavod za zaštitu prirode (DZZP) provodi monitoring običnog jelenka na području Hrvatske. Na web stranicama DZZP stoji poziv za sudjelovanje u istraživanjima. Kada se obični jelenak opazi u prirodi, potrebno ga je fotografirati, i fotografiju s podacima datuma pronalaska, GPS lokacije (ili opisne ako ne posjedujete GPS uređaj) i vremenom kada je jedinka pronađena poslati na e-mail adresu jelenak@dzzp.hr. Na taj način učenici postaju dio mreže istraživača običnog jelenka u Hrvatskoj.

ZAKLJUČAK I METODIČKI ZNAČAJ

Izvođenje predložene terenske nastave osigurava aktivno učenje, konceptualno razmišljanje te razvoj istraživačkih aktivnosti, prirodoslovne pismenosti, samostalnosti i neovisnosti u učenju. Učenici će ovakvim oblikom nastave biti zainteresirani za opažanje i istraživanje u prirodi te će moći logički zaključivati o svrsishodnosti cjelokupnog živog svijeta i razviti svijest o važnosti očuvanja i zaštite prirode koja ih okružuje. Iskustveno učenje u prirodi donosi i psihomotoričke dobrobiti zbog fizičke aktivnosti i boravka na svježem zraku te afektivne poput pozitivnog razmišljanja i usvajanja vještina koje će moći koristiti u svakodnevici. Učenici prepoznaju važnost postavljanja istraživačkih pitanja na koja se može odgovoriti izvođenjem znanstvenih istraživanja, raspravljaju o dobivenim rezultatima i uspoređuju ih s rezultatima drugih učenika i ostalih literaturnih izvora. Terenska nastava također razvija i generičke kompetencije u učenika poput sposobnosti analize i sinteze proučavanog, sposobnosti primjene znanja i naučenog u praksi, razvijanja istraživačkih vještina, sposobnosti stvaranja novih ideja te rješavanja problema. Učenici postaju sposobni za timski rad i razvijaju pozitivne međuljudske odnose.

Provedbom terenske nastave uvelike bi se olakšalo razumijevanje predmetnog gradiva Prirode i Biologije i ukazalo na njenu primjenjivost u izvođenju nastave prirodoslovnih predmeta. Obzirom da je učenicima takav tip nastave puno zanimljiviji, potiče ih na kreativnije izražavanje, istraživačko promišljanje i logičko zaključivanje. Bilo bi potrebno organizirati ju češće nego što je to dosadašnja praksa, posebice u suradnji s nastavnicima drugih nastavnih predmeta (npr. Geografija, Likovna kultura, Tjelesna i zdravstvena kultura), osobito prirodoslovnih, kako bi sve mogli povezati u smislenu cjelinu.

PRILOG

Prilog 1 Materijal za upoznavanje ekologije jelenka

Opis, staništa i ekologija vrste obični jelenak (*Lucanus cervus*)

Obični jelenak (*L. cervus*) je vrsta kukca iz reda kornjaša (tvrdokrilci, Coleoptera). Obični jelenak je saproksilna vrsta kornjaša što podrazumijeva skupinu organizama koji su svojim životnim ciklusom vezani uz živo, raspadajuće, ali i mrtvo stablo. Tijelo im je podijeljeno u tri dijela, a to su glava, prsa i zadak. Naziv tvrdokrilci nose zbog tvrdog egzoskeleta izgrađenog iz hitina koji čini vanjski oklop te pokriva (elitre) koje prekrivaju zadak. Elitre

im generalno ne služe za letenje već pokrivaju veliki dio tijela i drugi par krila. Duljina tijela mužjaka jelenka varira od oko 30 – 80 mm, a ženki od 25 – 50 mm (Harvey i sur., 2011). Mužjaci i ženke ove vrste izrazito se razlikuju, te je za njih karakterističan spolni dimorfizam. U mužjaka su čeljusti toliko razvijene da sliče „rogovlju“ (Slika 2), dok su u ženki znatno manje (Slika 3).



Slika 2 Mužjak običnog jelenka (foto: M. Šag)



Slika 3 Ženka običnog jelenka (foto: N. Turić)

Mužjaci ih koriste prvenstveno u borbama za ženku, ali i pri udvaranju. Zbog svoje veličine obični jelenak leti vrlo sporo i nespretno, a mužjaci lete znatno češće. Ličinke ove vrste usko su vezane uz mrtvu drvenu masu dok se odrasle jedinke hrane biljnim sokovima i smolom s oštećenog drveća, a aktivne su uglavnom u sumrak (Vrezec, 2008). Zbog veličine ličinki te njihove brojnosti u pojedinim panjevima, ova vrsta je uključena u procese raspadanja drvene mase te kao takva ima glavnu ulogu u dekompoziciji i recikliranju nutrijenata u prirodnim ekosustavima (Alexander, 2008). Kornjaši prolaze proces potpune preobrazbe (holometabolija) koji uključuje jaje, nakon kojega slijedi ličinački stadij koji izgledom nije sličan odrasloj jedinci kornjaša. U ličinačkom stadiju konstantno se hrane, presvlače nekoliko puta te prelaze u stadij kukuljice kada je ličinka već stvorila dovoljne zalihe hranjivih tvari potrebnih za sljedeći stadij preobrazbe u odraslu spolno zrelu jedinku (imago). Jelenak nastanjuje tople listopadne šume bogate starim i raspadajućim deblima. Najčešće se može naći u termofilnim hrastovim šumama (Slika 4), no uz njih nije usko vezan pa dolazi i u drugim tipovima šuma. Mrtva i propadajuća stabla pružaju široki spektar potencijalnih mikrostaništa.



Slika 4 Šuma hrasta lužnjaka (foto: M. Šag)

Bogatstvo saproksilnih vrsta ovisi o kvantiteti i kvaliteti raspoložive mrtve drvene mase u šumi te također o veličini same šume, njenoj fragmentaciji i upravljanju (Nieto i Alexander, 2010). Plodišta gljiva, supstrat od mrtvog drveća, lišća i izmeta kukaca organske su komponente pogodne za daljnju razgradnju i kruženje tvari u prirodi te predstavljaju idealno stanište za saproksilne kornjaše (Atay i sur., 2012). Vrsta je zabilježena u različitim šumskim staništima, ali i u gradskim parkovima, voćnjacima, živicama i sl. (Harvey i sur., 2011).

Životni ciklus

Odrasli jelenci pojavljuju se od kraja proljeća do sredine ljeta, kada se odvija razmnožavanje. Nakon oplodnje, ženka polaže jajašca u stara ili raspadajuća debla. Tek izležene ličinke odmah se počinju hraniti raspadajućim korijenjem i panjevima. Jelenci u ličinačkom stadiju mogu provesti od tri do šest godina (Harvey i sur., 2011). Svi dijelovi tijela ne rastu jednako te tako glava ostaje manja u usporedbi s ostatkom tijela koji se produžuje. Tijekom prve godine ličinačkog stadija presvlače se te i dalje hrane drvnom masom kako bi stvorili dostatnu zalihu potrebnu za odrasli stadij. Početkom ljeta, kada je ličinka stvorila dovoljne zalihe u masnim stanicama, ona prestaje s hranjenjem te se zakopava duboko u tlo. U tlu slijedi preobrazba u stadij kukuljice nakon kojega izlazi odrasla jedinka koja ostaje u tlu sve dok vremenski uvjeti nisu pogodni za izlazak i parenje.

Rasprostranjenost

Obični jelenak je holarktička vrsta rasprostranjena širom Europe, od Pirenejskog poluotoka do Kavkaza te na sjeveru Europe od južnih dijelova skandinavskih zemalja pa sve do juga Peloponeza (Harvey i sur., 2011). Od susjednih zemalja, u Mađarskoj je široko rasprostranjena na brdsko – planinskim područjima. Rjeđe se nalazi u nizinskim područjima, uglavnom uz šume vrba u riječnim koritima te hrastovima. U Italiji je uglavnom prisutna u sjevernim i središnjim područjima (Bartolozzi i Maggini, 2006). U Danskoj je jelenak izumrla vrsta (2003). Prema prikupljenim podacima, vrsta je zabilježena u sve tri bio-geografske regije u Hrvatskoj s najviše nalaza u kontinentalnoj regiji.

Ugroženost i zaštita

Kada govorimo o ovoj i ostalim saproksilnim vrstama, načini gospodarenja šumama, nekontrolirana i neregulirana sječa i odvoženja stabala iz šuma radi povećane potrebe u industriji i proizvodnji predstavlja izuzetno veliki problem. Naime, odvoženjem starih i mrtvih stabala uništavaju se i fragmentiraju staništa raznih životinjskih vrsta, uključujući i saproksilne kornjaše, koji svoje stanište pronalaze u starim, oronulim, trulim i raspadajućim deblima. Ova staništa predstavljaju idealan izvor hrane za ličinke. Upravo sječa i odvoženje stabala imaju najveći utjecaj kako na ugrožene vrste tako i na one koje nisu, što se odnosi na 47% vrsta, tj. na ukupno 232 vrste na području Europe. Prenamjenom šume u poljoprivredne površine, jačanjem poljoprivrede kao i širenjem urbanih prostora povećava se prijetnja brojnosti i raznolikosti ove skupine organizama, a navedeni čimbenik se negativno odražava na 96% saproksilnih vrsta (Nieto i Alexander, 2010). Većinom se stara i trula stabla kao i panjevi suviše brzo uklanjaju te ne može doći do prirodnog stvaranja šupljina i duplji u stablima. Prema Ranius (2002), drvena masa unutar šupljina hrastova

počinje se stvarati kada su stabla dostigla starost od oko 150 – 200 godina. Veliku važnost ima gospodarenje zemljištem i šumama koje apsolutno ograničava bilo kakav oblik intervencije ili pak uključuje minimalne intervencije.

Obični jelenak je na području Europe kao i dotadašnjih europskih 27 članica (Nieto i Alexander, 2010) gotovo ugrožena vrsta jer iako je široko rasprostranjen u Europi u značajnom je opadanju na sjevernom i središnjem dijelu svog areala rasprostranjenosti. Prema IUCN-ovoj kategorizaciji, status gotovo ugrožena (eng. Near Threatened, NT) govori da toj vrsti trenutno ne prijeti izumiranje, ali bi u bliskoj budućnosti mogla postati ugrožena. Budući negativni trendovi na području europskih šuma će vjerojatno uvelike predstavljati ozbiljne prijetnje za ovu vrstu što bi posljedično moglo dovesti do promjene statusa u osjetljiva (eng. Vulnerable, V), tj. vrste kojoj prijeti visoki rizik od izumiranja u prirodi. Nalazi se na Direktivi o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore (Prilog II) te Bernskoj konvenciji (Prilog III).

Istraživanja u Hrvatskoj

Prvo istraživanje s ciljem ispitivanja učinkovitosti više metoda za praćenje stanja populacija jelenka izrađeno je unutar gradskog parka Park šuma Maksimir i Parka prirode Medvednica u drugoj polovici lipnja i prvoj polovici srpnja tijekom 2013. godine. Za monitoring su korištene: metoda transekta, metoda lovnih klopki s atraktantom i metoda pregledavanja debla. Ukupno je opaženo 297 jedinki, a metoda transekta se pokazala najuspješnijom u usporedbi s ostalim metodama (Šerić Jelaska, 2013).

Istraživanjima saproksilnih kornjaša u Maksimiru porodica Lucanidae (jelenci) je bila među 10% najzastupljenijih s 19 jedinki vrste *L. cervus* (Dražina i Temunović, 2011). U istom su parku prema Dražina i sur. (2012), utvrđene potencijalno stabilne populacije ove NATURA 2000 vrste. Prisutnost vrste je utvrđena i istraživanjima saproksilnih kornjaša na području ekološke mreže NATURA 2000 Strahinjščice i Ivanščice u Krapinsko-zagorskoj županiji (Lauš i Temunović, 2015). Tijekom 2014. godine je dodatno utvrđena stalna prisutnost ove vrste na području starih i očuvanih hrastovih šuma i šuma bijele i crne topole prisutnih u Parku prirode Kopački rit (Šag, 2015). Prisutnost ove vrste u Kopačkom ritu je zabilježena već 1999. godine (Mihaljević i sur., 1999). Na temelju završnog izvješća u sklopu projekta „Istraživanje saproksilnih Natura 2000 kornjaša u kontinentalnoj biogeografskoj regiji (*Cucujus cinnaberinus* i *Rhysodes sulcatus*) za koje je određen status „Scientific reserve“ na Biogeografskom seminaru“ na istraživanim područjima su raznim metodama također zabilježene jedinke vrste *L. cervus* (Temunović i sur., 2016). Kako je Hrvatska članica Europske Unije od 2013. godine, već se intenzivno radi na uspostavljanju monitoringa za pojedine vrste i stanišne tipove, pa tako i za vrstu *Lucanus cervus*. Za ovu vrstu su određena Natura 2000 područja te izrađen Nacionalni program praćenja. U postupku uspostave monitoringa, utvrđena je rasprostranjenost jelenka kroz tri biogeografske regije Hrvatske i procijenjena veličina populacije u Hrvatskoj. Metodologija monitoringa je važan dio u praćenju vrsta jer svi koji su uključeni u prikupljanje podataka moraju ih prikupljati na isti način, kao i interpretirati i evaluirati rezultate monitoringa.

LITERATURA

- Alexander, K. N. A. (2008). Tree biology and saproxylic Coleoptera: issues of definitions and conservation language. *Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie)*, 63, 1-5.
- Atay, E., Jansson, N., Gürkan, T. (2012). Saproxylic beetles on old hollow oaks (*Quercus* spp.) in a small isolated area in southern Turkey. *Zoology in the Middle East* 57, 105-114.
- Aviani, I., Bastić, M., Cernošek, I., Halusek, V., Hrestak, M., Orešić, D., Pongrac Štimac, Z., Preočanin, T., Radanović, I. (članovi stručne radne skupine izabrani po javnom pozivu), Diana Garašić, D., Mihaljević, Š., Milić, V. (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016). Nacionalni dokument područja Prirodoslovnog područja kurikuluma.
- Bartolozzi, L., Maggini, L. (2006). Insecta Coleoptera Lucanidae. In: Ruffo S., Stoch F. (ed.), Checklist and distribution of the Italian fauna, 191-192 with data on CD-ROM. Verona, Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona.
- Begić, V., Horvatin, K., Karakaš, D., Korać, P., Lukša, Ž., Meštrović, O., Pongrac Štimac, Z., Radanović, I., Remenar, S., Sirovina, D., Sumpor, D. (članovi stručne radne skupine izabrani javnim pozivom), Garašić, D., Ništ, M. (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016). Prijedlog nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Biologija.
- Bognar, L. (2006.) Suradničko učenje u sveučilišnoj nastavi, Život i škola, 1-2, Osijek, str.7-16.
- Domjanović Horvat, D., Hrupec, D., Labak, I., Lopac Groš, A., Lugar, L., Marijanović, I., Valečić, H. (članovi stručne radne skupine izabrani javnim pozivom), Garašić, D., Ništ, M. (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016). Prijedlog nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Priroda.
- Dražina, T., Temunović, M. (2011). Istraživanja ciljnih Natura 2000 vrsta kornjaša u parku Maksimir. Zagreb, Konačni izvještaj.
- Dražina, T., Temunović, M., Šerić Jelaska, L. (2012). Saproksilna zajednica kornjaša starih gradskih parkova: primjer iz parka Maksimir (Zagreb, Hrvatska). Šibenik, 11. Hrvatski biološki kongres, kongresno priopćenje.
- Harvey, D. J., Gange, A. C., Haves, C. J., M., Rink, M. (2011). Bionomics and distribution of the stag beetle, *Lucanus cervus* (L.) across Europe. *Insect Conservation and Diversity*, 4, 23-38.
- Kuhn, D. (2001). Why Development Does (and Does Not) Occur: Evidence from the Domain of Inductive Reasoning. U: J.L. McClelland, i R.S. Siegler, (Ur.), *Mechanisms of Cognitive Development: Behavioral and Neural Perspectives* (str.221-249). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers.
- Lauš, B., Temunović, M. (2015). Istraživanje saproksilnih kornjaša na području ekološke mreže Natura 2000 Strahinjščice i Ivanščice u Krapinsko – zagorskoj županiji. Zagreb, Konačni izvještaj.
- Lukša, Ž., Žamarija, M., Dragić Runjak, T., Sinković, N. (2014). Terenska nastava prirode i biologije u osnovnoj školi. *EdBi*, 1, 69-79.
- Mihaljević, M., Getz, D., Tadić, Z., Živanović, B., Gucunski, D., Topić, J., Kalinović, I., Mikuska, J. (1999). Zaštita Kopačkog rita. Kopački rit – pregled istraživanja i bibliografija (ur. J. Martinčić) (str. 133-139), Osijek, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti.
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2006). Nastavni plan i program za osnovnu školu.
- Nieto, A., Alexander, K. N. A. (2010). European Red List of Saproxylic Beetles. Luxembourg, Publications office of the European Union.
- Ranius, T. (2002). Population ecology and conservation of beetles and pseudoscorpions living in hollow oaks in Sweden. *Animal Biodiversity and Conservation*, 25.1, 53-68.
- Ristić Dedić, Z. (2013). Istraživačko učenje kao sredstvo i cilj prirodoslovnog obrazovanja: psihologijska perspektiva. [Inquiry learning as a means and a goal in science education: A Psychological Perspective]. In: D. Milanović, A. Bežen i V. Domović (Ed.), *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu* (pp. 258 – 275). Zagreb: Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske.
- Šag, M. 2015. Saproksilni kornjaši kao indikatori očuvanosti šumskih ekosustava. Osijek, Diplomski rad.
- Šerić Jelaska, L. (2013). Terensko ispitivanje učinkovitosti metoda za praćenje stanja populacija jelenka (*Lucanus cervus*) predloženih u monitoring programu izrađenom u okviru IPA MANMON projekta (Natura 2000 Management and Monitoring, Croatia EuropeAid/129747/D/SER/HR). Zagreb, Završni izvještaj.
- Temunović, M., Dražina, T., Koren, T., Šerić Jelaska, L., Lauš, B., Šag, M., Turić, N. (2016). Istraživanje saproksilnih Natura 2000 kornjaša u kontinentalnoj biogeografskoj regiji (*Cucujus cinnaberinus* i *Rhyssodes sulcatus*) za koje je određen status „Scientific reserve” na Biogeografskom seminaru. Zagreb, Završno izvješće.
- Thompson J. G. 2016. 40 Active Learning Strategies for Active Students. A Monster community. Teaching. <http://teaching.monster.com/benefits/articles/8414-40-active-learning-strategies-for-active-students?page=3>, preuzeto 25.11.2016.
- Vrezec, A. (2008). Phenological estimation of imago occurrence in four saproxylic beetle species of conservation importance in Slovenia: *Lucanus cervus*, *Cerambyx cerdo*, *Rosalia alpina*, *Morimus funereus* (Coleoptera: Lucanidae, Cerambycidae). *Acta entomologica slovenica*, 16, 117-126.

LOOKING FOR THE STAG BEETLE (*Lucanus cervus* Linnaeus, 1758) – AN EXAMPLE OF TEACHING OUT OF CLASSROOM

Šag Matej, Turić Nataša, Čerba Dubravka, Turković Čakalić Ivana

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Ulica cara Hadrijana 8A, 31000 Osijek

(msag@biologija.unios.hr)

ABSTRACT

Active learning along with development of research skills and generic competences such as organizing, planning and cooperation present the main characteristic of field education. During field classes, students are directed towards learning based on scientific approach, including creating hypothesis, learning proper research methodology, gathering and processing data and making conclusions, what allows them to become young researchers. The role of a teacher is to supervise, encourage and instruct students to actively observe and make notes of all the processes in their natural surroundings. Since the students are actively involved in the learning process, they increase their interest in what they need to learn, scientific way of thinking and logical deduction are developing as well. Students also develop the concept of the complexity and diversity of life and this is more easily accomplished when they are out in the nature. Applying scientific research methods to study particular taxonomic groups or species can be done conducting the out of classroom education, as the type of field education. In this paper we propose stag beetle (*Lucanus cervus*) in forest habitats as a research subject, to study its anatomy, ecology and the reasons of their endangerment. During field classes students become more independent and develop their research skills and scientific opinion. The collected data can be forwarded to scientists and institutions for nature conservation to improve the current information of the population distribution, thus contributing to the protection of this species. It is very important to include and implement project education as much as possible since it enhances students' capabilities for better understanding concepts in nature, learning practical methods (e.g. observation, measurements, data logging, making conclusions) and by integrating with other class subjects enables them to comprehend importance of interdisciplinary in solving research problems.

Keywords: field education, stag beetle, scientific way of thinking, active learning

TAJNI ŽIVOT ŽABA - ISTRAŽIVAČKO UČENJE IZVAN UČIONICE I U UČIONICI

Čerba Dubravka¹, Turković Čakalić Ivana¹, Šag Matej¹, Bogut, Irella²

¹Odjel za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek (dcerba@biologija.unios.hr); ²Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti, Odsjek za prirodne znanosti, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Cara Hadrijana 10/D, 31000 Osijek

SAŽETAK

U prirodoslovnim nastavnim predmetima, istraživačko učenje osigurava učenicima razvoj vještina i kompetencija koje im omogućavaju lakše razumijevanje prirodnih promjena i procesa koji ih okružuju. Prirodoslovnost pristupa poučavanja prirodoslovlja potiče znatiželju i razvija istraživački duh kod učenika različitih uzrasta. Kroz nastavu predmeta Priroda i Biologije učenici se trebaju upoznati s anatomijom, ekologijom i razvojem pojedinih skupina kralježnjaka, a žabe mogu poslužiti kao modelni organizmi za proučavanje vodozemaca koji imaju specifičan životni ciklus (preobrazba) te posjeduju prilagodbe karakteristične za pojedine životne stadije i stanište u kojem žive. Istraživačkim učenjem se kod učenika razvija sposobnost razumijevanja složenih procesa preobrazbe, a koje se anatomske promjene događaju uočavaju i uče direktnim promatranjem u svojoj neposrednoj blizini. Također, učenici uče postavljati istraživačka pitanja povezana s opaženim pojavama i izmjerenim vrijednostima te prikazati rezultate i opažanja te donositi zaključke. Učenici razvijaju i sposobnost rasprave o dobivenim rezultatima i donesenim zaključcima. Istraživačko učenje može integrirati spoznaje različitih nastavnih predmeta i tako doprinijeti razvoju konceptualnog razmišljanja i razumijevanja kod učenika.

Ključne riječi: prirodoslovnost pristup, istraživačko učenje, akvarijski uzgoj, životni ciklus, preobrazba

UVOD

Hrvatskim nacionalnim obrazovnim standardom (HNOS) prepoznata važnost konceptualizacije nastavnog procesa kroz teme i prirodoslovnost način mišljenja i upoznavanja metoda istraživanja prirode (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH, 2006). Nacionalni okvirni kurikulum (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH, 2011) predstavlja pojam prirodoslovnosti opismenjenosti koja uključuje razumijevanje i usvajanje cjeloživotnog obrazovanja, znanstvenog koncepta i metoda te usmjeravanje znanja i vještina stečenih obrazovanjem za stvaralačko rješavanje problema. Najveći napredak u razvoju poučavanja prirodoslovnih nastavnih predmeta uključuje prirodoslovnost pristup kao jednog od glavnih makrokoncepta čiji je cilj produbiti razumijevanje prirodnih procesa i pojava provođenjem strukturiranih istraživanja što je opisano u Nacionalnom dokumentu područja kurikuluma prirodoslovnog područja (Aviani i sur., 2016) te Prijedloga nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Priroda (Domjanović Horvat i sur., 2016) i Biologija (Begić i sur., 2016).

U prirodoslovnim nastavnim predmetima, praktični rad (u prirodi ili učionici/laboratoriju) i iskustvo učenika, omogućavaju lakše razumijevanje prirodnih promjena i procesa koji ih okružuju. To uključuje spoznaje o utjecaju okoliša na žive organizme te međudnose živih organizama, uključujući i čovjeka, s naglaskom na razumijevanje utjecaja čovjeka na okolinu. Istraživačko učenje je jasno strukturirano iskustveno učenje koje se oslanja na induktivnoj metodici i istraživačkom pristupu (Rocard i sur., 2007) i lako se može

inkorporirati u poučavanje Prirode i Biologije u učionici i izvan nje. Primjena istraživačkog učenja ima važnu ulogu u poticanju znatiželje učenika, osposobljavanju za samostalno učenje i istraživanje, te primjenu već stečenih znanja i vještina (Ristić Dedić, 2013). Učenici se upoznaju s procesom znanstvenog istraživanja i razvijaju znanstveno razmišljanje, kritičko mišljenje, istraživačke vještine te organizacijske sposobnosti. Također, utvrđeno je kako istraživačko učenje povećava znatiželju i interes djece za znanost te dovodi do boljih postignuća u obrazovanju (Rocard i sur., 2007). Istraživačko učenje se može ostvariti kroz projektnu nastavu te i izvanučioničku nastavu, no za uspješno provedenu nastavu, neophodni su priprema i edukacija nastavnika, plan provedbe i jasno postavljeni ciljevi i ishodi (Fabijanić, 2014; Lukša i sur., 2014). Problem nedostatne edukacije bi se mogao riješiti dodatnom pripremom nastavnika kroz suradnju s biologima kao stručnim suradnicima, koji im mogu pomoći u planiranju i provedbi istraživanja te procesu usmjeravanja učenika ka znanstvenom razmišljanju.

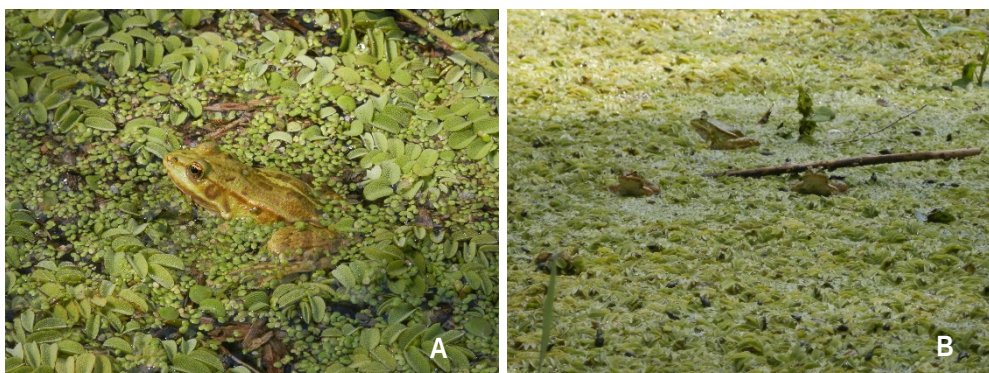
U nastavnim predmetima Priroda i Biologija istraživačko učenje je dobar primjer učenja i poučavanja anatomije, ekologije i razvoja pojedinih skupina kralježnjaka. Žabe mogu poslužiti kao modelni organizmi za proučavanje vodozemaca kao predstavnika kralježnjaka, koji imaju specifičan životni ciklus (preobrazba) te posjeduju prilagodbe karakteristične za pojedine razvojne stadije i stanište u kojem žive. Također, ovo je skupina na kojoj se može učenicima prikazati koje su posljedice negativnog utjecaja čovjeka na okoliš te važnost zaštite prirode i okoliša. Istraživačko učenje izvan učionice u ovom primjeru uključuje učenje i poučavanje metodom praktičnog rada čime omogućuje upoznavanje učenika s tipovima staništa, životnim uvjetima i abiotičkim elementima koji utječu na organizme direktnim promatranjem prirode, dok se u učionici istraživačko učenje životnog ciklusa, preobrazbe i prilagodbe organizama može provesti primjenom metode praktičnog rada pomoću akvarija (Begić i sur., 2016; Domjanović Horvat i sur., 2016). Ovakvo učenje koje aktivno uključuje učenika u proces učenja konceptualni je pristup učenja i poučavanja što omogućuje bolje razumijevanje prirodnih procesa te ostvarenje odgojno-obrazovnih ishoda na višim kognitivnim razinama kod različitih uzrasta učenika. Osobno iskustvo učenika, u ovom slučaju proučavanje i kontrola kvalitete životnih uvjeta kako bi se osiguralo normalno odvijanje životnog ciklusa žaba, razvija osjetljivost i odgovornost prema okolišu te uočavanje važnosti očuvanja okoliša. Interdisciplinarni pristup osigurava i povezivanje stečenih znanja i vještina učenika kako bi mogli dizajnirati i modificirati ovakvo istraživanje i u drugim situacijama. Interdisciplinarnim pristupom, tj. integracijom s drugim prirodoslovnim predmetima (Fizika, Kemija, Geografija), razvija se svijest o složenosti prirodnih pojava i procesa te razvoj konceptualnog mišljenja kod učenika, povezivanjem ideja i spoznaja različitih znanosti (Begić i sur., 2016; Domjanović Horvat i sur., 2016).

Cilj ovog rada je opisati primjer istraživačkog učenja osnovnih karakteristika anatomije, ekologije i životnih ciklusa kralježnjaka na primjeru žaba, u učionici i izvan nje. Navedeni prijedlog opisuje što nastavnici trebaju znati za uspješnu provedbu istraživačkog učenja i pomaže u osnaživanju njihove osposobljenosti za ovakav način poučavanja.

Zašto žabe?

Vodozemci predstavljaju važan dio hranidbene mreže i s obzirom na ekološke niše koje zauzimaju, povezuju kopnene i vodene ekosustave u procesu kruženja hranjivih tvari i

protoka energije (Jelić i sur., 2012). Razred vodozemci (Amphibia) čine tri, morfološki vrlo raznolika, reda: Gymnophiona (beznogi vodozemci), Caudata (repaši) i Anura (bezrepici), u koji spadaju i žabe (Hutchins i sur., 2003). Od 28 porodica bezrepaca, sedam se nalazi na području Europe. To su: Alytidae, Bombinatoridae, Pelobatidae, Pelodytida, Bufonidae, Hylidae i Ranidae. Globalno, broj vodozemaca je u opadanju te su kao skupina ugroženi, što je direktna ili indirektna posljedica ljudskih aktivnosti, a mnoge su vrste procijenjene kao osjetljive, ugrožene ili kritično ugrožene, prema IUCN kriterijima (Stuart i sur., 2004). Zato su i u Hrvatskoj zaštićene Zakonom o zaštiti prirode i većina vrsta pripada strogo zaštićenim divljim svojstama (NN 70/05; 139/08; 57/11). Dvije vrlo česte vrste žaba u Hrvatskoj, a koje su klasificirane kao najmanje zabrinjavajuće - LC (engl. least concern) i zaštićene divlje svojte (NN 70/05; 139/08; 57/11), su kompleks zelenih žaba *Pelophylax kl. esculentus* (Linnaeus, 1758) i velika zelena žaba *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771). Kao što joj ime kaže, velika zelena žaba je najveća i najznačajnija od zelenih žaba. Na koži se mogu uočiti brojne bradavice, a dorzolateralno se nalaze nabori na koži. Ledna obojenost je najčešće smeđezelena, no može biti i svijetlo do tamno zelena. Na sredini leđa, uzdužno se nalazi dugačka svijetla linija. Pretežno žive u nizinskim krajevima, ali se mogu naći i do nadmorskih visina od 2000 m. Vodena je vrsta i preferira stajaća ili sporo tekuća vodena tijela, posebice jezera s obalnom vegetacijom. Može se naći i uz rijeke, no i u malim privremenim barama. Pare se u travnju i svibnju, a ženke mogu položiti i do 10000 jaja koje se kao nakupine nalaze na podvodnoj vegetaciji. Punoglavci mogu narasti i do 9 cm (Kwet, 2009). Kompleks zelenih žaba čine 3 vrste: *P. ridibundus*, *P. lessonae* i njihov hibrid *P. kl. esculentus* (Slika 1A, B). Izrazito ih je teško razlikovati, a determinacijska obilježja su veličina i oblik metatarzalne kvržice, dužina stražnje noge te boja trbuha. *P. kl. esculentus* pokazuje sličnost u vanjskim obilježjima s vrstom *P. lessonae* što je posljedica života na istim staništima (Čavlović, 2012). Leđa su svijetlo zelene boje, sa smeđim mrljama, a često imaju svijetlu prugu duž leđa, kao i velika zelena žaba. U pravilu žive u manjim barama ili sporotekućim većim vodenim tijelima, s bogatom obalnom vegetacijom (Kwet, 2009).



Slika 1 Zelene žabe na vodenoj vegetaciji (foto: D. Čerba)

Za većinu vrsta vodozemaca je karakterističan životni ciklus tijekom kojeg organizmi prolaze proces preobrazbe tijekom kojeg se iz položenih jaja razvijaju ličinke koje su vodeni organizmi, a zatim se razvijaju odrasle jedinke koje su kopneni organizmi, iako neke vrste nastavljaju život u vodenim staništima. Promjene koje se događaju tijekom preobrazbe mogu biti više ili manje uočljive su i vrlo su zanimljive jer ukazuju na prilagodbu svakog stadija. Većina se žaba u kontinentalnom pojasu razmnožava početkom

proljeća, što se u prirodi može čuti kao ljubavni zov ili pjesma mužjaka, kada svojim glasanjem privlače ženke. Žabe imaju vanjsku oplodnju. Ženke dolaze do vode, mužjaci ih sa stražnje strane tijela obgrle stražnjim nogama (ampleksus) što potiče izbacivanje jaja u vodu, a zatim mužjaci ispuštaju spermu preko jaja i oplođuju ih. Jaja najčešće polažu uz vodeno raslinje, a izgled, tj. oblik nakupine jaja se razlikuje među rodovima. Jaja se nalaze u želatinoznom ovoju koji ih štiti od predatora, od isušivanja te od štetnih tvari koje se nalaze u okolini (Gilbert, 2003).

Prije početka planiranja terenskog rada i provedbe uzgoja, nužno je na početku školske godine zatražiti od Ministarstva zaštite okoliša i energetike dopuštenje za radnje vezane za strogo zaštićene i zaštićene svojte, koje Ministarstvo izdaje i za potrebe obrazovanja. Nakon završetka istraživanja potrebno je podnijeti izvješće o provedenim radnjama, u pisanom i digitalnom obliku. Postupak dobivanja dopuštenja nije složen, ali je nužan kako bi se osiguralo odgovorno ponašanje prema zaštićenim divljim svojstama. Postupak je objašnjen na stranicama Ministarstva zaštite okoliša i energetike u poglavlju Održivo korištenje zaštićenih prirodnih vrijednosti.

ISTRAŽIVAČKO UČENJE IZVAN UČIONICE

Što pripremiti prije izlaska na teren i što raditi na terenu?

Prije izlaska na teren nastavnik s učenicima priprema terenski list (dnevnik) koji će sadržavati osnovne podatke prikupljene na terenu (Tablica 1). Važno je prodiskutirati koje je uloga dnevnika rada prilikom provođenja znanstvenih istraživanja. Svaki od navedenih parametara koji se mjeri na terenu je važan za razumijevanje životnih uvjeta na nekom staništu, što treba naglasiti učenicima, kako bi shvatili zašto se oni mjere. Također, učenici trebaju biti uključeni u pripremu i planiranje terenskog (izvanučioničkog) dijela nastave, što uključuje sastavljanje popisa potrebne opreme, pribora i kemikalija te pripremanje istih za transport na teren. Priprema za teren uključuje i razgovor učitelja što uključuje terenski rad, kako se ponašati tijekom terenskog rada te koja su zaduženja učenika tijekom provedbe istraživanja na terenu. I, u konačnici, učenicima treba naglasiti da se prikladno odjenu, ovisno o terenu koji se obilazi te vremenskim uvjetima.

Tablica 1 Primjer popunjenog terenskog dnevnika.

Datum: 15.3.2016.		Vrijeme uzorkovanja: 11:30
Prisutni na terenu: Ime i prezime učenika		
Vremenski uvjeti: sunčano, slab vjetar		
Mjesto - naziv i koordinate: Stari lug, 45°41'08.5"N 18°30'50.6"E		
Opis terena:		
I - stanište: šuma		
II - tip vodenog tijela: bara		
III - mikrostanište: muljevito dno s vodenim biljem		
Temperatura zraka: 15°C		
Temperatura vode: 10°C		
Koncentracija kisika: 8,75 mg/L		
pH: 7,55		
Izgled jaja - opis i skica:		
		Napomena: - 3 dana prije terenskog rada je padala kiša, primijećeno je 6 nakupina jaja, uzorkovana je samo jedna
(skica autora rada prema Engelhardt, 2003)		

Sve što se uoči na terenu treba zabilježiti – tekstom, skicom, snimkom, što postaje dio terenskog dnevnika.

Preporučljivo je napraviti i foto-dokumentaciju izvanučioničkog dijela nastave. Na terenu treba izmjeriti temperaturu zraka i vode te druge parametre kao što su koncentracija kisika, pH i električna provodljivost vode. Najprecizniji i najskuplji način je korištenjem posebnih elektroda kojima se može precizno odrediti svaki od ovih parametara, no postoje i alternativni načini korištenjem – običnog alkoholnog termometra za mjerenje temperature, univerzalnog lakmus papira za mjerenje pH te određivanje koncentracije kisika metodom po Winkleru. Za prikupljanje jaja potrebna je veća akvarijska mrežica, veća i manja pinceta te plastična posuda, volumena ne manjeg od 1 L. Također, potrebno je ponijeti plastičnu kantu te lijevak i plastične boce ili plastične spremnike za prikupljanje vode na terenu s kojom ćemo dopuniti akvarij. Velika pinceta ili grablje mogu biti potrebne za prikupljanje vodene vegetacije.

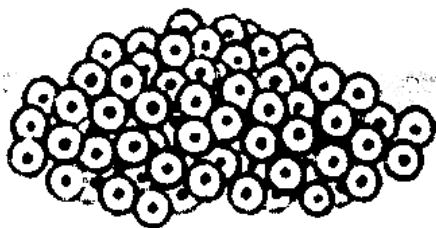
Kada i kako uspješno prikupiti jaja?

Prije početka prikupljanja jaja, preporučljivo je s učenicima napraviti „pregled terena“ kako bi se utvrdilo postoji li u blizini škole i mjesta stanovanja odgovarajuće stanište za žabe te potencijalno mjesto za polaganje jaja.

Kao što je već rečeno, zelene žabe se razmnožavaju u proljeće i tada je najbolje sakupljati oplođena jaja. Dobro je nekoliko dana prije odlaska na uzorkovanje, napraviti preliminarni obilazak terena, kako bi se utvrdilo na kojem području se žabe nalaze ili skupljaju kako bi se parile te koje se sve vrste nalaze na nekom području. S obzirom da polažu jaja u vodu, prvo treba potražiti gdje se u blizini nalaze plići kanali, bare – bilo na otvorenom ili u šumarcima, privremene bare ili manji rukavci, a močvarna i poplavna područja su idealna. Treba voditi računa radi li se o zaštićenim područjima ili ne te radi li se područjima koja su pod nečijim vlasništvom ili upravljanjem. Vrste možemo prepoznati na osnovu glasanja, za što je potrebno malo više iskustva ili pomoć stručnjaka, ili oblika položenih jaja. Vegetacija koja se nalazi u vodenom tijelu idealna je podloga za ostavljanje jaja, kao i mjesto gdje ih prikupiti.

Kako izgledaju jaja?

Prilikom pronalaska jaja treba obratiti pozornost pripadaju li zaista zelenim žabama s obzirom da je većina vrsta žaba strogo zaštićena svojta ili u Crvenoj knjizi. Zelene žabe ostavljaju jaja u nepravilnoj, ovalnoj nakupini uz vodenu vegetaciju, koja je obavijena želatinoznim ovojem (Slika 2). Čitava nakupina jaja se oprezno pomoću pincete odvoji od vegetacije i pokupi akvarijskom mrežicom te se stavi u posudu s dovoljno vode s lokaliteta da prekrije jaja. Treba paziti kako se jaja ne bi oštetila prilikom uzorkovanja i prebacivanja u posudu. Na terenu treba prikupiti 10 - 15 L vode za akvarij. Vodu možemo zgrabiti kantom te pomoću lievka preliti u boce ili spremnike. Kantu zatim ponovno napunimo vodom s lokaliteta i u nju stavimo vodene biljke i alge prikupljene pomoću veće pincete.

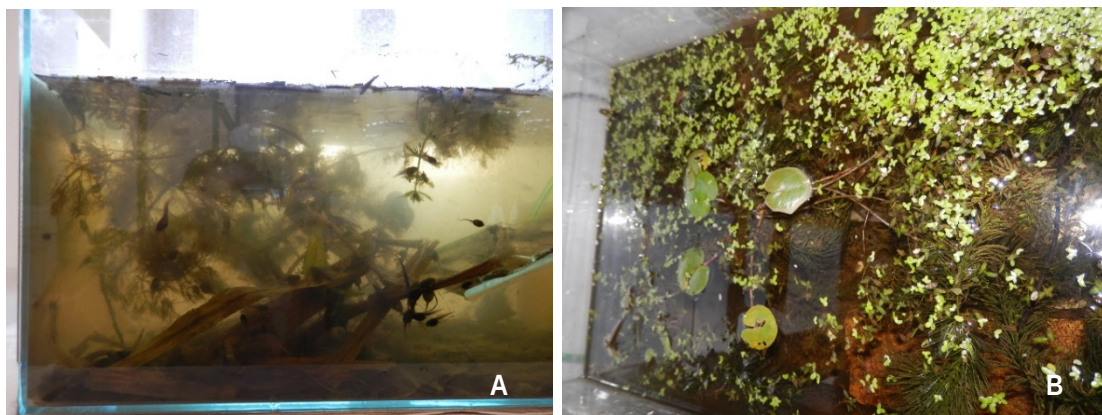


Slika 2 Karakterističan oblik nakupine jaja zelene žabe (skica autora rada prema Engelhardt, 2003)

ISTRAŽIVAČKO UČENJE U UČIONICI

Priprema akvarija

Akvariji se u učioničkoj nastavi mogu koristiti za promatranje i uzgajanje vodenih biljaka ili životinja. Za razvoj jaja, optimalan je akvarij volumena 60 L, no može biti i većeg ili manjeg volumena. Kako bi se osigurala dostatna koncentracija kisika u vodi, potrebno je koristiti pumpu za zrak, ovisno o volumenu akvarija. Akvarij se može kupiti gotov, kao i pumpe za zrak, u trgovinama za kućne ljubimce ili se može napraviti pomoću izrezanih staklenih ploča i silikona. Kako bi se pripremio za stavljanje prikupljenih jaja žaba, akvarij se djelomično napuni vodovodnom vodom, nekoliko dana prije prikupljanja jaja te se uključi pumpa za zrak. Prilikom stavljanja jaja, u akvarij se prvo dolije voda prikupljena na terenu kako bi se postigli što sličniji uvjeti onima na mjestu prikupljanja jaja. Posuda s jajima se na neko vrijeme stavi u akvarij kako bi se jaja aklimatizirala na nove uvjete, tj. kako bi se izjednačila temperatura vode u posudi s vodom u akvariju. Vodeno bilje koje je prikupljano na terenu se također stavlja u akvarij, ali treba biti oprezan kako ne bi bilo previše biljaka (Slika 3a, b). Vodene biljke i obraštaj koji se nalazi na njima predstavlja sklonište i hranu za punoglavce koji će se razviti iz prikupljenih jaja. Važno je pratiti kakva je čistoća akvarija i po potrebi sastrugati nakupljene alge na staklu akvarija, ne koristeći pri tom nikakve agresivne otopine. Također, treba pratiti razinu vode u akvariju te po potrebi nadopuniti akvarij „dekloriranom“ vodovodnom vodom. To se postiže stajanjem vodovodne vode najmanje jedan dan na zraku u posudi širokog otvora (npr. plastična kanta ili drugi akvarij).



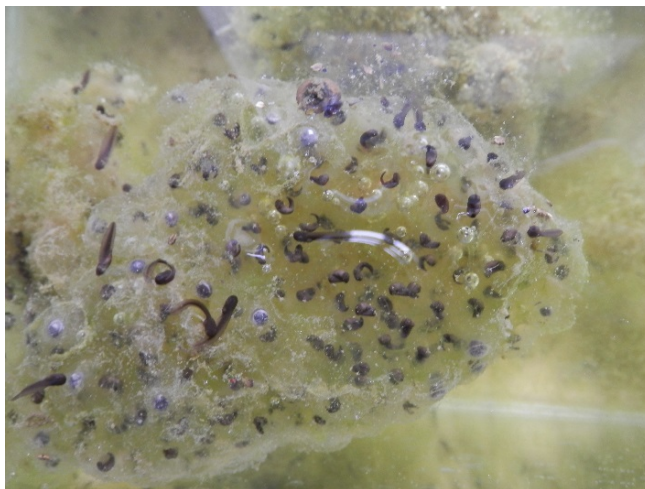
Slika 3 Akvarij s vodenom vegetacijom i punoglavcima. a) bočna stranica akvarija; b) površina vode s vodenom vegetacijom (foto: D. Čerba)

Promatranje preobrazbe u akvariju

Proces preobrazbe žaba uključuje više faza koje su okarakterizirane razvojem pojedinih obilježja i struktura prema kojima se može odrediti starost jedinki. Prve promjene koje se mogu pratiti vezane su embrionalni odnosno rani razvoj koji obuhvaća prvih nekoliko dana

nakon oplodnje. Da bi se to postiglo, potrebno je na vrijeme izaći na teren kad tek počinje sezona parenja kako bi se pokupila jaja koja su oplodjena dan ili noć prije uzorkovanja. Teško je točno odrediti početak sezone parenja jer ovisi i o atmosferskim prilikama, no ako se u rano proljeće prati je li počeo zov mužjaka te okupljaju li se odrasle žabe na odgovarajućim staništima, postoji velika mogućnost prikupljanja jaja dovoljno rano.

Kao i kod ostalih životinja, oplodjena jaja prolaze proces brazdanja, gastrulacije i organogeneze nakon čega razvijene ličinke, tj. punoglavci, izlaze iz zaštitne opne jajeta. Zbog nejednake raspodjele žumanjka unutar jajeta vodozemaca, brzina brazdanja nije jednaka te možemo razlikovati animalni pol na gornjoj strani te vegetativni pol na donjoj strani embrija. Animalni pol je dobio naziv jer je na tom dijelu brazdanje mnogo brže. Tijekom brazdanja na animalnom polu se nalazi veći broj manjih stanica, a na vegetativnom polu manji broj velikih stanica. Brazdanje je potpuno (holoblastično) mezolecitelno (Gilbert, 2003). Pojavljuje se blastopor, otvor kroz koji stanice s površine ulaze u unutrašnjost embrija. Procesom gastrulacije nastaju zametni listići i buduća tkiva, ovisno o položaju na blastoporu tijekom ulaska stanica, a s vanjske strane embrija, nastaje ektoderm i postupno se zatvara blastopor. Zatim se razvija neuralna ploča i neuralni nabori, a embrij se postupno izdužuje i rotira unutar vitelinske ovojnice. Nastaje neuralna cijev, vidi se začetak repa budućeg punoglavca, a nastali mišići se počinju kontrahirati. Nakon toga, srce počinje kucati i razvijaju se škrge, a razvijena ličinka izlazi iz vitelinske ovojnice (Glibert, 2003) (Slika 4).



Slika 4 Različiti razvojni stadiji tijekom ranog razvoja žaba s ličinkama unutar i izvan vitelinske ovojnice (foto: D. Čerba)

Na razvijenom punoglavcu možemo razlikovati tijelo te karakterističan rep (Slika 5). Ličinački stadij je vrlo specifična razvojna faza i razlikuje se od odraslog stadija, tj. odrasle žabe. Tijekom preobrazbe mijenjaju se gotovo svi organi, a mnoge anatomske promjene se lako uočavaju. Punoglavci nemaju noge i kreću se u akvariju zahvaljujući repu. U zadnjoj trećini razvoja, na punoglavcima se postupno razvijaju stražnje pa prednje noge, a razvoj završava resorpcijom repa kojeg odrasle žabe nemaju. Razvoj udova se može postupno pratiti u početku pomoću lupe, a kasnije postaju lako uočljive i bez pomagala. S učenicima se može diskutirati o ulozi repa punoglavaca te zašto se prednje noge pojavljuju tek pri kraju procesa preobrazbe. Prehrana i građa probavila su još jedna od razlika između ličinačkog i odraslog stadija. Kod punoglavaca je lubanja izgrađena od hrskavice, a u ustima se lako mogu uočiti zubići kojima punoglavci kidaju vodenom bilje i

stružu alge. Punoglavci ne posjeduju mišićavi jezik jer nisu aktivni lovci kao odrasle žabe. S obzirom da su biljojedi, imaju duže probavilo koje je spiralno zavijeno što se može vidjeti ako punoglavca okrenemo trbušnom stranom prema gore (Glibert, 2003). Osim razlika u izgledu probavila, učenici mogu tijekom razvoja punoglavaca pratiti i izgled i razvoj škrga te se pod lupom može vidjeti rad srca te izgled škrga. Odrasle žabe kao kopneni organizmi imaju pluća, a koža također ima vrlo važnu ulogu u disanju. S obzirom na različit medij u kojem žive, razlikuju se i načini na koje primaju podražaje iz okoline. Učenicima su najlakše uočljive razlike u građi i položaju očiju, što je također zanimljiva tema za raspravu s učenicima jer može se uočiti i kod drugih skupina, ne samo vodozemaca. Oči su kod punoglavaca smještene bočno, s obzirom da su plijen drugim organizmima i olakšavaju njihovo uočavanje i izbjegavanje, dok su kod odraslih smještene s prednje strane glave i omogućavaju stvaranje binokularnog vidnog polja te precizno hvatanje plijena. Odrasle žabe imaju kapke koji služe kao zaštita te sprječavaju sušenje sluznice oka (Gilbert, 2003). Naravno, kako se punoglavci razvijaju, rastu i sve se lakše uočavaju anatomske strukture i promjene na njima (Slika 5).



Slika 5 Punoglavac u akvariju (foto: D. Čerba)

Učenici mogu pratiti i interakcije između punoglavaca unutar akvarija. Razvoj nije jednak unutar nakupine jaja, ovisno o vremenu oplodnje, dostupnom kisiku, temperaturi te drugi utjecajima u okolini. Uvijek ostane dio jaja iz kojeg se ne razviju punoglavci. S obzirom na različito vrijeme izlaska punoglavca te naslijeđenih osobina, nakon određenog vremena mogu se uočiti punoglavci koji su veći te se brže razvijaju u odnosu na ostale jedinke. Kao i u prirodnim uvjetima, postoji kompeticija za prostor i hranu u akvariju, a svakako je važno da se osiguraju povoljni uvjeti za razvoj u smislu dostatne hrane, kisika i vode kako bi se punoglavci mogli nesmetano razvijati. Pred kraj preobrazbe, dobro je staviti granu u akvarij kako bi se mlade žabe mogle „odmarati“ iako je u ranom razvoju dostatna i vodena vegetacija koja se već nalazi u akvariju. Kada se razvije mlada žaba (Slika 6), još će imati kratak rep koji će se postupno u potpunosti reapsorbirati. Nakon što je preobrazba u akvariju završena, razvijene žabice treba vratiti na lokalitet sa kojeg smo pokupili punoglavce i na taj način pomoći očuvanju i zaštiti žaba u Hrvatskoj.



Slika 6 Mlade žabe u akvariju (foto: M. Šag)

Usvojena znanja i vještine

Iako se znanja i vještine koje bi učenici trebali steći kroz nastavni predmet Priroda mogu okarakterizirati kao osnovna, ona su nužna za razumijevanje prirodnih procesa koje svakodnevno susreću te poticati zanimanje za znanost i istraživanje.

Učenici 5. razreda osnovne škole bi ovakvim primjerom nastave istraživali svijet koji ih okružuje te bi usvojili metodologiju prirodnoznanstvenog istraživanja prilagođenu njihovom dobnom uzrastu. Nastavnik svojim primjerom pokazuje učenicima pravilan pristup istraživačkom radu i demonstrira kako se provode pojedine etape istraživanja. Postupno se smanjuje uloga nastavnika kao voditelja te sve više potiče samostalan rad učenika, a nastavnik promatra i pomaže učenicima. Učenici mogu istražiti životne uvjete u vodi mjerenjem fizikalno-kemijskih parametara na terenu te shvatiti koncept utjecaja okoliša na organizme oponašanjem prirodnih životnih uvjeta u akvariju. Pravilne upute i demonstracija te osiguravanje samostalnog rada učenika u korištenju opreme i kemikalija za terenska istraživanja (npr. mjerenje temperature vode, određivanje pH), različitog laboratorijskog posuđa (npr. određivanje koncentracije kisika) i akvarijske opreme, omogućava kod učenika razvoj odgovornog ponašanje prilikom rukovanja s terenskom i laboratorijskom opremom, razvija se sposobnost praćenja uputa za rad te se razvija osviještenost o važnosti opreza i zaštite u radu. Provedbom ovakvog istraživanja, učenici uče postavljati istraživačka pitanja povezana s opaženim pojavama (npr. što utječe na razvoj punoglavaca) i izmjerenim vrijednostima te pisano ili grafički prikazivati rezultate, opažanja i zaključke (ispunjavanje dnevnika rada). Također, učenici razvijaju i sposobnost kauzalnog zaključivanja kroz raspravu s drugim učenicima i nastavnikom o dobivenim rezultatima. Tijekom istraživačkog učenja na terenu, osim opisanih mjerenja mogu se provesti i druga mjerenja koja uključuju ispitivanje svojstava vode, zraka ili tla uz integraciju spoznaja iz drugih nastavnih predmeta primjerice iz Geografije i Likovnog odgoja.

Opisano istraživačko učenje učenicima 6. razreda omogućava lakše usvajanje odgojno-obrazovnih ishoda vezanih za praćenje organizama, u ovom slučaju vodozemaca, u njihovom prirodnom staništu. Također, pridonosi razumijevanju odnosa koji je uspostavljen između njih i ostalih organizama te na koji su se način prilagodili uvjetima u

kojima žive, kao i utječu li, i na koji način, abiotički faktori na njihov životni ciklus. Ako bi istraživačko učenje provodilo u nekom obliku izvanučioničke nastave u zaštićenom području, tada bi u dogovoru sa stručnom službom tog zaštićenog područja učenici mogli utvrditi koje vrste žaba su prisutne te procijeniti veličinu populacije, s obzirom da se na tom području ne bi smjela prikupiti jaja čak ni zelenih žaba. Na ovaj način, učenici bi mogli shvatiti važnost zaštite prirode i očuvanja biološke raznolikosti na primjeru zelenih žaba i zaštite vodozemaca te utjecaja čovjeka na prirodu s obzirom da je on jedan od glavnih razloga ugroženosti ove skupine kralježnjaka. Učenici bi mogli raspravljati o razlozima koji su doveli do potrebe zaštite određenih lokaliteta i vodozemaca te o smanjenju negativnog utjecaja čovjeka. Učenici bi mogli analizirati koji su postupci doveli do ugroženosti vodozemaca te predložiti moguća rješenja za održivi razvoj. Realizacija ishoda može se ostvariti i kroz integraciju s Geografijom. Naglasak se može dati kao i u 5. razredu na oba aspekta – istraživačko učenje tijekom izvanučioničke nastave i u učionici, te se na taj način osigurava ostvarivanje ranije spomenutih ishoda razvijanja samostalnosti, znanstvenog razmišljanja, korištenja istraživačke opreme i laboratorijskog pribora te vođenje laboratorijskog i terenskog dnevnika. Učenicima se može dati veća sloboda u kreiranju provedbe istraživanja, uz diskutiranje o predloženim radnjama te dobivenim rezultatima. Kao što je već rečeno, žabe imaju vrlo specifičan životni ciklus kojeg učenici mogu lako pratiti i bilježiti karakteristike koje se mijenjaju tijekom procesa preobrazbe.

U 7. i 8. razredu se također može provesti isto istraživačko učenje, no sa složenijim zadacima i većim naglaskom na samostalnost učenika te dodatno poticanje istraživačkog razmišljanja u vidu aktivne izmjene i regulacije životnih uvjeta u akvariju te praćenje interakcija u njemu. Proučavanjem cjelovitog normalnog ciklusa žaba, učenici mogu sami osmisлити dodatno istraživanje, tj. ispitivanje tijekom svake razvojne faze, prema samostalno postavljenoj hipotezi, uz vođenje dnevnika rada te predstavljanja rezultata provedenog istraživanja. S druge strane, poseban naglasak se može dati na sam proces razmnožavanja i ponašanja odraslih jedinki u prirodi te način na koji se nasljeđuju prilagodbe koje osiguravaju preživljavanje i prijenos genetičkog materijala na sljedeću generaciju. Žabe se mogu predložiti kao predstavnik vodozemaca s kojima se učenici mogu najčešće susresti i na kojima se mogu proučavati osnovne osobine karakteristične za sve vodozemce – građa i boje kože, građa optjecajnog sustava, način disanja, važnost vlažnog staništa za razmnožavanje i druge procese, te kako je tijekom evolucije došlo do njihovog razvoja. Učenici povezuju prilagodbe i ličinačkog i odraslog oblika s procesom prirodne selekcije. Nastava se može integrirati s predmetima: Kemija, Fizika, Matematika i Geografija.

ZAKLJUČAK I METODIČKI ZNAČAJ

Istraživačko učenje i prirodoslovni pristup osiguravaju razvoj prirodoslovne pismenosti koja omogućuje razvoj logičkog i kreativnog razmišljanja i razumijevanje znanstvenih spoznaja. Razvijena kreativnost, etičnost i kritično mišljenje, važni su za razumijevanje svih prirodoslovnih predmeta te praktičnu primjenu znanstvenog istraživanja. Razvija se znanje na višim kognitivnim razinama jer su učenici aktivno uključeni u nastavu. Učenici mogu primijeniti naučeni koncept preobrazbe i životnog ciklusa vodozemaca na ostale organizme. Znanja i vještine te praktične metode znanstvenog istraživanja usvojene

istraživačkim učenjem, učenici mogu modificirati kako bi samostalno riješili problem ili zadatak postavljen u sklopu drugih predmeta. Osim razvoja prirodoslovne pismenosti kod učenika, ovakva nastava će osigurati razvoj sustava vrijednosti koje će doprinijeti razvoju odgovornog ponašanja i odnosa prema prirodi.

LITERATURA

- Aviani, I., Bastić, M., Cernošek, I., Halusek, V., Hrestak, M., Orešić, D., Pongrac Štimac, Z., Preočanin, T., Radanović, I. (članovi stručne radne skupine izabrani po javnom pozivu), Diana Garašić, D., Mihaljević, Š., Milić, V. (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016). Nacionalni dokument područja Prirodoslovnog područja kurikuluma.
- Begić, V., Horvatin, K., Karakaš, D., Korać, P., Lukša, Ž., Meštrović, O., Pongrac Štimac, Z., Radanović, I., Remenar, S., Sirovina, D., Sumpor, D. (članovi stručne radne skupine izabrani javnim pozivom), Garašić, D., Ništ, M. (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016). Prijedlog nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Biologija.
- Čavlović, K. (2012). Morfološka i alozimska analiza kompleksa zelenih žaba (*Pelophylax kl. esculentus* kompleks; Anura, Amphibia) sjeverozapadne Hrvatske. *Hyla*, 1, 48-49.
- Domjanović Horvat, D., Hrupec, D., Labak, I., Lopac Groš, A., Lugar, L., Marijanović, I., Valečić, H. (članovi stručne radne skupine izabrani javnim pozivom), Garašić, D., Ništ, M. (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016). Prijedlog nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Priroda.
- Engelhardt, W. (2003). *Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?* Kosmos Verlags-GmbH.
- Fabijanić V. (2014). Projektna nastava: primjena u izradi istraživačkih radova učenika. *Educatio Biologiae*, 89-96.
- Gilbert, S. F. (2003). *Developmental Biology*. 7th Edition. Sunderland, MA, Sinauer Associates Inc. 849.
- Hutchins, M., Duellman, W.E. i Schlager, N. (ur.) (2003). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*. 2nd Edition, Vol. 6, Amphibians. Farmington Hills, MI: Gale Group.
- Jelić, D., Kuljerić, M., Koren, T., Treer, D., Šalamon, D., Lončar, M., Podnar-Lešić, M., Janev Hutinec, B., Bogdanović, T., Mekinić, S., Jelić, K. (2012). *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske*. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Kwet, A. (2009). *New Holland European Reptile and Amphibian Guide*. New Holland Publishers
- Lukša, Ž., Žamarija, M., Dragić Runjak, T., Sinković, N. (2014). *Terenska nastava Prirode i Biologije u osnovnoj školi*. *Educatio Biologiae*, 69-79.
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH (2006). *Nastavni plan i program za osnovnu školu*.
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH (2011). *Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje*.
- Ristić Dedić, Z. (2013). *Istraživačko učenje kao sredstvo i cilj prirodoslovnog obrazovanja: psihologijska perspektiva*. U: D. Milanović, A. Bežen i V. Domović (ur.), *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu*. Zagreb: Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske.
- 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*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Research Science, Economy and Society.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fischman, D. L., Waller, R. W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306, 1783-1786.
- Zakon o zaštiti prirode. Narodne Novine 70/05; 139/

SECRET LIFE OF FROGS - INQUIRY LEARNING INSIDE AND OUTSIDE OF THE CLASSROOM

Čerba Dubravka^{1*}, Turković Čakalić Ivana¹, Šag Matej¹, Bogut Irela²

¹Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek

(dcerba@biologija.unios.hr)

²Faculty of Education, Department of Natural Sciences, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Cara Hadrijana 10/D, 31000 Osijek

ABSTRACT

In science subjects, inquiry learning insures the development of skills and competences which enable students to better understand natural occurrences and processes that surround them. Scientific approach in education encourages curiosity and develops inquisitive spirit in students of different age. During attendance of school biology subjects, students should learn about anatomy, ecology and development process of different vertebrates and frogs could be a model organism for studying amphibians which go through metamorphosis during their life cycle and have different adaptations characteristic for each life stage and living conditions. Inquiry learning facilitates understanding of complicated processes during metamorphoses and allows the students to see and study in person the anatomical changes that occur. This type of learning enables students to think in the "scientific way" and ask "scientific" questions related to observed phenomenon and recorded values, as well as how to present gathered data (e.g. charts), observations and conclusions. Students also develop the ability to create argument discussions about their results and conclusions. Inquiry learning can correlate and integrate cognition of different school subjects and thus contribute to the development of students' conceptual way thinking and reasoning.

Key words: scientific approach, inquiry learning, aquarium rearing, life cycle, metamorphosis

JEDNOSTAVNI BIOLOŠKI KLJUČEVI

*Bajd Barbara*¹

¹ Pedagoška fakulteta Ljubljana, Slovenija ² (barbara.bajd@quest.arnes.si)

SAŽETAK

Pojednostavljeni identifikacijski ključevi za organizme važni su za učenike, jer između ostalog koristeći takve ključeve i promatrajući detalje na različitim živim organizmima učenici mogu naučiti uočavati sličnosti i razlike među organizmima i tako poboljšati svoje sposobnosti opažanja. Osim toga, mogu se upoznati i s iznimnom raznolikošću vrsta i naučiti njihova imena, osnovne karakteristike klasifikacije organizama i strukturu ključeva za određivanje. Stručni identifikacijski ključevi za biljke i životinje koji koriste znanstvenici vrlo su složeni i teško upotrebljivi za učenike. Oni uključuju velik broj stručnih termina i previše informacija te zahtijevaju mnogo veće predznanje od onog koje imaju učenici. Korištenje pojednostavljenih identifikacijskih ključeva omogućuje učenicima usvajanje principa klasifikacije biljaka i životinja, što je jedna od temeljnih aktivnosti u biologiji. Na taj način učenicima možemo približiti biljke i životinje i potičemo njihovu motivaciju i želju za daljnjim učenjem o različitim organizmima. Mogućnost lakšeg snalaženja u svijetu oko sebe kod učenika potiče radost otkivanja i usvajanja novih spoznaja te znanje stečeno promatranjem uz upotrebu jednostavnih ključeva postaje trajno.

Ključne riječi: biološki ključevi, identifikacija, klasifikacija, jednostavni ključevi, organizmi

UVOD

Korištenje jednostavnih identifikacijskih ključeva zadano je ishodima učenja u nastavnom programu republike Slovenije za osnovne škole. U 6. razredu osnovne škole ishod glasi "Učenici razvrstavaju i razlikuju biljke iz obližnjeg ekosustavu u šire sistematske kategorije uz pomoću identifikacijskih ključeva" dok je u 7. razredu predviđeni ishod "Učenici razvrstavaju i razlikuju životinje iz obližnjeg ekosustavu u šire sistematske kategorije uz pomoću identifikacijskih ključeva." Pri tome je važno napomenuti da se od učenika ne očekuje korištenje profesionalnih ključeva za određivanje organizama jer oni zahtijevaju puno šire predznanje. Namjera je da učenici uoče kako su ključevi koncipirani, od čega se sastoje i kako se čitaju na jednostavnim primjerima koji funkcioniraju po istom principu. Na taj način, učenici ne uče samo nazive različitih organizama, nego principe klasifikacije i uočavaju raznolikost živog svijeta.

ŠTO SU JEDNOSTAVNI BIOLOŠKI KLJUČEVI, KAKO IH KORISTIMO I ZAŠTO SU VAŽNI?

Uvođenje jednostavnih ključeva u udžbenicima u Sloveniji počelo je prije gotovo trideset godina. Stručni biološki ključevi vrlo su složeni i zahtijevaju dublje znanje od onog koje učenici imaju. Oni su i vrlo opsežni, opisuju velik broj organizama i sadrže velik broj informacija i stručnih pojmova potrebnih stručnjacima za identifikaciju organizama. Upravo stoga u školama mnogih zemalja već desetljećima se koriste jednostavni ključevi za učenike (Bayne i sur., 1988). U Sloveniji se oni uvode već s početkom osnovne škole pa se osnove klasifikacije nekih jednostavnih organizama pojavljuju već u udžbeniku za drugi razred (Antić i sur., 2000).

I prije nego što su se jednostavni ključevi za određivanje organizama počeli koristiti u školama učitelji su koristili nekoliko prijevoda ključeva sa stranih jezika no oni su često sadržavali i organizme koji ne žive na našem području, što je učenicima stvaralo probleme kod korištenja (Allen i Denslow, 1999). Godine 1996. počeli su izlaziti jednostavni ključevi s odabranim vrstama Slovenije. Prvi među njima bio je ključ za identifikaciju puževa i školjkaša pod naslovom Moje prve školjke i puževi (DZS, Bajd, 1996). Objavljeno je ukupno 16 jednostavnih ključeva kod različitih izdavača (DZS, Modrijan, Mohorjeva Celovec), a nedavno je izašlo 9 naslova u seriji autorice Barbare Bajd (Morski rakovi, Morski puževi i školjki, Morske ribe, Kopneni puževi, Leptiri, Alpske biljke, Zimske zelene biljke te i dvije knjige na engleskom jeziku Sea Fish i Alpine Plants - Hart, Ljubljana). Mnogi od njih provjeravani su s djecom u vrtićima kao i učenicima osnovnih škola uz vrlo pozitivne rezultate (Bajd i sur., 2002; Bajd i sur., 2001) i preporučeni su kao materijal za pripremu učenika za natjecanja ili dodatni rad u biologiji u osnovnoj školi.

Jednostavni biološki ključevi su pojednostavljeni stručni ključevi koji sadrže samo ograničen broj organizama koji svi žive na učenicima bliskom području, u ovom primjeru u Sloveniji na različitim staništima (Bajd, 2012). To su ključevi za more, jezero, neki ekosustav na kopnu, npr. livada, šuma, za živa bića koja žive u tlu i sl. (Bajd, 1998). Svaki ključ sadrži popis organizama koje možemo njime određivati. Da bi se učenici mogli lakše snaći s ključevima, nastavnik je taj koji mora ponuditi učenicima za određivanje samo one organizme koji su na popisu, tako da nisu previše razočarani ako ne dođu do rješenja. U svakom slučaju, treba reći učenicima da u prirodi postoji mnogo više organizama i da nisu svi opisani u ovim jednostavnim ključevima, već da je u tu svrhu potrebno koristiti profesionalne ključeve, ali da su oni često za nestručnjake teško razumljivi.

Jednostavni ključevi funkcioniraju na principu dihotomskog ključa, a tekstualne upute najčešće su u obliku dviju izjava (a ili b) te učenici trebaju izabrati koja od njih odgovara organizmu koji promatraju tj. pokušavaju identificirati. Na taj način, ponovno se otvaraju dvije nove mogućnosti, učenik ponovno može birati odgovarajuću tvrdnju i to sve dok ne postigne konačno rješenje. Učenici na taj način zapažaju specifičnosti pojedinih organizama i tako uče o svemu što određuju. Pri tome promatraju, uočavaju raznolikosti te koriste različita osjetila što je izuzetno važno za proces učenja. Učenici organizme promatraju, ali ih (kada god je to moguće) mogu opipati, pomirisati, slušati, a ponekad čak i kušati (na primjer, različite jestive plodove). Promatranje, opisivanje i razvrstavanje su metode koje su važne u znanosti, a djeca ih na ovaj način uče u najranijoj dobi. I djeca već u vrtiću mogu klasificirati svoje igračke, knjige, bojice i to prema vlastitim kriterijima. Tako nauče i da svaki organizam koji upoznaju ima svoje određeno mjesto u prirodi, a isto tako i u ključu za identifikaciju koji koriste.

Korištenje jednostavnih ključeva potiče aktivno učenje i u skladu je s konstruktivističkim načinom učenja, pri čemu uloga učitelja nije direktno poučavanje već samo vođenje tijekom procesa učenja (Bajd i sur., 2001; Bajd i sur., 2002). Važno je uočiti da je pri tome vodeću ulogu u procesu učenja preuzeo konkretan biološki materijal i jednostavni biološki ključevi. Djeca aktivnim samostalnim radom izgrađuju nove spoznaje i biološke koncepte. Kada djeca aktivno i samostalno dolaze do novih znanja na njima zanimljiv, opušten i atraktivan način, to utječe i na njihovo zadovoljstvo, rast samopouzdanja i motivaciju

(Bajd, 2005). Na taj način ova metoda potiče znatiželju i dijete razvija stav poštovanja prema prirodi (Bajd, 2012).

Postoje različite vrste ključeva:

Empirijski (iskustveni) ključevi imaju uglavnom praktičan aspekt. To su takozvani pojednostavljeni ključevi koji sadrže samo ograničen broj organizama. Organizmi se određuju na temelju dobro vidljivih vanjskih znakova koji se jasno razlikuju između različitih organizama. Ovi ključevi nisu tako zahtjevni i uz pomoć njih se mogu odrediti samo određene vrste organizama (one koje su navedene u uvodu ključa). Kod upotrebe ovakvih jednostavnih ključeva moramo biti svjesni toga i u skladu s tim pripremiti materijal za učenike.

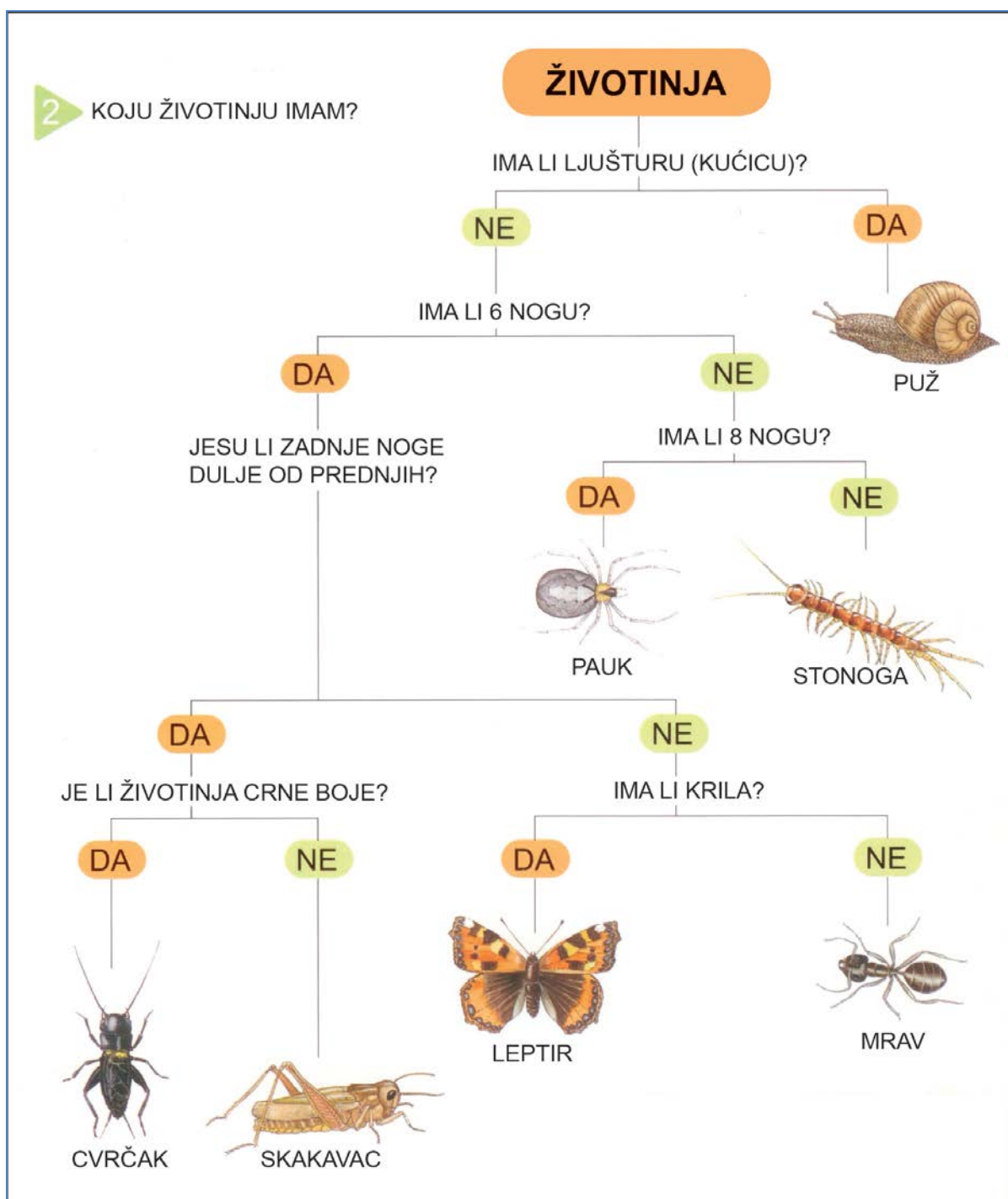
Teoretski koji uzimaju u obzir filogenetsku perspektivu i razvojni put organizama. Ovi ključevi se temelje na prirodnom sustavu. Na početku takvog ključa su evolucijski stariji organizmi, a na kraju evolucijski najmlađi. Takve ključeve teže je koristiti i korisnik treba imati puno šira znanja o organizmima koje određuje. Osim toga, prilikom određivanja vrste ponekad treba uzeti u obzir sitne značajke koje nisu vidljive golim okom. Zbog toga ovakvi ključevi nisu uvijek pogodni za korištenje mlađim učenicima ili djeci u vrtiću kao jednostavni empirijski ključevi.

I među empirijskim ključevima postoji različite vrste ključeva, različite zahtjevnosti i primjerenosti za dob učenika. Oni se mogu razlikovati prema broju organizama koji su uključeni u njih i prema načinu na koji je napisan ključ. Postoje tekstualni (opisni) ključevi i shematski. Kao što naziv implicira, tekstualni ključevi sadrže samo tekst u obliku pitanja ili tvrdnji (a i b), dok shematski sadrži crteže ili sheme u obliku dviju grana, gdje se svaka grana nastavlja u dvije linije s novim crtežima na sličan način kao što su kod tekstualnih ključeva tvrdnje a i b. Ponekad ključevi sadrže i slike, tako da odmah možemo prepoznati da smo došli do točnog rješenja.

Dakle, možemo razlikovati sljedeće vrste ključeva:

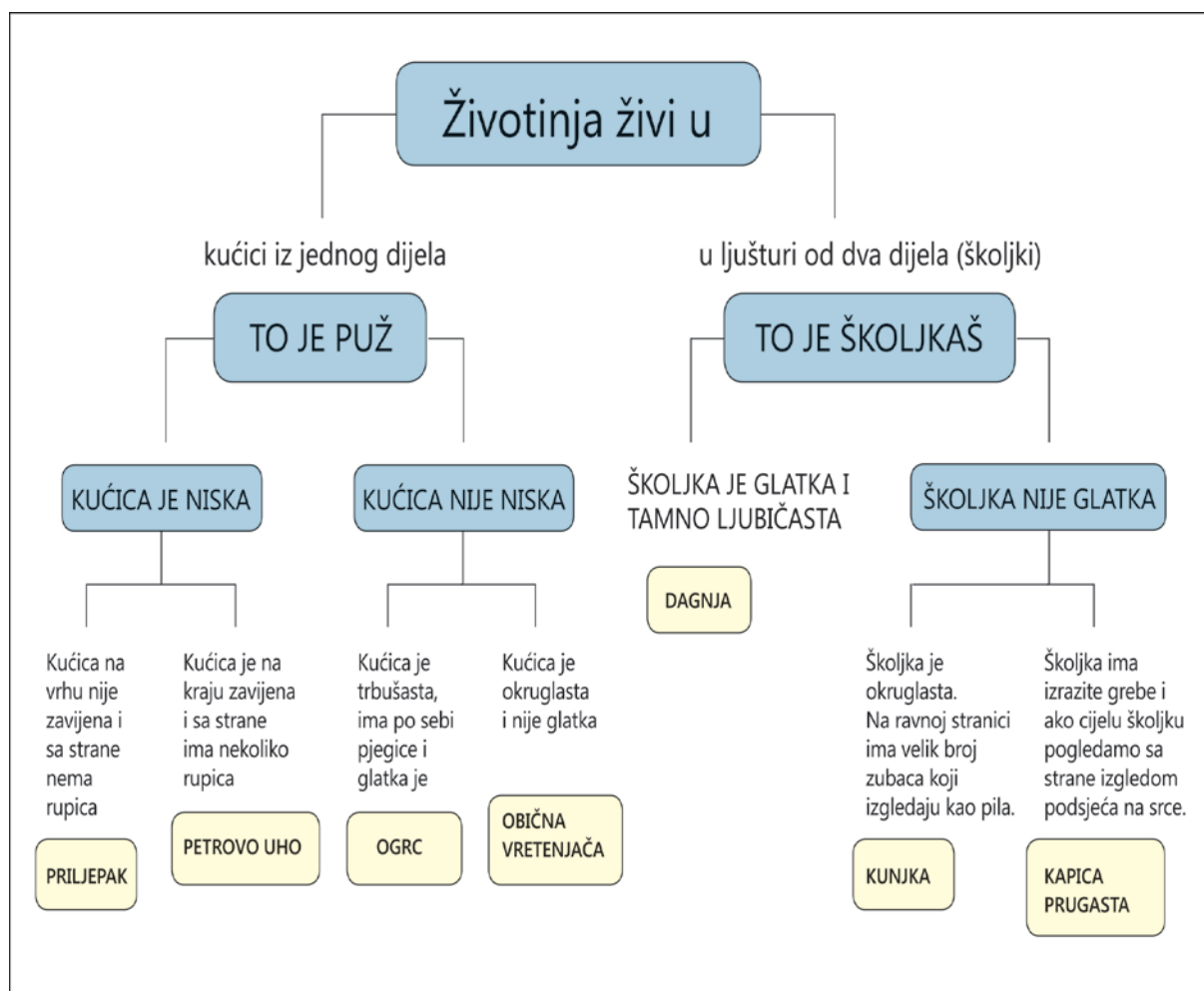
Slikovni - koji sadrže samo slike. Kako ne bi trebao pročitati cijelu knjigu od početka do kraja, stranice su označeni različitim bojama, što nam pomaže da tražimo samo na onima stranicama ključa, koje predstavljaju neke karakteristike organizma (primjerice, boja cvijeta). U ovim ključevima cvijeće je grupirano npr. po boji cvijeta. Ovakva podjela nije profesionalna, ali je za učenike vrlo jednostavna i iskustvena, što im pomaže da brzo dođu do rješenja. Ako želimo prepoznati, na primjer, maslačak, u knjizi pregledamo samo one stranice koje su označene žutom bojom, što znači da je na tim mjestima zastupljeno samo cvijeće žute boje cvijeta ili cvata. Organizme možemo prepoznati prema slici uz koju onda dolazi i opis biljke. Ključ s različitim bojama stranica omogućuje pregled ograničenog broja organizama. Npr. kad smo u potrazi za nazivom biljke koja ima cvijet/cvat plave boje gledamo samo stranice s plavom oznakom u ključu.

Slikovno-shematski - u kojima su organizmi prikazani i shemom i slikama (Slika 1). Organizam se određuje na temelju pitanja na koja možemo odgovoriti s da ili ne i odgovor nas dovodi do konačnog rješenja (Antić i sur., 2000).



Slika 1 Slikovno-shematski ključ

Opisno shematski - ključ koji je napisan u obliku dvije grane (dihotomski ključ), gdje su uvijek dvije mogućnosti, a izbor između njih je onaj koji najbolje odgovara opisu organizma (Slika 2). Tako nastavimo dok ne dođemo do konačnog rješenja. (Antić i sur., 2001).



Slika 2 Opisno-shematski ključ

Opisni (tekstualni) – koji je napisan na temelju shematskog ključa sa dvije grane, ali samo s tekstom bez sheme pri čemu uvijek imamo dvije mogućnosti: a ili b. Odlučimo se za tvrdnju, što odgovara organizmu koji se određuje, a na desnoj strani opisa spomenut je broj koji nas vodi do sljedeće dvije tvrdnje ili pitanja. Tako su napisani i stručni ključevi.

Opisno (tekstualno) slikovni (na primjer, Moji prvi morski puževi i školjki) - ključ sadrži tekst od dvije opcije a i b kao u prethodnom primjeru, ali u konačnom rješenju se uz ime organizma nalazi i fotografija (Slika 3). Tako jasnije možemo vidjeti jesmo li točno odredili organizam (Bajd, 2012).

Simboličko shematski – je ključ koji je namijenjen djeci koja još ne čitaju dobro pa se uz pomoć simbola mogu upoznati karakteristike organizma, što dovodi do konačnog rješenja (Slika 4). Na slici je ključ napisan u obliku simbola kojeg su šestogodišnjaci u vrtiću sami definirali i nacrtali (Bajd i sur., 2001; Bajd i sur., 2002).

VRETENCE
Turritella communis

10. a) Kućica je uska, u obliku stošca i na vrhu zašiljena. Kod odrasle životinje obično ima oko 11 zavoja. Na površini su vidljiva koncentrična udubljenja, a poklopac na ulazu u kućicu (operkul) je okruglastog oblika. Boja kućice može biti od svjetlo crvenkaste, smečkaste do prozirnoljubičaste boje. Kućica je visoka do 6 centimetara.



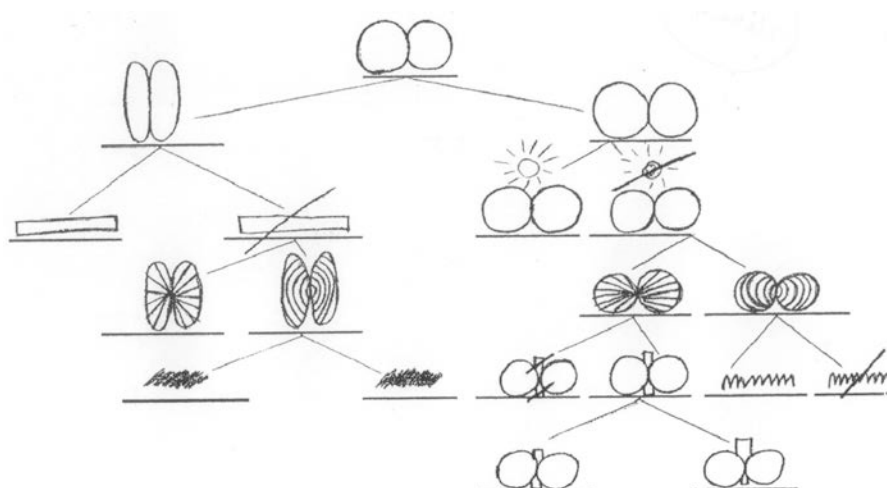
Živi na pješčanom dnu, hrani se algama. U praznu kućicu se često useli rak samac.

b) Kućica ima oblik širokog stošca, ima manje od 10 zavoja, a površina joj je mrežasta.

vidi 11

14

Slika 3 Opisno (tekstualno) slikovni ključ



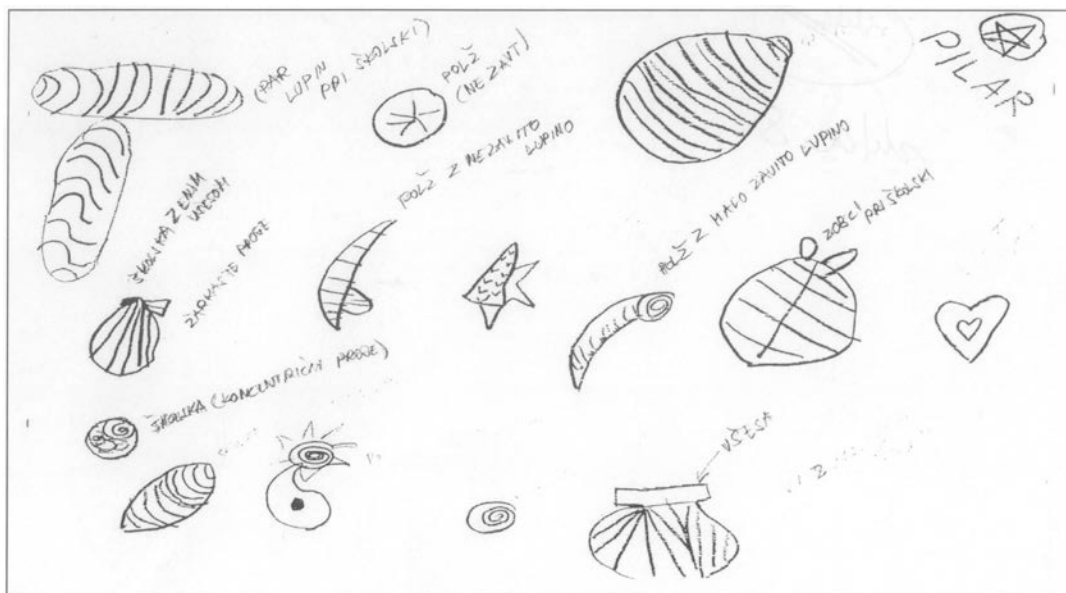
Slika 4 Simboličko shematski ključ, kojeg su nacrtala djeca

Ključevi mogu biti u tiskanom obliku ili digitalni. Neki od njih lakše se koriste u učionici, a neki na terenskim istraživanjima. Dakle, identifikaciju organizama možemo provesti i na terenu i u učionici, pri čemu donosimo organizme u razred. Važno je voditi računa o etičnosti postupanja sa svim živim organizmima, i da ih, kad god je to moguće, vratimo u prirodu u njihovo stanište. Moramo biti svjesni da su jednostavni ključevi pojednostavljeni i primjereni za određivanje ograničenog broja vrsta. Nastavnik mora objasniti učenicima da u lokalnim prostoru živi mnogo više različitih vrsta životinja i biljaka, nego što je spomenuto u pojednostavljenim ključevima. Međutim, pojednostavljeni ključevi pogodna su nastavna pomagala s kojima se učenici uče o raznolikosti živog svijeta. Pomoću ključeva učenici uče promatrati i detaljno upoznati organizme koji bi možda inače bili zanemareni. Upravo stoga treba pažljivo birati koje vrste učenici mogu odrediti uz pomoć ovih ključeva i na taj način za njih pripremiti nastavni materijal tj. organizme koji su navedeni u ključu.

Jednostavni biološki ključevi omogućuju razvoj vještina važnih za prirodoznanstveni pogled na svijet, a jedan od temeljnih procesa u tome je upravo promatranje. Učenici mogu promatrati životinje i obratiti pažnju na ono prema čemu se organizmi drugačiji ili pak slični (u veličini, strukturi tijela, broju nogu, u boji, je tijelo podijeljeno ili ne, imaju li krila, kako se kreću, itd.). Također mogu promatrati različite biljke koje se mogu razlikovati prema boji i strukturi cvijeta/cvata, obliku, veličini i rasporedu listova, rubu lista i sl. U nastavi djeci želimo što zornije prikazati prirodu i pojave u njoj pa nastavnici moraju, posebno kada je riječ o biljkama i životinjama, omogućiti djeci što direktniji kontakt. Učenici kod promatranja trebaju koristiti što više različitih osjetila. Kada je to moguće učenici bi trebali organizme ne samo gledati već i dodirivati (npr. školjke koje mogu biti glatke ili grube), mirisati (ugodan ili neugodan miris cvijeća, gljiva i sl.), slušati, a ako je to moguće i kušati (na primjer jestivo voće). Mogu se predstaviti biljke različite na dodir ili koje se mogu razlikovati po mirisu. Promatranjem i uočavanjem ovakvih sličnosti i razlika između organizama učenici postaju svjesni raznolikosti živoga svijeta i upoznaju prilagodbe organizama u različitim okruženjima oko sebe.

KADA POČETI KORISTITI JEDNOSTAVNE KLJUČEVE?

Djeca prije dolaska u školu ili na samom početku prvoga razreda još ne znaju čitati. No i oni su u stanju prepoznati sličnosti i razlike između pojedinih organizama. Tako je zadaća nastavnika da uz tekst u knjizi usmjerava djecu na promatranje organizama (Slika 5). Djeca su u stanju primijetiti sitne karakteristike, sličnosti i razlike između pojedinih organizama i određivanje po ključu za njih je poput rješavanja zagonetki. Veseli ih otkrivanje imena organizama i obično žele saznati više o njima. Da djeca uočavaju detalje i pamte ih pokazuju i crteži nastali nakon radionica korištenja jednostavnih ključeva u vrtićima (Bajd i sur, 2001, 2002).



Slika 5 Črteži djece od kojih je bio napravljen jednostavni ključ

Za određivanje pojedinih organizama, kao što su školjki i puževi, životinje u tlu i slično postoje i kompjuterski program koji omogućuju predškolskoj djeci da i bez čitanja slušaju tekst i klikom miša izaberu jednu od dvije ponuđene opcije (Računalniški program, Ključ, Bajd, 1998). Rad s digitalnom tehnologijom bliži je novim generacijama i omogućuje djeci objedinjavanje i ponavljanje znanja, te im daje povratnu informaciju o točnosti njihovog izbora tj. jesu li došli do ispravnog rješenja ili ne.

Nakon što korištenjem jednostavnih ključeva učenici shvate princip klasifikacije mogu ga i samostalno koristiti u izradi vlastitih jednostavnih ključeva sa samo nekoliko organizama.

ZAKLJUČAK

Rad s jednostavnim biološkim ključevima razvija kod djece temeljne kompetencije važne za prirodno-znanstvenu pismenost te uz aktivne metode učenja pridonosi i razvoju dodatnih kompetencije i omogućuje da:

- ☛ nauče promatrati i pronalaziti sličnosti i razlike između organizama,
- ☛ saznaju kako definirati varijable,
- ☛ saznaju više o raznolikosti organizama i različitosti među organizmima,
- ☛ upoznaju osnovne strukture bioloških ključeva,
- ☛ saznaju imena nekih organizama,
- ☛ spoznaju osnovne principe klasifikacije,
- ☛ povećaju znatiželju, a time i želju za stjecanjem novih znanja o živom svijetu oko njih,
- ☛ upoznaju karakteristike različitih skupina organizama (kao što je, na primjer, broj noge, segmenti tijela, razlika između puža i školjke, razlika između kukca i pauka...),
- ☛ usvajaju stručni jezik, uče nove riječi i obogaćuju svoj vokabular,
- ☛ saznaju karakteristike organizama koji su povezani s okolinom u kojoj žive,
- ☛ razviju ljubav prema prirodi i stoga su u stanju da je zaštite i sačuvaju.

Jednostavni biološki ključevi stoga su izuzetno korisna nastavna pomagala s kojima djeca stječu raznolika znanja i kompetencije. Zato je važno poticati nastavnike da njihovo korištenje počne što ranijoj pa i u vrtićkoj dobi (Bajd, B. i sur., 2001, 2002)

LITERATURA

- Allen, G., Denslow, J. (1999). Cvetnice. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije
- Allen, G., Denslow, J. (1999). Necvetnice. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije
- Allen, G., Denslow, J. (1999). Ptiči. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Allen, G., Denslow, J. (1999). Sladkovodne živali. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Allen, G., Denslow, J. (1999). Živali na morsi obali. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Allen, G., Denslow, J. (1999). Žuželke in druge majhne živali brez okostja. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Antić, M. G., Bajd, B., Ferbar, J., Krnel, D., Pečar, M. (2000) Okolje in jaz 2 : spoznavanje okolja za 2. razred devetletne osnovne šole. Ljubljana: Modrijan.
- Antić, M. G., Bajd, B., Ferbar, J., Krnel, D., Pečar, M. (2001) Okolje in jaz 2 : spoznavanje okolja za 3. razred devetletne osnovne šole. Ljubljana: Modrijan.
- Bajd, B., Mati, D., Mati P.T. (2002). Določanje polžev in školjk z uporabo preprostega biološkega ključa : moje prve školjke in polži. Ljubljana: Naravosl. solnica, 6, št. 3, str. 9-13.
- Bajd, B., Mati, D., Mati P.T. (2001). Določanje vejic pozimi z uporabo preprostega biološkega ključa : moje prve zimske vejice. Ljubljana: Naravosl. solnica, . 5, št. 2-3, str. 10-16.
- Bajd, B. (1996). Moje prve školjke in polži. Ljubljana: DZS.
- Bajd, B. (1997). Moje prve zimske vejice. Ljubljana: DZS.
- Bajd, B. (1998) Ključ, Računalniški program. Ljubljana: Računalniški center Miška: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Bajd, B. (1998). Moje prve drobne živali tal. Ljubljana: DZS.
- Bajd, B. (1998). Moje prve sladkovodne živali. Ljubljana: DZS.
- Bajd, B. (1999). Moje prve praproti. Ljubljana: DZS, 1999.
- Bajd, B. (2002). Moje prve dvoživke. Ljubljana: Modrijan.
- Bajd, B. (2002). Moje prve spomladanske cvetlice. Ljubljana: Modrijan, 2002.
- Bajd, B. (2003). Moje prve ptice pozimi. Ljubljana: Modrijan.
- Bajd, B. (2005). Moji prvi metulji. Ljubljana: Modrijan.
- Bajd, B. (2005). Novi pristopi pri poučevanju naravoslovja : uporaba preprostih ključev. Ljubljana: Ann, Ser. hist. sociol., 2005, letn. 15, št. 1, str. 179-184.
- Bajd, B. (2012). Moji prvi listavci : preprost določevalni ključ. Celovec: Mohorjeva založba.
- Bajd, B. (2012). Moji prvi morski polži in školjke : preprost določevalni ključ. Ljubljana: Hart.
- Bajd, B. (2013). Moji prvi kopenski polži : preprost določevalni ključ. Ljubljana: Hart.
- Bajd, B. (2013). Moji prvi morski raki : preprost določevalni ključ. Ljubljana: Hart.
- Bajd, B. (2014). Moje prve morske ribe: preprost določevalni ključ. Ljubljana: Hart.
- Bajd, B. (2014). Moje prve alpske rastline: preprost določevalni ključ. Ljubljana: Hart.
- Bajd, B. (2015). Moje prve zelene rastline pozimi: preprost določevalni ključ. Ljubljana: Hart.
- Bajd, B. (2015). Moji prvi metulji: preprost določevalni ključ. Ljubljana: Hart.
- Bayne D., Evans D., Llewellyn-Jones J., Shalders J. (1998). Byokeys. London: Blackie and Son Ltd.

SIMPLIFIED BIOLOGICAL KEYS

*Bajd Barbara*¹

¹ University of Ljubljana, Faculty for Education (barbara.bajd@quest.arnes.si)

ABSTRACT

Simplified identification keys for organisms are important for many reasons. Using such keys and observing the details, we could learn how to find similarities and differences between organisms. We thus improve our powers of observation, which is nowadays quite often replaced by slipshod neglect. Furthermore, we can familiarise ourselves with the exceptional diversity of species and actually learn a few names. We also learn the basic structure of a key. Professional identification keys for plants and animals, used by biologists, are very complex and practically useless for laymen. They include numerous technical terms and too much information – they demand a great deal of prior knowledge from the reader. Using simplified identification keys, we can learn to classify plants and animals, which is one of the basic activities of natural sciences. And this encourages our thirst for knowledge, since we often want to find out more interesting facts about the various organisms, which we could look up later in other books or on the internet. If we find the right solution – the name of the animal or plant – we're usually delighted and encouraged to research further. The knowledge obtained by observation with a simplified key thus becomes more permanent. However, we must keep in mind that this simple key will not help us identify all organisms but only a limited number of them. Using simplified key, we learn how keys are structured and how to properly read them, while we familiarise ourselves with characteristics of animals and plants and their adaptations to the environment in which they live.

Keywords: *biological keys, identification, determination, simplified keys, organisms*

ULOGA ŠKOLSKOG DVORIŠTA U NASTAVI PRIRODE I BIOLOGIJE

Prnjavorac Jasna

Katolička gimnazija s pravom javnosti, Pape Ivana Pavla II. 6, 34 000 Požega, Hrvatska (jasna.prnjavorac@skole.hr)

SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je dokazati pozitivnu ulogu školskog dvorišta u zadovoljavanju mnogih materijalnih, funkcionalnih i odgojnih zadataka nastave prirode i biologije, i ostvarivanju postignuća učenja. Prvo istraživanje provedeno je na dva VII. razreda jedne zagrebačke osnovne škole. Obradom rezultata nije ostvaren postavljeni cilj, ali su uočene tipične pogreške koje nastavnici rade pri izvanučioničkom obliku nastave. Drugo istraživanje provedeno je sa dva VI. razreda Osnovne škole fra Kaje Adžića Pleternica. Krenulo se od učenih pogrešaka nastavnika koje su ispravljene, što se odrazilo i na uočljivu razliku u ostvarenim postignućima učenika tijekom nastave. U oba razredna odjeljenja je isti tjedan održan po jedan blok sat školske godine 2008./2009. Obradivane su jednake nastavne jedinice. U razrednom odjelu koji je predstavljao kontrolnu skupinu, nastavni sadržaj je obrađen u učionici uz frontalni oblik rada. U drugom, eksperimentalnom odjeljenju, održana je istraživački usmjerena nastava uz korištenje izvorne stvarnosti u školskom dvorištu. U istraživanju su primijenjeni isti pisana provjera koji ispituje sve razine postignuća nakon obrade istog sadržaja i anketa kojom su provjerena mišljenja učenika o korištenim nastavnim metodama i oblicima. Obradom rezultata pisanih provjera dokazano je da su učenici eksperimentalnog razrednog odjela razvili postignuća više razine i bolje riješili završni pisana provjera. Rezultati ankete su pokazali pozitivan stav učenika prema istraživački usmjerenoj nastavi u školskom dvorištu.

Ključne riječi: školsko dvorište, istraživački usmjerena nastava, pogreške nastavnika

UVOD

Osnovni cilj nastave prirode i biologije jest upoznati mlade naraštaje s prirodom koja ih okružuje i istaći njenu važnost za čovjeka, kako bi spoznali temelje prirodnih znanosti. Kvaliteta okoliša i općenito život na Zemlji ovise o odlukama koje će današnji mladi donositi u svom daljnjem životu (De Zan, 1999). Da bi se postigao željeni cilj, nastava biologije mora obuhvatiti materijalne, funkcionalne i odgojne zadatke (Poljak, 1985). U tradicionalnoj školi na prvom mjestu su materijalni zadaci nastave. Nastava biologije trebala bi uvesti učenika u samostalno stjecanje znanja i razvijanje različitih sposobnosti. To se može postići nastavom usmjerenom na funkcionalne zadatke koja bi razvila mnoge psihofizičke sposobnosti – senzorne, praktične, izražajne, intelektualne (Poljak, 1985; De Zan, 1999). U kvalitetnoj školi nastava biologije usmjerena je na istraživački rad u učionici, živom kutiću, školskom dvorištu i parku, školskom vrtu (De Zan, 1999).

Cilj istraživanja je dokazati pozitivnu ulogu školskog dvorišta u nastavi prirode i biologije. Krenulo se od pretpostavke da školsko dvorište zadovoljava mnoge materijalne, funkcionalne i odgojne zadatke nastave prirode i biologije što vodi boljim rezultatima učenika na pisanim provjerama, ostvarivanju obrazovnih postignuća više razine i prepoznavanju učinkovitosti izvanučioničke istraživački usmerene nastave.

Školsko dvorište je mjesto gdje će se učenicima na najbolji mogući način, na izvornoj stvarnosti, demonstrirati nastavni sadržaji koji se u određenim prilikama mogu unijeti u učionicu. Ova nastavna metoda učenicima omogućuje da sa što više osjetila percipiraju različite i brojne kvalitete materije koja im se demonstrira (Poljak, 1985; Pirnat, 1952). Što češće imaju priliku promatrati, više će izoštriti sposobnost primjećivanja najrazličitijih kvaliteta neke pojave (Poljak, 1985). Rezultat takvog nastavnog rada su usvojena činjenična znanja koja su učenici samostalno zapazili. Cilj istraživanja jest dokazati da će učenici tako stečena znanja bolje reproducirati i postići bolje rezultate na pisanim provjerama.

Školsko dvorište je svojevrsni laboratorij na otvorenome (De Zan, 1999) prikladan za izvođenje praktičnih radova. Takav rad podrazumijeva samostalno i aktivno sudjelovanje učenika u nastavi. Učenici primjenjuju promatranjem usvojena znanja u rješavanju problema, analiziraju informacije i prilagođavaju ih novim situacijama, procjenjuju vrijednost informacija i koriste ih u svrhu poboljšanja kvalitete života. Rezultat ovih operativnih aktivnosti su postizanje različitih sposobnosti i viših razina postignuća koje vode boljem uspjehu, kako u nastavi prirode i biologije, tako i u ostalim nastavnim predmetima i životu općenito (Green, 1996). Ispraživanjem se nastoji dokazati kako izvanučionička istraživački usmjerenom nastavom učenici ostvaruju obrazovna postignuća više razine.

Osim materijalnih i funkcionalnih zadataka, školsko dvorište pruža mogućnost ostvarenja odgojnih zadataka nastave. Ovakva metoda rada približava učenicima učinkovitije oblike obrade nastavnih sadržaja. Dosadašnja istraživanja pokazala su da učenici vole biti aktivno uključeni u nastavni proces, pogotovo ako se pred njih postavi nekakav izazov (Green, 1996). Pretpostavlja se da će učenici prepoznati pozitivan utjecaj demonstriranja i samostalnog istraživanja u školskom dvorištu na razumijevanje gradiva. Zato se očekuje da će takav način pamćenja gradiva smatrati lakšim od dosadašnjih načina učenja.

MATERIJALI I METODE

Prvo istraživanje provedeno je s učenicima VII.a i VII.b razreda u Osnovnoj školi „Otok“ u Novom Zagrebu. Ova škola je pogodna za istraživanje zbog velikog školskog dvorišta. U oba razredna odjeljenja održan je po jedan blok sat, a obrađena je nastavna jedinica Golosjemenjače radi velikog broja predstavnika golosjemenjača u dvorištu škole. VII.a razred (21 učenik) predstavljao je kontrolnu skupinu u kojoj je nastavna jedinica obrađena 3. lipnja 2008. godine u učionici. Prevladavao je frontalni nastavni oblik uz povremeni samostalni rad učenika. Korištene su metode usmenog izlaganja, razgovora, čitanja, pisanja, crtanja i rada na tekstu. Sadržaj je slikovito prikazan PowerPoint prezentacijom ili se mogao naći u udžbeniku, a bio je usklađen s pitanjima u radnom listiću kojega su učenici rješavali. VII.b razred (23 učenika) bio je eksperimentalna skupina u kojoj je ista nastavna jedinica obrađena 4. lipnja 2008. godine. Prevladavao je samostalni rad učenika. Uvodni dio sata učenici su odslušali u učionici gdje je sadržaj slikovito prikazan PowerPoint prezentacijom, a korištene su metoda praktičnog rada (mikroskopiranje prirodnog materijala), metoda demonstracije (promatranje i analiza prirodnog materijala) i metoda crtanja (ilustriranje učenog). Ostatak sata održan je u školskom dvorištu gdje su učenici samostalno istraživali zasađene golosjemenjača i uspoređivali ih s nezasađenim

predstavnicima služeći se njihovim osobnim iskaznicama koje su sadržavale slike i osnovne karakteristike. Radni listić obuhvaćao je jednake zadatke kao u VII.a, ali uz dodatne upute za samostalni rad. Valja napomenuti kako u eksperimentalnoj skupini, za razliku od kontrolne, prethodno nije bila obrađena nastavna jedinica Papratnjače. Tjedan dana nakon održanih sati, učenici oba razredna odjeljenja (21 učenik VII.a i 20 učenika VII.b) riješili su jednak pisana provjera kojim se provjeravalo poznavanje sadržaja obrađene nastavne jedinice. Njegova svrha bila je uočiti razliku u rezultatima među razrednim odjeljenjima i povezati ju s načinom obrade nastavnog sadržaja. Pitanja u pisanoj provjeri provjeravala su sve razine postignuća.

Dobiveni rezultati završne pisane provjere su obrađeni i uspoređeni te prikazani grafički. Rezultati nisu potvrdili postavljenu pretpostavku. Trebalo je utvrditi pogreške u načinu rada, popraviti ih i ponoviti istraživanje.

Istraživanje je ponovljeno s učenicima VI.f i VI.g razreda Osnovne škole fra Kaje Adžića Pleternica. U dvorištu škole zasađene su brojne listopadne vrste pogodne za obradu nastavnih jedinica Osnovna obilježja kontinentalne listopadne šume te Biljke i gljive kontinentalne listopadne šume. Nastavne jedinice su obrađene na dva različita načina, tj. korištene su drugačije nastavne metode i oblici. U VI.g razredu (kontrolna skupina) blok sat je održan 18. rujna 2008., a sudjelovalo je 28 učenika. Korišten je frontalni oblik nastavnog sata uz metode čitanja, pisanja, rada na tekstu, usmenog izlaganja i razgovora. Osnovni izvor informacija bio je udžbenik. Učenici nisu dobili radne listiće već su se izdvojene informacije pisale na ploču. U VI.f razredu (eksperimentalna skupina) blok sat je održan 19. rujna 2008. Na satu je sudjelovalo 30 učenika. Nastavne jedinice u potpunosti su obrađene u školskom dvorištu uz samostalan rad učenika precizno usmjeravan pitanjima u radnom listiću. Prevladavale su metoda demonstracije i praktičnog rada. Sadržaji koji nedostaju u dvorištu nadopunjeni su donesenim prirodnim materijalom, slikama i plakatima. 23. rujna u oba razreda proveden je jednak završni pisana provjera. Pitanja u pisanoj provjeri odnosila su se na naučene sadržaje o listopadnoj šumi. Provjeravala su sve razine postignuća, pažljivije su razrađena i usklađena s postavljenim ciljem nastavnoga sata. Svrha pisane provjere je uočiti razliku u rezultatima među razrednim odjeljenjima i dokazati kako različite aktivnosti razvijaju kod učenika drugačije sposobnosti. Na istom satu učenici su rješavali anketu kojom su se tražile informacije kako su učenici do tada najčešće usvajali gradivo iz prirode, kako ga najlakše pamte i dojmovima učenika na održani nastavni sat.

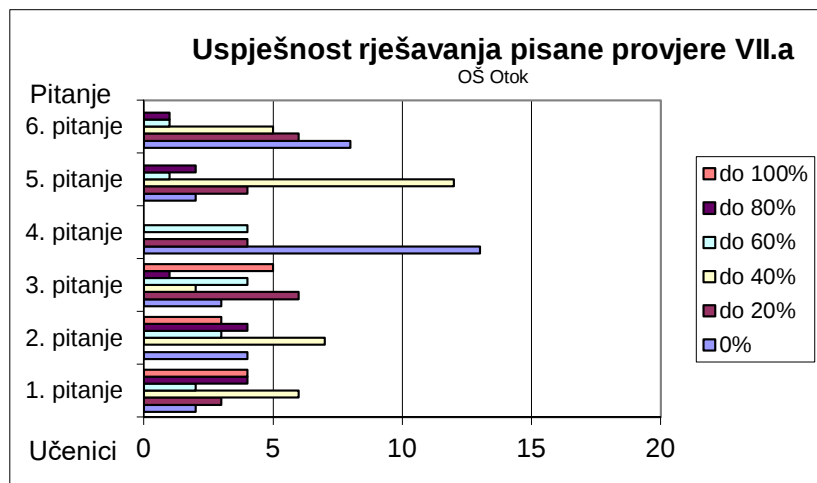
Rezultati završnih pisanih provjera i anketa su obrađeni i uspoređeni, a prikazani su grafički. Osnovna statistička obrada podataka izvedena je upotrebom programa Microsoft Excel (2000). Statistička značajnost rezultata utvrđena je analizom varijance.

REZULTATI

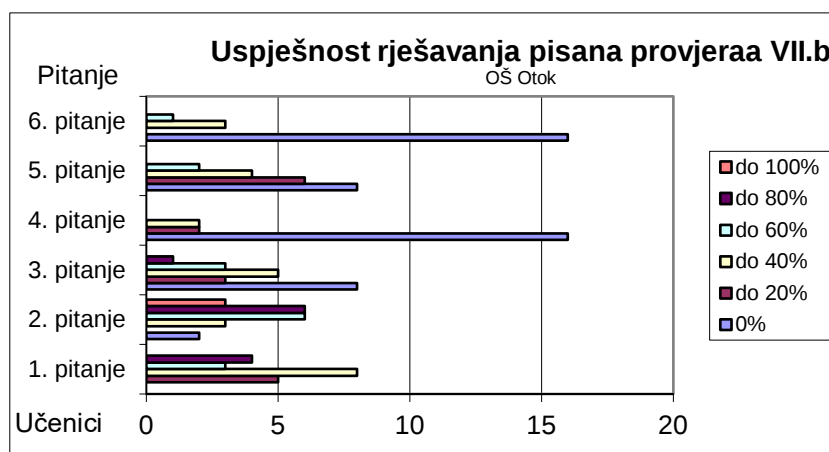
Rezultati završnog pisana provjeraa provedenog s učenicima sedmih razreda Osnovne škole „Otok“

Postoji statistički značajna razlika u rezultatima pisana provjeraova između VII.a (kontrolna skupina) i VII.b razreda (eksperimentalna skupina). Kontrolna skupina uspješnije je riješila pisana provjera kojime se ispitivalo poznavanje nastavne jedinice

Golosjemenjače (slika 1 i slika 2) jer je metodom ANOVA dobiveno da je $F_{(3,88)} = 5,32$; $p < 0,02$. U eksperimentalnoj skupini bilo je više učenika koji su na četiri pitanja odgovorili s 0%-tnom točnosti i manje onih koji su na pojedina pitanja dali potpuno točan odgovor. Razlika u odgovorima na pojedina pitanja među razredima također je statistički značajna ($F_{(2,25)} = 25,04$; $p < 4,27E-20$). U VII.b na prvo pitanje nitko nije odgovorio potpuno krivo kao u VII.a., ali tu je više učenika na isto pitanje odgovorilo s točnošću većom od 80%. Eksperimentalna skupina je na 3., 4., 5. i 6. pitanje dala puno više potpuno krivih odgovora.



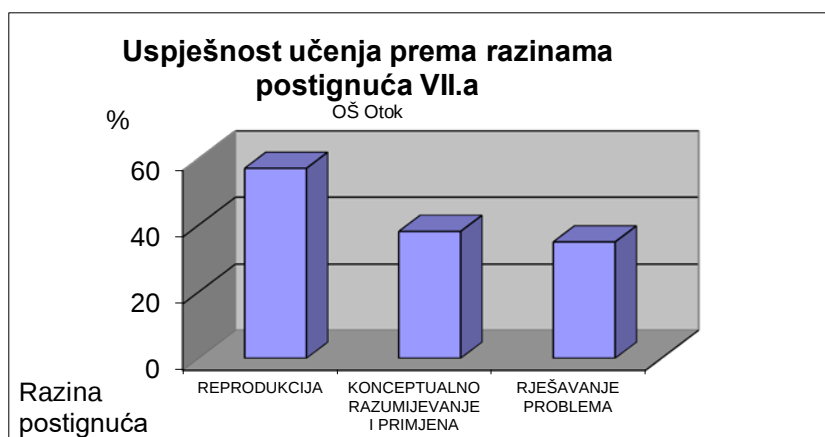
Slika 1 Uspješnost rješavanja pisana provjeraa po pitanjima u VII.a (kontrolna skupina)



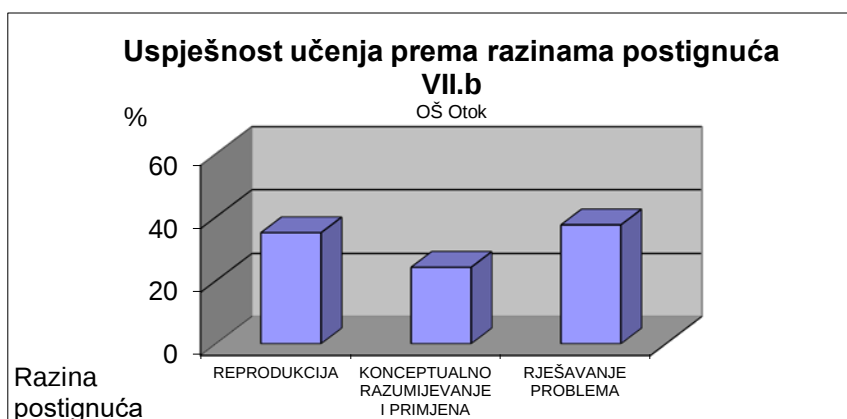
Slika 2 Uspješnost rješavanja pisana provjeraa po pitanjima u VII.b (eksperimentalna skupina)

Pitanja iz završnog pisana provjeraa analizirana su prema postotku uspješnosti rješavanja zadataka raspoređenih u razine postignuća: reprodukcija, konceptualno razumijevanje i primjena, rješavanje problema.

U kontrolnoj skupini (slika 3), najuspješnije su riješeni zadaci vezani uz reprodukciju gradiva (57%), a s najmanjim postotkom točnosti riješeni su problemski zadaci (35%). U eksperimentalnoj skupini (slika 4) učenici su bolje ovladali sposobnošću rješavanja problema (37,5%), za 2,5% bolje od VII.a. Slijedi sposobnost reprodukcije gradiva (35%) koja je znatno niža nego u kontrolnoj skupini. Najlošije su riješili zadatke koji su ispitivali konceptualno razumijevanje i primjenu usvojenih sadržaja (24%), dok je VII.a u ovoj kategoriji pitanja bio uspješniji (38%).



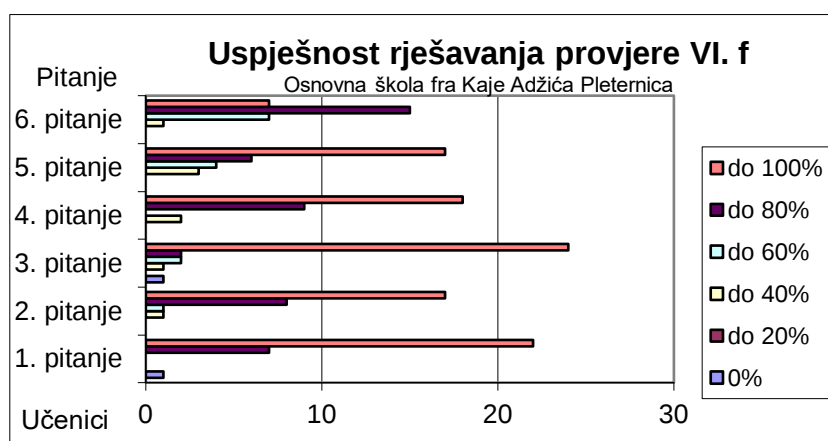
Slika 3 Uspješnost rješavanja zadataka prema razinama postignuća u VII.a razredu (kontrolna skupina)



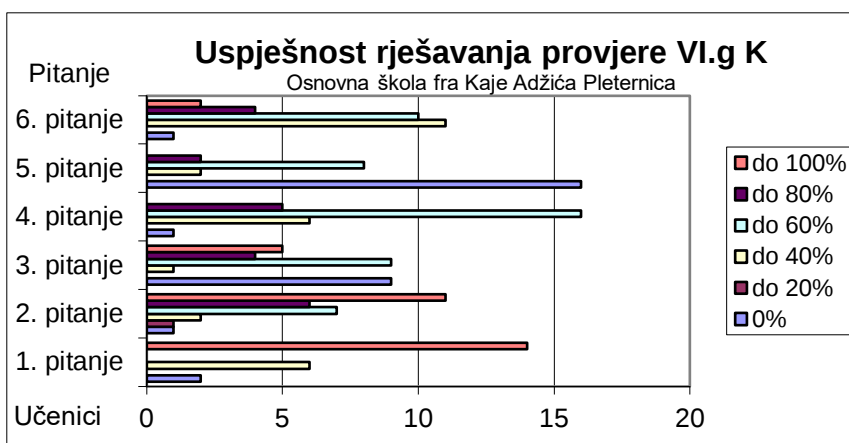
Slika 4 Uspješnost rješavanja zadataka prema razinama postignuća u VII.b razredu (eksperimentalna skupina)

Rezultati završne pisana provjera i ankete provedenih s učenicima šestih razreda Osnovne škole fra Kaje Adžića Pleternica

Analizom rezultata pisana provjera po pitanjima uočena je statistički značajna razlika uspješnosti rješavanja u VI.f (eksperimentalna skupina) i VI.g (kontrolna skupina) jer je metodom ANOVA dobiveno da je $F_{(3,05)}=5,82$; $p<0,00$. Eksperimentalna skupina je bolje riješila završni pisana provjera jer su njihovi odgovori većinom bili 80% ili 100% točni (slika 5), dok je kontrolna skupina imala puno više netočnih i puno manje točnih odgovora (slika 6).

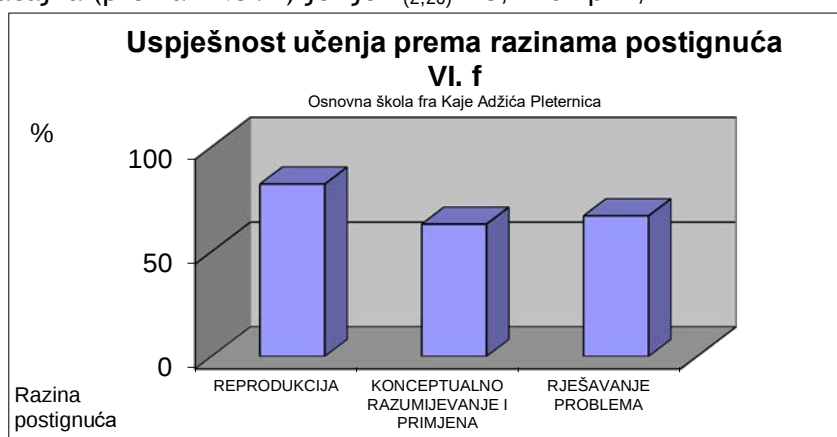


Slika 5 Uspješnost rješavanja pisana provjeraa po pitanjima u VI.f razredu (eksperimentalna skupina)

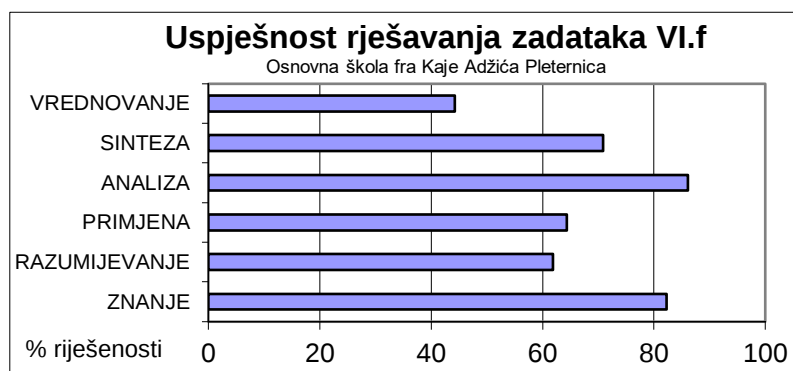


Slika 6 Uspješnost rješavanja pisana provjeraa po pitanjima u VI.g razredu (kontrolna skupina)

Pitanja iz pisana provjeraa analizirana su prema postotku uspješnosti rješavanja zadataka raspoređenih u razine postignuća: reprodukcija (znanje), konceptualno razumijevanje i primjena (razumijevanje, primjena), rješavanje problema (analiza, sinteza, vrednovanje). Učenici VI.f razreda (eksperimentalna skupina) pokazali su visoku sposobnost reprodukcije sa 82% točno riješenih zadataka iz te skupine (slika 7). Sa 63% i 67% slijede razumijevanje i primjena gradiva te sposobnost rješavanja problema. U ovoj zadnjoj razini prednjači mogućnost analize usvojenih nastavnih sadržaja s visokih 86% točno riješenih zadataka (slika 8). Analiza varijance pokazuje da je razlika među pojedinim kategorijama pitanja statistički značajna (prema ANOVA) jer je $F_{(2,26)}=13,72$ uz $p<2,7E-11$.

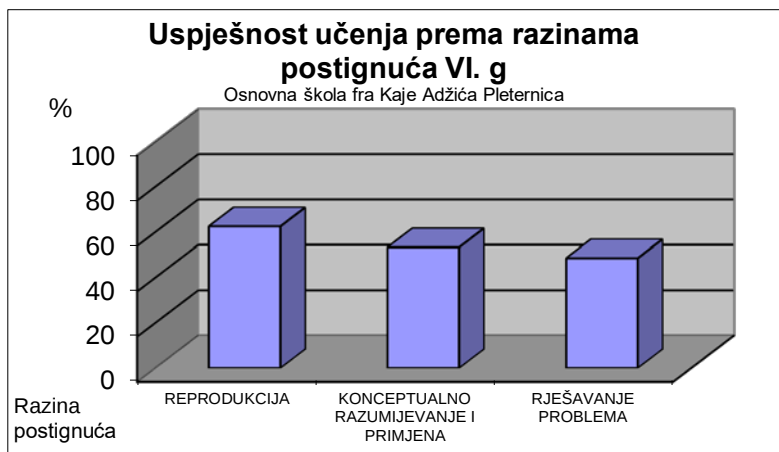


Slika 7 Uspješnost učenja prema razinama postignuća u VI.f razredu (eksperimentalna skupina)

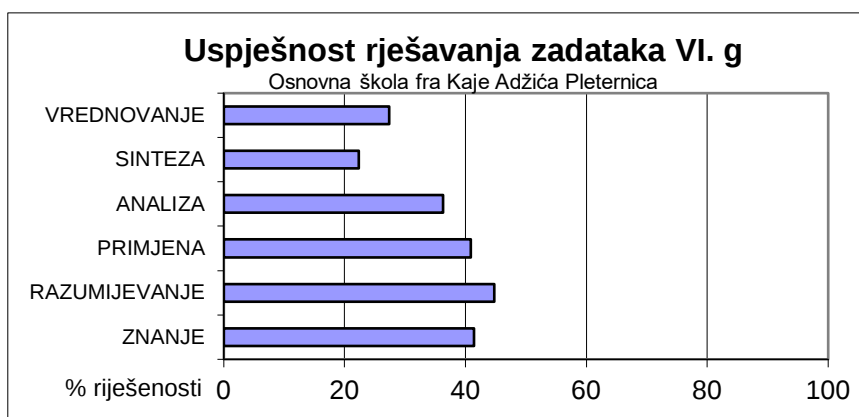


Slika 8 Uspješnost rješavanja zadataka prema razinama postignuća u VI.f razredu (eksperimentalna skupina)

Učenici kontrolne skupine (VI.g razred) značajno su slabije razvili sve navedene razine postignuća (slika 9), a razlika među razinama iznosi $F_{(3,05)}=7,52$; $p<0,00$. Najviše su razvili sposobnost konceptualnog razumijevanja i primjene naučenih sadržaja (43%). Nešto su manje sposobni reproducirati naučeno (41%), a najlošije su riješili zadatke u kojima se tražilo rješavanje problema (28,7%). Kod njih je sinteza najslabije razvijena sposobnost (22%), a razumijevanje gradiva vodi sa 45% riješenih zadataka toga tipa (slika 10). I ovdje je razlika među pojedinim kategorijama pitanja statistički značajna ($F_{(2,26)}= 3,34$; $p<0,00$).

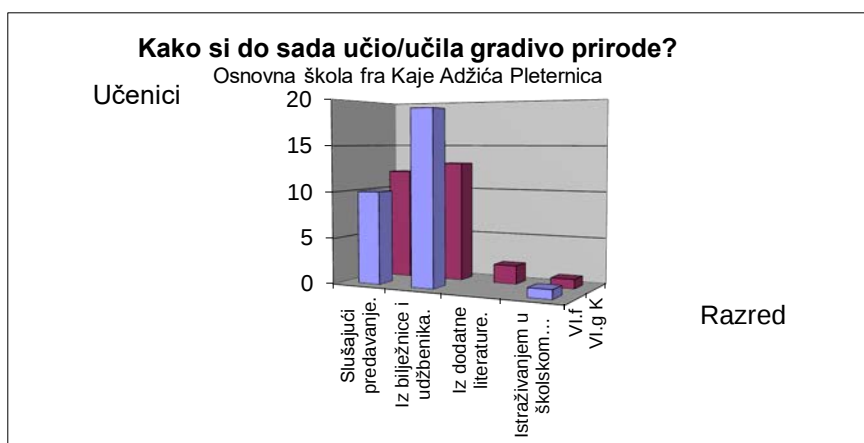


Slika 9 Uspješnost učenja prema razinama postignuća u VI.g razredu (kontrolna skupina)



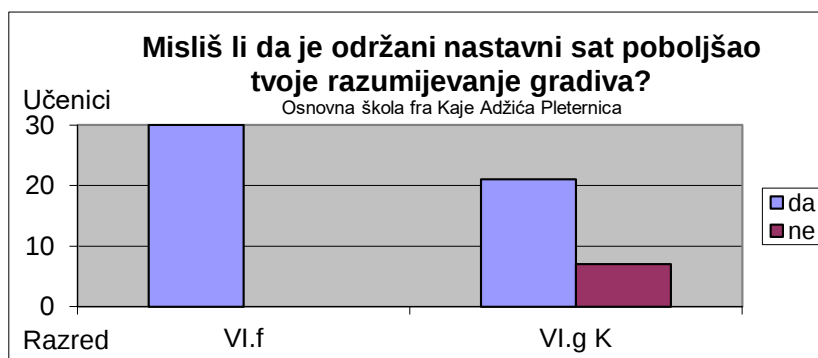
Slika 10 Uspješnost rješavanja zadataka prema razinama postignuća u VI.g razredu (kontrolna skupina)

Analizom pitanja iz ankete došlo se do sljedećih informacija. Učenici eksperimentalne skupine prirodu su do sada uglavnom učili iz bilježnice i udžbenika (slika 11). Dodatnu literaturu nisu koristili. U VI.g su udžbenik i bilježnica također glavni izvori informacija, a slijedi slušanje i bilježenje nastavnikovog predavanja. Oni ponekad koriste dodatnu literaturu.

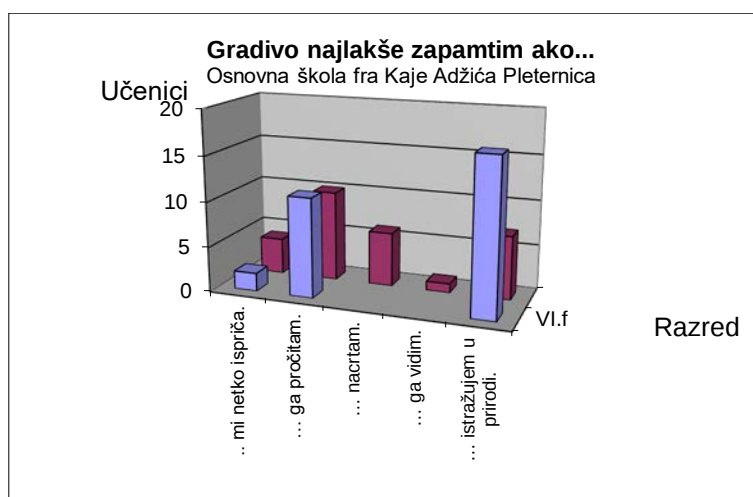


Slika 11 Dosadašnji načini učenja gradiva prirode učenika VI.f i VI.g razreda

U eksperimentalnoj skupini (VI.f razred) svi učenici smatraju da je obrada nastavnih jedinica na izvornoj stvarnosti u školskom dvorištu omogućila bolje razumijevanje tog gradiva (slika 12). 17 učenika misli kako gradivo najlakše zapamte istražujući ga u prirodi (slika 13). U kontrolnoj je skupini (VI.g razred) mišljenje podijeljeno, sedam učenika ne smatra da je obrada gradiva frontalnim nastavnim oblikom u učionici omogućila bolje razumijevanje nastavnog sadržaja (slika 12). Kao najlakši način pamćenja odabrali su čitanje - 10 učenika, a slijede istraživanje u prirodi - 7 učenika i crtanje viđenoga - 6 učenika (slika 13).



Slika 12 Mišljenje učenika VI.f i VI.g razreda o doprinosu održanog nastavnog sata razumijevanju gradiva



Slika 13 Najlakši način pamćenja gradiva prirode učenika VI.f i VI.g razreda

RASPRAVA

Rezultati istraživanja provedenog u Osnovnoj školi Otok nisu potvrdili postavljenu pretpostavku jer su rezultati kontrolne skupine statistički značajno bolji od rezultata eksperimentalne skupine koji su nastavnu jedinicu Golosjemenjače obrađivali u školskom dvorištu uz pomoć prirodne materije. Vidljivo je odstupanje od rezultata sličnog istraživanja koje su provele Števančić-Pavelić i Vlasac (2006) u kojemu je praktični rad učenika na izvornoj stvarnosti olakšao nastavu i učenje, a učenici su na ispitima bili uspješniji. Analizom mogućih razloga takvom rezultatu uočeni su mnogi nedostaci koji su uzrokovali odstupanje od postavljene pretpostavke. Potvrđene su tipične pogreške nastavnika pri dosadašnjoj istraživačkoj nastavi (Prnjavorac i Radanović, 2009).

U VII.b razredu prethodno nije obrađena nastavna jedinica Papratnjače koja je bila neophodna za razumijevanje novog gradiva, tj. razumijevanje evolucijskog napretka golosjemenjača spram papratnjača. Svaki nastavni program ima određeni opseg, dubinu i slijed proučavanja sadržaja te poštuje osnovna didaktička pravila o postupnosti: od bližeg k daljem te od jednostavnijeg k složenijem (Bognar i Matijević, 2002). To je u skladu s rezultatima iz kojih se vidi da je kontrolna skupina uspješnije riješila prvi i četvrti zadatak u kojima se tražilo poznavanje osnovnih obilježja papratnjača i njihova usporedba s predstavnicima golosjemenjača.

Radni listić namijenjen učenicima eksperimentalne skupine sadržavao je zadatke s nedovoljno razrađenim uputama pa nije bio prikladan za samostalno učenje istraživanjem. Za izradu kvalitetnog radnog listića koji će usmjeravati učenika tijekom istraživanja, potrebno je svaku radnju u cijelosti upoznati i pravilnim redom obuhvatiti sve operacije koje ta radnja sadrži (Poljak, 1985).

Sati su bili preopterećeni informacijama. U istraživački usmjerenu nastavu bi trebalo uključiti samo one činjenice koje su usko povezane s upotrebom sposobnosti (Glasser, 1999).

Nastavna jedinica Golosjemenjače je, prema rezultatima, kvalitetnije obrađena u kontrolnoj skupini gdje je frontalna nastava nadopunjena PowerPoint prezentacijom sa slikovnim prikazima. Učenici su zato mogli uočiti bitne karakteristike golosjemenjača, a uvjeti za praćenje nastave i vođenje bilješki bili su bolji. Matijević ističe pozitivne strane korištenja ovog oblika prikazivanja sadržaja koji se ne mogu promatrati u prirodi ili onih u kojima je važna boja (Bognar i Matijević, 2002).

Sve ove pogreške rezultirale su statistički značajno boljim uspjehom kontrolne skupine na pisanoj provjeri. Učenici kontrolne skupine uspješnije su riješili zadatke iz pisane provjere koji su ispitivali sposobnost reprodukcije gradiva. Ista je skupina pokazala bolje razumijevanje gradiva (38% točnih odgovora u odnosu na 24% u eksperimentalnoj skupini), ali je zato eksperimentalna skupina bila nešto bolja u rješavanju problema (37,5% u odnosu na 35% u kontrolnoj skupini). To nije u skladu s očekivanjima jer su činjenična znanja temelj za razvijanje generalizacija, domena razvijanja sposobnosti (Poljak, 1985). Prema tome bi poredak razvijenih sposobnosti u eksperimentalnoj skupini trebao biti jednak kao u kontrolnoj, samo s većim postotkom uspješnosti na svakoj razini postignuća.

Uočene pogriješke u planiranju i provedbi prvog istraživanja tipične su pogriješke koje nastavnici rade pri organizaciji nastave, posebno pri izvedbi izvanučioničkih oblika nastave. U planiranju i pripremi uspješnog nastavnog sata polazi se od cilja nastave. Na osnovi predviđenog cilja i propisanih postignuća učenja planira se detaljna razrada postignuća na osnovu kojih se pripremaju pitanja kojima će se postignuća učenja provjeravati. Tek tada slijedi osmišljavanje nastavnog sata. (Radanović, osobna komunikacija, 2008). Ustroj istraživački usmjerene nastave na otvorenome složeniji je od ustroja nastave u razredu i zahtijeva učiteljevu vrlo temeljitu pripremu (De Zan, 1999). Treba ju osmisliti i provesti tako da bude usmjerena prema učeniku. Kvalitetan radni materijal i siguran nastavnik tijekom obrade sadržaja potiču učenika na promatranje i usmjeravaju njegova zapažanja prema izvođenju zaključaka. Nakon toga slijedi sistematiziranje učenog (samostalno ili uz pomoć nastavnika) i iznošenje zaključaka uz uopćavanje u skladu s ključnim konceptom poučavanja (Radanović, osobna komunikacija, 2008). Nastavnici trebaju biti svjesni složenosti istraživačke nastave. Lukša i suradnici (2014) u svom su istraživanju pitali učitelje što misle o vlastitoj osposobljenosti i iskustvima za organizaciju i provedbu izvanučioničke nastave. Iako se većina učitelja (52%) smatra dovoljno educiranima, odgovori učenika u anketama pokazali su kako oni takvu nastavu uglavnom doživljavaju kao zabavu i provod. To autore navodi na zaključak o postojanju problema u provedbi i ostvarivanju ciljeva izvanučioničke nastave što je u skladu sa zaključcima ovog istraživanja.

Analizom rezultata pisane provjere oba šesta razreda Osnovne škole fra Kaje Adžića Pleternica, uočena je uspješnost ponovljenog istraživanja i potvrđena postavljena pretpostavka. Eksperimentalna skupina (VI.f razred) uspješnije je riješila pisana provjera, a postoci točnih odgovora na svim su razinama postignuća viši.

Analizom uspješnosti rješavanja pisane provjere po pitanjima uočen je napredak eksperimentalne skupine u odnosu na kontrolnu. Oni su na sva pitanja dali više točnih odgovora i u prosjeku znatno bolje riješili pisana provjera. Usporedbom najbolje i najlošije riješenih pitanja u pisanoj provjeri, učenici eksperimentalne skupine uspješnije su riješili pitanja koja su ispitivala postignuća više razine. Tome su vjerojatno doprinijele metode demonstracije i praktičnog rada primijenjene na održanom blok satu. Eksperimentalna skupina imala je zadatak samostalno percipirati osnovna obilježja kontinentalne listopadne šume sa što više osjetila. Oni su učili induktivnim putem, polazeći od konkretnoga (prirodna materija u školskom dvorištu). Jelavić (1994) daje prednost ovakvom putu obrade sadržaja jer pruža više mogućnosti kognitivnom angažiranju učenika. Vizualne informacije, kao i one do kojih dolazimo ostalim osjetilima, prema Jelaviću imaju karakter informacija prvog reda. Istraživački usmjerena nastava rješava mnoge materijalne i funkcionalne zadatke nastave. Znanje koje učenici steknu praktičnim radom i demonstracijama na izvornoj stvarnosti kvalitetna su i dugotrajna. Samostalnim radom učenik dolazi do brojnih spoznaja i osposobljava se za rješavanje problema (De Zan, 1999). Bognar i Matijević se slažu da je najučinkovitiji način ovladavanja znanstvenim sadržajima intelektualna aktivnost te emocionalno i praktično angažiranje učenika.

Radni listić koji je učenike eksperimentalne skupine usmjeravao u samostalnom istraživačkom radu sadržavao je iscrpne upute uz pretpostavku da se učenici prvi put

susreću s ovakvim nastavnim oblikom. Nastavnik treba znati koje aktivnosti i kojim slijedom učenik mora obavljati kako bi došao do spoznaje i nešto naučio (Jelavić, 1994). Upute su bile opširne, a od učenika se uglavnom tražilo nadopunjavanje kako ne bi gubili previše vremena na zapisivanje. Prilikom upućivanja učenika na promatranje obilježja i predstavnika šume vodilo se računa kako promatrati ne znači samo gledati, već i slušati, dodirivati, opipati, omirisati (Pirnat, 1952).

Green (1996) ističe da učenici teško pamte gradivo i još ga teže primjenjuju ako nisu aktivno uključeni u obradu sadržaja. To je u skladu s rezultatima istraživanja. Učenici kontrolne skupine su isti nastavni sadržaj obrađivali u učionici primjenom klasičnog frontalnog nastavnog oblika. Informacije koje su primali bile su uglavnom verbalne koje Jelavić naziva informacijama drugog reda. Nije korištena PowerPoint prezentacija, niti su učenici dobili radne listiće za rješavanje i bilježenje izdvojenoga. Učenici su osobine kontinentalne listopadne šume i njenih predstavnika mogli percipirati samo pomoću slika u udžbeniku. Jedini pokušaj aktiviranja bila je primjena metode razgovora u kojoj, unatoč pokušajima, nisu svi sudjelovali. Števanić-Pavelić i Vlasac (2006) dobile su slične rezultate u istraživanju „Postignuća učenika primjenom različitih metoda i oblika rada u nastavi prirode“. Učenici koji su nastavni sadržaj obrađivali kroz praktični rad uspješnije su riješili pisana provjera od učenika koji su istu temu obrađivali u razredu frontalnim radom.

Eksperimentalna skupina se u potpunosti slaže da su nastavni sati održani u školskom dvorištu pozitivno utjecali na razumijevanje gradiva. Razgovori s učenicima su pokazali da najbolje uče kada su aktivno uključeni u nastavni proces. Sviđaju im se raznovrsni zadaci i skupni rad. Više se zalažu kada je pred njima izazov, kada je sadržaj učenja zanimljiv i kada shvaćaju da je to što uče važno (Green, 1996). Ipak, bilo im je naporno samostalno zaključivati na temelju promotrenog. Kvalitetna škola, prema Glasseru, zahtijeva kvalitetan rad učenika. Kako većina učenika nije navikla puno raditi, ni u školi ni inače, nastavnik će ih morati nagovoriti da rade više nego dosad. Frontalno održani sati u kontrolnoj skupini nisu se dojmili učenika, stoga ih 25% ne vjeruju da su ti sati doprinijeli razumijevanju gradiva. U istraživanju koje su provele Števanić-Pavelić i Vlasac (2006), samo se 11% ispitanih učenika izjasnilo da im je zanimljiv frontalni nastavni rad. Rezultate komentiraju monotonijom takvog oblika rada i nedostatkom individualnog pristupa (Bognar i Matijević, 2002). Jelavić dodaje da u nastavi uči pojedinac što se frontalnim oblikom rada ne poštuje. Taj socijalni oblik nastave najčešće podrazumijeva isti tempo i način rada unutar jednog razrednog odjeljenja. Nastavnik nije u mogućnosti istovremeno raditi s velikom skupinom učenika i uzeti u obzir njihove različitosti (Bognar i Matijević, 2002).

Rezultati ankete su pokazali da učenici oba razreda sadržaje iz prirode uče uglavnom iz bilježnice i udžbenika. Kod najlakšeg načina pamćenja gradiva se ne slažu. Eksperimentalna skupina smatra da izvanučioničkom nastavom najlakše zapamti nastavne sadržaje. Kontrolna skupina je dala prednost čitanju. Razlog tome može biti činjenica kako oni nisu imali priliku istraživati u školskom dvorištu, pa niti ne znaju bi li takvim oblikom rada kvalitetnije usvojili gradivo. U istraživanju koje su provele Števanić-Pavelić i Vlasac (2006) gotovo su svi ispitanici odgovorili potvrdno na pitanje: „Volim vidjeti u prirodi ono o čemu učim“.

ZAKLJUČAK

Istraživački usmjerenom nastavom na prirodnom materijalu u školskom dvorištu učenici razvijaju postignuća više razine, uspješnije rješavaju pisana provjera i prepoznaju kvalitetu samostalnog učenja istraživanjem. Izravnim percipiranjem različitih kvaliteta materije učenici aktiviraju veći broj osjetila i bolje pamte nastavni sadržaj. Također smatraju da istraživački usmerena nastava doprinosi njihovu razumijevanju gradiva i svjesni su kako na taj način najlakše pamte. Teško je osmisliti korisnu istraživački usmjerenu nastavu u kojoj su sve komponente detaljno razrađene, a aktivnosti učenika razumljive, svrhovite i međusobno usklađene. Aktivnostima učeniku treba usmjeriti pažnju na sadržaje bitne za izvođenje zaključaka. Valja imati na umu da su bitne samo one činjenice i aktivnosti koje su u funkciji postavljenog cilja i predviđenih postignuća učenja.

Česte pogreške nastavnika su: krivo planiranje nastavnog sata (od sadržaja učenja prema cilju), nedovoljno ili krivo razrađene razine postignuća učenja koje nisu u skladu s postignućima koje nastavni sat može razviti, radni materijal bez detaljnih uputa i konkretnih zadataka koji doprinose shvaćanju sadržaja obuhvaćajući sve razine učenja, odstupanje od programom propisanog logičnog slijeda nastavnih jedinica, preopterećenost istraživački usmjerenog nastavnog sata. Korištenje PowerPoint prezentacija sa slikovnim prikazima sadržaja koji se ne mogu promatrati u prirodi daje bolje rezultate učenja u učionici.

METODIČKI ZNAČAJ

Ovaj rad je pokazao vrijednost školskog dvorišta u nastavi, koje se vrlo lagano može preoblikovati u vrijedan nastavni prostor za održavanje nastave prirode i biologije. Također je ukazano kako istraživački usmjerenom nastavom učenici lakše i kvalitetnije usvajaju znanja koja su perceptivno doživjeli. Također razvijaju brojne sposobnosti koje znaju primjenjivati u rješavanju problema.

Potvrđene su tipične pogreške nastavnika pri istraživačkoj nastavi:

- ☞ odstupanje od logičnog slijeda nastavnih sadržaja,
- ☞ krivo planiranje nastavnog sata (od sadržaja prema cilju) ili zanemarivanje postavljenog cilja,
- ☞ nedovoljno ili krivo razrađene razine postignuća,
- ☞ nedorečen radni materijal (radni listić) bez konkretnih zadataka,
- ☞ izostavljanje ili nepridržavanje pravila ponašanja,
- ☞ preopterećenost istraživački usmjerenog nastavnog sata,
- ☞ nedovoljno osmišljen rad u grupama koji zadovoljava formu bez dubljeg promišljanja i postizanja grupne interakcije,
- ☞ izostanak sistematizacije gradiva,
- ☞ nastava koja ne pruža sve što se traži pri provjeravanju.

Tipične pogreške nastavnika pri radu u istraživačkom okruženju, a koje mogu uvjetovati pogrešnu sliku o vrijednosti takvog rada s učenicima, bilo da se radi o izvanučioničkoj nastavi u školskom dvorištu ili je istraživačka nastava organizirana u učionici.

ZAHVALA

Istraživanje je dio diplomskog rada iz kolegija Metodika nastave biologije kod prof. dr. sc. Ines Radanović kojoj sam zahvalna na izvrsnoj temi i mentorstvu. Posebno se zahvaljujem učenicima i

djelatnicima OŠ Otok u Zagrebu i Osnovne škole fra Kaje Adžića Pleternica koji su sudjelovali u ovom istraživanju.

LITERATURA

- Bognar, L., Matijević, M. 2002. Didaktika, II. izmijenjeno izdanje. Zagreb, Školska knjiga
- De Zan, I. 1999. Metodika nastave prirode i društva. Zagreb, Školska knjiga
- Glasser, W. 1999. Nastavnik u kvalitetnoj školi. Zagreb, Educa
- Green, B. 1996. Nove paradigme za stvaranje kvalitetnih škola. Zagreb, Alinea
- Jelavić, F. 1994. Didaktičke osnove nastave. Jastrebarsko, Naklada Slap
- Lukša, Ž., Žamarija, M., Dragić Runjak, T., Sinković, N. 2014. Terenska nastava prirode i biologije u osnovnoj školi. EdBi, 1:69-79
- Pirnat, S. 1952. Školski vrt. Zagreb, Školska knjiga
- Poljak, V. 1985. Didaktika. Zagreb, Školska knjiga
- Prnjavorac, J., Radanović, I. 2009. Uloga školskog dvorišta u nastavi prirode i biologije, 10. Hrvatski biološki kongres – Osijek, 10: 341-342.
- Števančić-Pavelić M., Vlasac I. 2006. Postignuća učenika primjenom različitih metoda i oblika rada u nastani Prirode. Život i škola, 15-16: 155-165. <http://hrcak.srce.hr/file/39481> (8.10.2008.)

ROLE OF THE SCHOOL YARD IN TEACHING NATURE AND BIOLOGY

Prnjavorac Jasna

Catholic Gymnasium, Pape Ivana Pavla II. 6, 34 000 Požega, Hrvatska (jasna.prnjavorac@skole.hr)

ABSTRACT

The goal of this research was to prove the positive role of schoolyard in order to satisfy various material, functional and educational tasks of nature and biology teaching and also to accomplish students' achievements.

The first research was conducted with two seventh grade classes in one of Zagreb elementary schools. Analysis of the results has not achieved goal of the research, although typical mistakes were noticed during teacher's work with students outside the classroom.

The second research was conducted with two sixth grade classes of elementary school „fra Kaje Adžića Pleternica“. It started from perceived mistakes of teachers that have been corrected, which resulted in noticeable difference in the achievements of students during class. In the same week of a school year 2008./2009. in both grades double lessons were held. The same teaching units were elaborated in both class sections. In the class section that represented control group the teaching content was elaborated in the classroom using the frontal way of teaching. In the second class section (experimental class section) research-oriented teaching was held using original reality in the schoolyard.

Research was conducted using the same task that examines all levels of achievement after processing the same content. Also, survey was conducted to verify opinions and wishes of the students on teaching methods.

Processing the results of tests proved that students of experimental class section developed a higher level of achievement and that they better resolve the final test. Survey results showed the will of the students to use more research-oriented teaching in the schoolyard.

Keywords: schoolyard, research-oriented teaching, teacher's errors

INTEGRIRANA PROJEKTNJA TERENSKA NASTAVA NA OBRONCIMA MEDVEDNICE

Šarić Lana ¹, Varga Marijan ²

¹ VII. gimnazija Zagreb, Zagreb (lsaric@pmfst.hr); ² OŠ Retkovec, Zagreb

SAŽETAK

Terenska nastava kao oblik učioničke nastave pedagoški je učinkovita i zanimljiva praksa. Nastavni sadržaji predloženi kao primarni izvor znanja postaju vidljivi i opipljivi, a samim time i zanimljiviji, što uzrokuje njihovo lakše pamćenje. Okoliš Medvednice pruža mnogobrojne mogućnosti za otkrivanje i razumijevanje svijeta u kojem jesmo. Cilj je projekta motivirati i osvijestiti učenike o važnosti očuvanja prirodne baštine. Projekt je zamišljen kao višegodišnji produktivni projekt (započet u svibnju 2014. godine) kroz koji se učenicima ukazuje na promjene u vodenom svijetu nastale djelovanjem prirode i čovjeka. Učenici su nosioci svih aktivnosti u sve tri etape terenske nastave pri čemu je naglasak stavljen na praktičan rad na terenu pomoću kojeg su integrirani nastavni sadržaji prirodoslovnih predmeta – određivanje različitih parametara vode metodama i načinima prilagođenim kognitivnim i psihomotoričkim sposobnostima dane učeničke dobi. Sve se etape izvode metodom grupnog rada polustrukturiranim zadacima koji obuhvaćaju fizikalno-kemijsku analizu vode potoka, odnosno određivanje kloridnih, fosfatnih, nitratnih, nitritnih te amonijevih iona u vodi, tvrdoće, pH i temperature vode, slobodnog i vezanog CO₂, brzine protoka te YT-test. Projektna terenska nastava kao složeni oblik praktičnog, misaonog i neposrednog stjecanja znanja potiče kod učenika intelektualnu radoznalost, što utječe na međuvršnjačku (znanstvenu) komunikaciju te stvaranje kvalitetnih odnosa među samim učenicima te između nastavnika i učenika.

Ključne riječi: integrirana nastava, projektna nastava, terenska nastava, motivacija, zaštita prirode

PROJEKTNJA NASTAVA

Učenje kroz vlastito iskustvo, istraživanje i otkrivanje svijeta oko sebe, najbolji je način stjecanja znanja i navika iz prirodoslovnih predmeta (Sikirica, 2003). Terenska je nastava pedagoški učinkovita i zanimljiva praksa. Nastavni sadržaji (prirodoslovnih predmeta) predloženi kao primarni izvori znanja postaju vidljivi i opipljivi, a samim time i zanimljiviji i lakše pamtljivi. Iako su već pedagozi humanisti (Komensky, Locke, Rausseou) naglasak stavljali na potrebe povezivanja nastave s okruženjem učenika, sam pedagoški pojam terenske nastave spominje se tek u novijoj literaturi (Lukša i sur., 2014). Učenjem i radom na terenu učenike se potiče i motivira na istraživanje i otkrivanje svijeta i okoline. Učenici su nosioci aktivnosti (Bognar i Matijević, 2001) te kroz vlastiti rad stječu iskustvo i nova primjenjiva znanja koja su trajnija. Učenici, timskim radom na terenu, usvajaju ne samo činjenice, već se osposobljavaju za razumijevanje i otkrivanje svijeta u kojem žive čime dolazi do razvoja samostalnosti i upornosti u radu (Sikirica, 2003) – cijeloživotno učenje.

Projektna se nastava definira kao vrsta nastave u kojoj učenici rade na određenim istraživačkim ili radnim projektima (Matijević i Radovanović, 2011) pomoću kojih svakodnevni život ulazi u škole (Zugaj, 2014). Američki pragmatisti Kilpatric i Dewey utemeljitelji su projektne metode s osnovnim ciljem stavljanja potreba i interesa učenika, npr. interes za komunikacijom, istraživanjem, radom i umjetničkim izražavanjem, na prvo

mjesto što je teže ostvariti predmetno – satnim sustavom. Meyer (2002) projekt definira kao zajednički pokušaj nastavnika i učenika da život, učenje i rad povežu tako da se društveno značajan i s interesima sudionika povezan problem zajednički obradi i dovede do rezultata. Projekt se može definirati, prema Sikirici (2003), i kao metoda iskustvenog učenja u kojoj učenici učenjem otkrivanjem polaze od uočavanja i definiranja problema, preko vlastite aktivnosti, na pronalaženje rješenja te izvođenje zaključka. Načela rada na projektu jesu načelo aktivnog sudjelovanja, neposredne stvarnosti, načelo suradnje i socijalizacije, razvoja emocionalne inteligencije te načelo suvremene aktualnosti (Cindrić i sur, 2010). Prednosti projektne nastave očituju se u znatnom razvoju individualnih sposobnosti učenika. Učenik postaje subjekt odgojno-obrazovnog procesa, on pokreće učenje te time preuzima suodgovornost za svoj rad i ishod učenja – samoorganizirano učenje. Tijekom projektne nastave dolazi i do razvoja socijalne strane učenika.

Strategija interaktivnog učenja prilikom rada na projektu učenika potiče na istraživanje. Učenici planiraju, izvode, ali i vrednuju svoj rad čime dolazi do razvoja umijeća aktivnog, samostalnog i suradničkog učenja. Tako interaktivnim učenjem učenici stječu umijeće oblikovanja osobnog stava koji drugi razumiju. Učenici argumentiraju vlastite stavove i mišljenja, uočavaju nejasnoće i nedosljednosti u prezentiranju, aktivno slušaju druge i oblikuju kvalitetne povratne informacije, razgovaraju i provjeravaju razumiju li ih drugi. Učenici dolaze do spoznaje da je rezultat rada zajednički te uče kako rješenje problema predstaviti drugima. Stječu osjećaj osobne odgovornosti za ostvarenje grupnih ciljeva i uče se učinkovitoj i konstruktivnoj komunikaciji (Ivić i sur, 2001).

Prema komunikacijsko-informacijskom karakteru u projektnoj su nastavi najviše zastupljene verbalna i vizualna metoda. Od verbalnih metoda tako se upotrebljava metoda usmenog izlaganja, prema Poljaku (1991) najteže primjenjiva nastavna metoda, te metoda čitanja i rada na tekstu. Vizualne metode svoju primjenu više pronalaze u rješavanju samog problema projekta: metoda demonstracije prilikom koje dolazi do upotrebe izvorne stvarnosti i didaktički prerađene objektivne stvarnosti, te metoda crtanja odnosno grafički prikaz. Nastava izvođena projektnom metodom može se razlikovati prema vrsti zadataka kojima se bavi, socijalnom obliku rada kojim se izvodi, broju izvođača projekta te svrhom projekta.

Zadaci projekta mogu biti stvarni problemi s kojima se učenici susreću u životu ili pak projektne simulacije. Prema strukturiranosti zadataka projekti mogu biti sa strukturiranim, nestrukturiranim ili pak polustrukturiranim zadacima. Projektne nastave najčešće izvodi grupnim oblikom rada. Time je omogućena veća komunikacija među učenicima te dolazi do razvoja pozitivnih navika kao što su suradnja, uvažavanje sugovornika i kultura dijaloga (Sikirica, 2003). Individualni način izvođenja projekta nastave preporučljiv je za dodatne oblike nastave. Projekte, s obzirom na svrhu, dijelimo na procesne projekte i produktne projekte. Procesni je projekt usmjeren na samu izradu projekta: usvajanje metodologije izrade projekta, razrada rasporeda aktivnosti, vremenska dinamika, tehnike i postupci izrade, praktična provedba prikupljanja informacija, međudjelovanje subjekata – planiranje i izvođenje projekta. Krajnji ishod (proizvod ili spoznaja) središte je produktivnog projekta koji naglasak stavlja na usvajanje znanja, umijeća i odgojnih

vrednota. Projekti završavaju prezentacijom pred određenom publikom (Cindrić i sur, 2010).

Važan dio, i terenske nastave i nastave projektnom metodom, jest priprema, kako nastavnika, tako i učenika. Iako je učenik nositelj aktivnosti na samom terenu, nastavnik je nositelj aktivnosti u samoj pripremi i osmišljanju aktivnosti pri čemu valja voditi računa da su ciljevi i zadaci prilagođeni potreba i mogućnostima učenika. Nastavnik neposredno, kao podrška iz sjene, potiče učenike na stvaralačko izražavanje, sudjelovanje u radu kao i na socijalnu kooperativnost. Do jačanja samopouzdanja kao i razvoja samostalnosti i odgovornosti kod učenika dolazi kroz aktivnosti učenika kao što su predlaganje tijekom projekta i aktualnih sadržaja, samostalno planiranje i stvaranje ideja, dogovorno rješavanje problema, iznošenje mišljenja i stavova kao i vrednovanje samog rada.

Povezivanjem, usklađivanjem i sjedinjavanjem nastavnih sadržaja različitih predmeta dolazi do integracije prirodnih, ali i društvenih znanosti odnosno do međupredmetne integracije nastavnih tema i sadržaja. Time ujedno dolazi i do primjene znanja na samom terenu te korelacije predmeta, ali i teorije i prakse. Okoliš Medvednice daje mnogobrojne mogućnosti za otkrivanje i razumijevanje svijeta te služi kao primaran izvor i za korelaciju prirodnih znanosti međusobno, te prirodnih i društvenih znanosti.

Integrirana terenska nastava na Medvednici

Cilj ove projektne terenske nastave je motivirati i osvijestiti učenike o očuvanju prirodne baštine. Sam je projekt, započet u svibnju 2014. godine, zamišljen kao višegodišnji produktivni projekt kroz koji učenici na godišnjoj razini prate promjene na vodenom i biljnom svijetu obronaka Medvednice nastalih djelovanjem što prirode što čovjeka. Time ujedno dolazi i do integracije međupredmetnih tema, prema prijedlogu novog kurikulumu, kao što su Građanski odgoj i obrazovanje te Održivi razvoj.

U sve ti etape terenske nastave učenici su nosioci aktivnosti. Pripremna etapa projekta odvija se u školi. Nastavnik upoznaje učenike sa zadacima i ciljem same terenske nastave. Učenici se dijele u miješane grupe, pri čemu se vodi računa da je grupa preslika razreda, koje dobivaju radne listiće sa zadacima projekta (projekt s polustrukturiranim zadacima). Ruta terenske nastave obuhvaća dio Parka prirode Medvednica, točnije prati tok potoka Bidrovca do planinarskog doma Gorščica (planinarska staza 24). Prije samog odlaska na teren učenici proučavaju zemljovid koji im određuje smjer kretanja i pomoću kojeg se kreću na samom terenu. Time dolazi do integracije nastavnih sadržaja zemljopisa te primjene stečenih znanja (čitanje karata i snalaženje u prostoru) na samom terenu. U pripremnoj je fazi moguća integracija povijesti kroz mini-projekt o povijesnim znamenitostima i legendama Medvednice čime na posredan način dolazi i do integracije hrvatskog jezika.

Naglasak u cijelom projektu stavljen je na drugu, izvedbenu, fazu i praktičan rad učenika na terenu. Osim već spomenutog zemljopisa, posredna je integracija tjelesno – zdravstvene kulture. Nakon što stignu do pojedine točke mjerenja (ušće kod mosta, tok i izvor potoka Bidrovca) služeći se zemljovidima, učenici, podijeljeni u pet grupa imenovanih prema zadacima koje rade, izvode praktični dio (prema Mihanović i Perina,

1982) koji uključuje različite pokuse, mjerenja i određivanja fizikalno – kemijskih parametara vode (čime dolazi do neposredne integracije nastavnih sadržaja biologije, kemije i fizike). U Tablici 1. dan je sažet prikaz zadataka te integracije pojedinih predmeta kroz te zadatke.

Tablica 1 Integracija predmeta kroz zadatke grupa

Naziv grupe	Zadaci	Integrirani predmet
Kap po kap	Određivanje slobodnog i vezanog CO ₂ te tvrdoće vode	Kemija/biologija
Brza analiza vode	Određivanje brzine protoka potoka	Fizika
Kofer	Određivanje ukupne tvrdoće vode te fosfatnih i kloridnih iona u vodi	Kemija/biologija
Kvasac	YT test	Biologija
Spojevi dušika	Određivanje amonijaka te nitratnih i nitritnih iona u vodi	Kemija/biologija

Grupa Brza analiza potoka bavi se određivanjem brzine protoka potoka mjereći vrijeme potrebno loptici za stolni tenis da prijeđe određeni put.

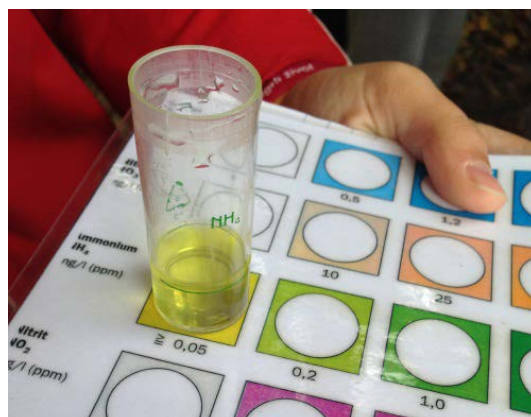
Grupa Kap po kap određuje količinu slobodnog i vezanog ugljikova(IV) oksida titracijama kiselinom i lužinom. Sama izvedba titracija na terenu (Erlenmeyerova tikvica i boca kapalica, slika 1) prilagođena je uzrastu učenika (završni razredi osnovne škole). Učenici brojanjem dodanih kapi i pomoću formula i tablica dobivenih na radnom listiću dolaze do traženih podataka.



Slika 1 Pribor za titraciju na terenu

Grupi Kofer zadatak je odrediti količinu pojedinih iona otopljenih u vodi potoka te ukupnu tvrdoću vodu koristeći gotove kemikalije za određivanje tih parametara iz kupovnog kofera (za određivanje fizikalno – kemijskih parametara vode).

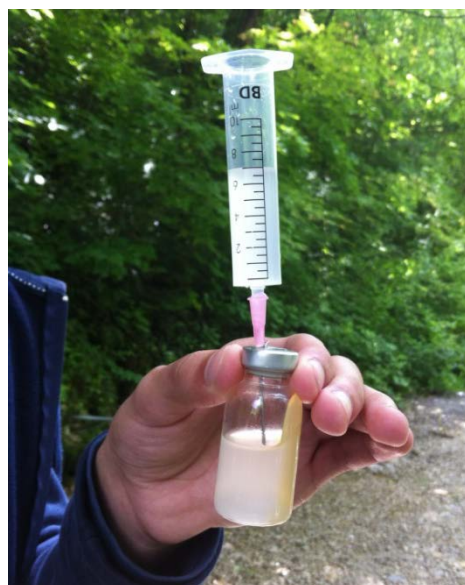
Spojevi dušika četvrta je grupa, a bavi se određivanjem količine amonijaka (slika 2) te nitratnih i nitritnih iona u vodi potoka koristeći za to predviđene reagense iz kofera.



Slika 2 Određivanje amonijaka u vodi

Grupa Kvasac dokazuje toksičnost vode potoka YT testom (razgradnja hranjive podloga enzimima kvašćevih gljivica moguća je ukoliko voda potoka nije toksična) (slika 3, prilog 1).

Nakon izvedbene etape na terenu dolazi zaključna etapa u kojoj učenici obrađuju i sumiraju podatke prikupljene mjerenjima (Tablica 2.), čime dolazi do posredne integracije matematike i informatike, te prezentacije istih. Učenike se, prezentacijom rezultata, navodi na aktivno korištenje komunikacijskih vještina kao i određivanje uloge dijaloga, donošenja zajedničkih zaključaka i međuvršnjačku znanstvenu komunikaciju. Objedinjavanje rezultata omogućuje stvaranje baze podataka mjerenja što omogućava proširenje i nadogradnju projekta u budućnosti te praćenje promjena i zbivanja u okolišu, kao što je i dio cilja samog projekta.



Slika 3 Provedba YT testa

Tablica 2. Objedinjeni podaci mjerenja 2014. (svibanj)

Svojstvo	P1 Bidrovec	P2 Bidrovec izvor	P3 Bidrovec ušće	Grupa
t(vode) / °C	10,6	12	10	Brza analiza vode
t(zrak) / °C	17	16	14	Brza analiza vode
boja	bezbojna	bezbojna	bezbojna	Brza analiza vode
srednja brzina / ms-1	0,406	/	0,272	Brza analiza vode
pH	7	7	7,5	Brza analiza vode
nitriti	10	0	6	Spojevi dušika
nitriti	≥0,02	≥0,02	≥0,02	Spojevi dušika
amonijak	0,1	≥0,05	≥0,05	Spojevi dušika
YTT test	mutna voda	brza i burna reakcija, dizanje vode za 0,5 mm u 2 min	nema promjene	Kvasac
dokaz CO ₂	Da	Da	Ne	Kvasac
kloridi	malo zamućenje	malo zamućenje (2-10 vrijednost u tablici označena)	malo zamućenje	Kofer
fosfati	0	0	0	Kofer
Ca/Mg	vrlo tvrdo (112)	vrlo tvrda (250 kapi)	vrlo tvrda (321)	Kofer
slobodni mg(CO ₂) / L	328,5	979,73	161,3	Kap po kap
vezani mg(CO ₂) / L	1320	2053,3	1833,3	Kap po kap
tvrdoća (dOH*)	vrlo tvrdo (74)	vrlo tvrda (115)	vrlo tvrda (102)	Kap po kap

Premda nisu rađena istraživanja po tom pitanju, prema zapažanjima samih nastavnika cilj ove projektne terenske nastave je ostvaren. Učenici su ti koji su nosioci aktivnosti što je kod njih dovelo do povećanja motivacije i interesa za rad, prvenstveno istraživački rad na području prirodnih znanosti uz posrednu integraciju društvenih znanosti. Grupnim radom i metodom učenja otkrivanjem učenici se osposobljavaju za razumijevanje i otkrivanje svijeta oko sebe čime dolazi do razvoja samostalnosti i upornosti u radu, odnosno radi se na njihovom cijeloživotnom učenju.

LITERATURA

Bognar, L., Matijević, M. 2001. Didaktika, Školska knjiga, Zagreb
Cindrić, M., Miljković, D., Strugar, V. 2010. Didaktika i kurikulum. Zagreb, IEP-D2
Ivić, I., Pešikan, A., Antić, S. 2001. Aktivno učenje. Beograd, Institut za psihologiju

- Lukša Ž., Žamarija M., Dragić Runjak T., Sinković N. 2014. Terenska nastava prirode i biologije u osnovnoj školi. *Educatio Biologiae*, 1: 69 – 79
- Matijević, M., Radovanović, D. 2011. Nastava usmjerena na učenika. Zagreb, Školske novine
- Meyer, H. (2002). Didaktika razredne kvake. Zagreb, Educa
- Mihanović, B., Perina, I. 1982. Fizikalno i kemijsko ispitivanje zagađenosti vode. Zagreb, Školska knjiga
- Poljak, V. 1991. Didaktika. Zagreb, Školska knjiga
- Sikirica, M. 2003. Metodika nastave kemije. Zagreb, Školska knjiga
- Zugaj, B. 2014. Utjecaj projektne nastave na promjenu stava kod učenika prema nastavnim sadržajima iz biologije. *Educatio Biologiae*, 1: 18 – 26
- CKR 2016. Kurikulumi međupredmetnih tema (prijedlozi). <http://www.kurikulum.hr/kurikulumi-medupredmetnih-tema/>, preuzeto 15.2.2016.

PRILOZI

Prilog 1. Radni listić

Grupa KVASAC ☺

POSTAJA: _____

Pokus 1. YT - TEST

Pribor i kemikalije: bočica s hranjivom podlogom, 3 injekcijskih štrcaljki, 2 igle, voda iz potoka, suspenzija kvasca, destilirana voda

NAPOMENA: Bočica mora stajati uspravno!

KORAK 1. Injekcijskom iglom u bočicu s hranjivom podlogom uštrcaj 1 mL suspenzije kvasca.

KORAK 2. Injekcijskom iglom u bočicu sa hranjivom podlogom uštrcaj vodu iz potoka do vrha boce.

KORAK 3. Injekcijsku iglu i štrcaljku ostavi u bočici. Pažljivo izvadi klip.

Zabilježi opažanja. (pričekaj neko vrijeme)

Skica pokusa (3 faze)

Ukoliko u vodi iz potoka ima toksičnih tvari neće doći do punjenja injekcijske štrcaljke vodom. Ukoliko u potoku nema toksičnih tvari doći će do punjenja injekcijske štrcaljke vodom.

Hranjiva podloga iz bočice (saharoza) poticat će kvaščeve gljivice na razmnožavanje i početak će proces alkoholnog vrenja koji će se odvijati u dvije faze.

PITANJE 1. U prvoj fazi enzimi će u prisutnosti vode hidrolizirati molekule saharoze na monosaharide od kojih je građena. Prikaži jednadžbom kemijske reakcije navedenu reakciju.

PITANJE 2. U drugoj fazi dolazi do razgradnje glukoze, uz pomoć kvaščevih gljivica, na alkohol i plinoviti produkt. Prikaži jednadžbom kemijske reakcije navedenu reakciju.

Pokus 2. Zamuti se!

POSTAJA: _____

Pribor i kemikalije: Injekcijska štrcaljka, vapnena voda, bočica s hranjivom podlogom i vodom iz potoka

KORAK 4. Pažljivo ukloni injekcijsku štrcaljku s vodom. (Iglu je i dalje u bočici).

KORAK 5. PAŽLJIVO, izvuci iglu u prazan dio bočice ukoliko je i dalje u vodi.

KORAK 6. U novu špricu uvuci 1-2 mL vapnene vode.

KORAK 7. Natakni špricu na iglu u bočici te polagano izvlači klip – nemoj ga potpuno izvuci iz šprice! Zabilježi opažanje.

PITANJE 3. Koji se plin razvio tijekom pokusa? Napiši njegovo ime i kemijsku formulu.

PITANJE 4. Što je po kemijskom sastavu vapnena voda?

PITANJE 5. Jednadžbom kemijske reakcije potkrijepi opažanje vezano za KORAK 7.

PROJECT FIELD CLASSES ON THE SLOPES OF MEDVEDNICA

Šarić Lana¹, Varga Marijan²

¹VII. gymnasium Zagreb, Zagreb (lsaric@pmfst.hr); ² OŠ Retkovec, Zagreb

ABSTRACT

Field classes as a form of teaching process are an educationally effective and interesting practice. The curricula content presented as a primary knowledge source become visible and tangible, and in turn more interesting, which makes them easily memorable.

The natural resources of Medvednica Hill offer a variety of possibilities for discovering and understanding the world we live in. The objective of the project is to motivate students and to make them aware of the importance of conservation of natural heritage. The project started in May of 2014 and it is envisioned as a several-year long productive project through which students discover the changes in the aquatic world that have occurred due to natural and man-caused effects.

Students are the main contributors in the activities and the stress is on practical work, i.e. determining various properties and parameters of creek water methods tailored to the students' age in the cognitive and psychomotor sense. All the work stages are implemented by means of group work on semi-structured tasks comprising a chemical and physical analysis of the creek water.

The project field classes, as a complex practical, cognitive and direct knowledge acquisition process, arouse the intellectual curiosity in students, which in turn influences not only the quality of inter-coeval (scientific) communication, but also enhances relationships and camaraderie among the students themselves.

Keywords: environmental protection, integrative learning, motivation, project strategies, field classes

EDUKATIVNA DEMONSTRACIJA MIKROSKOPSKIH SVOJSTAVA TEMPERATURE POMOĆU IGRE "LANCA PROBIJANCA"

Perković Dalibor

Zdravstveno veleučilište Zagreb, Mlinarska cesta 38, 10 000 Zagreb (p_dalibor@net.hr)

SAŽETAK

Novi i apstraktni koncepti u obrazovnom se procesu puno lakše usvajaju ako ih se poveže s prethodno poznatim pojavama i realnim, stvarnoživotnim demonstracijama koje nisu samo apstraktne animacije na ekranu. Temperatura je veličina čije je objašnjenje na mikrorazini potpuno različito od onoga kako je ne-stručnjaci shvaćaju. Zbog toga je osmišljena demonstracija koja učenicima pokazuje bit ove pojave i omogućuje im da izravno u njoj sudjeluju: pritom učenici "glume" molekule plina, prilagođavaju svoje gibanje uvjetima više ili niže temperature i pritom povezuju ono što izravno vide kao posljedicu svog ponašanja sa saznanjima o makroskopskim svojstvima hladnog i zagrijanog plina. U sljedećoj fazi demonstracije, učenici pod istim pravilima demonstriraju kako i zašto na visokoj temperaturi dolazi do razgradnje kompleksnih molekula kao što su bjelančevine i ugljikohidrati upravo zbog svojstva da čestice zagrijanog plina imaju veću kinetičku energiju te da zbog toga djeluju na organske molekule čisto mehanički.

Ključne riječi: temperatura, molekule, mikrorazina, učenje, podučavanje

UVOD

Koncept temperature je mnogima koji ne poznaju samu bit ove pojave potpuno apstraktan (Selepe, 1997). Pokušati objasniti kinetičku teoriju plinova učenicima - ali i odraslima - koji nisu upoznati s konkretnim fizikalnim konceptima može se pokazati kao netrivialan zadatak. Zbog toga se ovdje iznose neke ideje i postupci provjereni i provedeni u radu s učenicima sedmih i osmih razreda osnovne škole i, u nekim manjim aspektima, učenicima srednje škole te studentima izvan prirodnih znanosti.

I teorija i praksa se slažu u tome da je proces učenja najefikasniji kad se novi koncepti što izravnije povezuju s već postojećim znanjem (Cross, 1999). U prirodoslovnom području, to najčešće znači da se prirodne pojave ilustriraju objektima i pojavama koji su dobro poznati iz svakodnevnog života ili objektima i pojavama koji su objašnjeni i naučeni u sklopu sustava obrazovanja, ali su do trenutka učenja novoga, dobro savladani i nedvojbeno usvojeni u ranijem periodu. U višim akademskim sferama uvođenje potpuno novih pojmova bez nekog oslonca na do tog trenutka poznate koncepte može biti korisno, a ponekad i neizbježno, ali kad je riječ o učenicima osnovnih i srednjih škola, ili eventualno laicima, takav postupak će vrlo često dovesti do nepovezanosti sa starim znanjem. U boljem slučaju, doći će do izoliranosti novog znanja i nesposobnosti da se isto primijeni u situaciji kad je primjena potrebna, a u najgorem, njegovo potpuno gubljenje. S "terena" se često može čudi da je hrvatski školski sustav pun primjera u kojima se sadržaji - bar na prvi pogled - uvode sami zbog sebe, a ne povezuje ih se s ostalim znanjima ili s područjima u stvarnom životu uz koja su vezani.

U primjeru koji će ovdje biti iznesen traženo predznanje je minimalno: potrebno je razumjeti koncept brzine, mase i inercije s kojim se svatko svakodnevno susreće u životu.

Nije potrebno baratati matematičkim i fizikalnim formulama. Čak se, štoviše, može preskočiti objašnjavanje temperature kao prosječne kinetičke energije čestica u sustavu, kao i koncept kvadratne ovisnosti: nijednu od te dvije stvari osmoškolci još nisu usvojili, a i za srednjoškolce je upitno koliko će povezivanje svega toga pomoći da zaista shvate bit pojave. Sve to se, naravno, može obraditi u kasnijim stadijima, kad je ono osnovno, organsko shvaćanje već sjelo na svoje mjesto, ali to je tada već stupanj nadogradnje i kvantifikacije naučenog koji je, generalno, puno manji problem jednom kad je pojava kao takva opisana, objašnjena i dobro shvaćena.

IZVEDBA NASTAVE

U prvom dijelu teksta opisuje se demonstracija temperature kao pojave na mikroskopskoj razini koja je prije nekoliko godina izvedena nekoliko puta u sedmim razredima u jednoj osnovnoj školi u Sisačko-moslavačkoj županiji, te okvirnih rezultata u usvajanju znanja i poticanju interesa učenika. U drugom dijelu navode se daljnje ideje za proširenje demonstracije kako bi se objasnile pojave iz područja kemije i biologije.

Radi motivacije i poticanja interesa, ovisno o procjeni predavača, u uvodu u temu može se izreći rečenica: "Temperatura, zapravo, ne postoji". Iako s takvim izjavama treba biti oprezan u stručnom kontekstu, u obrazovanom procesu aproksimacije ovog tipa trebale bi biti dozvoljene ukoliko služe svrsi i ukoliko situacija ne prijeti da će odvesti spoznajni proces u pogrešnom smjeru. Učenje je, prije svega, voljni proces kojim pojedinac mijenja ciljani dio svog mentalnog sklopa. Ključnu ulogu u jačanju te volje ima intrinzična motivacija, a jedan od načina poticanja intrinzične motivacije je stvaranje osjećaja misterije i *novuma* (Bruner, 1985); izjava "temperatura ne postoji" ovdje bi često mogla - i trebala - stvoriti osjećaj kognitivne disonance, to jest "uzdrmati sliku svijeta" učenika, što onda služi kao dobar unutarnji motivator da se nauči nešto novo kako bi se ta "slika svijeta" ponovo uspostavila, ali na novim temeljima. Ovakav pristup ima još jedan pozitivan efekt: nakon što je cijeli proces dovršen, uz shvaćanje što je zapravo temperatura, učenici će - ako dotad već nisu - postati svjesni mogućnosti različitih tumačenja stvari i pojava, pri čemu ta tumačenja mogu biti i međusobno u suprotnosti, ali istovremeno svi točni. U ovom slučaju, suprotstavljena, ali ne nužno i netočna tumačenja su da temperatura očito postoji, što je lako pokazati: mjerimo je, ona ima neke efekte, njome manipuliramo na razne načine, ali i da istovremeno ona "ne postoji" jer je riječ samo o kinetičkoj energiji čestica tijela ili plina koje ima tu temperaturu, a ne o nekoj pojavi bitno različitoj od mehaničke.

Demonstracija: Plin u posudi

Slijedi praktični primjer koji će vjerojatno najbolji efekt postići u osnovnoj školi jer ima elemente dječje igre, na što nešto stariji adolescenti nisu toliko otvoreni. Od školskih klupa treba složiti rub kvadrata čiju stranicu čine dvije ili tri klupe, a zatim tražiti nekoliko dobrovoljaca koji će ući u kvadrat. Pritom treba objasniti da kvadrat glumi (zatvorenu) posudu s plinom, dok učenici u kvadratu glume molekule plina. Na početku treba utvrditi da, dok mirno stoje, u "posudi" ima dosta mjesta i da bi u nju, ako treba, moglo stati još puno drugih učenika. Također se može izmjeriti ili procijeniti omjer površine koji u posudi/kvadratu zauzimaju čestice/učenici, a koliko zauzima prazan prostor i utvrditi da

se, zaista, u slučaju potrebe unutra može smjestiti cijeli razred. Zatim treba početi sa "zagrijavanjem" - učenici se najprije trebaju gibati polako, ponašajući se kao molekule plina: gibaju se pravocrtno, a ako dođu u kontakt s drugom "molekulom" ili stijenkom posude, trebaju se odbiti i nastaviti s gibanjem.

Nakon još malo "zagrijavanja" odnosno "dodavanja energije", učenici će se gibati sve brže. U toj će fazi i oni, a i promatrači sa strane, shvatiti nekoliko stvari:

1. U posudi više nema toliko mjesta; iako je omjer praznog i zauzetog prostora isti, novim učenicima bi sada bilo teže ući unutra, a oni koji su unutra, teže izlasku van.
2. Prilikom "sudara" sa "stijenkom posude", postat će očigledno da dolazi do neke sile; ukoliko se dovoljno užive u ulogu "vruće molekule", moguće je da će prilikom sudara doći i do pomicanja klupe i povećanja količine prostora u "posudi", a ako se užive previše, moglo bi doći i do puknuća stijenke i istjecanja plina. Ovime je jasno demonstrirana priroda tlaka plina.
3. U nekom trenutku nastavnik može odmaknuti jednu klupu i time "kontrolirano otvoriti posudu"; učenici ne trebaju nimalo mijenjati način gibanja i pritom će se automatski pokazati proces spontanog širenja plina u prostoru; štoviše, ako se "pokus" provede više puta, može se pokazati kako brzina istjecanja plina iz posude ovisi o temperaturi, odnosno tlaku plina u posudi.

Kao zaključak ove aktivnosti može se objasniti početna rečenica da "temperatura ne postoji": svi ovi efekti izazvani su najobičnijim linearnom kretanjem učenika i njihovim odbijanjem od prepreka na koje nailaze. Također može uslijediti i objašnjenje da je temperatura samo mjera prosječnog gibanja čestica (kinetičke energije koju ima svako tijelo koje se giba, pa tako i svaki pojedini atom ili molekula). Ako ima volje, interesa, vremena i prostora, mogu se promatrati i "plinovi različitih temperatura" kako bi se vidjelo kako se "temperatura" ponaša kad se ta dva plina pomiješaju: u posudu s "vrlo hladnim plinom" (gdje učenici stoje gotovo nepomično ili se gibaju vrlo sporo) pusti se "vrući plin" (učenici koji se gibaju brže) i promatra se efekt.

Ovakva demonstracija provedena u dva odjeljenja sedmih razreda osnovne škole dala je sljedeće rezultate:

- ☞ izrazito bolje shvaćanje prirode temperature od razreda u kojima ova demonstracija nije provedena
- ☞ iznimni porast motivacije za učenje o pojavi koja je demonstrirana
- ☞ bolji uspjeh na ispitima.

Ovdje je bila riječ o kratkoj demonstraciji od desetak minuta u kojoj je pokazan jedan aspekt svojstava temperature na mikrorazini. U svrhu širenja teme i povezivanja s ostalim prirodnim znanostima, demonstracija se može dalje proširiti na način koji je opisan u ostatku teksta.

Atomi u krutim tijelima

Sljedeća demonstracija može pokazati ponašanje krutih tijela na različitim temperaturama. Učenike se može poslagati u lanac tako da se čvrsto drže rukama ili laktovima i opet objasniti da se promatra efekt njihovog gibanja. U početku, "na niskoj

temperaturi" trebaju biti stisnuti jedan uz drugog, a onda trebaju početi "oscilirati", to jest podrhtavati ili gibati se oko svog "ravnotežnog položaja", ali pritom pazeći da ne prekinu međusobne veze. Odmah će biti vidljivo da je zagrijanom tijelu potrebno više prostora, ali da je ta potreba za prostorom drastično manja nego kod plinova.

Daljnijim "zagrijavanjem", odnosno pojačavanjem osciliranja oko njihovih centralnih položaja, učenici mogu uočiti da su sile koje ih žele razdvojiti sve jače i da će, ukoliko se osciliranje još pojača, njihove veze početi pucati. Ovo se možda može bolje pokazati uz pomoć konopca, štapova ili listova papira koje će učenici držati i koji će glumiti njihove veze (jer će im biti lakše istrgnuti iz ruke komad papira i tako demonstrirati pucanje kemijske veze nego ih silom razdvojiti ako su im ruke isprepletene). Tako se može demonstrirati utjecaj temperature na taljenje krutih tijela: kad oscilacije postanu prejake, atomi jednostavno ispadaju iz strukture i postaju slobodni(ji). I, opet, makroskopski efekt povećanja temperature je objašnjen isključivo mikroskopskim ponašanjem atoma i njihovim mehaničkim gibanjem.

Utjecaj na kompleksne molekule koje čine žive organizme

Zbog velike kinetičke energije, atomi ili molekule zagrijane tvari koja dolazi u kontakt sa živim tkivom djeluju destruktivno na strukturu kompleksnih organskih spojeva. Kao uvod, u "posudu s plinom" iz početka demonstracije može se ubaciti dvoje učenika koji su povezani nekom slabom vezom (na primjer, svatko u ruci drži jedan kraj kratkog konopca ili štapa) i pokazati kako kaotično gibanje "zagrijanih čestica plina" preko guranja i sudaranja djeluje na prekidanje te veze.

Utjecaj na vrlo duge i velike molekule može se dodatno demonstrirati i dječjom igrom koja je, doduše, možda manje popularna i poznata proteklih desetljeća. Igra "lanca probijanča" se sastoji u tome da jedna grupa formira liniju čvrsto se držeći za ruke, dok jedan igrač iz druge grupe zalijetanjem u prvu pokušava tu liniju prekinuti. Ako u tome uspije, jedan igrač iz grupe koja se "branila" prelazi u grupu koja je "napadala". Ovaj primjer može se preslikati u gornju demonstraciju pri čemu će učenik koji "probija lanac" igrati ulogu atoma plina, a učenici poredani u lanac će igrati ulogu molekule bjelančevine ili ugljikohidrata. Tako se može pokazati da, ukoliko je plin hladan, neće biti posljedica po velike molekule jer učenik/atom koji probija lanac nema veliku brzinu i zbog toga nema dovoljno energije da razbije lanac ili se ugura u njegovu strukturu i tako je poremeti. No, ukoliko je plin vruć, njegove čestice će imati veliku kinetičku energiju i brzinu i lakše će doći do probijanja lanca.

ZAKLJUČAK

Ovakve demonstracije ilustriraju pravu prirodu plina te utjecaj visoke temperature na svojstva i taljenje krutih tijela jer makroskopske efekte povećanja temperature objašnjavaju isključivo mikroskopskim ponašanjem atoma i njihovim mehaničkim gibanjem. Demonstracija provedena u dva odjeljenja sedmih razreda rezultirala je izrazito boljim shvaćanjem prirode temperature od razreda u kojima ova demonstracija nije provedena, iznimnim porastom motivacije za učenje o pojavi koja je demonstrirana te, na kraju, boljim uspjehom na ispitima.

Nakon ovako izvedene nastave nije provedena nikakva kvantitativna analiza, što je nešto o čemu bi se moglo razmisliti u svrhu dobivanja čvrstih podataka o korisnosti ovakvog oblika nastave.

LITERATURA

- Selepe, M.C. (1997). Conceptual difficulties about some chemical thermodynamics concepts among student-teachers and lecturers at colleges of education. 2-3., 27., 118-120.
- Cross, K.P. (1999). Learning is About Making Connections. League for Innovation in the Community College, 8-16.
- Bruner, J. (1985). Narrative and paradigmatic modes of thought. In Learning and teaching the ways of knowing, National Society for the Studies of Education, 97 - 115.

MICROSCOPIC PROPERTIES OF TEMPERATURE DEMONSTRATED USING THE GAME "RED ROVER"

Perković Dalibor

University of Applied Health Sciences, Mlinarska 38 Zagreb, p_dalibor@net.hr

ABSTRACT

In education process, new and abstract concepts are grasped much more easily if they are linked to previously familiar phenomena and illustrated by real-life demonstration that is more than just a screen animation. Temperature is a property whose explanation on a micro level is completely different from how it is understood by non-experts. This is why a demonstration is designed to show to students the essence of this phenomenon and enables them to take part in it directly: they play gas molecules, adjust their motion to higher or lower temperature and at the same time link what they perceive as a consequence of this behaviour with their knowledge of macroscopic properties of cool or heated gas. In the next phase of demonstration, using the same rules of behaviour it is shown how high temperature causes degradation of complex molecules such as proteins and carbohydrates, exactly because of the property that heated gas particles have bigger kinetic energy and thus act on organic molecules in a purely mechanical way.

Keywords: temperature, molecules, microscopic level, learning, teaching

PROLAZAK KROZ GRLO BOCE

osvrst na knjigu Edwarda O. Wilsona: *Budućnost života* (*The Future of Life*. Random House Inc., New York 2002.)

Blažić Grubelić Melba

Prva sušačka hrvatska gimnazija u Rijeci, Gajeva 1, Rijeka, 51 000 Rijeka (mbgrubelic@gmail.com)

Edward Osborne Wilson rođen je 1929. u Birminghamu, u Alabami, SAD. Obitelj se često selila, jer je otac bio vladin službenik pa mali Edward nije imao puno prijatelja, nego se zarana počeo zanimati za pojave u prirodi. No, kao sedmogodišnjaku dogodila mu se nezgoda na pecanju koja je obilježila daljnji tijek njegova života. Riba koju je ulovio zahvatila mu je perajom desno oko i trajno mu oštetila dubinski vid i percepciju. Edward je bio prisiljen baviti se onime što može proučavati izbliza – kukcima. Sa 11 godina odlučio je postati entomolog, a sa 13 je već otkrio koloniju alohtonih mrava te prijavio svoj nalaz. U vrijeme kad je Wilson studirao, ti isti mravi su se toliko razmnožili tamošnjim poljima i postali potencijalna prijetnja te su lokalne vlasti od njega zatražile da prati koloniju, pa je na toj zajednici mrava 1949. i diplomirao na Sveučilištu Alabama. Doktorirao je na Harvardu te je ubrzo postao najpoznatiji svjetski mirmekolog¹ objavivši mnoštvo znanstvenih radova nakon niza ekspedicija u tropska područja diljem svijeta.



Slika 1 Edward Osborne Wilson

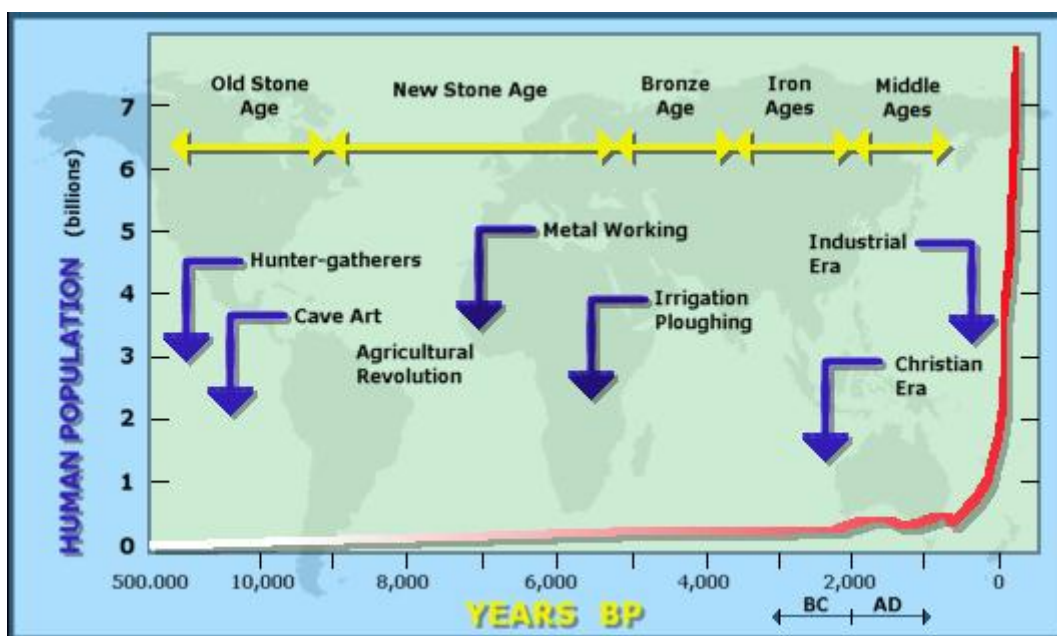
Najveće zasluge Edwarda O. Wilsona: otkrio je način na koji dolazi do evolucije novih vrsta mrava unutar sustava kasti koji postoji u takvoj zajednici; kasnije je utvrđeno da isti takav način specijacije postoji i kod nekih drugih skupina kukaca. U vrijeme otkrića strukture molekule DNA, početkom 50-tih godina prošloga stoljeća, on ostaje vjeran fundamentalnim istraživanjima u taksonomiji i ekologiji koje je tada iznimno cijenjeni James Watson usporedio sa sakupljanjem maraka. Zajedno sa matematičarom Williamom Bossertom otkriva feromone, kemijske tvari koje omogućavaju kukcima komunikaciju pomoću osjeta mirisa. Nakon objavljivanja knjige *The Insect Societies*, 1971. u kojoj je iznio svoja zapažanja o načinima organizacije života u zajednicama mrava, osa, pčela i termita, dobiva epitet oca sociobiologije. *On Human Nature*, knjiga objavljena 1978. je njegovo djelo za koje je dobio Pulitzerovu nagradu, a u kojemu objašnjava ulogu biologije u evoluciji ljudske kulture. U znanost uvodi pojam *biofilija*²; jedan je od vodećih zagovornika zaštite prirode i okoliša (*E. O. Wilson Biodiversity Foundation*) te je dobitnik mnogih nagrada za publicistiku. Knjigu *Letters to a Young Scientist*, objavio je 2013. To su njegovi memoari u formi 21 pisma u kojima je sažeo svoje 60-to godišnje iskustvo predavača i istraživača.

U svojoj knjizi *Budućnost života* (*The Future of Life*. Random House Inc., New York 2002.) Wilson razmatra što nas je kao vrstu i kao civilizaciju, zajedno sa planetom Zemljom

dovelo u stanje u kojemu se nalazimo, koje su nam opcije i kako ćemo nastaviti svoju egzistenciju u budućnosti na ovome planetu.

Prije otprilike 10 000 god. na Zemlji je možda živjelo oko 5 milijuna ljudi; u vrijeme 1. dinastije u Starom Egiptu bilo je, pretpostavlja se, oko 15 milijuna ljudi, a u Kristovo vrijeme između 200 i 300 milijuna ljudi. Globalna populacija dosegla je milijardu oko 1800., a par godina nakon toga Thomas Malthus objavio je svoj poznati Esej o principima populacije (koji je bitno utjecao na razmišljanja tada mladog Charlesa Darwina), u kojemu se ističe kako će ljudsku populaciju uvijek kontrolirati ratovi, glad i bolesti.

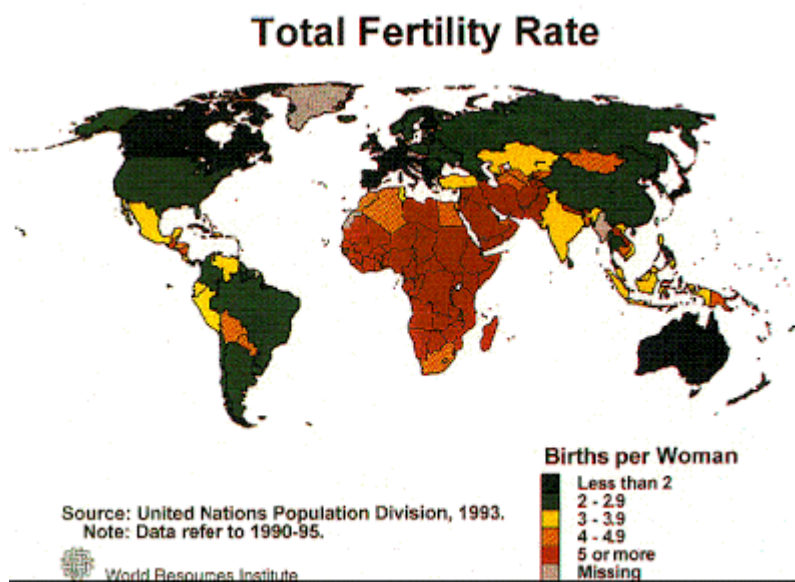
U 20. st. ljudska populacija rasla je geometrijskom progresijom, čiji rast možemo predstaviti J krivuljom, kako je zovu ekolozi.



Slika2 Krivulja kretanja brojnosti ljudske populacije na Zemlji tijekom povijesti (preuzeto iz Wilson, 2002)

Dvadesetih godina prošlog stoljeća dosegli smo brojku od dvije milijarde, a do 1960. smo narasli na tri milijarde. Od tada po jedna milijarda se nadodaje svakih 12 do 13 godina. Rođenje pet milijarditog stanovnika Zemlje, Mateja Gašpara, simbolično je obilježeno 11. srpnja 1987. u Zagrebu za vrijeme održavanja Univerzijade, a šest milijarditog Adnana Mevića u Sarajevu 12. listopada. 1999. U Manili je 31. listopada 2011. rođena Danica May Camacho, sedam milijarditi stanovnik Zemlje. E. O. Wilson za ovakav rast populacije ljudi na Zemlji kaže da više nalikuje bakterijskom nego primatološkom, što je apsolutna istina te smo svojom biomasom vjerojatno barem za 100 puta premašili bilo koju veliku vrstu životinja od postanka života na Zemlji do danas.

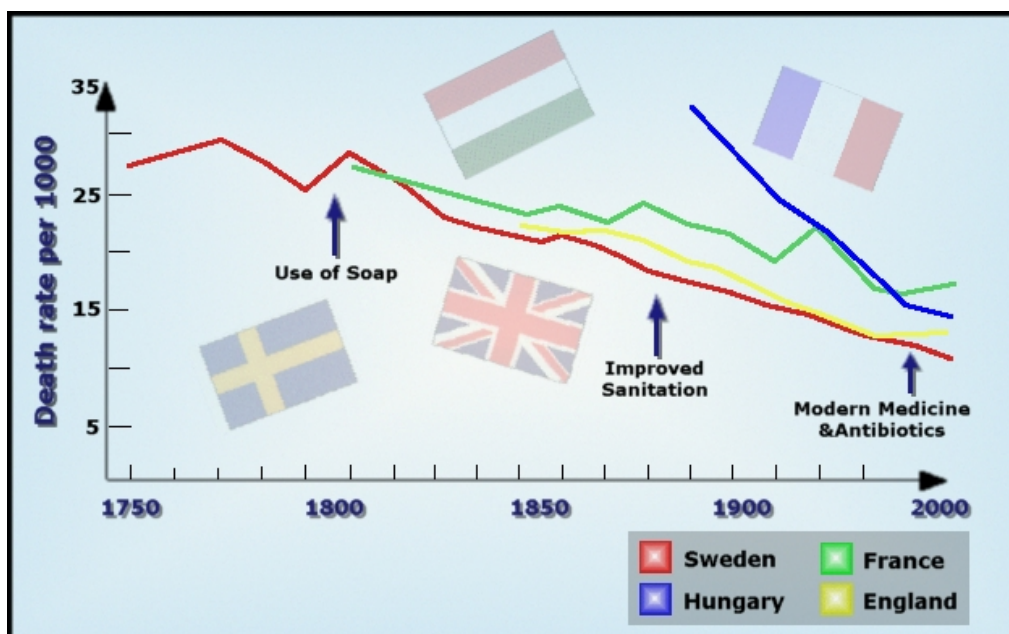
Predviđanja su ovakva: za 12 godina biti će nas osam milijardi, a otprilike u to vrijeme Indija će preći Kinu. Oko 2050. biti će nas oko devet milijardi, a oko 2100. moglo bi nas biti približno deset milijardi, uz tendenciju daljnjeg rasta. Predviđanja se zasnivaju na praćenju stope rasta, odnosno stope plodnosti, koja je najmanja u najrazvijenijim državama, a najveća je u najslabije razvijenima.



Slika 3 Prikaz stope plodnosti /broja rođene djece po ženi tijekom njezine reproduktivne faze/ u pojedinim državama za razdoblje od 1990. do 1995.

(izvor http://4.bp.blogspot.com/_57e2KV2nOZs/SCfU5ksEpaI/AAAAAAAAAiE/LTr2GM0dXM/s400/fertility+rate.gif)

1960. žena je rađala prosječno 4,3 djeteta; 2000. 2,6 djeteta. No, da bi populacija rasla svaka žena u prosjeku mora roditi barem 2,1 dijete tijekom svoje reproduktivne faze.



Slika 4 Kretanje stope smrtnosti u nekim europskim zemljama posljednjih 250 godina (preuzeto iz Wilson, 2002)

Ipak, u razvijenim zemljama populacija ne raste, nego opada što je posljedica mnogih socio- ekonomskih činilaca: globalizacije gospodarstva (znanstvene i tehnološke inovacije), migracije sa sela u gradove, jačanje žene (njezino društveno i ekonomsko oslobađanje) i dr. Bez obzira na pad stope fertilnosti značajan je i pad smrtnosti, pogotovo u zemljama prvog svijeta. Kao što se vidi iz gornjeg grafa, tijekom naše bliske prošlosti bitan pad

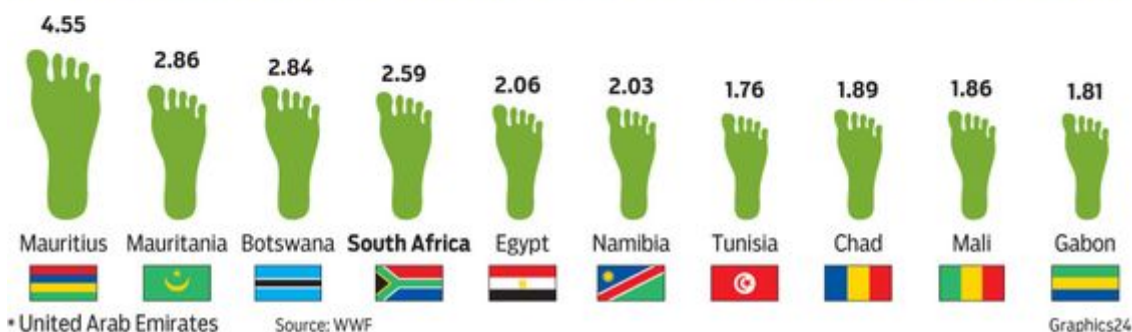
smrtnosti vezan je uz početak široke upotrebe sapuna početkom 19.st., poboljšanje sanitarnih uvjeta u drugoj polovini 19.st., čemu je u Europi uvelike pridonijela Marija Terezija te uz pronalazak antibiotika u 20.st. i općenito mnoga dostignuća moderne medicine i tehnologije.

Pitanje stoljeća glasi: Kako najbolje možemo prijeći u kulturu/fazu stalnosti, za nas same, ali i za biosferu koja nas održava? Odgovor je bitno različit od onoga kojeg nam daju vodeći ekonomisti. (Poznato nam je kako na to gledaju ekonomisti, pa i političari čije su kampanje financirane od strane moćnika; za njih je jedino bitan rast BDP-a, indeks kompetitivnosti, tržišno poslovanje. Sve je to obično popraćeno riječima: “štetne posljedice koje smo uzrokovali mogu se ublažiti ili preokrenuti usput, ali svijet mora funkcionirati na istim načelima kao i do sada”.) Ti isti moćnici ignoriraju važne brojeve sadržane u pojmu **EKOLOŠKI OTISAK**, a to je prosječna količina plodnog tla i priobalnog mora prisvojena od strane svake osobe za njezine potrebe: hranu, vodu, stanovanje, energiju, prijevoz, trgovinu i odlaganje otpada. Prosječni ekološki otisak danas otprilike iznosi 2,1 hektar.

Top 10 countries with the biggest ecological footprint per person



Top 10 African countries with the biggest ecological footprint per person



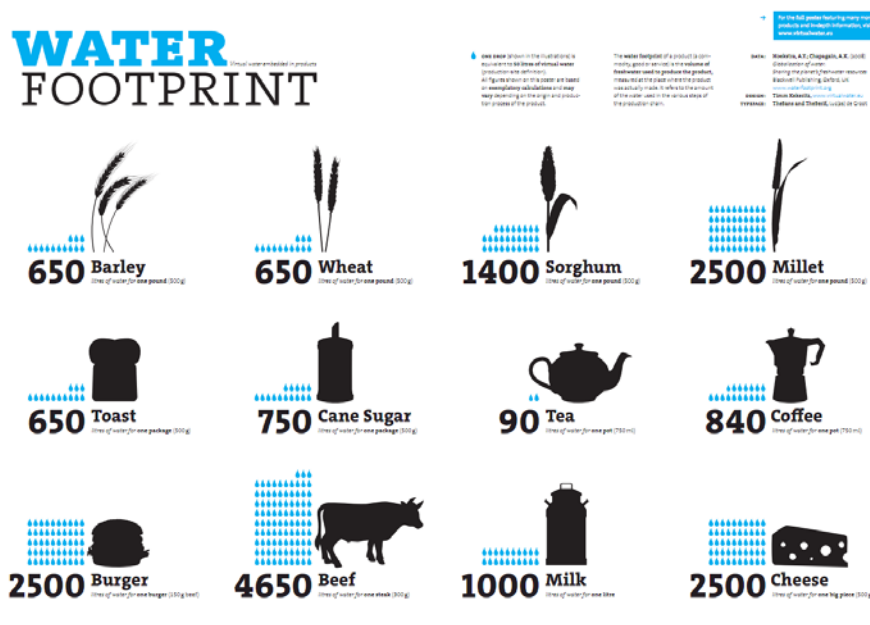
Slika 5 Usporedba ekootisaka stanovnika nekih zemalja

(izvor <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/cf/b6/f0/cfb6f098c89c4c567e67305c5ae30f74.jpg>)

Kada bi svaki stanovnik Zemlje danas, uz postojeću tehnologiju, dosegno sadašnji nivo potrošnje SAD-a, trebali bismo još četiri planeta Zemlje! Čovjek je postao geofizička sila, kaže Wilson. Po nekim izračunima već smo 1978. svojim ekološkim otiskom premašili Zemljin kapacitet za samoobnavljanjem; po izračunima Bruntland Reporta, koji preporučuje da 12% Zemlje mora ostati sačuvano u svom prvobitnom stanju, to smo

premašili već 1972. Pogledajmo samo količinu CO₂ (ugljičkov otisak); podigli smo je na najvišu razinu u posljednjih 200 000 godina; uneredili smo cikluse dušika i fosfora sa umjetnim gnojivima; pridonosimo globalnom zatopljenju.

Što je sa pitkom vodom? Odnosno sa podzemnim vodama, najkvalitetnijim izvorima pitke vode koje nam stoje na raspolaganju? Npr. od 617 gradova u Kini, 300 ih već ima problema sa vodoopskrbom, a između 1965. i 1995. nivo podzemnih voda Bejinga pao je za 37m; Mexico City koji je izgrađen na vodi je od 1900. potonuo za 9m (podaci od 2002.).



Slika 6 Otisak vode prikazuje broj litara pitke vode koju potrošimo prilikom proizvodnje 1kg ili 1l nekog prehrambenog proizvoda (izvor <https://printage.files.wordpress.com/2011/08/water-footprint.png>)

Zagazili smo u Stoljeće Okoliša u kojemu neposrednu budućnost možemo promatrati kao grlo boce. Znanost i tehnologija u sprezi sa nedostatkom razumijevanja nas samih i paleolitska svojeglavost doveli su nas tu gdje smo danas. Znanost i tehnologija u sprezi sa dalekovidnošću i moralnom hrabrošću moraju nas provesti na našem prolasku kroz grlo boce.

Što nam je činiti?

Smanjiti globalnu potrošnju? Ili povećati globalnu proizvodnju? Ili oboje?

Moramo početi slušati suvremene ekonomiste (ekonomisti/ekolozi) danas još vrlo rijetke i slabašnog glasa, koji uzimaju u obzir brojke iz stvarnog svijeta, a koji uobičajeni BDP zamjenjuju mnogo razumljivijim i prihvatljivijim GPI-jem (genuine progress indicator) ili indikatorom stvarnog napretka. GPI uključuje u sebi procjene eko troškova (uništenja okoliša) pri pojedinim gospodarskim aktivnostima.

Kako?

Kao vrsta već sada (2002.) prisvajamo na razne načine oko 40% primarne organske produkcije Zemlje. Kad bismo za hranu koristili 100% tako dobivene energije, teoretičari su izračunali da bi se moglo prehraniti 16 milijardi ljudi. Kako bi Zemlja tada izgledala?

Zemlja ovisi o održanju života, koji jedino samom sebi može stvoriti uvjete za daljnji opstanak, dok su ostali planeti Sunčeva sustava ovisni o svojoj fizičkoj ravnoteži. Čovječanstvo u opasnost dovode njegovi vlastiti instinkti: plemenski interesi, agresija i osobna gramzivost. Prirodni okoliš prema kojemu se ponašamo sa nevjerojatnim neznanjem i nesmotrenošću bio je i ostaje naša jedina kolijevka, vrtić, škola i dom. Njemu smo prilagođeni svakim svojim vlaknom i biokemijskim procesom – to je osnovni princip koji nas mora voditi kroz “grlo boce”. No, to nisu sveopće prihvaćene vrijednosti koje bi većini bile privlačne i odvuče ih od zanimacija poput sporta, politike, religije ili osobnog bogatstva. Velika dilema rezoniranja za održivost okoliša proizlazi iz sukoba između naših kratkoročnih i dugoročnih vrijednosti. Relativno je lako odabrati vrijednosti bitne za blisku budućnost našeg plemena ili naše države. U teoriji je lako odlučiti se i za dugoročno bitne vrijednosti za cijelu planetu. Kombinirati to dvoje, iznimno je teško!

Jedino što nas (i ostale vrste) može sigurno voditi kroz “grlo boce” je UNIVEZALNA ETIKA ODRŽIVOSTI (ZA ODRŽIVI OKOLIŠ), koja mora uzimati u obzir obje vizije: kratkoročnu, naših plemenskih potreba u bliskoj budućnosti i dugoročnu, globalnih potreba cijelog planeta u dalekoj budućnosti.

¹Mirmekologija je znanost o mravima.

²Biofilija je instinktivna potreba ljudskih bića za povezivanjem sa drugim sustavima života.

NAPOMENA

Osvrt je iznesen na 15. ljetnoj školi SEMEPa u Komiži, otok Vis, 06.-3.07.2013.

LITERATURA

Edward O. Wilson. The Future of Life. Random House Inc., New York 2002. Scientific American. The Bottleneck. 02/2002. 72-79.

American Academy of Achievement 2016. Edward Osborne Wilson. Father of Sociobiology.
<http://www.achievement.org/achiever/edward-o-wilson-ph-d/> Preuzeto 14.4. 2016.