

## Razumijevanje koncepata ravnoteže i međuovisnosti kod učenika u dobi od 13 godina

Lea Zidar<sup>1</sup>, Valerija Begić<sup>2</sup>, Marijana Bastić<sup>3</sup>, Ines Radanović<sup>4</sup>

<sup>1</sup> XV. Gimnazija, Jordanovac 8, 10000 Zagreb

[zidar.lea@gmail.com](mailto:zidar.lea@gmail.com)

<sup>2</sup> Osnovna škola Sesvetski Kraljevec, Školska 10, 10 000 Zagreb

<sup>3</sup> Osnovna škola Rudeš, Jablanska 51, 10 000 Zagreb

<sup>4</sup> Biološki odsjek Prirodoslovno matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

### SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja je utvrditi razumijevanje makrokoncepta Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu, na temelju odgovora učenika 7. razreda osnovne škole na zadatke sa Županijskog natjecanja iz Biologije 2018. godine. Odgovori učenika analizirani su u svrhu procjene sposobnosti učenika u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina uz navedeni makrokoncept te uz zadatke koji povezuju više makrokoncepata. Analiza odgovora učenika uključivala je specifično kodiranje odgovora i tumačenje biološkog značenja odgovora učenika. Tijekom analize učeničkih odgovora utvrđeni su problemi i miskonceptije osobito vezani uz koncept Međuovisnost živog svijeta i okoliša. Statistički značajna razlika utvrđena je kod miskonceptija i problema vezanih uz proces disanja, te uz načine i uvjete prijenosa malarije. Izdvojeni problemi i miskonceptije dati će jasnu sliku razumijevanja navedenog makrokoncepta, te će omogućiti učiteljima biologije bolje planiranje nastave pri obradi nastavnih sadržaja koji pružaju kontekst za poučavanje ovog makrokoncepta. Miskonceptije koje su utvrđene tijekom analize, ukazuju na nužno osuvremenjivanje nastave biologije, te na veću potrebu korištenja primjene znanja, a manje reprodukcije, s naglaskom na iskustveno učenje i što samostalnije učeničke aktivnosti tijekom nastave biologije.

**Ključne riječi:** natjecanje iz Biologije; međuovisnost; ravnoteža; osnovna škola; miskonceptije

### UVOD

Prema nastavnom planu i programu u Hrvatskoj (MZOŠ, 2006.) osnovno znanje predmeta Biologije stječe se tijekom osnovnoškolskog (7. i 8. razred) i srednjoškolskog obrazovanja. Biologija je jedan od učenicima najzanimljivijih predmeta (Marušić, 2006). Većina učitelja preferira frontalni oblik rada, čime se odstupa od osnovnog principa iskustvenog učenja neophodnog pri poučavanju biologije, koja je sama po sebi prirodoslovan predmet te bi se razumijevanje sadržaja trebalo temeljiti na sposobnosti opažanja i zaključivanja na temelju opaženog. Osborne i Dillon (2008) potvrđuju da je u praksi dominantni pristup u prirodoslovnom obrazovanju i dalje usmjeren na prijenos znanja uz izraženu orijentiranost na sadržaje, a sličan je zaključak Garašić i sur. (2013) uz poučavanje biologije u Hrvatskoj. Jedan od osnovnih zadataka nastave biologije jest da stečena znanja i umijeća postanu trajno vlasništvo učenika (MZOŠ, 2006). Jedino na takav način može se spriječiti proces zaboravljanja i postići da učenici ne samo trajno zadrže znanja, već i da ih usvoje i usavrše (Živanović, 2008). Vrlo je bitno osuvremeniti nastavu biologije kako bi učenicima pružili bolje znanje, te veću zainteresiranost za nastavu biologije (Garašić i sur., 2018). Problem leži u tome što je spremnost škole da napusti tradicionalnu obrazovnu paradigmu i prepusti učenicima odgovornost za vlastito učenje još uvijek nedovoljna (Tot, 2010). Jedan od načina da se pokuša osuvremeniti nastava je stavljanje učenika u središte nastavnog procesa (Boras, 2009). U nastavi usmjerenoj na učenika, učitelj djeluje kao organizator nastavnog procesa, stvarajući uvjete učenja u kojima su učenici aktivno angažirani u različitim aktivnostima, tumače i objašnjavaju podatke koje su dobili provedenim istraživanjem, te se uključuju u raspravu i uspoređuju dobivene rezultate s ostalim učenicima (Odadžić i sur., 2017). Jedan od ključnih zadataka suvremene nastave je

otkrivanje i usvajanje znanja na način da čine cjelovit i logički dosljedan sustav (Tot, 2010). Zbog svih navedenih razloga većina učitelja trebala bi težiti osuvremenjivanju svoje nastave.

Konceptualni pristup poučavanju omogućava učenicima primjenu znanja kojom se ostvaruje razumijevanje u procesu povezivanja znanja te uočavanja obrazaca i principa. Učenička koncepcija označava ideju ili uopćenu predodžbu koja nastaje na temelju iskustva ili sklopa informacija pojedinog učenika, a koja sažima zajedničke značajke pojedinačnih pojava koje karakteriziraju koncept (Lukša i sur, 2013a). Konceptualni okvir za učenje biologije oslonac je učiteljima u određivanju bitnih dijelova učenja, a u RH razvijao se njegovom upotrebom te je u ispitnom katalogu državne mature NCVVO-a (Radanović i sur., 2015) predložen prvi službeni okvir u kom je definirano pet makrokonceptata: **Organiziranost živoga svijeta, Razmnožavanje i razvoj organizama, Tvari i energija u životnim procesima, Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu te Biološka pismenost**. Prema Lukša i sur. (2013a) konceptualni pristup u nastavi biologije omogućuje da se napravi odmak od memoriranja činjenica jer učiteljima ostavlja mogućnost da izaberu specifične sadržaje za usvajanje temeljnih principa. Takav pristup omogućuje učiteljima da koncept prilagode interesima učenika koristeći različite sadržaje i kontekstne situacije za učenje istih konceptata. Kako je ranije opisano (Radanović i sur, 2015) makrokoncept **Međuovisnost u živome svijetu** obuhvaća nastavne sadržaje koji se odnose na održavanje ravnoteže u organizmu i održavanje ravnoteže u prirodi te na međuovisnost živoga svijeta i okoliša, dok je osnovni cilj ovoga područja staviti u međusoban odnos obilježja živih bića i načine njihova funkcioniranja u promjenjivim uvjetima okoliša. Za navedeni je makrokoncept uočeno kako je sadržajno slabo zastupljen u postojećem nastavnom programu, a provjerava se većim dijelom reprodukcija nastavnih sadržaja, dok se vrlo malo provjerava konceptualno razumijevanje i primjena (Ratković, 2011.).

Kako bi se odredilo učeničko razumijevanje provode se provjere znanja. Prema Penca-Palčić (2008) učitelj provjerava znanje učenika prije, tijekom i nakon poučavanja novih nastavnih sadržaja. Svrha provjeravanja prije poučavanja novih nastavnih sadržaja je određivanje stupnja učenikovog predznanja. Svrha provjeravanja tijekom nastavnoga procesa je određivanje učenikovog razumijevanja nastavnih sadržaja te analiziranje i otklanjanje uzroka zbog kojih učenik te sadržaje slabije shvaća. Svrha provjeravanja nakon poučavanja i učenja nastavnih sadržaja je da se pokaže u kolikoj mjeri učenik shvaća cjelinu obrađenih nastavnih sadržaja.

Osim općih provjera znanja u školi, postoje i neobavezne provjere znanja, odnosno natjecanja koja su jedan od pokazatelja interesa učenika u nekom području, ali i pokazatelji postignuća obrazovanja učenika, te posredno i uspješnosti usavršavanja učitelja (Begić i sur., 2016). Kako navode Grgurić i sur. (2017) natjecanja učenika u različitim nastavnim predmetima također je jedan od načina mjerenja postignuća i vještina u odgojno-obrazovnom sustavu. Natjecanje iz Biologije ima dvije kategorije, učenici se mogu natjecati u kategoriji znanja ili istraživačkih radova (HBD, 2018). U natjecanju mogu sudjelovati učenici sedmog i osmog razreda osnovne škole te učenici sva četiri razreda gimnazije ili srednjih strukovnih škola, a učenici se natječu na školskoj, županijskoj i državnoj razini (Lugar i sur., 2016). Zadaci na natjecanjima su u skladu s nastavnim planom i programom za odgovarajuću razinu obrazovanja (MZOŠ, 2006), a ispituju i više kognitivne razine znanja (Begić i sur., 2016). U biologiji se koristi prilagođena kognitivna taksonomija (Bloom i sur., 1956; Anderson i sur., 2001; Krathwohl i sur., 2002; Forehand, 2010) prema Crooks-u (1988), koje su prema Radanović i sur. (2010) nastavnici biologije u Hrvatskoj dogovorno prihvatili zbog primjenjivosti pri poučavanju biologije. Prilagođena taksonomija (Crooks, 1988) obuhvaća tri kognitivne razine: prva razina, označava reprodukciju znanja

gdje učenik može prepričati sadržaj bez postignute razine razumijevanja i ponoviti konceptualne zaključke s nastave uz ostvareno literarno razumijevanje pročitano i izrečeno, druga razina označava konceptualno razumijevanje i primjenu gdje se od učenika očekuje da stvara veze između novih spoznaja i postojećeg znanja, a treća razina označava rješavanje problema uz analizu, sintezu, vrednovanje i kreiranje (Radanović i sur., 2010; Latin i sur., 2016).

Analizom učeničkih odgovora s natjecanja moguće je utvrditi i probleme koji se javljaju pri učenju te miskoncepcije koje učenicima zaprečuju izgradnju koncepta (Golubić i sur., 2017; Grgurić i sur., 2017). Natjecanje iz Biologije omogućava i otkrivanje miskoncepcija učenika, budući da se na natjecanje prijavljuje velik broj izrazito zainteresiranih učenika, što čini dostatan uzorak za analizu i daljnje utvrđivanje problema pri učenju i poučavanju kao i miskoncepcija, te mogućeg uzroka nastanka određenih miskoncepcija.

Cilj ovog istraživanja je analizirati odgovore učenika sa županijskog natjecanja za 7. razred održanog 12.03.2018. u svrhu pronalaženja miskoncepcija i procjene konceptualnog razumijevanja makrokoncepta **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu**. Kako bi se ostvario cilj ovog istraživanja analizirati će se odgovori učenika, kako bi se utvrdili potencijalni problemi i miskoncepcije nastave Biologije u 7. razredu osnovne škole, u dobi učenika od 13. godina. Utvrđivanje određenih miskoncepcija tijekom analize ove provjere znanja, omogućit će učiteljima uvid u problematiku pri shvaćanju ovog makrokoncepta te će doprinijeti uklanjanju miskoncepcija kod učenika, što će omogućiti bolje shvaćanje, ali i poučavanje makrokoncepta **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu** u osnovnoj školi.

## METODE

Istraživanjem su analizirani rezultati riješenih pisanih provjera sa županijske razine natjecanja iz biologije za 7. razred održanog 12.03.2018. godine (HBD, 2018). Svi odgovori učenika, za svaki zadatak s pisane provjere iz županijskog natjecanja unijeti su u Microsoft Excel (2016). Izračunat je ukupan postotak riješenosti pisane provjere, te je svaki uzorak svrstan u određenu klasu riješenosti na osnovu postignutog postotnog uspjeha pri rješavanju provjera prema Radanović i sur. (2017) te je time omogućeno utvrđivanje miskoncepcija na razini pogrešnih odgovora na zadatke u pisanoj provjeri znanja (tablica 1).

**Tablica 1.** Klase riješenosti učenika prema ostvarenom postotku riješenosti pisane provjere znanja

KLASA RIJEŠENOSTI	USPJEH NA ISPITU (%)
I	0-10
II	10-20
III	20-30
IV	30-40
V	40-50
VI	50-60
VII	60-70
VIII	70-80
IX	80-90
X	90-100

Nakon toga su učenički odgovori kodirani. Kodirana je riješenost zadataka tako da je za svaki točan odgovor, odgovoru pridodan kod 1, dok je za svaki netočan odgovor, odgovoru pridodan kod 0. Svaki odgovor je kasnije dodatno procijenjen prema kriterijima točnosti i razinama razumijevanja prema prilagođenoj metodologiji Radanović i sur. (2010). Kod zadataka otvorenog tipa određena je kognitivna kvaliteta odgovora, zbog toga jer svaki točan kao i netočan odgovor u suštini nije jednak (Radanović i

sur., 2017). Kako bi se odgovori učenika interpretirali u kontekstu biološkog konceptualnog razumijevanja, korištena je metodologija specifičnog kodiranja biološkog značenja točnih odnosno netočnih učeničkih odgovora (tablica 2) prema Radanović i sur. (2016). Za određivanje konceptualne pripadnosti provjeravanog ishoda, korišten je konceptualni okvir postavljen za potrebu pripreme zadataka državne mature iz Biologije (Radanović i sur., 2015). Iz pisane provjere izdvojeni su svi zadaci koji ispituju makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu**, koji su dodatno analizirani u svrhu utvrđivanja miskoncepcija učenika unutar navedenog makrokoncepta te u odnosu na odgovore učenika na ostale zadatke iz provjere s obzirom na koncepte koje provjeravaju. Nakon što je provedena analiza odgovora na zadatke otvorenog tipa, utvrđeni su problemi koji se javljaju pri učenju i poučavanju te su u nekim slučajevima određene miskoncepcije.

**Tablica 2.** Skale za kodiranje točnosti odgovora, razine razumijevanja, te problema i miskoncepcija u odgovorima učenika

Riješenost zadatka	MA	Točnost	T	Razina razumijevanja	RR	Problemi i miskoncepcije	PIM
Točno	1	potpuno traženi odgovor	6	konceptualno razumijevanje	6	moguća miskoncepcija	3
Netočno	0	djelomično točno	5	djelomično konceptualno razumijevanje	5	problem pri učenju ili poučavanju	2
		krivo ili nespretno napisano, ali točno razmišljanje	4	primjena	4	problem zbog memoriranja	1
		reproduktivno, djelomično točno	3	prepoznavanje	3	točno ili djelomično točno razmišljanje	0
		točno ispravljeno u netočno	2	reprodukcija	2	nema odgovora	9
		prenesen dio pitanja	1	konceptualno nerazumijevanje	1		
		netočno	0	besmisleno	0		
		nema odgovora			9		

Kako bi se utvrdila razlika frekvencije u uspješnosti pojedinih klasa učenika (učenici su podijeljeni u klase prema ukupnom postotku riješenosti) korišten je  $\chi^2$  test, koji je ujedno oslonac u utvrđivanju miskoncepcija (Lukša i sur., 2016). Pri tome je utvrđena vrijednost lambda ( $\lambda$ ) kao mjera proporcionalne redukcije u pogrešci koja se tumači kao količina varijacije, a računa se u postotnom predviđanju udjela zavisne varijable koji možemo povezati s nezavisnom varijablom. Kruskal-Wallisovim testom utvrđene su razlike u uspješnosti rješavanja zadataka pojedinih kognitivnih razina između učenika koji pripadaju različitim klasama riješenosti te je ispitana razlika u rješavanju zadataka koji ispituju određene makrokoncepte.

Povezanost varijabli je utvrđena uz pomoć indeksa korelacije. Pearsonovim koeficijentom korelacije ( $r$ ) u slučajevima linearne povezanosti i normalne distribucije, utvrđena je povezanost uspješnosti pri rješavanju provjere i odgovarajuće kognitivne razine zadataka (tablica 3).

**Tablica 3.** Skale za procjenu kognitivnih razina i indeksa lakoće zadataka

KOGNITIVNA RAZINA	INDEKS LAKOĆE
1-REPRODUKCIJA	vrlo težak zadatak $p \leq 0,20$
2-KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE	težak zadatak $0,21 \leq p \leq 0,40$
3- RJEŠAVANJE PROBLEMA	srednje težak zadatak $0,41 \leq p \leq 0,60$
	lagan zadatak $0,61 \leq p \leq 0,80$
	vrlo lagan zadatak $p \geq 0,81$

Spearmanovim koeficijentom korelacije ( $\rho$ ) određena je mjera povezanosti kognitivne razine zadataka koji ispituju makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu** i uspješnosti u rješavanju zadataka. Kod interpretacije rezultata korelativne povezanosti korištena je skala (tablica 4) prema Hopkinsu (2000).

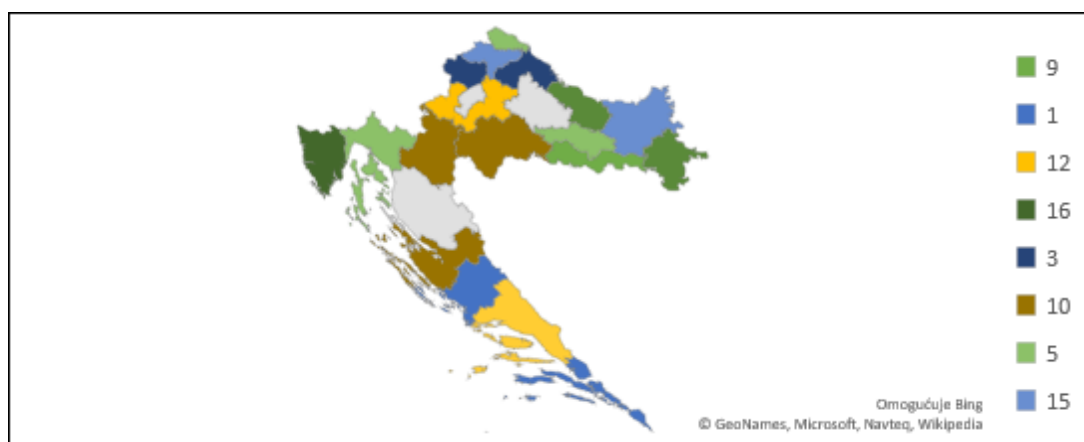
**Tablica 4.** Prikaz skale interpretacija korelativne povezanosti prema Hopkinsu (2000)

Koeficijent korelacije	Opis korelacije
0.0-0.1	Trivijalna, vrlo mala, nebitna, malena, praktički nula
0.1-0.3	Mala, niska, manja
0.3-0.5	Umjerena, srednja
0.5-0.7	Velika, visoka, glavna
0.7-0.9	Vrlo velika, vrlo visoka, izrazita
0.9-1	Gotovo ili praktično, savršena, potpuna, beskonačna

Osnovne analize su provedene uz pomoć Microsoft Excel proračunskih tablica, a statistički proračuni izrađeni su pomoću programskog paketa SPSS 22 (IBM, 2013) u Centru za istraživanje i razvoj obrazovanja (CIRO) Instituta za društvena istraživanja u Zagrebu (IDIZ).

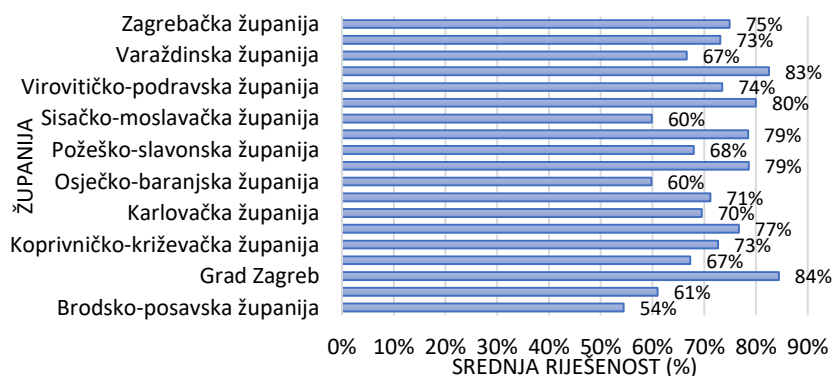
## REZULTATI

Državnom je povjerenstvu dostavljeno 20 % najbolje riješenih provjera po županijama što je uključivalo uzorak od ukupno 143 učenika, od čega su 72 bili dječaci i 71 djevojčice. Najveći broj učenika dolazi iz Istarske, Osječko-baranjske, te Varaždinske županije (slika 1).



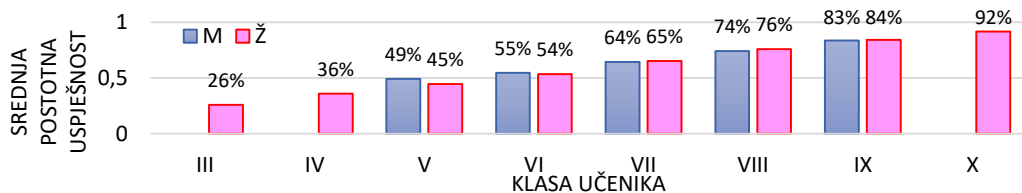
**Slika 1.** Broj sudionika na Županijskom natjecanju iz Biologije 2018. godine prema županijama

Na županijskom natjecanju 2018. godine, ukupna prosječna riješenost ispita jest 69,53%. Prosječno najuspješniju riješenost imaju učenici iz Grada Zagreba (slika 2).



**Slika 2.** Srednja riješenost ispita Županijskog natjecanja 2018. godine prema županijama

Prema klasama riješenosti (tablica 1) dječaci i djevojčice pokazuju približno jednaku uspješnost premda djevojčice imaju najuspješnije riješenu provjeru (klasa X), ali i najlošije riješenu provjeru (klasa III).



Slika 3. srednja riješenost ispita djevojčica i dječaka prema klasama riješenosti

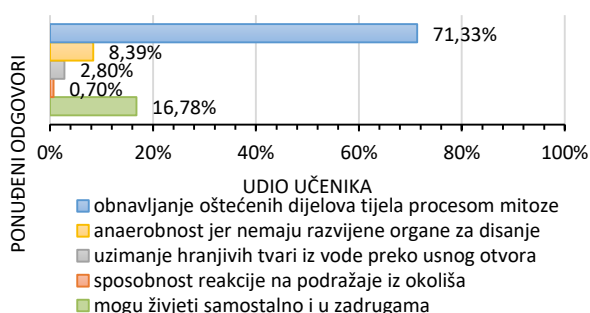
### Analiza zadataka uz utvrđivanje miskoncepcija

Izdavanjem zadataka sa županijskog natjecanja iz Biologije za 7. razred koji ispituju makrokoncept **Ravnoteža i međuvisnost u živome svijetu**, uočena je vrlo velika zastupljenost ovog makrokoncepta u provjeri. Analizom zadataka vezanih uz navedeni makrokoncept, također je utvrđeno kako su ključni koncepti neravnomjerno zastupljeni, odnosno najzastupljeniji su koncept *Održavanje ravnoteže u prirodi*, te koncept *Međuvisnost živog svijeta i okoliša*, dok je koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* najslabije zastupljen. Na temelju odgovora učenika na izdvojene zadatke vezane uz makrokoncept **Ravnoteža i međuvisnost u živome svijetu**, izdvojeni su zadaci gdje se pojavljuju moguće miskoncepcije, te je analizirana raspodjela učenika, kod kojih se javljaju miskoncepcije, prema klasama riješenosti provjere. Da je riječ o miskoncepciji moguće je zaključiti ako se pogrešan odgovor pojavljuje približno podjednako kod svih grupa učenika, odnosno u svim klasama riješenosti, a ponajviše ako se takav odgovor pojavljuje kod učenika koji su najlošije riješili provjeru, kao i kod učenika koji su je riješili najuspješnije.

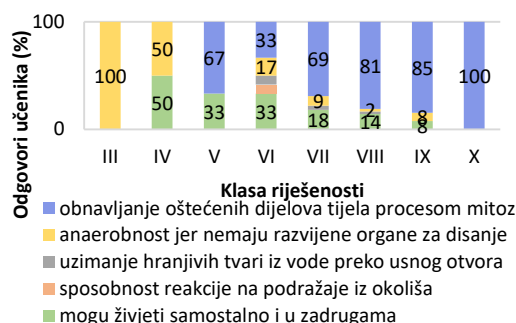
#### Zadatak 1. Što je od navedenoga zajedničko hidri i običnoj spužvi?

- mogu živjeti samostalno i u zadrugama
- sposobnost reakcije na podražaje iz okoliša
- uzimanje hranjivih tvari iz vode preko usnog otvora
- anaerobnost jer nemaju razvijene organe za disanje
- obnavljanje oštećenih dijelova tijela procesom mitoze

Zadatkom se provjerava razumijevanje građe tijela žarnjaka i spužvi, te funkcije pojedinih dijelova tijela i prilagodbe na način života. Kako bi učenici uspješno riješili ovaj zadatak moraju poznavati razlike u građi tijela spužvi i žarnjaka, razumjeti pojam regeneracije, te prilagodbe na način života spužvi i žarnjaka. Od ukupno 143 učenika 71,33% učenika je odgovorilo točno, a 28,67% učenika je odgovorilo netočno na ovaj zadatak (slika 4 i slika 5).



Slika 4. Odgovori učenika na 1. zadatak na Županijskom natjecanju iz Biologije 2018. godine

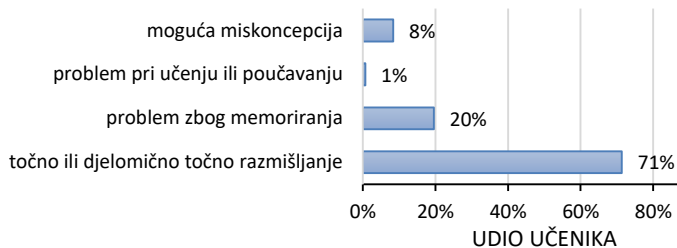


Slika 5. Odgovori učenika na 1. zadatak na županijskom natjecanju iz Biologije 2018. godine prema klasama riješenosti

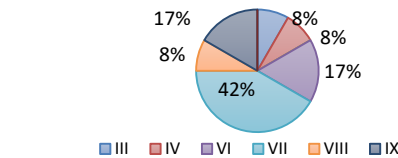
Odgovor, „anaerobnost, jer nemaju razvijene organe za disanje“, dalo je 8,39% učenika. Biranje ovog odgovora ukazuje na moguću miskoncepciju (slika 4 i slika 6). Učenici koji su odabrali ovaj odgovor povezuju proces disanja samo s organima za disanje (plućima ili škragama), te smatraju ako neki organizam nema organe za disanje da je anaeroban. Ovim odgovorom učenici pokazuju



nerazumijevanje procesa disanja. Odabirom ovog odgovora, učenici također pokazuju i nesposobnost povezivanja nastavnih sadržaja. Naime, nastavnoj temi „Spuzve i žarnjaci“ prethodi nastavna tema „Praživotinje“, koje su također aerobni organizmi, ali nemaju razvijene organe za disanje.



**Slika 6.** Analiza problema i miskoncepcija učenika za 1. zadatak



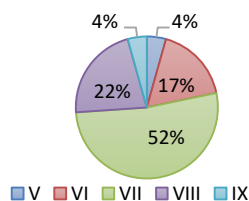
**Slika 7.** Udio učenika kod kojih se pojavljuje moguća miskoncepcija „anaerobnost jer nemaju razvijene organe za disanje“ uz 1. zadatak na natjecanju 2018. godine prema klasama riješenosti pisane provjere

Navedeno pogrešno razumijevanje javlja se podjednako kroz tri od ukupno šest skupina učenika prema klasama riješenosti provjere, ali izostaje kod najuspješnijih učenika (slika 7). Za ovaj zadatak utvrđena je značajna statistička razlika ( $\chi^2 = 42,531$ ,  $df = 28$ ,  $p = 0,039$ ), jer su zadatak točno riješili uspješni učenici od VI do X klase pa je potencijalna miskoncepcija vezana samo uz učenike slabije uspješnosti. Na osnovu poznavanja klase riješenosti, moguće je pretpostaviti s 45% sigurnosti da će učenici točno odgovoriti na ovaj zadatak ili će ponuditi pogrešan odgovor uključujući u velikoj mjeri spomenutu miskoncepciju uz statistički značajnu procjenu ( $\lambda = 0,45$ ;  $p = 0,43$ ).

**Zadatak 11.** Što je od navedenoga točno za alge kremenjašice?

- mnogostanični su organizmi
- zaštićene su prozirnou ljušturuom
- žive na velikim morskim dubinama
- izgrađuju vapnenačke stijene nakon ugibanja
- za preživljavanje im je važno gibanje vodenih masa

Ovaj zadatak povezuje dva makrokoncepta, **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu**, te **Organiziranost živoga svijeta**. Zadatkom se provjerava poznavanje građe i načina života algi kremenjašica. U potpunosti točan odgovor na ovaj zadatak dalo je 26,57% učenika, djelomično točan odgovor dalo je 58,04% učenika, dok je u potpunosti netočan odgovor dalo 15,38% učenika. Kako bi uspješno odgovorili na ovaj zadatak, od učenika se očekuje primjena znanja iz biologije koje su stekli u 7. razredu, osobito iz nastavne teme „Praživotinje i alge“. Učenici bi u ponuđenim odgovorima trebali prepoznati karakteristike i prilagodbe koje opisuju alge kremenjašice. Učenici koji su birali odgovor, „žive na velikim morskim dubinama“, ne prepoznaju građu ni način života algi kremenjašica. Jedan od razloga odabiranja ovog odgovora je moguća miskoncepcija iz razloga što alge kremenjašice stvaraju dijatomejsku zemlju, pa učenici povezuju da moraju živjeti na velikim dubinama. Navedeno pogrešno razumijevanje javlja se podjednako kroz dvije od ukupno pet skupina učenika prema klasama riješenosti provjere, ali izostaje kod najneuspješnijih, kao i kod najuspješnijih učenika (slika 8).

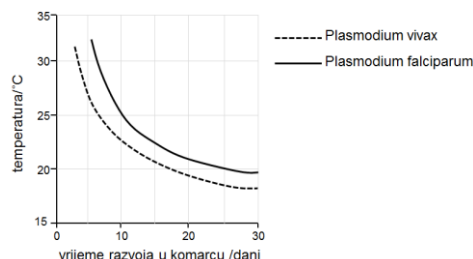


**Slika 8.** Udio učenika kod kojih se pojavljuje moguća miskoncepcija „alge kremenjašice žive na velikim morskim dubinama“ uz 11. zadatak na natjecanju 2018. godine prema klasama riješenosti pisane provjere.

Za ovaj zadatak utvrđen je izostanak značajne statističke razlike ( $\chi^2 = 30,706$ ,  $df = 21$ ,  $p = 0,079$ ), što potvrđuje ovu miskoncepciju koja se javlja kod klasa od V do IX, uz vrlo malu predvidljivost pripadnosti klasi riješenosti prema odgovoru učenika ( $\lambda = 0,09$ ;  $p = 0,25$ ).

**Zadatak 16 A.** Na Listi za odgovore upiši slova DVA točna odgovora.

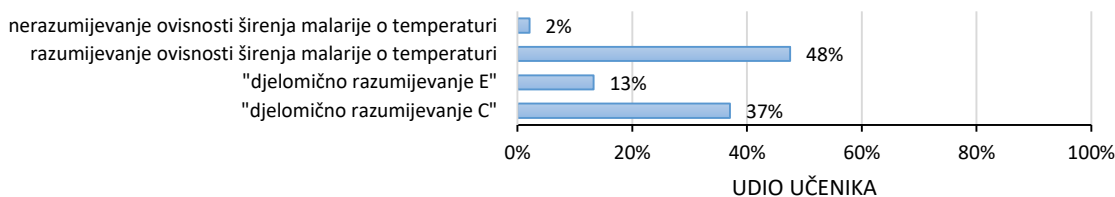
*Plasmodium vivax i Plasmodium falciparum su najčešći uzročnici malarije. Prenose ih komarci sa zaražene na zdravu osobu. Životni ciklus plazmodija zbiva se u dva dijela. Jedan dio razvoja odvija se u komarcu, a drugi dio u čovjeku. Razvoj plazmodija u komarcu ovisi o brojnim uvjetima pa tako i o vanjskoj temperaturi, što je prikazano grafički.*



Što je od navedenoga o razvoju plazmodija i širenju malarije točno?

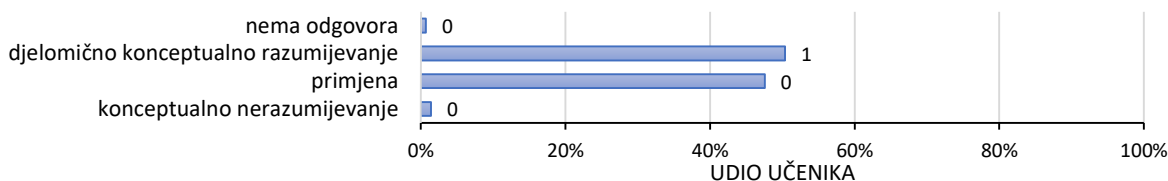
- a) širenje malarije moguće je u svim zemljama svijeta
- b) malarija se može raširiti isključivo tijekom ljetnih mjeseci
- c) komarci su zarazniji za vrijeme viših vanjskih temperatura
- d) razvoj plazmodija moguć je isključivo u tropskim područjima
- e) životni ciklus plazmodija produljuje se sniženjem temperature

Ovaj zadatak provjerava sposobnost donošenja točnih zaključaka učenika o životnom ciklusu plazmodija u odnosu na životne uvjete staništa na temelju grafičkog prikaza i uvodnog teksta (tablica 7). Također, ovaj zadatak opisuje životnu problemsku situaciju, te provjerava sposobnost učenika da ju riješe. U potpunosti točan odgovor na zadatak 16.A dalo je 47,55% učenika (slika 9). Djelomično točan odgovor dalo je 50,35% učenika, dok je u potpunosti netočan odgovor dalo 2,10% učenika .



Slika 9. Značenje odgovora učenika na zadatak 16.A

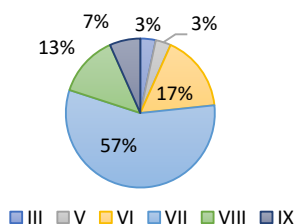
Kako bi točno odgovorili učenici moraju primijeniti znanje 7. razreda, ponajviše iz nastavne teme „Praživotinje“. Učenici bi od ponuđenih odgovora, na temelju grafičkog prikaza, trebali razaznati one koji točno opisuju životni ciklus plazmodija u odnosu na životne uvjete staništa. Oni koji su dali u potpunosti točan odgovor pokazuju sposobnost interpretacije grafičkih prikaza, te donošenja točnih zaključaka. Time pokazuju da su sposobni primijeniti svoje znanje, te točno zaključuju da su komarci zarazniji za vrijeme viših vanjskih temperatura i da se životni ciklus plazmodija produljuje sniženjem temperature. Učenici pokazuju kako su sposobni riješiti životnu problemsku situaciju, odnosno zaključuju o vjerojatnosti širenja malarije na određenim mjestima. Potpuno konceptualno nerazumijevanje i nesposobnost interpretacije grafičkog prikaza pokazuje 1,40 % učenika (slika 10). Vjerojatno je razlog tomu što se učenici ne susreću sa zadacima koji imaju grafički prikaz u biologiji, te ga nisu naučili interpretirati i stoga odgovore pogađaju.



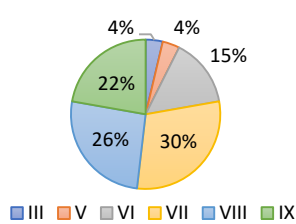
Slika 10. Analiza razumijevanja koncepta zadatka 16.A sa natjecanja iz 2018. godine



Jedna od miskoncepcija uz zadatak 16.A je da se „*malarija može raširiti isključivo tijekom ljetnih mjeseci*“. Učenici vjerojatno povezuju visoke temperature samo s ljetom, odnosno s klimom Hrvatske. Kako bi se ova miskoncepcija iskorijenila, potrebno je davati primjere zemalja u kojima je visoka temperatura za vrijeme npr. prosinca i siječnja. Navedeno pogrešno razmišljanje javlja se jednako kroz dvije od ukupno šest skupina učenika prema klasama riješenosti provjere, te izostaje samo kod najuspješnijih učenika (slika 11). Za ovaj zadatak utvrđena je značajna statistička razlika ( $\chi^2 = 79,760$ ,  $df = 35$ ,  $p = 0,00$ ), pa možemo govoriti o potencijalnoj miskoncepciji, uz vrlo malu predvidljivost pripadnosti klasi riješenosti prema odgovoru ( $\lambda = 0,05$ ;  $p = 0,59$ ), uz izuzeće najuspješnijih učenika.



**Slika 11.** Udio učenika kod kojih se pojavljuje moguća miskoncepcija „*malarija se može raširiti isključivo tijekom ljetnih mjeseci*“ uz zadatak 16.A na natjecanju 2018. godine prema klasama riješenosti pisane provjere



**Slika 12.** Udio učenika kod kojih se pojavljuje moguća miskoncepcija „*razvoj plazmodija moguć je isključivo u tropskim područjima*“ uz zadatak 16.A na natjecanju 2018. godine prema klasama riješenosti pisane provjere

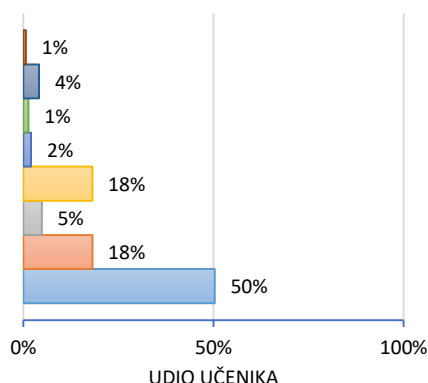
Druga miskoncepcija uz zadatak 16.A je da je „*razvoj plazmodija moguć isključivo u tropskim područjima*“. Učenici prepoznaju da se razvoj plazmodija u komarcu događa najbrže pri višim temperaturama, no visoke temperature i vlagu povezuju samo s tropskim područjima, što opet pokazuje kao i za prethodan odgovor da se vjerojatno radi o miskoncepciji povezivanja visokih temperatura samo s određenim geografskim područjima. Navedeno pogrešno razmišljanje javlja se podjednako kroz tri od ukupno šest skupina učenika prema klasama riješenosti provjere, dok je kod klase V i klase III ona jednako zastupljena (slika 12). Ova se miskoncepcija javlja podjednako kod učenika koji su slabije riješili provjeru, kao i kod učenika s boljim uspjehom te nije moguće na osnovu odgovora predvidjeti klasu riješenosti kojoj učenik pripada ( $\lambda = 0,03$ ;  $p = 0,15$ ).

**Zadatak 16.B** Na Listi za odgovore upiši slovo **JEDNOG** točnog odgovora, a potom svoj odabir objasni. El Niño je prirodna pojava koja je povezana s promjenom klimatskih uvjeta u tropskim područjima. Na suha područja Južne Amerike donosi vlažno i kišovito vrijeme posljedice kojega su česte poplave. Kako El Niño utječe na širenje malarije u Južnoj Americi?

- povećava se broj zaraženih osoba
- smanjuje se broj zaraženih osoba
- broj zaraženih u pravilu ostaje isti

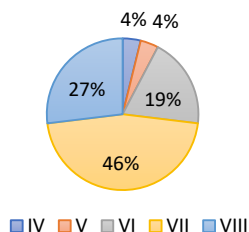
Zadatkom se provjerava konceptualno razumijevanje ovisnosti životnog ciklusa plazmodija, odnosno širenja malarije s obzirom na utjecaj abiotičkih čimbenika (kiše-vode). Da bi točno odgovorili na ovaj zadatak, učenici moraju poznavati životni ciklus plazmodija i povezanost plazmodija i komarca, te komarca i vode. Velik dio informacija o životnom ciklusu plazmodija dan je u zadatku 16.A stoga učenici samo trebaju prepoznati povezanost vode i komaraca. Zadatkom se također provjerava i mogućnost rješavanja problemskih životnih situacija. Zadatak provjerava isti koncept kao i zadatak 16.A, te je također potrebno znanje biologije iz 7. razreda, a ponajviše iz nastavnih tema „Praživotinje“ te „Kukci i ostali člankonošci“. Odgovori učenika specifično su kodirani i podijeljeni su u skupine prema njihovom značenju za razumijevanje ispitivanog koncepta (slika 13).

- Nema odgovora.
- Besmislen odgovor.
- Netočan odgovor, broj zaraženih ostaje isti jer broj plazmodija nije povezan s vlagom/ El nino ne utječe na temperaturu okoliša.
- Netočan odgovor, smanjuje se broj komaraca jer komarci ne podnose niske temperature.
- Netočan odgovor, povezuje kišu s padom temperature i da se time produljuje vrijeme razvoja plazmodija, a time je manji broj zaraženih osoba.
- Točan odgovor, ali pogrešno objašnjenje, malarija se bolje razvija kada je vanjska temperatura visoka,...
- Točan odgovor, bez objašnjenja, spominje samo kako vlažnost pogoduje komarcima/malariji/plazmodiju.
- Točan odgovor s točnim objašnjenjem, više vodenih površina pogoduje razvoju komaraca, jer oni trebaju vodu za razmnožavanje.



Slika 13. Odgovori učenika na zadatak 16.B

U potpunosti točan odgovor na ovaj zadatak dalo je 50,35% učenika (slika 13). Učenici pokazuju razumijevanje da širenje malarije ovisi o komarcima, dok komarcima pogoduje veći broj vodenih površina za razmnožavanje. Učenici koji su točno odgovorili pokazuju konceptualno razumijevanje. U potpunosti netočan odgovor dalo je 32,87% učenika. Većina učenika koja je odgovorila u potpunosti netočno pokazuje miskoncepciju kako „kiša donosi sniženje temperature“ i stoga zaključuju kako je vrijeme razvoja plazmodija u komarcu duže, pa se malarija sporije širi. Navedeno pogrešno razmišljanje javlja se jednako kroz dvije od ukupno pet skupina učenika prema klasama riješenosti pisane provjere, te izostaje kod najuspješnijih učenika, kao i kod najlošijih učenika (slika 14), zbog čega za ovaj zadatak nije utvrđena značajna statistička razlika ( $\chi^2 = 19,364$ ,  $df = 21$ ,  $p = 0,562$ ), što znači da se pogrešno razmišljanje javlja kod uspješnih i kod neuspješnih učenika podjednako i proporcionalno udjelu broja učenika u pojedinoj klasi. Stoga na osnovu riješenosti ovog zadatka ne možemo predvidjeti u koju će klasu riješenosti pripadati odgovor učenika ( $\lambda = 0,02$ ;  $p = 0,65$ ), kao niti kakav će odgovor ponuditi na osnovu pripadnosti pojedinoj klasi riješenosti ( $\lambda = 0,02$ ;  $p = 0,15$ ).



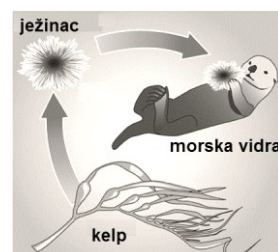
Slika 14. Udio učenika kod kojih se pojavljuje moguća miskoncepcija „kiša donosi sniženje temperature, te je razvoj plazmodija u komarcu duži“ uz zadatak 16.B na natjecanju 2018. godine prema klasama riješenosti pisane provjere

**Zadatak 18.C** Promotri sliku i na Listi za odgovore upiši slova DVA točna odgovora.

Slika prikazuje jedan od hranidbenih lanaca u podvodnim šumama kelpa.

Što je od navedenoga točno o prikazanom hranidbenom lancu?

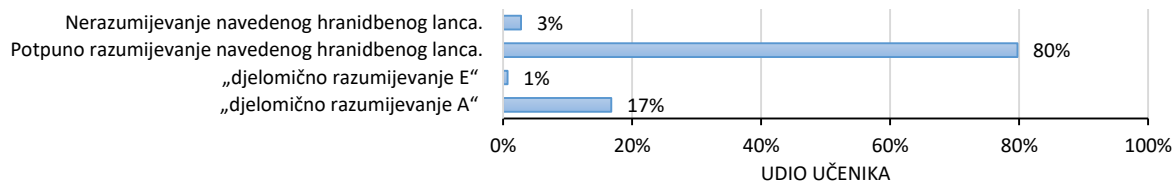
- a) brojnost vidri ovisi i o brojnosti kelpa i ježinaca
- b) najviše energije na raspolaganju ima morska vidra
- c) uklanjanje kelpa ima negativan utjecaj samo na ježince
- d) uklanjanjem ježinaca kelp će imati na raspolaganju više energije
- e) dio kemijske energije koju pohranjuje kelp iskorištava i morska vidra



Ovaj zadatak provjerava konceptualno razumijevanje hranidbenog lanca, te međusobnu ovisnost pojedinih članova u lancu i raspodjelu energije u hranidbenom lancu. Kako bi točno odgovorili na ovaj zadatak učenici moraju poznavati koji članovi čine hranidbeni lanac, te kakvi su međusobni odnosi između pojedinih članova. Učenici trebaju poznavati nastavne sadržaje Prirode 6. razreda i Biologije 7. razreda, osobito iz nastavnih tema „Živa bića morskog dna“ i „Živa bića u otvorenom moru“, iz 6.

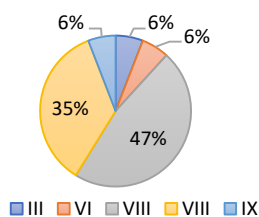
razreda, te iz nastavnih tema „Alge“, „Bodljikaši“ i „Sisavci“ iz 7. razreda. Ovaj zadatak je povezan i uz životne problemske situacije gdje se od učenika provjerava razumijevanje protoka energije u prirodi.

Potpuno točan odgovor dalo je 79,72% učenika. Ovi učenici pokazuju konceptualno razumijevanje (slika 15), jer prepoznaju međusobnu povezanost i ovisnost članova prikazanog hranidbenog lanca.



Slika 15. Značenje odgovora učenika na zadatak 18.C

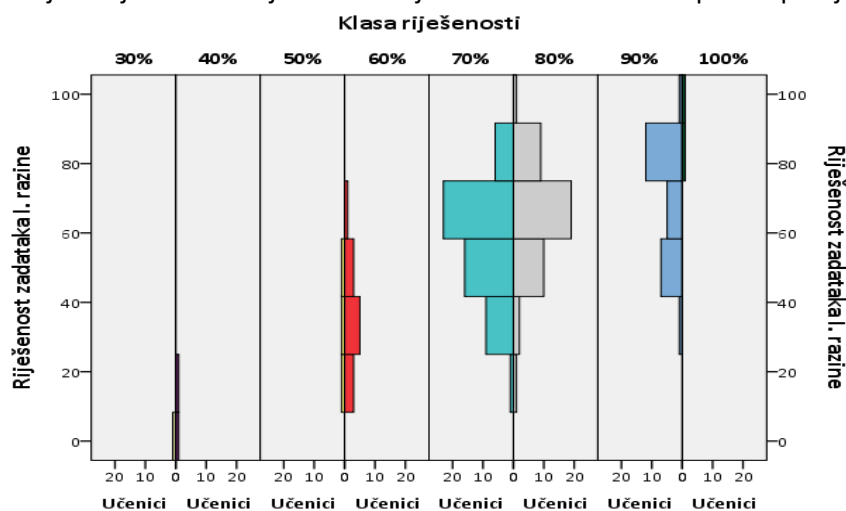
Učenici koji su dali odgovor „najviše energije na raspolaganju ima morska vidra“, pokazuju nepoznavanje prijenosa energije u hranidbenom lancu, te imaju moguću miskoncepciju, jer najveći organizam hranidbenog lanca smatraju kao onog s najviše energije na raspolaganju. Moguća miskoncepcija javlja se u pet klasa riješenosti, a jednaka frekvencija pojavljivanja je u III, VI i IX klasi (slika 16). Za ovaj zadatak nije utvrđena statistički značajna razlika ( $\chi^2 = 20,281$ ,  $df = 28$ ,  $p = 0,854$ ), jer je većina učenika neovisno o klasi točno odgovorila. Usprkos tome na osnovu rješenja učenika ne može se predvidjeti klasa riješenosti ( $\lambda = 0,04$ ;  $p = 0,32$ ) te je time potvrđeno postojanje miskoncepcije, iako je mali broj učenika odabrao ovu tvrdnju.



Slika 16. Udio učenika kod kojih se pojavljuje moguća miskoncepcija da najviše „najviše energije na raspolaganju ima morska vidra“ uz zadatak 18.C na natjecanju 2018. godine prema klasama riješenosti pisane provjere

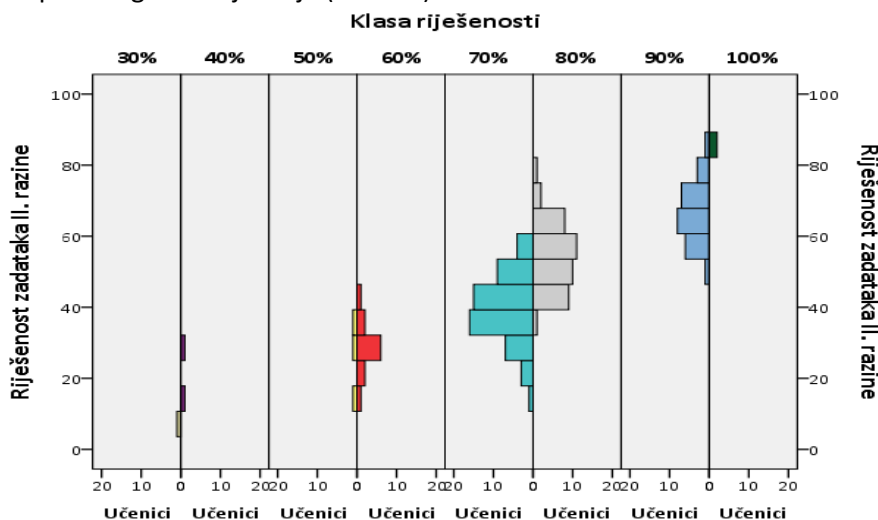
### Analiza riješenosti prema kognitivnim razinama

Osim analize pojedinih zadataka, također je provedena i analiza razlike u rješavanju zadataka pojedinih kognitivnih razina između učenika koji pripadaju različitim klasama riješenosti. Analiza se provodila Kruskal-Wallisovim testom. Utvrđene su značajne razlike u rješavanju zadataka prve kognitivne razine između klasa VI i VII ( $\chi^2 = 12,74$ ,  $p < 0,5$ ), te klasa VII i VIII ( $\chi^2 = 4,38$ ,  $p < 0,5$ ), uz izraženu tendenciju da zadatke uspješno rješavaju učenici koji su točno riješili 70% zadataka ove pisane provjere (slika 17).



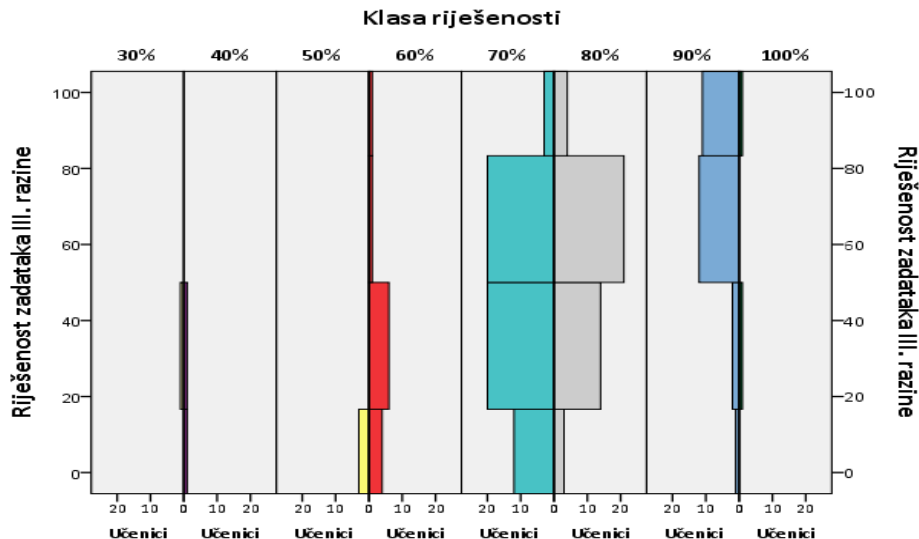
Slika 17. Razlike u rješavanju zadataka prve kognitivne razine između bliskih klasa riješenosti

U rješavanju zadataka druge kognitivne razine otkrivene su značajne razlike u rješavanju zadataka između sljedećih bliskih klasa: VI i VII ( $\chi^2 = 11,97$ ,  $p < 0,5$ ), VII i VIII ( $\chi^2 = 37,52$ ,  $p < 0,5$ ), VIII i IX ( $\chi^2 = 20,10$ ,  $p < 0,5$ ), te IX i X ( $\chi^2 = 5,24$ ,  $p < 0,5$ ). Uočljivo je da je uspješnost rješavanja zadataka izrazito proporcionalna klasi riješenosti, što potvrđuje kvalitetu pisane provjere temeljene na zadacima primjene i konceptualnog razumijevanja (slika 18).



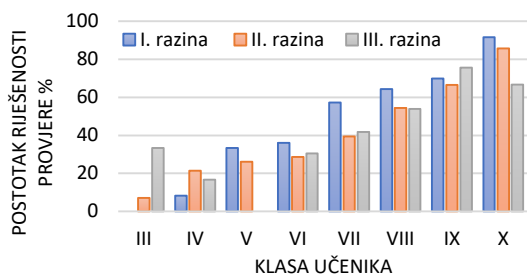
Slika 18. Razlike u rješavanju zadataka druge kognitivne razine između bliskih klasa riješenosti

Kod zadataka treće kognitivne razine razlike u rješavanju zadataka otkrivene su između VII i VIII ( $\chi^2 = 4,31$ ,  $p < 0,5$ ), te VIII i IX klase ( $\chi^2 = 11,14$ ,  $p < 0,5$ ). Zadatke III. kognitivne razine u ovoj su provjeri uspješno rješavali učenici iznad 70% riješenosti provjere (slika 19).

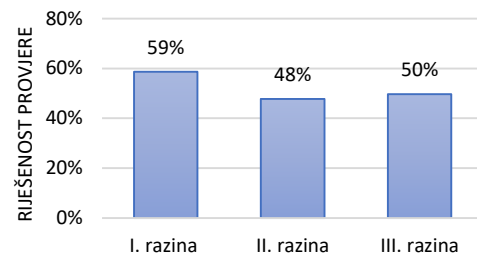


Slika 19. Razlike u rješavanju zadataka treće kognitivne razine između bliskih klasa riješenosti

Spearmanovim koeficijentom korelacije određena je mjera povezanosti kognitivne razine zadataka i uspješnosti u rješavanju zadataka (slika 20 i slika 21). Zadatke I. razine uspješnije rješavaju učenici niže razine uz umjerenu povezanost ( $\rho = 0,38$ ;  $p = 0,001$ ). Velika je povezanost klase riješenosti sa zadacima II. kognitivne razine ( $\rho = 0,76$ ;  $p = 0,001$ ), dok je rješavanje zadataka III. kognitivne razine ( $\rho = 0,49$ ;  $p = 0,001$ ) ipak još uvijek srednje povezano s klasom riješenosti, iako je izražena tendencija da te zadatke uspješno rješavaju najbolji učenici, što potvrđuje njihovu kvalitetu kao dijagnostičkog alata za procjenu kvalitete učenja i znanja učenika.

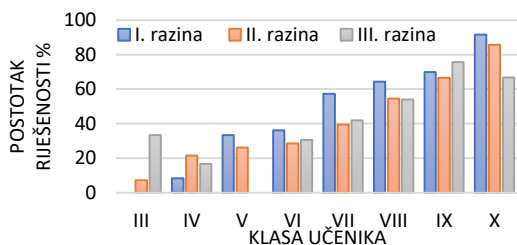


**Slika 20.** Povezanost kognitivne razine zadataka i uspješnosti u rješavanju zadataka

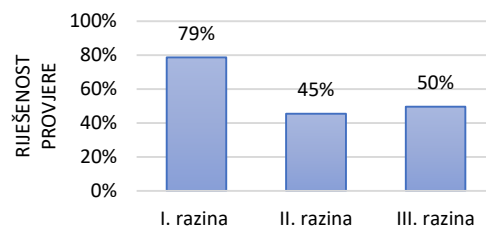


**Slika 21.** Prosječna riješenost zadataka na županijskom natjecanju 2018. prema kognitivnoj razini

Istraživanjem je također određena mjera povezanosti kognitivne razine zadataka koji ispituju makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu** (slika 22) i uspješnosti u rješavanju zadataka (slika 23).



**Slika 22.** Povezanost kognitivne razine zadataka koji ispituju makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu** i uspješnosti u rješavanju zadataka



**Slika 23.** Prosječna riješenost zadataka koji ispituju makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu** na županijskom natjecanju 2018. prema kognitivnoj razini

Povezanost je određena pomoću Spearmanovog koeficijenta korelacije. Korelacije između klasa i kognitivnih razina su sukladne korelacijama za cijelu pisanu provjeru, što je razumljivo jer je većina zadataka (52 %) u potpunosti ili u integraciji pripadala ovom makrokonceptu. Povezanost između rješavanja zadataka prema kognitivnoj razini je mala ( $\rho_{I-II.} = 0,28$ ;  $p = 0,001$  i  $\rho_{II-III.} = 0,26$ ;  $p = 0,001$ ), što je dodatna potvrda o kvaliteti zadataka za potrebe utvrđivanja najuspješnijih učenika na natjecanju iz Biologije.

Najznačajnije razlike u rješavanju zadataka između bliskih klasa pokazalo je upravo rješavanje zadataka koji provjeravaju makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu**. Razlike u rješavanju zadataka koja ispituju navedeni makrokoncept, javljaju se kod sljedećih bliskih klasa: VI i VII ( $\chi^2 = 16,31$ ,  $p < 0,5$ ), VI i VIII ( $\chi^2 = 28,16$ ,  $p < 0,5$ ), VII i IX ( $\chi^2 = 29,60$ ,  $p < 0,5$ ), te IX i X ( $\chi^2 = 4,93$ ,  $p < 0,5$ ). Zadaci koji su vezani uz životne problemske situacije, pokazuju značajnu razliku u rješavanju između bliskih klasa VII i VIII ( $\chi^2 = 17,89$ ,  $p < 0,5$ ), te VIII i IX ( $\chi^2 = 20,35$ ,  $p < 0,5$ ).

## RASPRAVA

Ispitivani uzorak ovog istraživanja činilo je 20% najboljih učenika koji su rješavali pisanu provjeru znanja županijskog natjecanja iz Biologije 2018. Budući da se radi o 20% najboljih učenika, koji su dobrovoljno pristali rješavati pisanu provjeru znanja iz vlastitog interesa, spoznaje o njihovim miskoncepcijama i problemima koje imaju pri usvajanju određenih koncepata, mogu se primijeniti i na učenike koji ne pokazuju toliku uspješnost i interes za biologiju. I kod manje uspješnih učenika prisutno je još više problema, čiji je vjerojatan uzrok nedovoljno posvećivanje pažnje predmetu Biologija. Odgovori učenika na izdvojene zadatke vrlo se lako mogu grupirati po sličnosti, odnosno subjektivnom procjenom je uočeno vrlo veliko podudaranje odgovora učenika, pogotovo učenika koji dolaze iz iste

škole, pa čak i učenika koji dolaze iz iste županije, što upućuje na potrebu moguće reorganizacije protokola provjere znanja na natjecanju iz Biologije.

Svi zadaci koji pripadaju makrokonceptu **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu** u skladu su s nastavnim planom i programom (MZOŠ, 2006). Analizom zadataka vezanih uz navedeni makrokoncept, također je utvrđeno kako su ključni koncepti neravnomjerno zastupljeni, odnosno najzastupljeniji su koncept *Održavanje ravnoteže u prirodi*, te koncept *Međuovisnost živog svijeta i okoliša*, dok je koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* vrlo slabo zastupljen, no taj je koncept slabo zastupljen i prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006). Uočeno je kako je ovaj makrokoncept u zadacima većinom provjeravan uz druge makrokoncepte, odnosno lako ga je povezati s ostalim makrokonceptima. Većina zadataka koji ispituju makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu** ispituju i makrokoncept **Biološka pismenost** što i treba biti naglasak učenja i provjeravanja znanja u nastavi Biologije.

Tri su tipa zadataka korištena u provjeri, a to su zadaci višestrukog izbora, zadaci alternativnog izbora i zadaci otvorenog tipa. Učenici su pokazali najbolje rezultate u rješavanju zadataka višestrukog izbora. Samo u dva zadatka jedan distraktor nije bio uopće biran, a u ostalim zadacima distraktori su bili birani podjednako. S obzirom da analizirana pisana provjera nije bila pretestirana, ovim se potvrđuje njena vrijednost kao instrumenta provjere učeničkih znanja. Kod zadataka alternativnog izbora, pojedinačne tvrdnje u zadatku bile su rješavane s visokom uspješnošću, cjelokupna riješenost zadatka bila je nešto slabije riješena, što ukazuje da su učenici možda pogađali odgovore na pojedine tvrdnje, te da zadatak ne promatraju kao cjelinu i ne povezuju tvrdnje međusobno, nego ih promatraju svaku zasebno. Najlošija riješenost je prisutna kod zadataka otvorenog tipa, gdje učenici pokazuju smanjenu sposobnost izražavanja i odgovarajuće primjene bioloških pojmova biološkim pojmovima. Također, slabije su rješavani zadaci koji ispituju problemske životne situacije, što upućuje na to da učenici većinom uče reproduktivno, što je u skladu sa zaključcima prethodnih analiza (Golubić i sur., 2017; Begić i sur., 2016).

Analiza odgovora učenika na pojedini zadatak, omogućila je utvrđivanje problema, odnosno miskonceptija koje učenici imaju i to ne samo učenici koji su lošije riješili pisanu provjeru, nego i učenici koji se nalaze u više rangiranim klasama riješenosti. Također analiza odgovora učenika pokazuje koliko su učenici sposobni primijeniti biološko znanje za rješavanje životnih problemskih situacija, ili samo reproduktivno uče nastavne sadržaje bez mogućnosti primjene stečenog biološkog znanja van konteksta. Neke od miskonceptija o rasprostranjenosti malarije koje navode Cheong i sur. (2010) koje su uočili kod dvanaestogodišnjaka su: „*da se malarija može naći u siromašnim nehigijenskim i hladnim zemljama*“, te da „*putnici koji dolaze iz razvijenih zemalja imaju manju vjerojatnost obolijevanja od malarije*“. Zadatak vezan uz malariju na ovome natjecanju ispitivao je razumiju li učenici povezanost temperature i brzine širenja malarije te se ne može reći da se radi o očekivanim miskonceptijama. Učenici su u ovom istraživanju pokazali da razumiju kako se malarija brže širi pri višim temperaturama, ali ne mogu definirati područja na kojima će se malarija širiti. Stevens i sur. (1979) jednu od miskonceptija vezane uz padaline navode kako učenici smatraju da kiša uzrokuje hlađenje zraka. Ova miskonceptija je potvrđena i u ovoj provjeri znanja, gdje su učenici uz zadatak vezan uz veliku količinu padalina odgovarali kako će se „*malarija sporije širiti jer kiša uzrokuje sniženje temperature, pa će razvoj plazmodija u komarcu biti dulji*“. Tekkaya (2002) uočava brojne miskonceptije učenika vezane uz energiju: „*probavljanje hrane je proces oslobađanja energije*“, „*biljke dobivaju energiju od tla, zraka, sunca, vjetra, vode i drugih životinja*“, „*životinje dobivaju energiju od spavanja, topline i zraka koji dišu*“.



Barman (1995) navodi kako je teško definirati nerazumijevanje protoka energije u hranidbenom lancu kao miskoncepciju, te da zapravo učenici pokazuju konceptualno nerazumijevanje protoka energije u hranidbenom lancu, što je potvrđeno i ovim istraživanjem. Također, Lukša i sur. (2013b) navode da su nastavnici primijetili nerazumijevanje hranidbenih lanaca i odnosa članova lanca i njihove brojnost kod učenika. U ovoj provjeri na zadatak o raspodjeli energije u hranidbenom lancu, dio učenika pokazao je potvrđene ranije uočene miskoncepcije, odnosno konceptualno nerazumijevanje, jer ne razumiju protok energije u hranidbenom lancu. Seymour i sur. (1991) navode neke uočene miskoncepcije vezane uz disanje: „*disanje se javlja u plućima, ne postoje živa bića koja mogu disati u odsutnosti kisika*“, „*respiracija je sinonim za disanje*“, „*biljke ne dišu, one umjesto toga obavljaju fotosintezu*“, „*biljke koriste ugljikov dioksid kada dišu i proizvode kisik*“, „*neki organizmi dišu samo povremeno*“, „*pluća se pune i prazne bez pomoći drugih struktura*“, „*neke životinje, osobito beskralježnjaci ne dišu*“, „*životinje dišu aerobno dok biljke dišu anaerobno*“. Dio učenika u ovoj pisanoj provjeri potvrdio je neke od ovih miskoncepcija, jer nude odgovore kako su hidra i obična spužva anaerobne jer nemaju razvijene organe za disanje. Sveukupno gledajući, možemo uočiti podudaranje između dobivenih rezultata vezanih uz miskoncepcije, s miskoncepcijama u ranijim istraživanjima.

Velik broj zadataka koji provjeravaju makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu** pripadaju trećoj kognitivnoj razini znanja, stoga je za rješavanje ovakvih zadataka učenicima trebala primjena znanja. Mali je broj zadataka koje su učenici mogli u ovoj provjeri riješiti reprodukcijom znanja. Prema Radanović i sur. (2013) u provjerama trebaju prevladavati zadaci II. kognitivne razine uz neizostavno prisustvo zadataka III. razine, dok se na natjecanju pitanja I. razine trebaju smanjivati od školskog natjecanja te ih treba nastojati izostaviti na državnoj razini natjecanja. U ovoj provjeri zastupljene su sve tri kognitivne razine zadataka, a učenici su najbolje rješavali zadatke I. kognitivne razine, dok su podjednako uspješno rješavali zadatke II. i III. kognitivne razine. Najveća razlika u rješavanju zadataka između bliskih klasa uočena je kod zadataka koji ispituju II. kognitivnu razinu, što potvrđuje značaj potrebe dominacije zadataka koji provjeravaju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja u pisanim provjerama iz biologije.

Zadaci koji opisuju životne problemske situacije slabije su riješeni od onih zadataka koji zahtijevaju reproduktivno znanje. Prema Živanović (2008) primjena diferenciranih zadataka i kontinuiranog objektivnog ispitivanja znanja u nastavi biologije, u znatnoj mjeri poboljšava nastavni proces podižući razinu usvojenosti znanja kod učenika, a uzimanje individualnih sposobnosti učenika u obzir, omogućava znatno višu razinu postignuća učenika. Međutim slabija riješenost ovakvih zadataka pokazuje kako učenici većinom uče reproduktivno, bez povezivanja bitnih pojmova i mogućnosti primjene na drugim životnim situacijama.

S obzirom da se radi o uzorku učenika 7. razreda na razini države, bilo bi dobro istražiti razumijevanje navedenog makrokoncepta u srednjoj školi, te možda i na fakultetu, kako bi se utvrdilo pojavljivanje ili nestajanje miskoncepcija navedenih u ovome istraživanju.

## ZAKLJUČAK

- ☞ Zastupljenost makrokoncepta **Ravnoteža i međuovisnost živoga svijeta** na provjeri znanja županijskog natjecanja za 7. razred je velika. Makrokoncept je uspješno povezan s ostalim makrokonceptima, a osobito s makrokonceptom **Biološka pismenost**.
- ☞ Učenici veći uspjeh pokazuju u rješavanju zadataka nižih kognitivnih razina znanja, te bolji uspjeh pokazuju pri rješavanju zadataka višestrukog izbora, dok slabiji uspjeh imaju pri

rješavanju zadataka alternativnog izbora (gledajući zadatak u cjelini, a ne pojedinu tvrdnju) i zadataka otvorenog tipa koji su ujedno najslabije riješeni.

- Analizom pisane provjere utvrđeno je nekoliko učeničkih miskoncepcija vezanih uz makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu**, te je većina miskoncepcija usko vezana uz koncept *Međuovisnost živog svijeta i okoliša*.
- Učenici teže rješavaju zadatke vezane uz problemske životne situacije zbog korištenja samo reproduktivnog znanja, dok ne mogu biološko znanje primijeniti na druge životne situacije.
- Učenici nižih klasa riješenosti pokazuju poteškoće u interpretaciji grafičkih prikaza, dok ih uspješniji učenici interpretiraju bez većih problema.
- Postoje znatne razlike u rješavanju zadataka određene kognitivne razine između učenika koji pripadaju bliskim klasama riješenosti, a najveće razlike se javljaju kod zadataka II. kognitivne razine.
- Predma većina zadataka ne provjerava samo jedan makrokoncept, nego više makrokonceptata, učenici imaju problema u njihovom povezivanju i nadograđivanju.
- Uočeni problemi i miskoncepcije vjerojatni su kod svih učenika, kao i onih manje uspješnih koji ne pokazuju toliki interes za predmet Biologija.

## METODIČKI ZNAČAJ

Dobiveni rezultati u ovome radu mogu biti bitan pokazatelj u probleme koje učenici imaju pri učenju i poučavanju, te u učestale miskoncepcije koje učenici imaju uz makrokoncept **Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu**. Kako bi se iskorijenile miskoncepcije navedene u istraživanju, potrebno je učenicima davati što konkretnije primjere iz stvarnog života i prikazati izvornu stvarnost na primjerima gdje je god to moguće. Kod nekih apstraktnijih pojmova i objašnjavanja trebale bi se koristiti razne animacije i video-materijali koji će učenicima olakšati učenje i shvaćanje određenih procesa i pojava. Takav oblik nastave zahtjeva odmak od tradicionalnog oblika rada, te stavljanje učenika u središte nastavnog procesa osmišljavanjem primjerenih aktivnosti učenja. Općenito se u nastavi ovaj makrokoncept obrađuje samo na makroskopskoj razini, što je posebno povezano uz pripadajući koncept *Homeostaza na razini stanice* koji se u osnovnoj školi nedovoljno obrađuje, te mu se ne pridaje dovoljna važnost. Bez obzira što se radi o osnovnoj školi, učenici su sposobni shvatiti apstraktne pojmove i pojave ako im se prikažu na odgovarajući i dobi primjeren način, uz pomoć eksperimenta, animacija i slično. Kako bi se uklonila miskoncepcija „*povezivanja aerobnosti samo s organima za disanje*“ trebale bi se naglasiti ključne razlike između aerobnih i anaerobnih organizama, te detaljnije obrazložiti proces disanja s naglaskom da za proces disanja nisu ključni organi za disanje, te bi bilo dobro usporediti načine aerobnog disanja različitih skupina organizama. Miskoncepcija učenika da „*alge kremenjašice žive na dnu*“, mogla bi se ispraviti prikazom videa gdje se prikazuje nastanak dijatomejske zemlje, te bi se moglo povezati dijatomejsku zemlju s građom samih algi (obavijene ljušturicom). Miskoncepcija da „*padanjem kiše pada i temperatura*“ mogla bi se ispraviti brojnim primjerima iz stvarnog života kao što su npr. ljetni pljuskovi koji ne snižavaju temperaturu zraka ili mjerenjem temperature kroz neki period uz bilježenje pojave kiše ili pljuskova. Zadaci koji zahtijevaju razumijevanje protoka energije učenici općenito vrlo teško rješavaju. Kako bi učenici shvatili prijenos energije u hranidbenom lancu, trebalo bi ih poučavati korištenjem slikovnih i grafičkih prikaza uz analizu iskoristivosti i prijenosa energije unutar hranidbenog lanca kod različitih organizama (npr. kretanje ježinaca uzrokuje gubitak energije dobivene od alge kelp).

## ZAHVALA

Statistički proračuni izrađeni su pomoću programskog paketa SPSS 22 (IBM, 2013) susretljivošću djelatnika Centra za istraživanje i razvoj obrazovanja (CIRO) Instituta za društvena istraživanja u Zagrebu (IDIZ), na čemu im se najiskrenije zahvaljujemo.

## LITERATURA

- 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.
- Barman, C. R., Griffiths, A. K., Okebukola, P. A. 1995. High school students' concepts regarding food chains and food webs. A multinational study. *International Journal of Science Education*, 17(6): 775-782.
- Begić, V., Bastić, M., Radanović, I. 2016. Utjecaj biološkog znanja učenika na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina. *Educ. biol.*, 2: 13-42.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., Krathwohl, D. R. 1956. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company.
- Boras, M. (2009): Suvremeni pristupi nastavi prirode i društva. *Život i škola*, 21(57): 40-49.
- Crooks, T.J. 1988. The Impact Of Classroom Evaluation Practices On Students, *Review of Educational Research*. 58 (4): 438-481.
- Cheong, I. P. A., Treagust, D., Kyleve, I. J., Oh, P. Y. 2010. Evaluation of students' conceptual understanding of malaria. *International Journal of Science Education*, 32 (18): 2497-2519.
- Forehand, M. 2010. Bloom's taxonomy. *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*, 41: 47.
- Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. 2013. Usvojenost makrokoncepta biologije tijekom učenja u osnovnoj školi i gimnaziji. Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu. Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, Zagreb.
- Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. 2018. Osvrt na aktualne nastavne programe učenja biologije. *Napredak: časopis za pedagojsku teoriju i praksu*. 159(1-2): 179-194.
- Golubić, M., Begić, V., Lukša, Ž., Korać, P., Radanović, I. 2017. Razumijevanje životnog ciklusa i oplodnje tijekom učenja biologije u osnovnoj školi. *Educatio biologiae*, 3(1): 76-99. Preuzeto 15.05.2018. <https://hrak.srce.hr/192683>.
- Grgurić, I., Begić, V., Bastić, M., Lukša, Ž., Radanović, I. 2017. Kvaliteta pitanja i uspjeh srednjoškolskih sudionika natjecanja iz biologije u znanju. *Educatio biologiae*, 3: 32-56.
- HBD 2018. Natjecanje iz biologije 2018. Hrvatsko biološko društvo.
- Krathwohl, D. R. 2002. "A revision of Bloom's taxonomy: An overview". *Theory Into Practice*. Routledge. 41 (4): 212-218. doi:10.1207/s15430421tip4104\_2. ISSN 0040-5841.
- Hopkins, W.G. 2000. A new view of statistics. *Internet Society for Sport Science*.
- Latin, K., Merdić, E., Labak, I. 2016. Usvojenost nastavnog sadržaja iz biologije primjenom konceptualnih mapa kod učenika srednje škole. *Educatio Biologiae*, 2: 1-9.
- Lugar, L., Mustać, A. 2016. Uspješnost učenika osmog razreda u rješavanju pisanih zadataka iz biologije. *Educatio biologiae: časopis edukacije biologije*, 2(1): 49-65.
- Marušić, I. 2006. Nastavni programi iz perspektive učenika. U B. Baranović (Ur.), Nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje u Hrvatskoj: Različite perspektive. Zagreb: IDIZ.
- MZOŠ 2006. Nastavni plan i program za osnovnu školu. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Zagreb. Nakladnik Dragan Primorac, urednici Dijana Vican i Ivan Milanović Litre.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013a. Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptnog okvira za biologiju. *Život i škola*, 59 (30/2): 156-171.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. 2013b. Očekivane i stvarne miskoncepcije učenika u biologiji. *Napredak: časopis za pedagojsku teoriju i praksu*. 154 (4): 527-548.
- 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.
- Odadžić, V., Miljanović, T., Mandić, D., Pribičević, T., Županec, V. 2017. Effectiveness of the Use of Educational Software in Teaching Biology. *Croatian Journal of Education*, 19(1): 11-29.
- Osborne, J., Dillon, J. 2008. Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation. Preuzeto 15.05.2018. [www.nuffieldfoundation.org/.../Sci\\_Ed\\_in\\_Europe\\_Report\\_Final.pdf](http://www.nuffieldfoundation.org/.../Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf).
- Radanović, I., Bastić, M., Begić, V., Kapov, S., Mustać, A., Sumpor, D. 2013. Preporuke za autore i recenzente testova natjecanja u znanju biologije. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb.
- Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Pongrac Štimac, Z., Bastić M., Kapov S., Karakaš D., Lugarić S., Vidović M. 2015. Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije. NCVVO, Zagreb.
- 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, NCVVO, Zagreb. Preuzeto 15.5.2018. <http://dokumenti.ncvvo.hr/OS/Analiza/bio.pdf>.
- Ratković I. 2011. Analiza koncepta i postignuća učenja tijekom učenja biologije u školi: diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 65. str.
- Seymour, J., Longden, B. 1991. Respiration—that's breathing isn't it?. *Journal of Biological Education*, 25(3): 177-183.
- Stevens, A., Collins, A., Goldin, S. E. 1979. Misconceptions in student's understanding. *International Journal of Man-Machine Studies*, 11(1): 145-156.
- Tekkaya, C. 2002. Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(23).
- Tot, D. 2010. Učeničke kompetencije i suvremena nastava. *Odgojne znanosti*, 12(1 (19)): 65-78.
- Živanović, S. B. 2008. Primjena diferenciranih zadataka u nastavi biologije. *Metodički ogledi: časopis za filozofiju odgoja*, 15: 83-97.