

# Analiza koncepta i postignuća učenja tijekom učenja biologije u školi

---

**Ratković, Iva**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2011**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:690904>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

Iva Ratković

ANALIZA KONCEPTA I POSTIGNUĆA UČENJA TIJEKOM UČENJA  
BIOLOGIJE U ŠKOLI

Diplomski rad

Zagreb, 2011.godina

Ovaj diplomski rad, izrađen u Zoologijskom zavodu pri Katedri za Metodiku nastave biologije pod vodstvom prof. dr. sc. Ines Radanović, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno – matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja prof. biologije i kemije

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

## ANALIZA KONCEPTA I POSTIGNUĆA UČENJA TIJEKOM UČENJA BIOLOGIJE U ŠKOLI

**Iva Ratković**

Biološki odsjek Prirodoslovno – matematičkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu  
Roosveltov trg 6, 10 000 Zagreb

Učeničko razumijevanje osnovnih bioloških koncepta je aktualna tema u istraživanju nastave biologije. Na učenikovo razumijevanje pojedinih koncepata utječu ishodi učenja koje su predložili nastavnici, te njihova konceptualna razrada koju učenici trebaju izgraditi tijekom učenja. Anketom „Ishodi/postignuća na početku i na kraju obrazovnog ciklusa“ prikupljena su mišljenja nastavnika prirode i biologije u osnovnim školama i u gimnazijama po županijama cijele Hrvatske. Ukupno je analizirana 121 anketa i ispitano sedam osnovnih makrokoncepta koji pokrivaju osnovne sadržaje prirode i biologije: ustrojstvo živih bića, energija, razmnožavanje, ravnoteža, međuovisnost, raznolikost i znanost. Istraživalo se: kako nastavnici konceptualno razumiju ispitana biološka područja, i što u tim područjima očekuju od učenika. Za sve predložene ishode učenja određena je razina znanja prema Bloomovoj taksonomiji. Ishodi učenja dobiveni analizom anketa su uspoređivani konceptualno i po razinama znanja sa propisanim ishodima učenja u aktualnom nastavnom planu i programu iz biologije za osnovnu školu i gimnaziju te s Ispitnim katalogom za državnu maturu. Analizom miskoncepcija koje su nastavnici zamijetili kod učenika po ispitanim područjima biologije su određeni koncepti koji su najproblematičniji za učenike i kako pojedini alternativni koncepti utječu na učeničku sposobnost usvajanja znanstvenog razumijevanja.

(112 stranica, 60 slika, 32 tablica, 4 priloga, 29 literaturnih navoda, jezik izvornik: hrvatski)

Rad je pohranjen u Centralnoj biološkoj knjižnici, Roosveltov trg 6, Zagreb

Ključne riječi: makrokoncept, koncept, miskoncepcija, ishod učenja, razina znanja

Voditelj: Prof. dr. sc. Ines Radanović

Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Ines Radanović

Doc. dr. sc. Dragonja Mrvoš – Sermek

Doc. dr. sc. Ivančica Ternjej

Doc. dr. sc. Nenad Judaš

Rad prihvaćen:

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Graduation Thesis

### CONCEPTS AND LEARNING OUTCOMES ANALYSIS OF BIOLOGY IN SCHOOL

**Iva Ratković**

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

Student understanding of basic biological concept is the hot topic in the research of teaching biology. How will students understand each concept is associated with learning outcomes proposed by teachers and on their conceptual development. Survey "outcomes / accomplishments at the beginning and end of the educational cycle" gathered views of nature and biology teachers in elementary schools and high schools from all over the Croatia. A total of 121 questionnaires were analyzed and tested in seven basic areas of nature and biology: the structure of living things, energy, reproduction, balance, interdependence, diversity and science. Investigated are: how do teachers conceptually understand examined biological fields, for all proposed outcomes determined by the level of knowledge according to the Bloom's taxonomy. Learning outcomes obtained by analyzing the survey are compared conceptually and by skill levels, with prescribed learning outcomes in the current curriculum in biology for elementary school and high school and with the Ispitni katalog za državnu maturu. With the analysis of the misconceptions that the teachers noted in students in examined areas of biology, the most problematic concepts for students were determined and how some alternative concepts affect students ability to acquire scientific.

(112 pages, 60 figures, 32 tables, 29 references, original is written in Croatian)

Thesis deposited Central Biological Library,

Keywords: macroconcept, concepts, learning outcomes, level of knowledge

Supervisor: dr. sc. Ines Radanović, Assoc. Prof.

Reviewers: dr. sc. Ines Radanović, Assoc. Prof.

dr. sc. Dragonja Mrvoš – Sermek, Assist. Prof.

dr. sc. Ivančica Ternjej, Assist. Prof.

dr. sc. Nenad Judaš, Assist. Prof.

Thesis accepted:



## SADRŽAJ

|          |                                                                                                                          |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>UVOD.....</b>                                                                                                         | <b>1</b>  |
| 1.1      | UČENJE.....                                                                                                              | 1         |
| 1.2      | KONSTRUKTIVIZAM.....                                                                                                     | 1         |
| 1.2.1    | Predkoncept.....                                                                                                         | 2         |
| 1.2.2    | Koncept.....                                                                                                             | 4         |
| 1.3      | VAŽNOST KONCEPTA U ŠKOLSTVU.....                                                                                         | 5         |
| 1.4      | POSTIGNUĆA/ISHODI UČENJA.....                                                                                            | 6         |
| 1.5      | MENTALNA MAPA.....                                                                                                       | 10        |
| <b>2</b> | <b>CILJ ISTRAŽIVANJA.....</b>                                                                                            | <b>12</b> |
| <b>3</b> | <b>MATERIJALI I METODE.....</b>                                                                                          | <b>13</b> |
| <b>4</b> | <b>REZULTATI.....</b>                                                                                                    | <b>16</b> |
| 4.1      | RAZRADA MAKROKONCEPTA.....                                                                                               | 16        |
| 4.1.1    | Makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“.....                                                                                | 18        |
| 4.1.2    | Makrokoncept „Energija“.....                                                                                             | 18        |
| 4.1.3    | Makrokoncept „Razmnožavanje“.....                                                                                        | 19        |
| 4.1.4    | Makrokoncept „Ravnoteža“.....                                                                                            | 20        |
| 4.1.5    | Makrokoncept „Međuvisnost“.....                                                                                          | 21        |
| 4.1.6    | Makrokoncept „Raznolikost“.....                                                                                          | 22        |
| 4.1.7    | Makrokoncept „Znanost“.....                                                                                              | 23        |
| 4.2      | USPOREDBA RAZRADE MAKROKONCEPTA PO ANKETAMA I SADAŠNJEG<br>ČETVEROGODIŠNJEG PROGRAMA NASTAVE BIOLOGIJE ZA GIMNAZIJE..... | 24        |
| 4.3      | USPOREDBA ISHODA UČENJA PO ZAVRŠETKU GIMNAZIJSKOG OBRAZOVANJA<br>I ISPITNOG KATALOGA ZA DRŽAVNU MATURU.....              | 26        |
| 4.4      | ANALIZA PREDLOŽENIH ISHODA UČENJA PO ZAVRŠETKU OBAVEZNOG<br>ŠKOLOVANJA I NA POČETKU GIMNAZIJSKOG OBRAZOVANJA.....        | 29        |
| 4.5      | ANALIZA POSTIGNUĆA UČENJA PO MAKROKONCEPTIMA.....                                                                        | 30        |
| 4.5.1    | Makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“.....                                                                                | 31        |

|          |                                                                                                                    |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.5.2    | Makrokoncept „Energija“ .....                                                                                      | 40         |
| 4.5.3    | Makrokoncept „Razmnožavanje“ .....                                                                                 | 45         |
| 4.5.4    | Makrokoncept „Ravnoteža“ .....                                                                                     | 55         |
| 4.5.5    | Makrokoncept „Međuvisnost“ .....                                                                                   | 65         |
| 4.5.6    | Makrokoncept „Raznolikost“ .....                                                                                   | 73         |
| 4.5.7    | Makrokoncept „Znanost“ .....                                                                                       | 81         |
| 4.6      | <i>ANALIZA RAZINE ZNANJA NASTAVNOG PLANA I PROGRAMA PRIRODE I<br/>BIOLOGIJE ZA OSNOVNU ŠKOLU I GIMNAZIJU</i> ..... | 87         |
| 4.7      | <i>ANALIZA MISKONCEPCIJA</i> .....                                                                                 | 89         |
| <b>5</b> | <b>RASPRAVA</b> .....                                                                                              | <b>93</b>  |
| <b>6</b> | <b>ZAKLJUČAK</b> .....                                                                                             | <b>97</b>  |
| <b>7</b> | <b>LITERATURA</b> .....                                                                                            | <b>99</b>  |
| <b>8</b> | <b>PRILOZI</b> .....                                                                                               | <b>101</b> |

# 1 UVOD

## 1.1 Učenje

Učenje se u 19. st. s aspekta psihologije definiralo kao promjene u ponašanju nastale na osnovi iskustva (Šverko B. 1995). Problem je te definicije što zanemaruje razlike između onoga kako se možemo ponašati i kako se ponašamo. Tada je obrazovanje bilo fokusirano na razvoj vještina: čitanje, pisanje i računanje. Daljnji razvoj u različitim granama znanosti (psihologije, epistemologije, medicine, matematike, biologije...) omogućio je mnogo bolje razumijevanje procesa učenja. Dobitnik Nobelove nagrade (1996) Herbert Simon je promijenio značenje „znanja“ od biti sposoban sjetiti se i ponoviti informacije na biti sposoban naći i koristiti ih (Bransford, 2000). Ovaj novi pogled u psihologiji i obrazovanju zahtjeva i drastične reforme u školstvu.

Proučavanje procesa učenja fokusira se na ono što se događa kada se odvija sam proces učenja. Postoji nekoliko teorija učenja kojima se pokušava opisati kako ljudi i životinje uče (Bransford, 2000). Sve teorije učenja se bave proučavanjem dva problema. Jedan je u formiranju konceptualnog okvira za tumačenje onoga što učimo. Drugi je u predlaganju, gdje treba tražiti rješenja za praktične probleme. Teorije nam ne pokazuju konkretna rješenja, ali usmjeravaju našu pažnju na one varijable koje su ključne u nalaženju rješenja (Bransford, 2000).

Postoje tri glavne kategorije teorija učenja: biheviorizam, kognitivizam i konstruktivizam (Bransford, 2000). Biheviorizam usredotočuje se samo na objektivna promatranja aspekta učenja. Kognitivna teorija nastoji objasniti osnove funkcioniranja mozga prilikom učenja. I konstruktivizam zastupa učenje kao proces u kojem učenik aktivno gradi nove ideje ili koncepte na osnovi njihovih vlastitih predkoncepta to jest prije stečenog znanja.

## 1.2 Konstruktivizam

Tradicionalno se poučavanje smatra kao uobičajeno prenošenje informacija s učitelja na učenike, te provjere njihove usvojenosti u učenika. Iz konstruktivističke perspektive poučavanje postaje stvar kreiranja situacija u kojima učenici aktivno sudjeluju, u kojima postaju sposobni stvarati svoje individualne konstrukcije. Uspoređivanjem tradicionalnog i konstruktivističkog razreda mogu se opisati temeljna obilježja konstruktivističkog pristupa:

učenik se prihvaća kao onaj koji misli i stvara značenja, kao neovisni istraživač, učitelj poučava interaktivnim stilom, traži mišljenja učenika, primaran je rad u grupama i dr.

Temeljno pitanje na koje pokušavaju odgovoriti konstruktivisti je: kakva je priroda ljudskog znanja, posebice znanstvenog znanja.

T. Fosnot (1989) definira konstruktivizam pomoću sljedećih temeljnih postavki:

1. učenje znatno ovisi o ukupnom prethodnom znanju,
2. nove ideje razvijaju se tijekom procesa adaptacije i promjene starih ideja;
3. učenje prije uključuje stvaranje ideja nego li mehaničko kumuliranje podataka;
4. učenje sa smislom zbiva se preobrazbom starih ideja i stvaranjem novih zaključaka s novim idejama koje su nastale zbog sukoba pri analizi novih podataka u odnosu sa starim idejama.

Prema Mušanović (1999) konstruktivizam je pogled na učenje koji se temelji na stavu da učenici putem aktivnosti, procesom intelektualnog razvoja postaju graditelji i kreatori novih značenja i znanja. Konstruktivistički pogled na učenje implicira specifične promjene uloge učitelja kao i prirode aktivnosti učenja. Iz konstruktivističke perspektive poučavanje se sagledava izvan uobičajenog prenošenja informacija učenicima i provjere njihove usvojenosti u učenika. Umjesto toga poučavanje postaje stvar kreiranja situacija u kojima učenici aktivno sudjeluju, u kojima postaju sposobni stvarati svoje individualne konstrukcije (Mušanović, 1999).

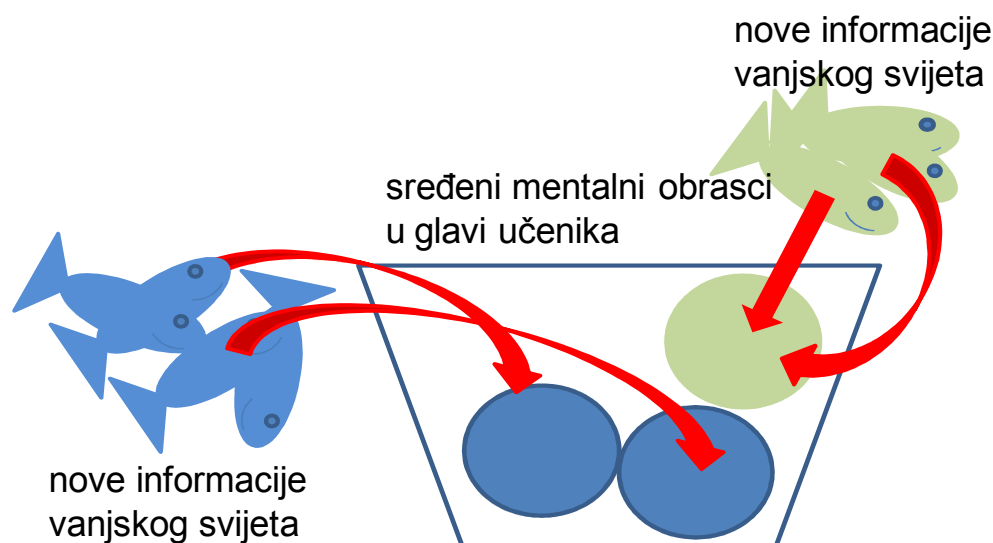
### **1.2.1 Predkoncept**

Priča u prilogu 1 nam pokazuje mogućnosti kreativnog uma i mogućnost pogreške u procesu konstruiranja novog znanja na temelju prije stečenog znanja (miskonceptija).

Ova priča nije relevantna samo za djecu već je prigodna za sve učenike bez obzira na dob. Na primjer kolege studenti često imaju razvijena vjerovanja o nekim biološkim i fizikalnim pojavama koja se slažu sa njihovim vlastitim iskustvima, ali se ne poklapaju sa znanstvenim objašnjenjima. Njihove predkonceptije se moraju promijeniti u njima razumljiv red, da bi se promijenila njihova vjerovanja u te pojave. Prema Bransfordu (2000) svaki pojedinac na vlastiti način konstruira novo znanje iz već stečenog osobnog iskustva, a izgradnja novog znanja može se odvijati kroz dva procesa promjena i adaptacija.

Prilikom adaptacije pojedinci inkorporiraju nova iskustva/znanja unutar već postojećih njihovih obrazaca/konceptata, bez njihove promjene (slika 1.). Ovaj proces se

odvija kada se nova pojedinačna iskustva uklapaju u njegovu unutarnju sliku shvaćanja svijeta.



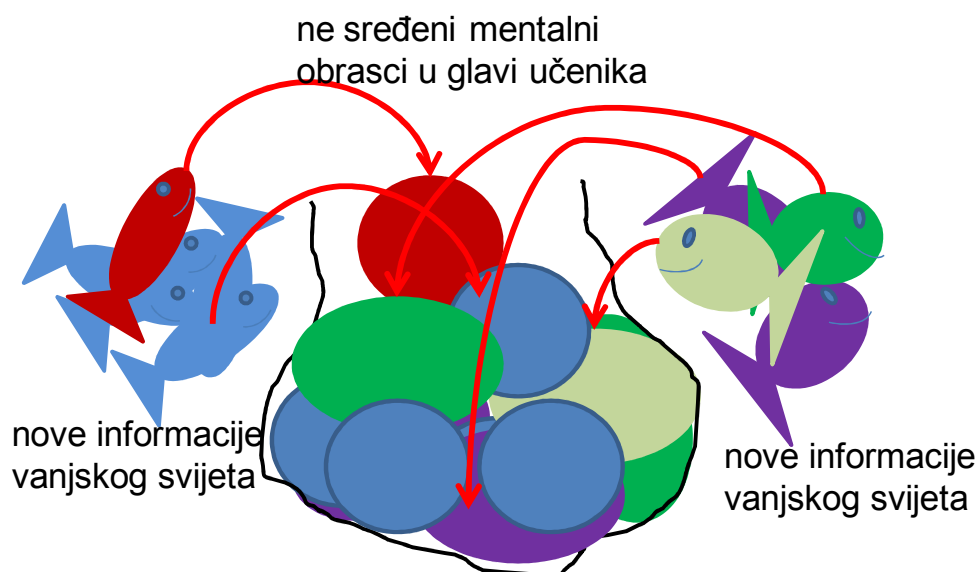
Slika 1. Adaptacija proces konstruiranja znanja (prema Bransford, 2000)

Konstruiranje znanja na temelju ovog procesa dovodi do mogućnosti stvaranja miskonceptija to jest pogrešnog shvaćanja novih iskustva.

Na primjer kao što se dogodilo maloj ribici. Njezini koncepti nastali su na osnovu njenog iskustva. Tako je koncept živog bića : „živa bića su ribe“, a mogućnosti kretanja; „za kretanje služe peraje“. Putem slušanja žabca dobiva nove informacije „Na kopnu ima živih bića koja se kreću sa dva organa za kretanje“. Ribica na temelju svoje predkonceptije konstruira nove koncepte bez ikakve promjene „Živa bića na kopnu su ribe koje se kreću po tlu sa dvije peraje“. Ribica je izgradila pogrešno shvaćanje svijeta, izgradila je pogrešan koncept.

Miskonceptija ili pogrešna konceptija su ideje ili predodžbe koje nisu u skladu sa znanstvenim objašnjenjima.

Drugi način izgradnje znanja je promjena. To je izgradnja novih mentalnih obrazaca/konceptata za shvaćanje vanjskog svijeta u koje se mogu uklopiti nove informacije (slika 2.).



**Slika 2. Promjena proces konstruiranja znanja (prema Bransford, 2000)**

Prema Bransford (2000) stariji učenici će u manje situacija koristiti proces promjene u konstruiranju novih znanja. Kroz odrastanje ljudi si postavljaju mentalne obrasce kojima si objašnjavaju svijet oko njih. Odrasli imaju puno izgrađenih vlastitih koncepcija pa im je puno jednostavnije pronaći najprikladniji, ali ne nužno i točnu koncepciju, i nove informacije samo ulažu u njih (adaptacija). Piaget (1983) je proučavao dječji razvoj razumijevanja svijeta i došao do zaključka da oni jednako koriste oba procesa promjenu ili adaptaciju za konstruiranje znanja.

## 1.2.2 Koncept

Kad upoznajemo svijet oko sebe stvaramo u svojem umu predodžbe, tj. mentalne odraze materijalne stvarnosti. Naš mozak teži pronalaženju smisla i značenja svakog našeg novog iskustva. Uspostavljanje značenja omogućeno je povezivanjem i umrežavanjem novog iskustva sa svim već postojećim iskustvima. Kada se uspostavi značenje koje odgovara uopćavanju i apstrakciji nastaje koncept.

Izraz koncept (*lat. conceptus*) može označavati pojam, zamisao, mišljenje, začće ideju ali i prvobitnu predodžbu, zamisao o kakvom djelovanju, odnosno koncepciju. U filozofiji označava apstraktnu univerzalnu spoznaju dok je koncepcija (*lat. conceptio*) način razmatranja nekih pojava, prvotna predodžba (Hrvatski jezični portal, 2010).

Koncept možemo definirati i kao ideju ili uopćenu predodžbu, koja je konstruirana na temelju iskustva ili informacija, a koja sažima zajedničke značajke pojedinačnih pojava ili entiteta (Lukša, 2010). Osim toga sama konstrukcija ili obrazac koncepta je način

pohranjivanja informacija u pamćenje jer na osnovi pojedinačnih primjera uočavamo zajedničke karakteristike, pravilnost ili obrazac i tako ga pamtimo. Pamćenje organizirano na ovaj način daleko je efikasnije i trajnije od gomilanja nepovezanih pojedinačnih informacija. Upravo zbog toga učenje bez konceptualnog razumijevanja nije efikasno pa je stoga danas nužno u poučavanju razvijati konceptualno razumijevanje kod učenika (Krsnik, 2008, Michael, 2007, Klymkowsky i sur. 2003).

### **1.3 Važnost koncepta u školstvu**

Analize brojnih istraživanja upućuju na nekoliko fundamentalnih problema u školstvu: velika količina znanstvenih činjenica, ne razlikovanje bitnog od nebitnog, nepraktično usvajanje znanja (Mušanović, 1999).

Znanost i tehnologija se zadnjih stoljeća naglo razvijaju, te količina novih spoznaja i informacija raste eksponencijalno. Unatoč i tako brzom razvoju znanosti naše školstvo i dalje slijedi pristup tradicionalne didaktike koji učenje i poučavanje predstavlja transmisijskim modelom prijenosa i zapamćivanja informacija i sadržaja (Richardson, 1997). Znanja stečena primjenom transmisijskog modela su većinom nekvalitetno strukturirana i povezana s prethodnim znanjima. Sam proces njihova stjecanja čini ih adekvatnih samo za akademske potrebe i valjanima samo u testnim situacijama, a ne za životnu upotrebu (Richardson, 1997). Znanja stečena u školi i u životnim situacijama postaju sve više razdvojene cjeline. Djeca sve teže uspostavljaju smislenu vezu između onog što ih uče u školi i životnih problema. Čak i učenici koji postižu solidne školske ocjene imaju teškoće u primjeni znanja u rješavanju realnih životnih problema (Yager, 1991). Učenici a i sami učitelji su se izgubili u toj količini znanstvenih informacija, pa imaju poteškoća sa određivanjem fundamentalnih koncepata.

S pravom se zaključuje da način na koji učenici uče nije primjeren životnim potrebama suvremenog svijeta. To su samo neki od razloga nezadovoljstva rezultatima školovanja zbog kojih teorija vlastitog konstruiranja znanja izaziva sve veću pozornost znanstvenika u području obrazovanja. Prema toj teoriji učenici znanje stječu aktivnim upoznavanjem novih sadržaja, a ne oponašanjem ili memoriranjem uz pomoć mehaničkog ponavljanja (Mušanović, 1999).

Takav proces učenja učenika, implicira i promjenu didaktičke strategije učitelja a samim tim i curriculumu. Umjesto poučavanja učitelj postaje kreator situacija/problema u kojima učenici aktivno sudjeluju, u kojima postaju sposobni stvarati svoje individualne koncepcije. Učitelj postaje mentor koji pomaže učenicima da izgrade vlastitu koncepciju

shvaćanja sadržaja. Uloge učitelja postaju voditelj, motivator, su-radnik, su-istraživač, poticatelj stvaranja ideja, stavova, mišljenja, vrijednosti i sl. Reforma curiculuma trebala bi biti temeljena na aktivnom sudjelovanju učenika s naglaskom na definiranju najvažnijih koncepata po nastavnim cjelinama (Mušanović, 1999).

## **1.4 Postignuća/ishodi učenja**

Postignuća učenja su tvrdnje napisane od strane edukatora o tome što se od studenta očekuje da zna, razumije i/ili da je sposoban pokazati nakon završetka procesa učenja (Jenkins, Unwin, 1996).

Najčešće polazište za definiranje postignuća učenja u obrazovnim sustavima zasniva se na Bloomovoj taksonomiji prema kojoj se razine postignuća dijele u tri područja (kategorije):

- kognitivno (područje znanja i razumijevanja)
- psihomotoričko (područje vještina – umijeća)
- afektivno (područje stavova i uvjerenja)

Svako područje sistematizirano je hijerarhijski od niže ka višoj razini usvojenosti znanja. Svaka razina pojedine kategorije sadrži ključne glagole koji omogućavaju definiranje kvalitativnih i kvantitativnih ishoda učenja na osnovu koji studenti mogu pokazati usvojena znanja, vještine i stavove (Bloom, 1956). Bloomova taksonomija je doživjela tijekom godina nekoliko revizija. Krathwohl i suradnici (1964) uvode promjene na području afektivne domene (emocije, vrijednosti, stavovi), dok Simpson (1972) uvodi promjene na području psihomotoričke domene (vještine).

U okviru kognitivne kategorije se razlikuje šest hijerarhijskih razina znanja (tablica 1). To su počevši od najjednostavnije prema složenijoj spoznajnoj domeni: znanje, razumijevanje, primjena, analiza, sinteza i vrednovanje.

Tablica 1. Bloomova taksonomija – kognitivna domena (preuzeto Čizmešija i Varošaneć, 2008)

| (znanje, razumijevanje; Bloom, 1956)<br>RAZINA                                                                                                                                                   | TIPIČNI AKTIVNI GLAGOLI                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ZNANJE</b><br>učenici znaju reproducirati ili prepoznati informacije, ideje, koncepte i principe u obliku sličnom onome u kojem su ih učili                                                   | definirati, opisati, identificirati, prepoznati, označiti, nabrojati, povezati, imenovati, ponoviti, reproducirati, izreći, odabrati, navesti, iskazati, poredati, sjetiti se, zapamtiti                                                                                              |
| <b>RAZUMIJEVANJE / OVLAĐAVANJE (niža razina razumijevanja)</b><br>učenici razumiju i mogu objasniti ili interpretirati informacije zasnovane na prethodno stečenim znanjima                      | opisati, objasniti, raspraviti, dati primjer, grupirati, svrstati, klasificirati, pretvoriti, obraniti, razlikovati, izdvojiti, procijeniti, izvesti, zaključiti, predvidjeti, sažeti, prevesti, preformulirati, smjestiti, pokazati                                                  |
| <b>PRIMJENA (viša razina razumijevanja)</b><br>učenici odabiru i upotrebljavaju naučene koncepte, principe, teorije i metode kako bi riješili problem ili zadatak u konkretnoj i novoj situaciji | primijeniti, izračunati, odabrati, prilagoditi, riješiti, otkriti, demonstrirati, pokazati, baratati, pripremiti, rabiti, koristiti, upotrijebiti, proizvesti, povezati, ilustrirati, skicirati                                                                                       |
| <b>ANALIZA</b><br>učenici su u stanju raščlaniti materijal na osnovne sastavnice tako da se može razumjeti njegova organizacijska struktura                                                      | analizirati, raščlaniti, skicirati, razlikovati, izdvojiti, identificirati, prikazati, ukazati na, usporediti, staviti u odnos s, klasificirati, sortirati, sučeliti, suprotstaviti, proračunati, ispitati, istražiti, eksperimentirati, provjeriti                                   |
| <b>SINTEZA / KREACIJA</b><br>učenici su u stanju objediniti (povezati, integrirati) dijelove (rezultate, znanja i vještine) u novu funkcionalnu cjelinu ili strukturu                            | urediti, povezati, integrirati, složiti, kreirati, stvoriti, razviti, kombinirati, prikupiti, sakupiti, dizajnirati, generirati, modificirati, organizirati, planirati, preurediti, uskladiti, napisati, predložiti, osmisliti, konstruirati, revidirati, rekonstruirati, formulirati |
| <b>EVALUACIJA / VREDNOVANJE</b><br>učenici imaju sposobnost prosudbe vrijednosti materijala za određenu namjenu, u skladu s odabranim kriterijima                                                | utvrditi, procijeniti, predvidjeti, vrednovati, ocijeniti, prosuditi, usporediti, zaključiti, interpretirati, suprotstaviti, kritizirati, opravdati, odabrati, podržati, preporučiti, argumentirati, potvrditi                                                                        |

U okviru afektivne kategorije razlikuje se pet hijerarhijskih razina stavova i uvjerenja (tablica 2.). To su počevši od najjednostavnije prema složenijoj: prihvatanje, reagiranje, usvajanje vrijednosti, organiziranje vrijednosti i usvajanje sustava vrijednosti.

Tablica 2. Bloomova taksonomija – afektivna domena (preuzeto Čižmešija i Varošaneć, 2008)

| (emocije, vrijednosti, stavovi;<br>Krathwohl i suradnici, 1964)<br>RAZINA                                                                                                                                                                                                          | TIPIČNI AKTIVNI GLAGOLI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PRIHVAĆANJE</b><br>učenici svjesno i pažljivo prate i žele čuti                                                                                                                                                                                                                 | pitati, izabrati, opisati, dati, držati, identificirati, smjestiti, imenovati, ukazati, izabrati, odgovoriti, koristiti, upotrebljavati, prihvatiti, potvrditi, prepoznati, osvijestiti, slušati, bilježiti, pratiti, slijediti, uvažavati                                                                                                     |
| <b>REAGIRANJE / ODGOVARANJE</b><br>učenici aktivno sudjeluju, pažljivo prate i reagiraju, motivirani su                                                                                                                                                                            | odgovoriti, pomoći, sastaviti, prilagoditi se, složiti se, prihvatiti, pristati, brinuti se o/za, komunicirati, raspraviti, pozdraviti, označiti, izvesti, prakticirati, predstaviti, čitati dragovoljno, izvijestiti, izdvojiti, reći, napisati, doprinijeti, surađivati, slijediti, izvršavati, s voljom sudjelovati, posjetiti, volontirati |
| <b>USVAJANJE VRIJEDNOSTI</b><br>učenici poštuju ili vrednuju osobu vezanu s određenim objektom, događajem ili ponašanjem, u rasponu od prihvatanja do složenijeg stanja posvećivanja                                                                                               | dovršiti, opisati, razlikovati, objasniti, slijediti, oblikovati, inicirati, pozvati, uključiti, opravdati, prosuditi, predložiti, izvijestiti, odabrati, podijeliti, proučiti, izraditi, usvojiti, suprotstaviti se, ponašati se u skladu s, posvetiti se, željeti, iskazati odanost, izraziti, tražiti, iskazati zabrinutost/brigu           |
| <b>ORGANIZIRANJE VRIJEDNOSTI</b><br>učenik organizira vrijednosti po prioritetima proučavanjem kontrasta među različitim vrijednostima, rješavajući konflikt među njima; stvara jedinstveni sustav vrijednosti; naglasak je na usporedbi, proučavanju odnosa i sintezi vrijednosti | slijediti, prihvatiti, mijenjati, prilagoditi, urediti, kombinirati, usporediti, dopuniti, obraniti, uravnotežiti, objasniti, generalizirati, poopćiti, identificirati, integrirati, poredati, staviti u odnos, modificirati, organizirati, grupirati, pripremiti, sintetizirati, konceptualizirati, formulirati                               |
| <b>USVAJANJE SUSTAVA VRIJEDNOSTI / INTEGRITET</b><br>učenik posjeduje sustav vrijednosti koji kontrolira njegovo ponašanje (karakter) i predstavlja njegovu osobnost                                                                                                               | djelovati, razlikovati, prikazati, utjecati, slušati, modificirati, prilagoditi, izvesti, primijeniti, predložiti, kvalificirati, ispitati, revidirati, poslužiti, riješiti, koristiti, vrednovati, obraniti, održati, služiti, podržati                                                                                                       |

U okviru psihomotoričke kategorije u koju spadaju vještine, razlikuje se sedam hijerarhijskih razina (tablica 3.). To su počevši od najjednostavnije prema složenijoj: percepcija, spremnost, vođeni razgovor, automatizirani odgovor, automatizacija, prilagodba i organizacija.

Tablica 3. Bloomova taksonomija – psihomotorička domena (preuzeto Čižmešija i Varošaneć, 2008)

| <b>(vještine; Simpson, 1972) RAZINA</b>                                                                  | <b>TIPIČNI AKTIVNI GLAGOLI</b>                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PERCEPCIJA / MOĆ ZAPAZANJA</b><br>učenik upotrebljava osjetila kao vodstvo u motoričkim aktivnostima  | izabrati, prepoznati, uočiti, izdvojiti, povezati, čuti, slušati, primijetiti, prepoznati, vidjeti, osjetiti, namirisati, okusiti, gledati, pratiti            |
| <b>SPREMNOST</b><br>učenik je mentalno, emotivno i fizički spreman za aktivnost                          | početi, objasniti, pokrenuti, nastaviti, reagirati, odgovoriti                                                                                                 |
| <b>VOĐENI RAZGOVOR</b><br>učenik oponaša i razvija vještine (vježba), često diskretnim koracima          | oponašati, kopirati, duplicirati, udvojiti, baratati uz vodstvo, izvršiti uz nadzor, vježbati, pokušati, ponoviti, prirediti, rastaviti, razdvojiti, sastaviti |
| <b>AUTOMATIZIRANI ODGOVOR</b><br>učenik s povećanom efikasnošću, sigurnošću i okretnošću izvršava radnje | izvesti, konstruirati, podići, provesti, voditi, izvršiti, ubrzati, proizvesti                                                                                 |
| <b>SLOŽENA OPERACIJA (AUTOMATIZACIJA)</b><br>učenik automatizirano izvršava radnje                       | popraviti, izgraditi, upravljati, demonstrirati, kontrolirati, upravljati, voditi, održavati efikasnost, ovladati                                              |
| <b>PRILAGODBA</b><br>učenik prilagođava vještine problemskoj situaciji                                   | prilagoditi, uskladiti, preokrenuti, revidirati, reorganizirati, promijeniti                                                                                   |
| <b>ORGANIZACIJA / STVARANJE</b><br>učenik stvara nove obrasce za posebne situacije ili slučajeve         | izgraditi, konstruirati, urediti, sastaviti, izumiti, konstruirati, dizajnirati, kombinirati, inovirati                                                        |

Za pravilno formuliranje ishoda učenja potrebno je koristiti jasne, konkretne i mjerljive zadatke i aktivnosti. Kod određivanja postignuća učenja nije dovoljno koristiti glagole poput „znati“, „razumjeti“, „zapamtiti“... Ako očekivanje rezultata učenja nije dovoljno precizno definirano u ishodu učenja, ne može se jasno odrediti što učenik treba napraviti pri provjeri. Ako aktivni glagoli nisu dovoljno precizni, teško je odrediti način procjenjivanja rezultata učenja, a time je teško i odrediti je li učenik ostvario uspjeh za taj

ishod učenja ili nije. Važno je izbjegavati neprecizne (opće glagole), te koristiti precizne (aktivne glagole) pri određivanju postignuća učenja (tablica 4.).

**Tablica 4. Pregled nekih od preciznih i nepreciznih glagola u određivanju postignuća učenja**

| PRECIZNI GLAGOLI | NEPRECIZNI GLAGOLI |
|------------------|--------------------|
| Analizirati...   | Znati...           |
| Opisati...       | Razumjeti...       |
| Definirati...    | Osvijestiti...     |
| Napraviti...     | cijeniti...        |
| Usporediti...    | Upoznati...        |
| Razlikovati...   | Naučiti...         |
| Argumentirati... | Zapamtiti...       |

Ishodi/postignuća učenja pokazuju koji je udio opisanih znanja, vještina i/ili stavova učenik stekao, a svrstavanje na određenu ljestvicu je način kojim se vrednuje kvaliteta tog udjela (Kyriacou, 1995).

Određivanje i organizacija mjerljivih ishoda učenja tijekom razrade pri planiranju nastave je način koji pomaže učiteljima, učenicima i roditeljima.

Učenička postignuća učiteljima pružaju jasnu i preciznu osnovu za: određivanje sadržaja, nastavnih strategija, tehnika i metoda koje će primjenjivati te aktivnosti koje učenici trebaju izvesti i pomaže pri definiranju razrađenih postignuća u ishode koji omogućavaju sustavnu pripremu ispitnih zadataka za vrednovanje učeničkog uspjeha i napredovanja.

Postignuća učenicima pružaju jasnu i konkretnu sliku što će morati znati i umjeti na kraju pojedinog obrazovnog ciklusa, te ih usmjeravaju u učenju i olakšavaju pripremanje za provjeru njihovih postignuća.

Roditeljima omogućuju stjecanje jasne slike o tome koju vrstu i dubinu znanja, vještina, sposobnosti, stavova i vrijednosti će djeca steći u školi, te uspješno pomaganje i praćenje napredovanja njihovog djeteta (Čižmešijajia i Varošanec, 2008).

## 1.5 Mentalna mapa

Jedan od oblika kartiranja znanja je priprema mentalnih mapa (Fisher i sur., 2001). Mentalna mapa je vizualan oblik stvaranja bilježaka s kojima mogu raditi pojedinci ili timovi (Buzan, 2006). U njezinom centru se nalazi središnja ideja ili slika. Zatim se proširuje pomoću glavnih grana koje predstavljaju glavne ideje, a koje su sve spojene s glavnom

idejom. Od svake glavne grane sa središnjom idejom šire se podgrane koje te ideje izgrađuju u dubinu. Tim podgranama može se dodati još podgrana, istražujući svaku ideju sve dublje. Budući da su sve grane povezane, sve ideje su u odnosu jedna naspram druge, te to daje mentalnoj mapi dubinu i cilj koju jednostavna lista ideja ne može dati.

Šireći se od centra prema periferiji, mentalna mapa potiče misli pojedinca da se ponašaju na isti način. Korištenjem mentalnih mapi potiče se razvijanje kreativnog mišljenja i proširivanje vlastitih ideja.

Prema Buzan (2006) tradicionalno školovanje prakticira raditi bilješke pravocrtanim zapisivanjem cijelih rečenica. Budući da su linije, sekvence, slova, brojevi i nizovi kognitivne vještine lijeve polutke mozga, upotrebljavajući samo njih kod zapisivanja, dolazi do kreativnog ograničavanja. Ta se strana mozga tradicionalno povezuje s dobro postignutom ocjenom u školi to jest s dobro obavljenim poslom. Za potpuno razvijanje kreativnosti potrebno je koristiti imaginaciju, koja je osobina desne polutke mozga. Kognitivne vještine desne polutke mozga uključuju interpretiranje boja, slika, ritma i prostornog poimanja.

Mentalne mape sadrže slova i brojeve, ali također i boje i slike, što znači da aktiviraju i lijevu i desnu polutku mozga. Koristeći mentalne mape sposobnost sinergetskog mišljenja se povećava. Svaka strana mozga simultano podržava i jača drugu na način koji omogućava beskonačan kreativni potencijal (Buzan, 2006).

## 2 CILJ ISTRAŽIVANJA

Anketom „Ishodi/postignuća na početku i na kraju obrazovnog ciklusa“ prikupljena su mišljenja učitelja biologije u osnovnim školama i u gimnazijama iz cijele Hrvatske.

Cilj analize ankete je:

- Objediniti razrade makrokonceptata učitelja iz osnovnih škola i gimnazija u jedan adekvatan primjerak
- Analizirati zastupljenost ispitanih makrokonceptata po sadašnjem programu
- Objediniti mišljenja učitelja o postignućima učenja s kojima žele da učenici raspolažu na:
  - ✚ kraju razredbene nastave
  - ✚ kraju obaveznog školovanja
  - ✚ početku gimnazijskog školovanja
  - ✚ kraju gimnazijskog školovanja
- Usporediti objedinjena postignuća učenja sa propisanim postignućima učenja po programu
- Usporediti postignuća učenja na kraju gimnazijskog obrazovanja i ispitnog kataloga za državnu maturu
- Usporediti postignuća učenja na kraju obaveznog školovanja s onima što profesori očekuju na početku gimnazijskog školovanja
- Analizom miskoncepcija učenika koje su istaknuli nastavnici izdvojiti najčešće miskoncepcije i razinu školovanja na kojoj se pojavljuju

### 3 MATERIJALI I METODE

Anketa „Ishodi/postignuća na početku i na kraju obrazovnog ciklusa” osmišljena je u sklopu porijekla „Kompetencije učenika u nastavi prirode i biologije” i uz suradnju savjetnica za biologiju pri Agenciji za odgoj i obrazovanje, poslana je voditeljima Županijskih stručnih vijeća iz biologije u cijeloj Hrvatskoj. Voditelji su organizirali stručna vijeća na kojima je sudjelovala većina nastavnika biologije iz Županije i zajedno su pripremili odgovore na anketu.

Cilj ankete je bio prikupiti mišljenja učitelja biologije o postignućima učenja obrazovnog ciklusa predmetne nastave biologije u osnovnoj školi i u gimnaziji (prilog 2.). Temeljnim pitanjem ankete se ispitalo što učitelji očekuju da učenici koje prihvataju u petom razredu osnovne škole, odnosno u prvom razredu gimnazije znaju (što su u stanju), odnosno koja su postignuća (ishodi) u području biologije (odnosno prirode) neophodna na određenoj razini školovanja. Također se ispitalo mišljenje učitelja o tome što učenici trebaju znati po završetku svakog od osnovnih ciklusa obrazovanja, te koje su najčešće miskoncepcije (pogrešne ideje ili predodžbe) i na kojoj razini školovanja se pojavljuju.

Ispitani sadržaji prirode i biologije u okviru istraživanja vezanog uz projekt „Kompetencije učenika u nastavi prirode i biologije“ (tablica 5) svrstani su u 7 makrokoncepata:

1. ustrojstvo živih bića
2. energija
3. razmnožavanje
4. ravnoteža
5. međuovisnost
6. raznolikost
7. znanost.

Tablica 5. Organizacija makrokonceptata i prve razine razrade makrokoncepta (osnovni koncepti) prema Radanović, Lukša i Garašić (osebna komunikacija)

| <b>Makrokoncept</b>          | <b>Prva razina razrade makrokoncepta</b>    |
|------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Ustrojstvo živih bića</b> | Organizacija živog svijeta                  |
|                              | Svojstva živih bića                         |
|                              | Kemijska osnova živih bića                  |
|                              | Razvoj organizma                            |
| <b>Energija</b>              | Izvori energije i protjecanje kroz biosferu |
|                              | Pretvorbe i pohrana energije                |
| <b>Ravnoteža</b>             | Kruženje tvari u biosferi                   |
|                              | Fiziološki procesi u organizmu              |
|                              | Poremećaji ravnoteže                        |
| <b>Raznolikost</b>           | Porijeklo života                            |
|                              | Srodnost organizama                         |
|                              | Klasifikacija živog svijta                  |
|                              | Čimbenici evolucije                         |
|                              | Sličnosti i razlike                         |
| <b>Međuovisnost</b>          | Uvjetovanost                                |
|                              | Reakcija                                    |
|                              | Regulacija                                  |
| <b>Razmnožavanje</b>         | Opstanak vrsta                              |
|                              | Oblici razmnožavanja                        |
|                              | Životni ciklus stanice                      |
|                              | Molekularna osnova nasljeđivanja            |
|                              | Osnove geneske regulacije                   |
|                              | Ljudska reprodukcija                        |
| <b>Znanost</b>               | Znanstvena metodologija                     |
|                              | Razvoj biološke znanstvene misli            |

Anketa je provedena po županijama uključivši sve nastavnike biologije koji su bili prisutni na stručnom vijeću. S obzirom da je broj OŠ veći od broja gimnazija, nastavnika osnovnih škola ima puno više u odnosu na gimnazije. Broj ispitanih učitelja po razini obrazovanja prikazan je u tablici 6.

**Tablica 6. Broj ispitanih učitelja po razini školovanja**

| <b>Razina školovanja</b>                                             | <b>Broj ispitanih učitelja</b> |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Početak i završetak obaveznog školovanja (5. i 8. razred OŠ)</b>  | <b>91</b>                      |
| <b>Početak i završetak gimnazijskog obrazovanja (1. i 4. razred)</b> | <b>30</b>                      |

Analiza anketa uključivala je sistematizaciju:

- ponuđenih koncepata od strane nastavnika na početku i na kraju ciklusa školovanja
- od strane nastavnika ponuđenih postignuća učenja na početku i na kraju ciklusa školovanja
- miskonceptija koje su uočili nastavnici tijekom pojedinog ciklusa učenja.

Nakon sistematizacije rezultata anketnih upitnika koje su ispunjavali nastavnici osnovnih škola i gimnazija provedene su slijedeće usporedbe:

- viđenja nastavnika o konceptima neophodnim za obradu u školi i sadašnjeg važećeg Nastavnog Plana i programa za OŠ (MZOŠ, 2006) i gimnaziju (MZOŠ, 1995)
- mišljenja nastavnika o neophodnim postignućima učenja na početku i kraju ciklusa obrazovanja sa postignućima učenja iskazanim u Planu i programu za OŠ (MZOŠ, 2006) te Ispitnom katalogu državne mature za biologiju (NCVVO, 2010) uz analizu na razini iskazanih aktivnih glagola
- podudarnosti ishoda učenja koje nastavnici očekuju od učenika po završetku obaveznog školovanja (kraj 8. razreda) i što nastavnici očekuju da učenici znaju na početku gimnazijskog obrazovanja (početak 1. razreda).

Podaci anketa analizirani su pomoću Microsoft Office Excel. Svih sedam makrokoncepta sa postignućima učenja po razini obrazovanja je prikazano tablično. Razrada svakog makrokoncepta je prikazana mentalnom mapom, izrađenom u FrieMind programu.

## 4 REZULTATI

### 4.1 Razrada makrokonceptata

Sadržaji prirode i biologije svrstani su u sedam makrokonceptata. Svaki makrokoncept je razrađen na koncepte i podkoncepte, na temelju mišljenja učitelja prirode i biologije osnovnih škola i gimnazija, prema predloženoj okvirnoj razradi (prilog 3). Ukupno je analizirano 121 anketa. Broj obrađenih anketa po makrokonceptima prikazani su u tablici 7.

Tablica 7. Broj analiziranih anketa po ispitanim makrokonceptima

| Makrokoncept          | broj anketa |
|-----------------------|-------------|
| Ustrojstvo živih bića | 29          |
| Energija              | 26          |
| Razmnožavanje         | 5           |
| Ravnoteža             | 24          |
| Međuovisnost          | 22          |
| Raznolikost           | 10          |
| Znanost               | 5           |

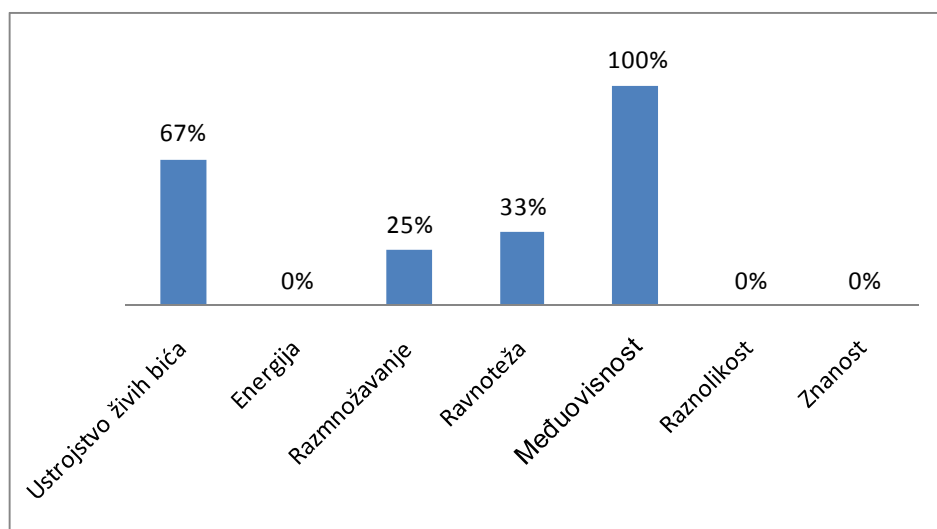
Razrada svakog makrokoncepta je prikazana mentalnom mapom. U centru svake mentalne mape je makrokoncept. Zatim se svaki makrokoncept proširuje pomoću glavnih grana na određeni broj konceptata. Od svakog koncepta koji je spojen sa makrokonceptom šire se podgrane sa podkonceptima koji prikazuju predložene ključne pojmove učitelja. Izabrani koncepti i ključni pojmovi zastupljeni su u više od 30% anketa.

Na osnovu uvida u literaturu prema konceptualnoj orijentaciji cijele biologije Radanović, Lukšić i Garašić (osobno priopćenje) izradili su razrade makrokonceptata koje se koriste kao standardi. Za svaku razradu makrokoncepta temeljene na analizi anketa izrađena je usporedba sa standardom razrade pripadajućeg makrokoncepta.

Koncepti su uspoređivani po pojmovima to jest ako sadržajno imaju isti značaj onda su klasificirani kao dobro postavljene koncepti (tablica 8).

**Tablica 8. Broj predloženih koncepata u objedinjenim anketama i broj dobro postavljenih koncepata u razradi po ispitanim makrokonceptima**

| <b>Makrokoncept</b>   | <b>broj predloženih koncepata u anketama</b> | <b>broj dobro postavljenih koncepata u razradi</b> |
|-----------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Ustrojstvo živih bića | 3                                            | 2                                                  |
| Energija              | 4                                            | 0                                                  |
| Razmnožavanje         | 4                                            | 1                                                  |
| Ravnoteža             | 3                                            | 1                                                  |
| Međuovisnost          | 3                                            | 3                                                  |
| Raznolikost           | 4                                            | 0                                                  |
| Znanost               | 3                                            | 0                                                  |

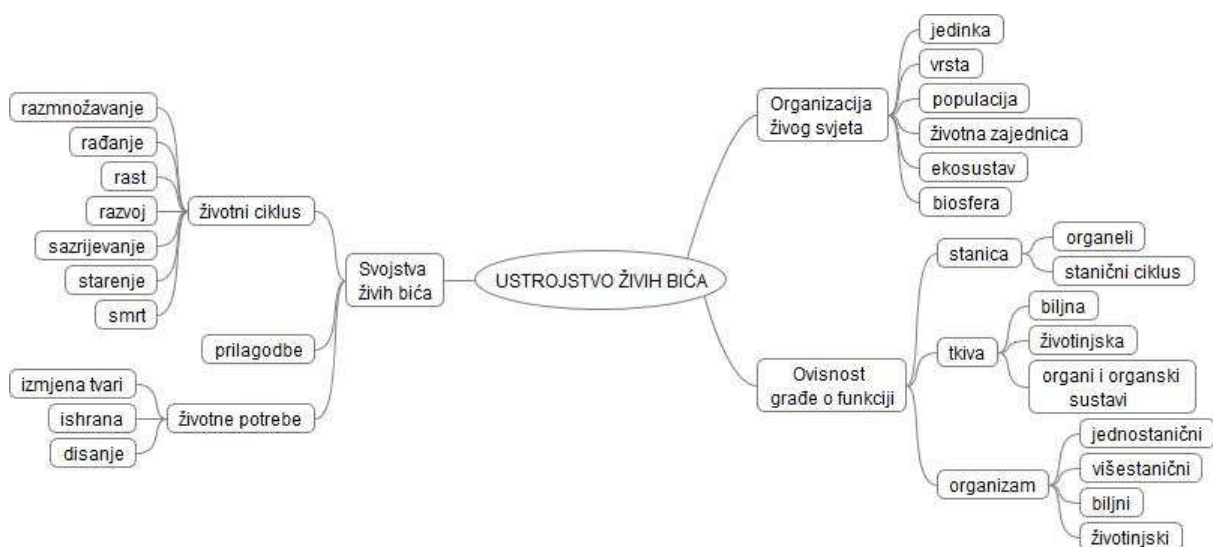


**Slika 3. Udio dobro postavljenih koncepata u anketama po ispitanim makrokonceptima**

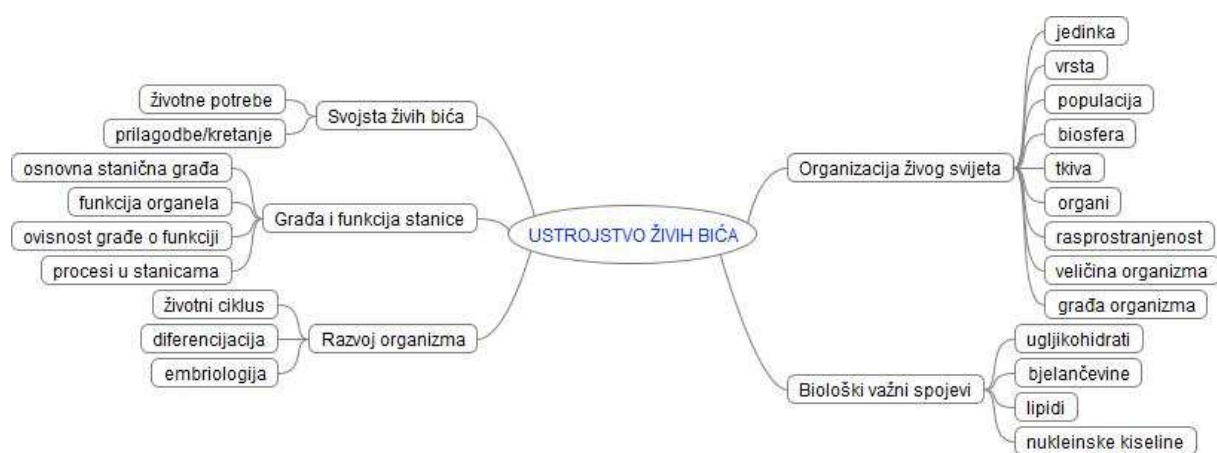
Slika 3 prikazuje udio dobro postavljenih koncepata od strane nastavnika unutar pojedinog makrokoncepta. Nastavnici su imali poteškoća sa konceptualnom razradom makrokoncepta „Energija“, „Raznolikost“ i „Znanost“. Konceptualna razrada „Međuovisnost“ koji su predložili nastavnici se u potpunosti poklapa sa razradom koja je definirana za ovaj projekt (Radanović , Lukšić i Garašić; osobno priopćenje).

### 4.1.1 Makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“

Za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ analizirano je 29 anketa (tablica 7.). Kako je navedeno (tablica 8.) i prikazano (slika 4.) makrokoncept je podijeljen na tri osnovna koncepta. Učestalost dobro postavljenih koncepata u anketama iznosi 67% (slika 3.).



Slika 4. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Ustrojstvo živih bića“ po anketama



Slika 5. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Ustrojstvo živih bića“ kako je definiran po projektu

### 4.1.2 Makrokoncept „Energija“

Za makrokoncept „Energija“ analizirano je 26 anketa (tablica 7.). Kako je navedeno (tablica 8.) i prikazano (slika 6.) makrokoncept je podijeljen na četiri koncepta. Nijedan koncept koji su predložili učitelji u 30% anketa, se ne poklapa sa standardom razrade makrokoncepta „Energija“.



Slika 6. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Energija“ po anketama



Slika 7. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Energija“ kako je definiran po projektu

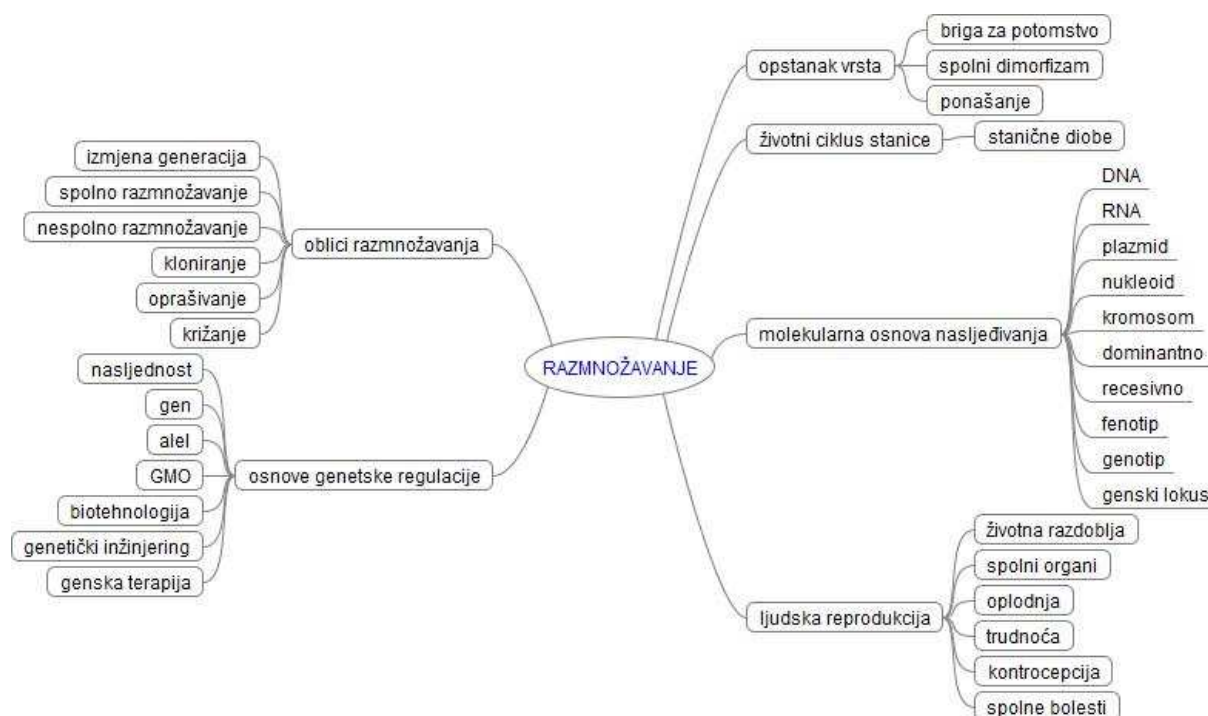
Dobiveni podaci razrade makrokoncepta „Energija“ ukazuju kako nastavnici smatraju da je najvažnije obrađivati oblike energije, pretvorbu energije, metabolizam i hranidbene lance, ali niti pod jednim od tih koncepata nije zastupljena fotosinteza, a niti pohrana energije. Protjecanje energije, fotosinteza i biološka oksidaciju su apstraktni pojmovi i učenici ih teško shvaćaju.

#### 4.1.3 Makrokoncept „Razmnožavanje“

Za makrokoncept „Razmnožavanje“ analizirano je samo pet anketa (tablica 7.). Kako je navedeno (tablica 8.) i prikazano (slika 8.) makrokoncept je podijeljen na četiri koncepta. Učestalost dobro postavljenih koncepata u anketama iznosi 33% (slika 3.).



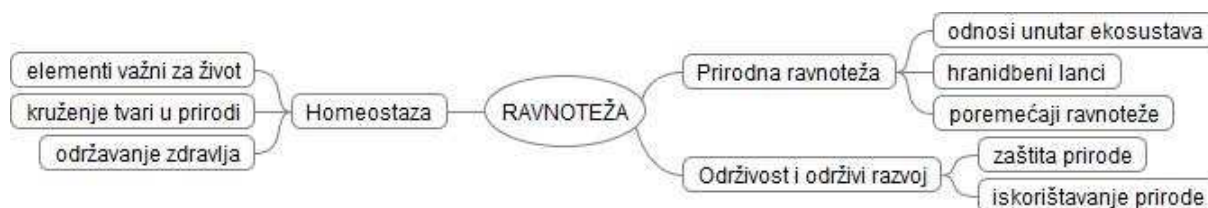
Slika 8. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Razmnožavanje“ po anketama



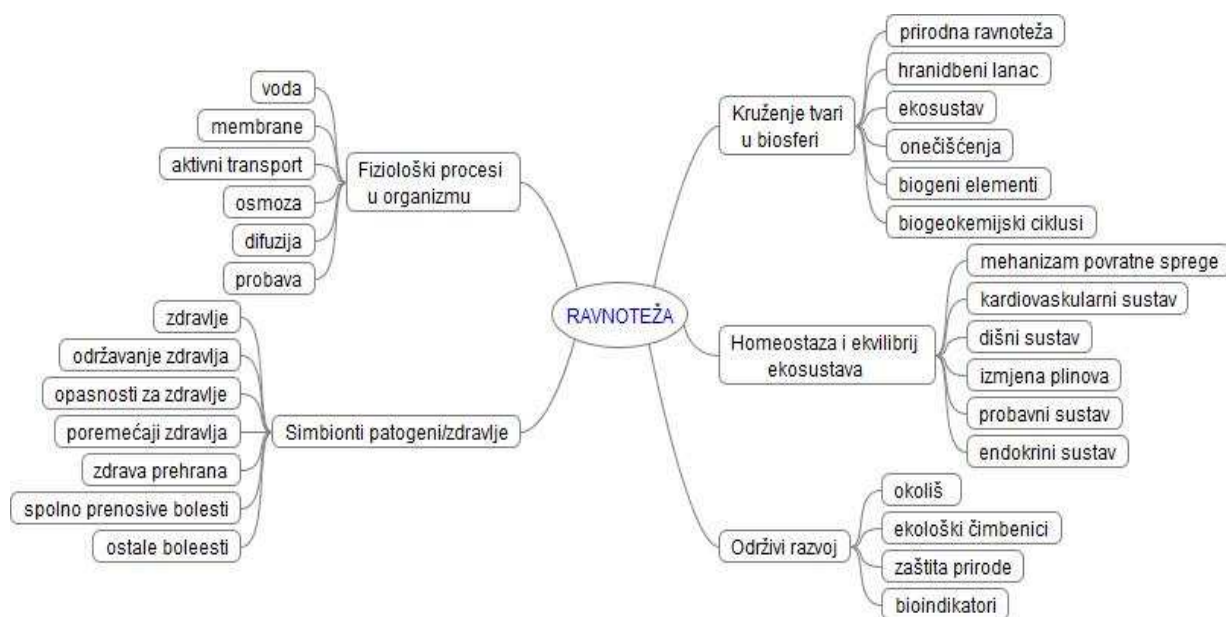
Slika 9. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Razmnožavanje“ kako je definiran po projektu

#### 4.1.4 Makrokoncept „Ravnoteža“

Za makrokoncept „Ravnoteža“ analizirano je samo pet anketa (tablica 7.). Kako je navedeno (tablica 8.) i prikazano (slika 10.) makrokoncept je podijeljen na tri koncepta. Učestalost dobro postavljenih koncepata u anketama iznosi 33% (slika 3.).



Slika 10. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Ravnoteža“ po anketama



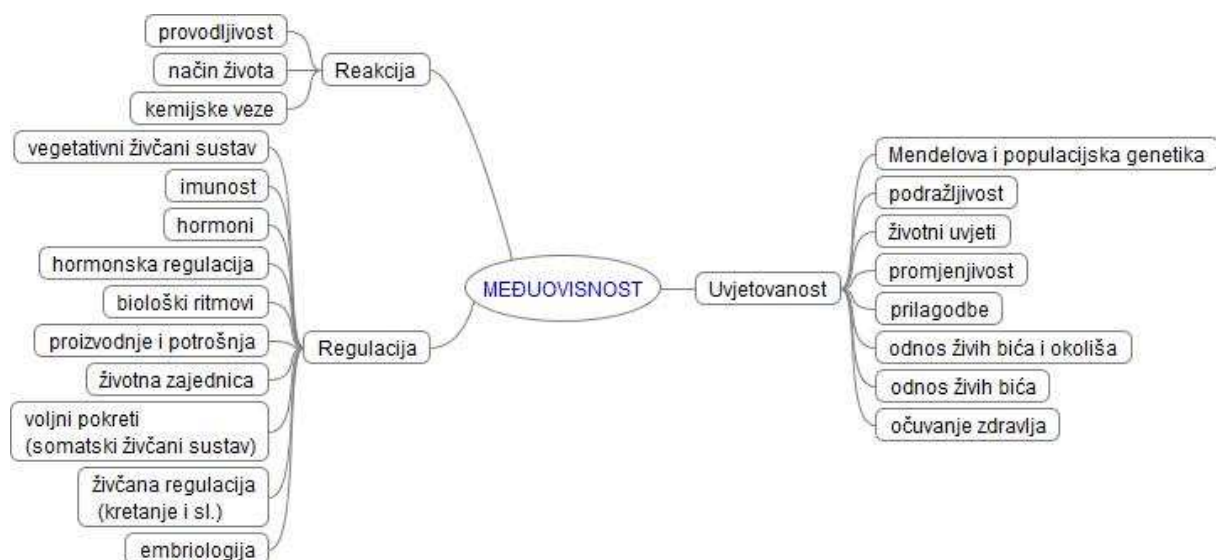
Slika 11. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Ravnoteža“ kako je definiran po projektu

#### 4.1.5 Makrokoncept „Međuovisnost“

Za makrokoncept „Međuovisnost“ analizirano je 22 anketa (tablica 7.). Kako je navedeno (tablica 8.) i prikazano (slika 12.) makrokoncept je podijeljen na tri koncepta. Razrada na koncepte se u potpunosti poklapa sa standardnom razradom makrokoncepta „Međuovisnost“.



Slika 12. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „međuovisnost“ po anketama



Slika 13. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „međuovisnost“ kako je definiran po projektu

#### 4.1.6 Makrokoncept „Raznolikost“

Za makrokoncept „Raznolikost“ analizirano je 24 anketa (tablica 7.). Kako je navedeno (tablica 8.) i prikazano (slika 14.) makrokoncept je podijeljen na četiri koncepta. Nijedan koncept koji su predložili učitelji u 30% anketa, se ne poklapa sa standardom razrade makrokoncepta „Raznolikost“.



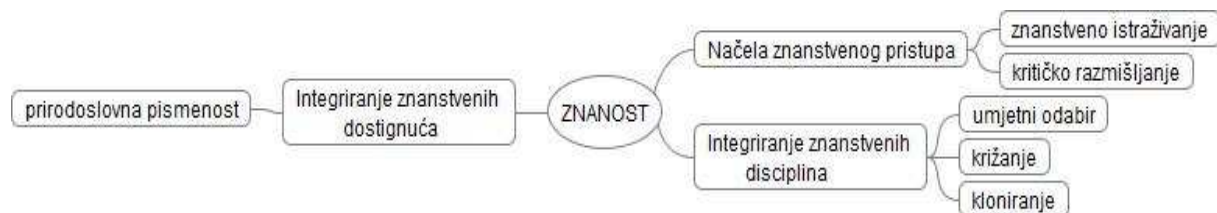
Slika 14. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Raznolikost“ po anketama



Slika 15. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „Raznolikost“ kako je definiran po projektu

#### 4.1.7 Makrokoncept „Znanost“

Za makrokoncept „Znanost“ analizirano je samo pet anketa (tablica 7.). Kako je navedeno (tablica 8.) i prikazano (slika 16.) makrokoncept je podijeljen na tri koncepta. Nijedan koncept koji su predložili učitelji u 30% anketa, se ne poklapa sa standardom razrade makrokoncepta „znanost“.



Slika 16. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „znanost“ po anketama



Slika 17. Mentalna mapa razrade makrokoncepta „znanost“ korekcija

## **4.2 Usporedba razrade makrokonceptata po anketama i sadašnjeg četverogodišnjeg programa nastave biologije za gimnazije**

Ministarstvo prosvjete i športa Republike Hrvatske 1995. godine propisalo je nastavni četverogodišnji program biologije za gimnazije koji je još uvijek aktualan. Svrha toga programa je da: nastavu biologije valja temeljiti na znanstvenim dostignućima suvremene biološke znanosti koja eksplicitno napreduje, te da odabrane stručne sadržaje suvremene biologije valja obrađivati postepeno i logično na način primjeren učeničkoj dobi, te da se nastavom biologije potiče zanimanje učenika za živi svijet i čovjeka u njemu.

Sadržaji suvremene biologije razvrstani su u šest područja koja se poklapaju sa znanstvenim disciplinama biologije: od molekule do organizma, raznolikost živog svijeta, životni procesi, genetika, evolucija i ekologija. Raspoređeni su u četiri godine obrazovanja po logičnom postepenom slijedu (prilog 4).

Razrada ispitnog makrokoncepta „Ustrojstvo živog svijeta“ je razrađena u tri koncepta: svojstva živih bića, organizacija živog svijeta i ovisnost građe o funkciji. Sva tri koncepta su sadržajno razrađena u prvom razredu gimnazije prema sadašnjem programu. Koncept „Organizacija živog svijeta“ je također sadržajno zastupljen i u četvrtom razredu gimnazije prilikom obrađivanja ekologije.

Sadašnji program nastave biologije ne obrađuje niti u jednom razredu u potpunosti makrokoncept „Energija“. Koncepti „Pretvorba energije“ i „Metabolizam“ predviđeni su da se obrađuju u trećem razredu gimnazije prilikom obrade životnih procesa u biljkama i biologije čovjeka. Koncept „Hranidbeni lanci“ su sadržajno zastupljeni u četvrtom razredu prilikom obrađivanja ekologije. Dok obrađivanje oblika energije (izvori, štednja, recikliranje) nije sadržajno obrađeno niti u jednom razredu gimnazije prema sadašnjem programu.

Pojmovi ravnoteža, prirodna ravnoteža, homeostaza i zdravlje se nigdje ne spominju, te kao takvi nisu predviđeni za obradu po sadašnjem programu. Vezano uz njihovu konceptualnu razradu po anketama sadržajno su zastupljeni u prvom razredu gimnazije pod kemijska građa organizma, u trećem razredu gimnazije pod životni procesi u biljkama to jest pod mijene tvari i pod sadržajem biologija čovjeka kod obrade kemijskog sastava ljudskog organizma. Koncept održivi razvoj je prema programu sadržajno razrađen u četvrtom razredu prilikom obrađivanja hranidbenih lanaca i odnosima među organizmima.

Razrada Makrokoncepta „Raznolikost“ po anketama obuhvaća: nasljeđivanje, sistematiku živog svijeta, evoluciju i bioraznolikost. Prema sadašnjem programu raznolikost živoga svijeta (sistematika i bioraznolikost) se detaljno obrađuje cijelu školsku godinu u drugom razredu gimnazije. Koncept „Evolucija“ je vrlo dobro razrađena u četvrtom razredu gimnazije. Dok se koncept „Nasljeđivanje“ isto tako dobro obrađuje u četvrtom razredu gimnazije pod sadržajem genetika prema sadašnjem programu.

Konceptualno razrađen makrokoncept „Međuovisnost“ je sadržajno slabo zastupljen prema sadašnjem programu. Sami koncepti regulacija, reakcije i uvjetovanost se kao takvi sadržajno nigdje ne obrađuju. Neki dijelovi razrade tih koncepata bi se mogli dotaknuti u obradi za treći razred kod sadržaja biologija čovjeka pod živčani sustav i endokrini sustav, te za četvrti razred kod sadržaja genetika pod promjenjivost, kod sadržaja evolucija pod čimbenici evolucije i kod sadržaja ekologija pod abiotički i biotički čimbenici.

Makrokoncept „Razmnožavanje“ prema programu je dobro zastupljen ali je distribuiran po segmentima u sva četiri razreda gimnazije. Koncept stanične diobe su prema programu predviđene za obradu u prvom razredu gimnazije. Razrada koncepata „Vrste razmnožavanja“ i „Odnosi među spolovima“ su sadržajno raštrkani tijekom cijele školske godine u drugom razredu pod sadržajem raznolikost živog svijeta i u trećem razredu pod sadržajem biologija čovjeka. Dijelovi razrade koncepta „Nasljeđivanja“ su predviđeni za obradu u prvom razredu te se bolje analiziraju u četvrtom razredu pod sadržajem genetika.

Makrokoncept „Znanost“ je sadržajno slabo zastupljen u sadašnjem programu. Vezano uz ovaj makrokoncept jedino što je predviđeno za obradu su neka znanstvena dostignuća. Samo u 1. razredu gimnazije je predviđeno istraživanje koje trebaju napisati kao mali rad, ali poslije više niti u jednom razredu nije predviđeno obrađivati načela znanstvenog pristupa.

### 4.3 Usporedba ishoda učenja po završetku gimnazijskog obrazovanja i ispitnog kataloga za državnu maturu

U ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) navedeni su ishodi učenja po pojedinim područjima biologije. Sadržaji biologije su razvrstani u osam područja koja nisu identična ispitanim makrokonceptima već odgovaraju biološkim znanstvenim disciplinama, čime je potkrijepljena sadržajna usmjerenost programa. Iz ishoda učenja koje su predložili nastavnici po pojedinim makrokonceptima dobiveni su podaci o učestalosti podudarnosti tih ishoda sa ishodima učenja po ispitnom katalogu za državnu maturu (tablica 9.). Podudarnost ishoda je analizirana po sadržaju zanemarujući aktivne glagole kojima su nastavnici opisali ishode učenja po završetku gimnazijskog obrazovanja (kraj 4. razreda).

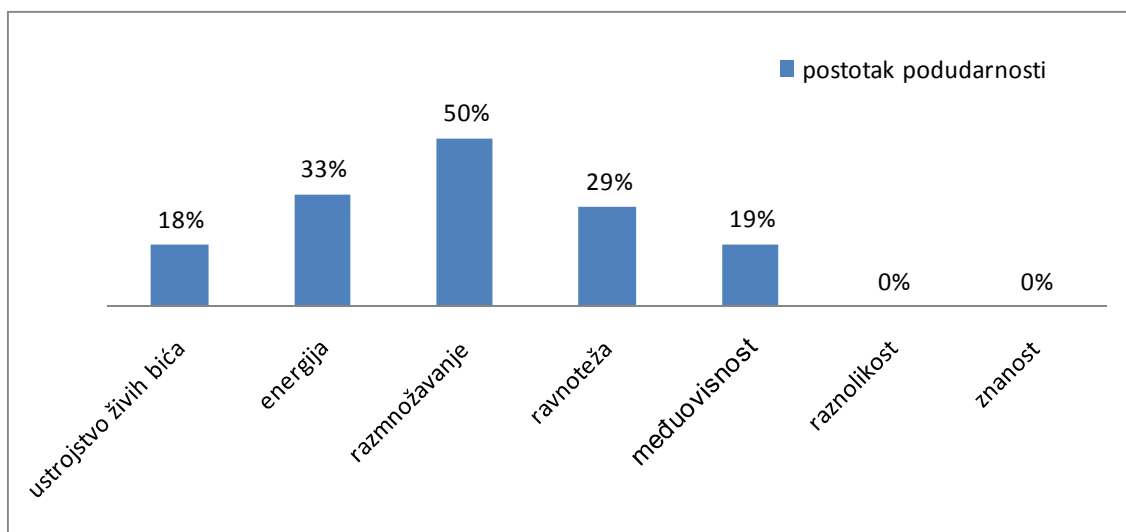
**Tablica 9. Učestalost podudarnosti ishoda učenja (%) po pojedinim makrokonceptima između završetka gimnazijskog obrazovanja i ispitnog kataloga za državnu maturu iz biologije u školskoj godini 2009./2010.**

| makrokoncept          | 4. razred               |                               |                                  |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|                       | broj zajedničkih ishoda | ukupni broj ishoda u anketama | postotak podudarnosti ishoda (%) |
| ustrojstvo živih bića | 2                       | 11                            | 18                               |
| energija              | 4                       | 12                            | 33                               |
| razmnožavanje         | 4                       | 8                             | 50                               |
| ravnoteža             | 5                       | 17                            | 29                               |
| međuvodnost           | 5                       | 27                            | 19                               |
| raznolikost           | 0                       | 15                            | 0                                |
| znanost               | 0                       | 5                             | 0                                |
| ukupno                | 20                      | 98                            | 20                               |

Slika 18. prikazuje grafički prikaz učestalosti podudarnosti ishoda učenja (%) po pojedinim makrokonceptima između završetka gimnazijskog obrazovanja i ispitnog kataloga za državnu maturu iz biologije.

Najveća učestalost podudarnost ishoda učenja je za makrokoncept „Razmnožavanje“ to jest polovica definiranih ishoda učenja koje su predložili nastavnici se sadržajno poklapa sa ishodima koji su propisani u ispitnom katalogu za državnu maturu. Nastavnici su predložili za makrokoncept „Raznolikost“ 15 ishoda učenja, a za makrokoncept „Znanost“ samo 5, ali se niti jedan od tih ishoda učenja sadržajno ne poklapa sa ishodima koji su propisani u ispitnom

katalogu za državnu maturu. Za preostale makrokoncepte „Ustrojstvo živih bića“, „Energija“, „Ravnoteža“ i „Međuvisnost“ učestalost podudarnosti ishoda učenja se kreće od 18% do 33%.



**Slika 18.** Učestalost podudarnosti ishoda učenja (%) po pojedinim makrokonceptima između završetka gimnazijskog obrazovanja i ispitnog kataloga za državnu maturu iz biologije u školskoj godini 2009./2010.

Analizom ishoda učenja na osnovu aktivnih glagola po ispitnom katalogu za državnu maturu dobiveni su podaci o učestalosti razina znanja pojedinih područja biologije (tablica 10.). Klasifikacija ishoda učenja je temeljena na upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu.

**Tablica 10.** Učestalost zastupljenosti pojedinih razina znanja na osnovu aktivnih glagola u pojedinim područjima biologije u Ispitnom katalogu za državnu maturu u školskoj godini 2009./2010.

| PODRUČJE<br>ISPITIVANJA | PRVA<br>RAZINA<br>(%) | DRUGA<br>RAZINA<br>(%) | TREĆA<br>RAZINA<br>(%) |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Biologija stanice       | 7,7                   | 76,9                   | 15,4                   |
| Mikrobiologija          | 0,0                   | 66,7                   | 33,3                   |
| Protokista i gljive     | 57,1                  | 42,9                   | 0,0                    |
| Botanika                | 9,1                   | 36,4                   | 54,5                   |
| Zoologija               | 12,5                  | 25,0                   | 62,5                   |
| Biologija čovjeka       | 12,5                  | 37,5                   | 50,0                   |
| Genetika i<br>evolucija | 7,7                   | 61,5                   | 30,8                   |
| Ekologija               | 0,0                   | 28,6                   | 71,4                   |
| <b>Ukupno</b>           | <b>12,3</b>           | <b>49,3</b>            | <b>38,4</b>            |

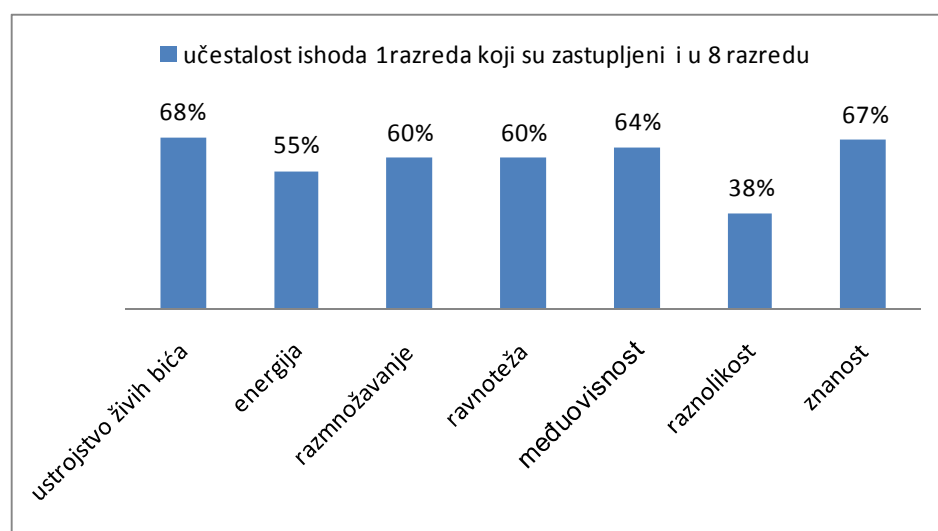
Dobiveni podaci analize ishoda učenja u Ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije ukazuju da za područja biologija stanice, mikrobiologija, genetika i evolucija je najveća učestalost pojavljivanja ishoda koji su klasificirani u drugu razinu znanja. Za ta biološka područja se na osnovu aktivnih glagola od učenika najviše očekuje konceptualno razumijevanje.

Područja: botanika, zoologija, biologija čovjeka i ekologija obuhvaćaju najviše ishode učenja koji su klasificirani u treću razinu znanja. Prema tome od učenika se na osnovu aktivnih glagola najviše očekuje rješavanje zadanih problema iz tih područja.

Područja mikrobiologija i ekologija, te protisti i gljive odudaraju po zastupljenosti pojedinih razina znanja od ostalih bioloških područja. Za područje mikrobiologije i ekologije niti jedan ishod učenja nije klasificiran u prvu razinu znanja što znači da se od učenika na osnovu aktivnih glagola uopće ne očekuje činjenično znanje iz tih područja. Za područje protisti i gljive niti jedan ishod učenja nije klasificiran u treću razinu znanja što znači da se od učenika na osnovu aktivnih glagola uopće ne očekuje rješavanje zadanih problema iz tog područja.

## 4.4 Analiza predloženih ishoda učenja po završetku obaveznog školovanja i na početku gimnazijskog obrazovanja

Učestalost podudarnosti ishoda učenja koje nastavnici očekuju od učenika po završetku obaveznog školovanja (kraj 8. razreda) i što nastavnici očekuju da učenici znaju na početku gimnazijskog obrazovanja (početak 1. razreda) je određen konceptualno. To jest praćena je samo podudarnost koncepata ishoda (sadržaja ishoda), dok su aktivni glagoli kojima su nastavnici opisali ishode zanemareni.



Slika 19. Učestalost podudarnosti ishoda učenja (%) po završetku obaveznog školovanja i na početku gimnazijskog obrazovanja po makrokonceptima

Učestalost podudarnosti ishoda učenja što nastavnici očekuju da učenici znaju po završetku osnovnog školovanja i što nastavnici očekuju od učenika da znaju na početku 1. razreda gimnazije se uglavnom kreće od 55% do 68% za ispitane makrokoncepte. Mišljenja nastavnika u 8.razredu i u 1. razredu gimnazije se u 55-68% ishoda podudaraju o tome što je važno da učenik razumije vezano uz pojedine koncepte. Iznimka je jedino za makrokoncept „Raznolikost“ gdje se mišljenja nastavnika poklapaju samo u 38% ishoda. Što nam ukazuje da nastavnici na kraju 8. razreda pridaju važnost drugim sadržajima vezano uz raznolikost, nego nastavnici u 1. razredu gimnazije.

## 4.5 Analiza postignuća učenja po makrokonceptima

Nastavnici su ispunili ankete sa svojim mišljenjima što bi učenici trebali znati na početku (5. razreda OŠ i 1.razreda gimnazije) i na završetku (8.razreda OŠ i 4. razreda gimnazije) ciklusa za nadređene koncepte. Mišljenja nastavnika su objedinjena u jedan adekvatan primjerak (ishodi/postignuća učenja po anketama nastavnika biologije).

Dobiveni ishodi učenja su razvrstani na temelju korištenih aktivnih glagola prema Bloomu na: precizno definirane ishode, **neprecizno definirane ishode i ne opisane ishode** učenja.

Precizno definirani ishodi učenja su svrstani u tri razine kognitivnih ciljeva. Prva razina, **reprodukcija**, je najniža i temelji se na činjeničnim znanju i literaturnom razumijevanju. Druga razina je na višem stupnju od prethodne i predstavlja **konceptualno razumijevanje** i primjenu, dok je treća razina najviša i odnosi se na **rješavanje problema** (analizu, sintezu, evaluaciju i kreiranje).

**Ne opisani ishodi** su oni kod kojih prilikom opisa uopće nisu korišteni aktivni glagoli već su samo opisani pojmovima.

Prema planu i programu iz biologije za osnovnu školu (MZOŠ, 2006) i gimnaziju (MZOŠ, 1995), te Ispitnog kataloga za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) napisane su korekcije ishoda učenja. Korekcije ishoda su također svrstane u tri razine kognitivnih ciljeva prema korištenim aktivnim glagolima prema Bloomu.

Kategorije postignuća učenja su određene uniformno po svim ispitanim makrokonceptima. Svi grafički prikazi u rezultatima analize postignuća učenja sadrže univerzalnu legendu bez obzira na zastupljenost pojedinih kategorija.

#### 4.5.1 Makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“

Ishodi učenja za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ koje su nastavnici predložili na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ ukazuju da svim konceptima nastavnici pridaju veliku važnost. Nastavni plan i program iz prirode i biologije za OŠ (MZOS, 2006) pridaje jako malu važnost konceptu „Biološko važni spojevi“.

Tablica 11. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“.

| KONCEPT                    | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | 5. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                            | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Organizacija živog svijeta | <p><b>prepoznati</b> jedno živo biće primjerom ptkrijepiti razlike biljnih i životinjskih vrsta</p> <p><b>navesti</b> biljne i životinjske vrste svoga kraja</p> <p><b>prepoznati</b> različite životne zajednice</p> <p><b>razumjeti</b> povezanost biljaka i životinja u životnoj zajednici travnjaka i šume</p> <p><b>uočiti</b> postojanje organiziranosti živoga svijeta</p> <p><b>prepoznati</b> neke organe</p> <p><b>razumjeti</b> da je ljudsko tijelo cjelina (organizam)</p> | <p><b>imenovati</b> i <b>definirati</b> razine organizacije živog svijeta i <b>navesti</b> primjere</p> <p><b>upoznati</b> uloge različitih tkiva</p> <p><b>poznavati</b> građu i funkciju svakog organskog sustava kod čovjeka</p> <p><b>razumjeti</b> da je organizam nedjeljiv cjelovit sustav</p> <p>pojam rasprostranjenja <b>objasniti</b> na primjeru biljnih i životinjskih vrsta</p> <p><b>shvatiti</b> uzroke rasprostranjenosti živih bića</p> | <p><b>razlikovati</b> osnovne pojmove u ustrojstvu živoga svijeta u prirodi (jedinka, populacija, stanište)</p> <p><b>obrazložiti</b> pojmove životna zajednica i ekološki sustav</p> <p><b>izdvojiti</b> dijelove tijela kralježnjaka i <b>imenovati</b> nekoliko organa</p> <p><b>prepoznati</b> i <b>imenovati</b> organske sustave i organe kod čovjeka</p> <p><b>povezati</b> prilagodbe plodova i sjemenaka s načinom njihova rasprostranjivanja</p> <p><b>prepoznati</b> životnu zajednicu šume kao dio jedinstvene cjeline ekosustava</p> <p><b>opisati</b> usložnjavanje građe ljudskoga organizma (stanice, tkiva, organi, sustavi organa)</p> |

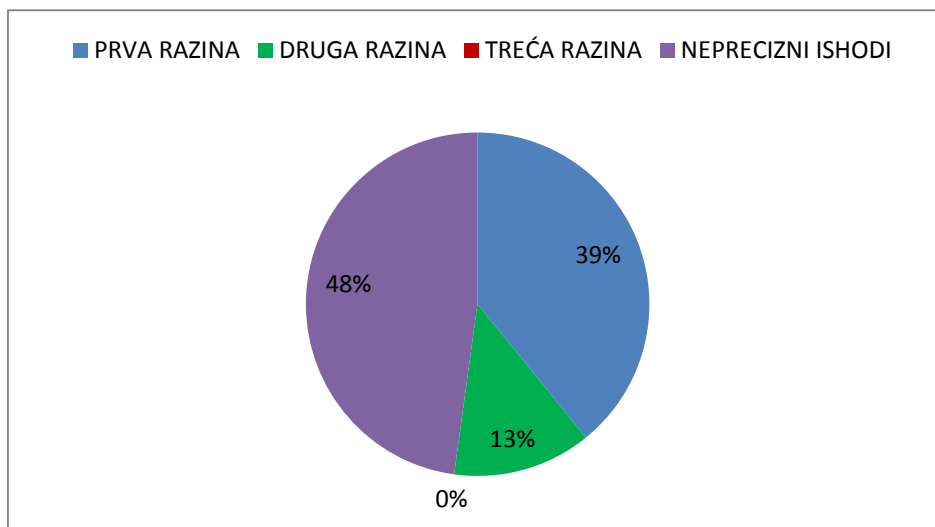
**Nastavak Tablice 11. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“**

| KONCEPT                  | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | 5. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                          | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Svojstva živih bića      | <p><b>razlikovati</b> svojstva živih bića od nežive prirode</p> <p><b>prepoznati</b> različite osobine živih bića i povezati ih sa životnim uvjetima</p> <p><b>shvatiti</b> osnovne životne potrebe (disanje hrana)</p> <p><b>navesti</b> podjelu organizma prema načinu ishrane i primjere</p> <p><b>razumjeti</b> da živa bića udišu kisik a izdišu ugljikov dioksid</p> <p><b>uočiti</b> razlike u građi vodenih kralježnjaka od kopnenih i ptica</p> | <p><b>obrazložiti</b> važnost prilagodbe organizma na primjeru</p> <p><b>analizirati</b> na primjerima prilagodbe živih bića ovisno o različitim životnim uvjetima</p> <p><b>povezati</b> građu organizma sa staništem u kojem živi</p> <p><b>obrazložiti</b> važnost kretanja na primjerima u vodi, na kopnu i u zraku</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>usporediti</b> različite prilagodbe cvjetova u načinu oprašivanja</p> <p><b>obrazložiti</b> povezanost bioloških potreba čovjeka s njegovim misaonim i društvenim potrebama</p> <p><b>opisati</b> načine zadovoljavanja osnovnih životnih potreba</p> <p><b>zaključiti</b> da čovjek zadovoljava svoje potrebe svjesnim djelovanjem</p> <p><b>obrazložiti</b> važnost hrane za život</p> <p><b>usporediti</b> prilagodbe probavila na različitu vrstu hrane</p> <p><b>razlikovati</b> biljoždere, mesoždere i sveždere</p> <p><b>obrazložiti</b> važnost kretanja životinja</p> <p><b>razlikovati</b> načine kretanja u vodi, na kopnu i u zraku</p> <p><b>obrazložiti</b> tvrdnju da su organi za kretanje prilagodba organizama okolišu u kojem žive</p> |
| Građa i funkcija stanice | <p><b>shvatiti</b> da postoje strukture nevidljive prostim okom</p> <p><b>imenovati</b> glavne organele i njihove funkcije</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>definirati</b> stanicu</p> <p><b>nabrojiti</b> dijelove stanice i navesti njihovu zadaću u stanici</p> <p><b>prepoznati</b> najuočljivije dijelove stanice pod mikroskopom</p> <p><b>opisati</b> biljnu i životinjsku stanicu</p> <p><b>objasniti</b> uloge staničnih organela</p> <p><b>usporediti</b> građu i zadaću organela</p> <p><b>objasniti</b> da o kloroplastima u biljnoj stanici ovisi i naš život</p> <p><b>razlikovati</b> dijelove staničnog ciklusa</p> <p><b>objasniti</b> proces mitoze i mejoze</p> <p><b>opisati</b> gene kao nosioce nasljednih osobina</p> <p><b>razlikovati</b> pojam genotip od fenotipa</p> <p><b>usporediti</b> broj kromosoma u stanicama nastalim mitozom i mejozom</p> <p><b>objasniti</b> važnost mejoze za živa bića</p> <p><b>definirati</b> fotosintezu</p> <p><b>objasniti</b> izmjenu tvari i stanično disanje</p> | <p><b>prepoznati</b> na crtežu i</p> <p><b>imenovati</b> glavne dijelove stanice</p> <p><b>navesti</b> da je stanica osnovna jedinica građe živih bića</p> <p><b>navesti</b> glavne dijelove stanice</p> <p><b>usporediti</b> biljnu i životinjsku stanicu</p> <p><b>pokazati i imenovati</b> staničnu stijenku, vakuolu i kloroplaste</p> <p><b>povezati</b> diobu stanice s razmnožavanjem jednostaničnih i rastom mnogostaničnih organizama</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

**Nastavak Tablice 11. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“**

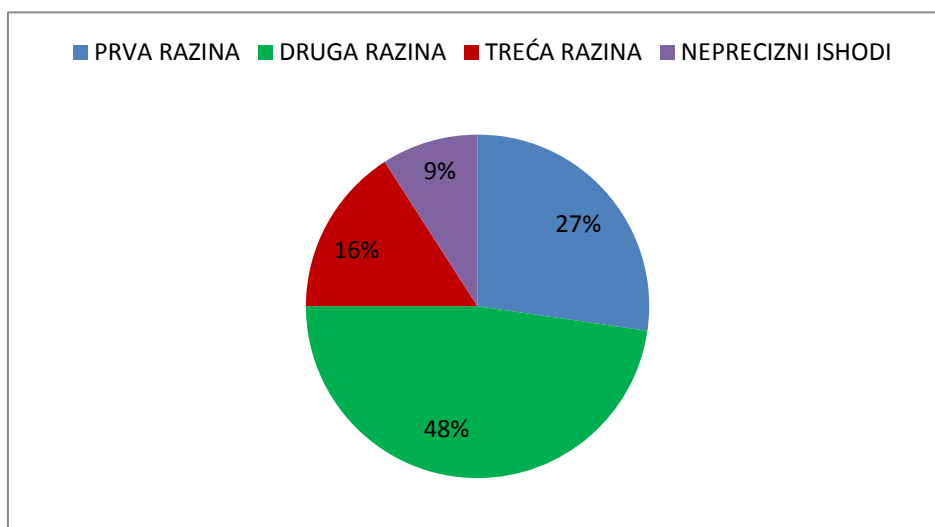
| KONCEPT                  | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | 5. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                          | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Razvoj i građa organizma | <b>razlikovati</b> faze životnog ciklusa na primjeru<br><b>prepoznati</b> jednostanične i višestanične organizme<br><b>poznavati</b> dijelove krvotoka, sustava organa za kretanje probavnog i dišnog sustava<br><b>navesti</b> funkcije dišnog, probavnog i sustava organa za kretanje<br><b>poznavati</b> ulogu bubrega i kože<br><b>uočiti</b> odnos dužine probavila i načina prehrane<br><b>razlikovati</b> glavne djelove biljke<br><b>razumjeti</b> osnovnu ulogu dijelova biljke | <b>obrazložiti</b> da sva živa bića prolaze životni ciklus<br><b>analizirati</b> pojedine faze životnog ciklusa na primjerima<br><b>razlikovati</b> autotrofne i heterotrofne organizme<br><b>objasniti</b> razliku aerobnog i anaerobnog disanja<br><b>navesti</b> primjere jednostaničnih i višestaničnih organizama<br><b>usporediti</b> jednostanične i višestanične organizme<br><b>opisati</b> građu i funkciju krojena stabljike lista cvjeta i ploda<br><b>povezati</b> građu cvjeta s funkcijom oprašivanja i oplodnje<br><b>navesti</b> prilagodbe plodova i sjemenki na rasprostranjivanje<br><b>razlikovati</b> kralježnjake i beskralježnjake<br><b>navesti</b> glavne osobine skupina kralježnjaka i beskralježnjaka<br><b>objasniti</b> građu i funkciju organa čovjeka<br><b>objasniti</b> organske sustave u tijelu čovjeka i njihove uloge<br><b>povezati</b> osobitosti građe i uloge različitih stanica | <b>obrazložiti</b> što je pubertet;<br><b>razlikovati</b> jednostanični organizam od mnogostaničnoga organizma<br><b>imenovati</b> organe biljke cvjetnjače i njihovu ulogu,<br><b>razlikovati</b> spolne i nespodne organe biljke cvjetnjače<br><b>povezati</b> osobitosti građe i uloge različitih stanica |
|                          | Biološki važni spojevi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>imenovati</b> vrste hranjivih tvari<br><b>objasniti</b> njihovu razgradnju u organizmu<br><b>opisati</b> građu molekule DNA<br><b>obrazložiti</b> kako molekule DNA sudjeluju u procesu stvaranja bjelančevina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>imenovati</b> vrste hranjivih tvari                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Slika 20. pokazuje da su nastavnici 48% ishoda učenja na početku 5. razreda za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ opisali nepreciznim aktivnim glagolima. Nastavnici od učenika koje prihvataju u 5. razredu najviše očekuju činjenično znanje, a tek onda konceptualno razumijevanje.



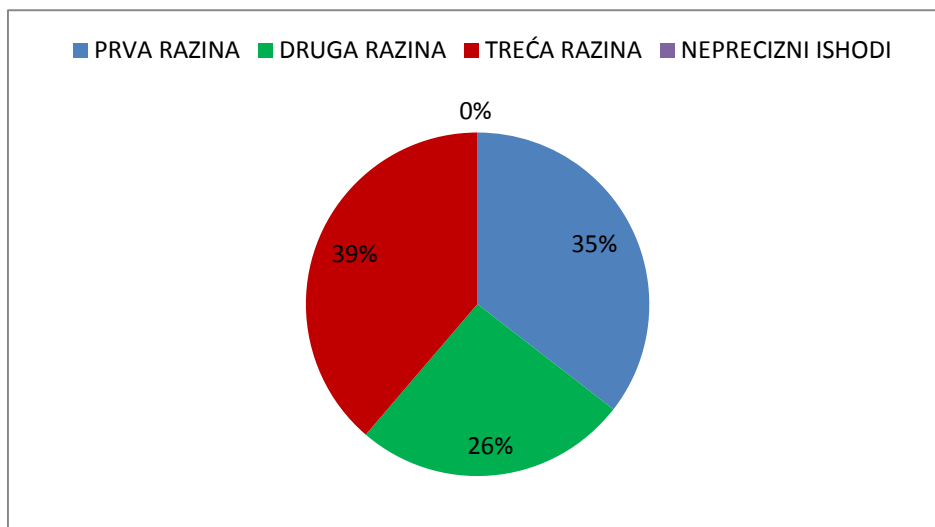
**Slika 20.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ na početku 5. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Nastavnici očekuju od učenika na završetku 8. razreda OŠ najviše konceptualno razumijevanje (48%), dok činjenično znanje očekuju sa učestalošću od 27% (slika 21.). Samo u 16% ishoda učenja očekuju da su učenici sposobni upotrijebiti stečena znanja tijekom osnovnog školovanja iz prirode i biologije u rješavanju zadanih problema vezanih uz ustrojstvo živih bića.



**Slika 21.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ na završetku 8. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za OŠ pokazuju kako se od učenika najviše očekuje rješavanje problema vezanih uz ustrojstvo živih bića, a nešto s manjom učestalošću se očekuje činjenično znanje, dok se konceptualno znanje očekuje s najmanjom učestalošću.



**Slika 22. Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS,2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Konceptu „Biološko važni spojevi“ nastavnici nisu uopće pridali važnost. Da bi učenici bili sposobni konceptualno razumjeti funkcioniranje živih bića trebaju ih povezati sa građom bioloških spojeva. Nastavnim planom i programom za gimnaziju (MZOŠ, 1995) i u ispitnom katalogu za državnu maturu se očekuje da učenici znaju objasniti kemijski sastav živih bića te osnovnu strukturu i ulogu anorganskih i organskih spojeva u njima.

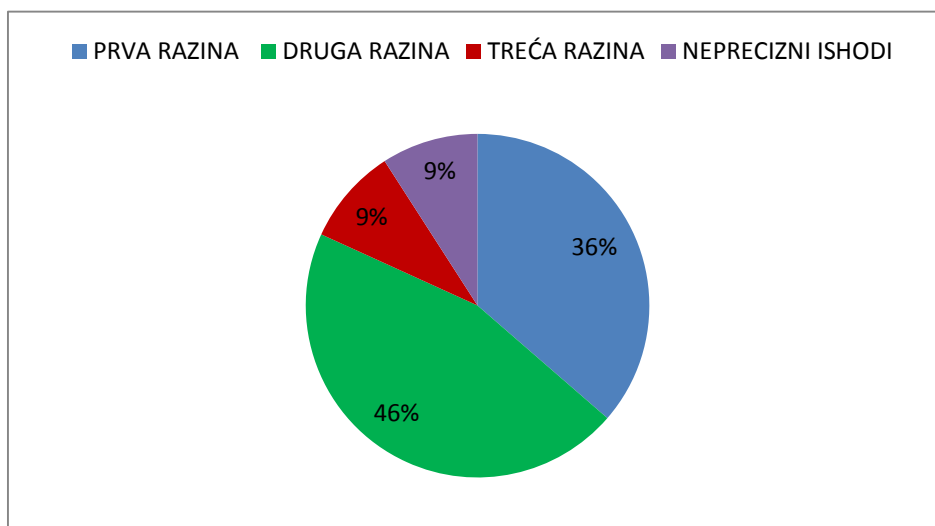
**Tablica 12. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“.**

| KONCEPT                    | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ishodi po PIPu i IK državne mature                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | 1. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                               |
|                            | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                               |
| Organizacija živog svijeta | imenovati i definirati razine organizacije živog svijeta<br>navesti primjere<br>nabrojiti organe i organske sustave<br>znati značenje pojma tkivo                                                                                                                                                                              | obrazložiti suodnose među razinama organizacije<br>obrazložiti da životni uvjeti evolucijom dovode do novih prilagodbi te time i rasprostranjenosti i vrste<br>rasčlaniti organske razine živih bića<br>obrazložiti razlike biljnih i životinjskih tkiva objasniti osnovnu organizaciju prokariota i eukariota | razlikovati organizacijske razine živoga svijeta<br>objasniti glavne osobine biocenoza i ekosustava                                                                                                                           |
| Svojstva živih bića        | obrazložiti da se sva živa bića hrane, izmjenjuju tvari i dišu<br>prepoznati različite osobine živih bića i povezati ih sa životnim uvjetima<br>obrazložiti da se sva živa bića hrane, izmjenjuju tvari i dišu<br>obrazložiti razliku auto i heterotrofa te funkciju klorofila<br>obrazložiti razliku između aeroba i anaeroba | analizirati na primjerima prilagodbe živih bića ovisno o različitim životnim uvjetima                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |
| Građa i funkcija stanice   | definirati stanicu i njene osnovne dijelove<br>obrazložiti zašto biljna stanica posjeduje kloroplaste<br>razumjeti pojmove replikacija stanična dioba                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | razlikovati prokariotsku od eukariotske stanice<br>opisati glavne dijelove prokariotske stanice<br>objasniti njihovu ulogu<br>objasniti građu i ulogu glavnih organela i struktura eukariotske stanice (biljne i životinjske) |

Nastavak Tablice 12. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“.

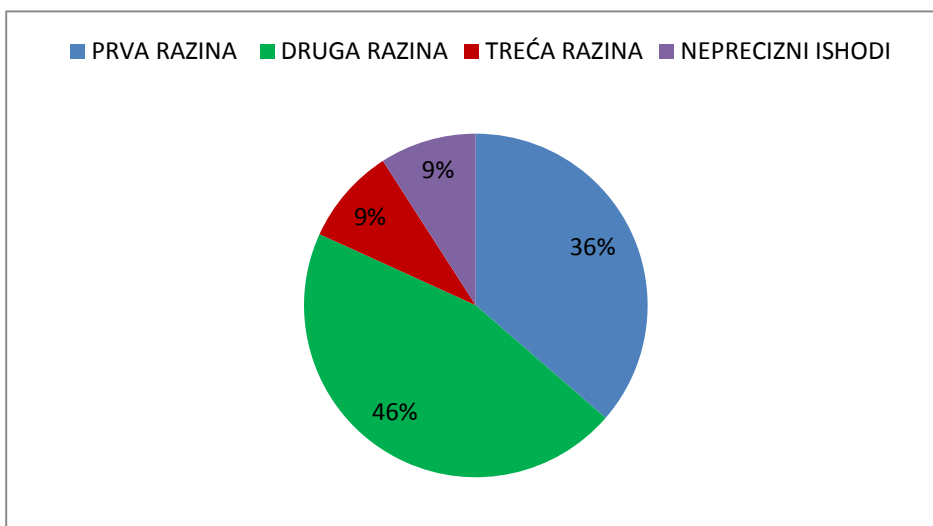
| KONCEPT                | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ishodi po PIPu i IK državne mature                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | 1. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                        | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Razvoj organizma       | <b>obrazložiti</b> da sva živa bića prolaze životni ciklus<br><b>razlikovati</b> faze životnog ciklusa<br><b>razlikovati</b> svojstva živih bića od nežive prirode<br><b>obrazložiti</b> razliku između jedno i višestaničnog organizma, te biljnog i životinjskog<br><b>objasniti</b> funkcije biljnih organa<br><b>imenovati</b> dijelove cvijeta<br><b>imenovati</b> tkiva i organske sustave životinjskog organizma te ih<br><b>povezati</b> sa njihovom funkcijom | <b>obrazložiti</b> da sva živa bića prolaze životni ciklus,<br><b>analizirati</b> pojedine faze životnog ciklusa na primjerima<br><b>usporediti</b> životne cikluse različitih organizama,<br><b>povezati</b> životni ciklus sa staničnim ciklusom, nasljeđivanjem i genetskom osnovom, povezati s bolestima i štetnim utjecajima na životni ciklus,<br><b>prepoznati</b> važnost spolnog razmnožavanja za evoluciju<br><b>uočiti</b> obrazac promjena tijekom životnog ciklusa (na nivou stanice i organizma),<br><b>povezati</b> životni ciklus s homeostazom (hormoni i drugi oblici regulacije) | <b>opisati</b> stanične diobe (mitozu i mejozu) i <b>objasniti</b> njihovu ulogu u životnome ciklusu višestaničnoga organizma<br><b>objasniti</b> osnovne etape i procese razvitka<br><b>objasniti</b> strukturnu i funkcionalnu organizaciju višestaničnoga organizma |
| Biološki važni spojevi |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>objasniti</b> kemijski sastav živih bića te osnovnu strukturu i ulogu anorganskih i organskih spojeva u njima                                                                                                                                                       |

Nastavnici očekuju od učenika koje prihvaćaju u 1. razredu gimnazije najviše konceptualnog razumjevanja (46%), dok činjeničnog znanja očekuju sa učestalošću od 36% (slika 23.). Samo u 9% ishoda učenja očekuju da su učenici sposobni upotrijebiti stečena znanja tijekom osnovnog školovanja iz prirode i biologije u rješavanju zadanih problema vezanih uz ustrojstvo živog svijeta.



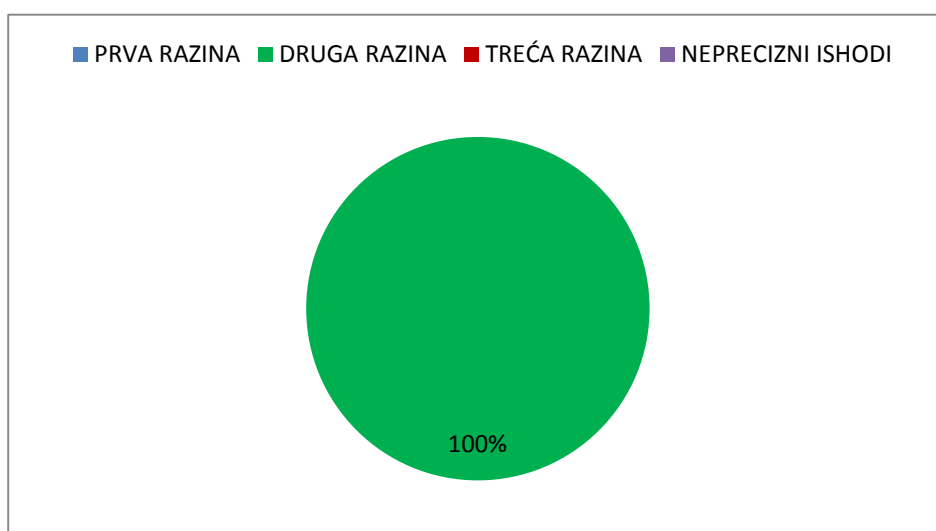
**Slika 23.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ na početku 1. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Nastavnici na završetku gimnazijskog obrazovanja očekuju od učenika da su sposobni više koristiti stečena znanja u rješavanju problema nego učenici u 1. razredu gimnazije. Učestalost zastupljenosti treće razine znanja prema analizi anketa ishoda učenja je 46% zatim slijedi zastupljenost druge razine znanja to jest konceptualno razumijevanje sa 36% na završetku 4. razreda gimnazije za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ (slika 24.).



**Slika 24.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ na završetku 4. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Svi propisani ishodi učenja u nastavnom planu i programu za gimnazije i u ispitnom katalogu za državnu maturu koji sadržajno odgovaraju makrokonceptu „Ustrojstvo živih bića“ su klasificirani prema upotrebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu u drugu razinu znanja. Od učenika se očekuje isključivo konceptualno razumjevanje pojmova vezanih uz ustrojstvo živih bića (slika 25.).



**Slika 25.** Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

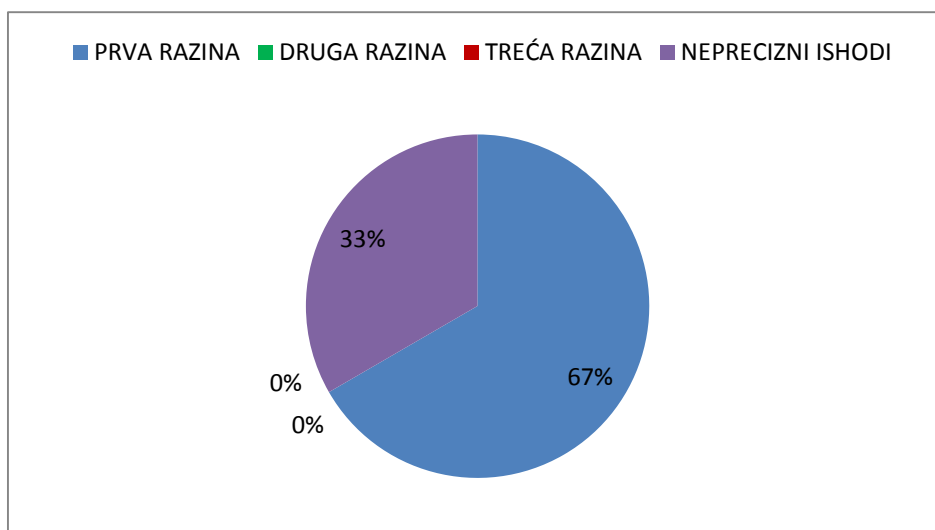
## 4.5.2 Makrokoncept „Energija“

Ishodi učenja za makrokoncept „Energija“ koje su nastavnici predložili na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ ukazuju da svim konceptima nastavnici pridaju veliku važnost.

**Tablica 13. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Energija“**

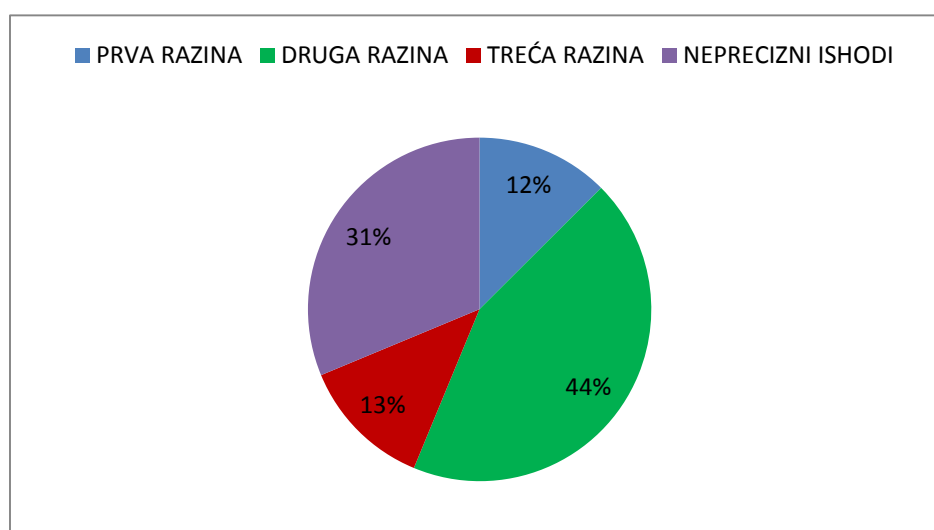
| KONCEPT                                     | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | 5. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                             | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Izvori energije i protjecanje kroz biosferu | <p><b>prepoznati</b> neke oblike i izvore energije</p> <p><b>navesti</b> načine iskorištavanja i štednje energije u njihovom okruženju</p> <p><b>prepoznati</b> biljke kao proizvođače a životinje kao potrošače</p> <p><b>uočiti</b> povezanost između biljaka i životinja putem hrane</p> <p><b>navesti</b> primjer hranidbenog lanca</p> | <p><b>obrazložiti</b> važnost sunčeve energije za život na Zemlji</p> <p><b>obrazložiti</b> važnost hrane za život</p> <p><b>razumjeti</b> da iz fosilnih goriva koristimo pohranjenu Sunčevu energiju</p> <p><b>razviti</b> naviku štednje energije</p> <p><b>primijeniti</b> recikliranje u svakodnevnom životu</p> <p><b>razlikovati</b> obnovljene i neobnovljene izvore energije</p> <p><b>obrazložiti</b> protjecanje tvari i energije</p> <p><b>navesti</b> vlastiti primjer hranidbenog lanca</p> <p><b>objasniti</b> hranidbenu mrežu i piramidu te navesti primjere</p> <p><b>shaviti</b> da tvari kruže u prirodi a energija protječe</p> | <p><b>obrazložiti</b> važnost sunčeve energije za život na Zemlji</p> <p><b>imenovati</b> različite oblike energije u prirodi i oko nas</p> <p><b>navesti</b> moguće posljedice pretjeranoga korištenja fosilnih goriva</p> <p><b>opisati</b> pretvorbu jednoga oblika u drugi oblik energije</p> <p><b>navesti</b> povezanost protoka tvari i energije sa životnim procesima u biljkama i životinjama te odnosima u hranidbenim lancima</p> <p><b>navesti</b> primjere hranidbenih odnosa</p> <p><b>obrazložiti</b> ulogu biljnoga planktona u hranidbenom lancu</p>                                                |
| Pretvorbe i pohrana energije                | <p><b>razumjeti</b> da energiju dobivamo iz hrane</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>opisati</b> pretvorbe energije iz jednog oblika u drugi</p> <p><b>obrazložiti</b> proces fotosinteze kao pretvorbu sunčeve u kemijsku energiju</p> <p><b>navesti</b> primjere i primjenu vrenja u svakodnevnom životu</p> <p><b>uočiti</b> značaj mitohondrija kao tvornice energije u kojima se odvija proces biološke oksidacije (oslobađanje ATP)</p> <p><b>razumjeti</b> proces razgradnje hranjivih tvari i oslobađanje energije koju koristimo za životne procese</p> <p><b>uočiti</b> važnost pravilne prehrane</p>                                                                                                                     | <p><b>istaknuti</b> da sva goriva posjeduju pohranjenu energiju i <b>prikazati</b> da se ona gorenjem pretvara u toplinsku energiju (toplinu)</p> <p><b>obrazložiti</b> da iz fosilnih goriva koristimo pohranjenu sunčevu energiju iz prošlosti na temelju pokusa</p> <p><b>istražiti</b> pojavu transpiracije, fotosinteze i disanja biljaka</p> <p><b>navesti</b> primjere važnosti procesa fotosinteze za život na Zemlji</p> <p><b>opisati</b> stalni protok - izmjenu vode i otopljenih tvari kroz staničnu membranu</p> <p><b>objasniti</b> na primjeru procesa iz nežive prirode protok tvari i energije</p> |

Slika 26. pokazuje da su nastavnici 33% ishoda učenja na početku 5. razreda za makrokoncept „Energija“ opisali nepreciznim aktivnim glagolima. Nastavnici očekuju od učenika koje prihvaćaju u 5. razredu OŠ samo činjenično znanje (67%) o energiji.



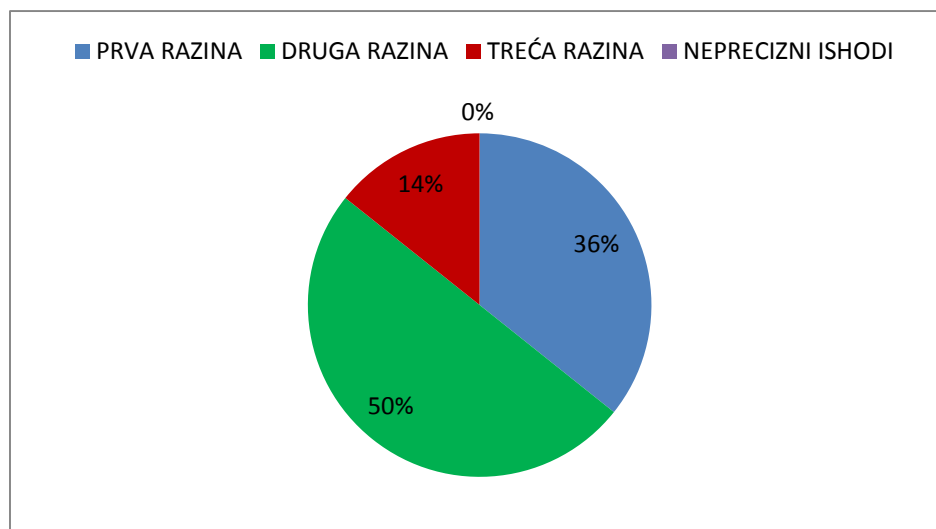
**Slika 26. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Energija“ na početku 5. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Slika 27. prikazuje da je među predloženim ishodima učenja na završetku 8. razreda OŠ za makrokoncept „Energija“ 44% njih klasificirano na drugu razinu znanja (konceptualno razumjevanje) prema upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu, dok je podjednaka učestalost (12% i 13%) ishoda klasificirano u prvu razinu znanja (činjenično znanje) i treću razinu znanja. Nastavnici podjednako od učenika očekuju činjenično znanje i da sa znanjem stečenim tijekom OŠ su sposobni rješavati zadane probleme na temu energija.



**Slika 27. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Energija“ na završetku 8. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za OŠ pokazuju kako se od učenika najviše očekuje konceptualno razumijevanje, a nešto s manjom učestalošću se očekuje činjenično znanje, dok se rješavanje problema sa stečenim znanjem o energiji očekuje s najmanjom učestalošću.



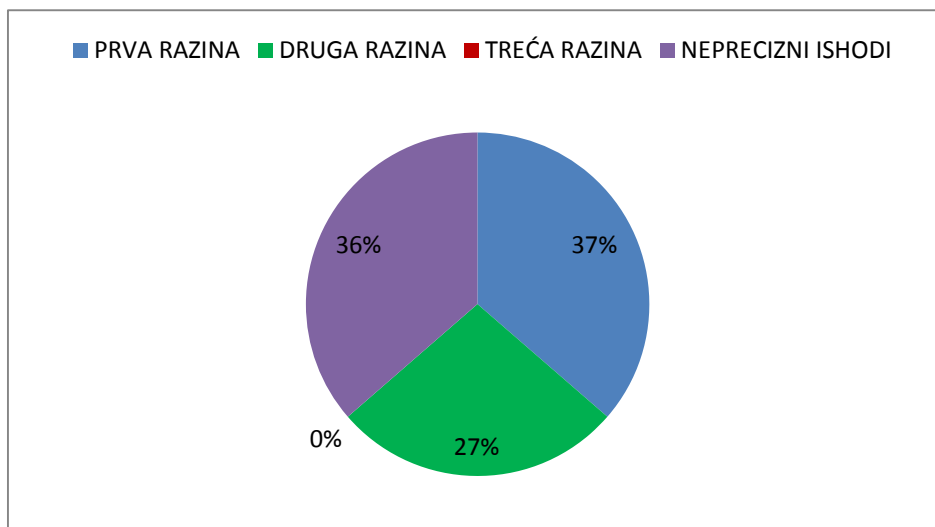
**Slika 28.** Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Energija“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Podaci dobiveni analizom ishoda učenja (tablica 14.) pokazuju kako nastavnici veliku važnost daju fotosintezi prilikom pretvorbe i pohrane energije u živim bićima. Nastavnici očekuju od učenika baratanje pojmovima fotosinteza, biološka oksidacija te vrenja već po završetku osnovne škole, dok na završetku gimnazije očekuju više konceptualno znanje tih pojmova.

**Tablica 14. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Energija“.**

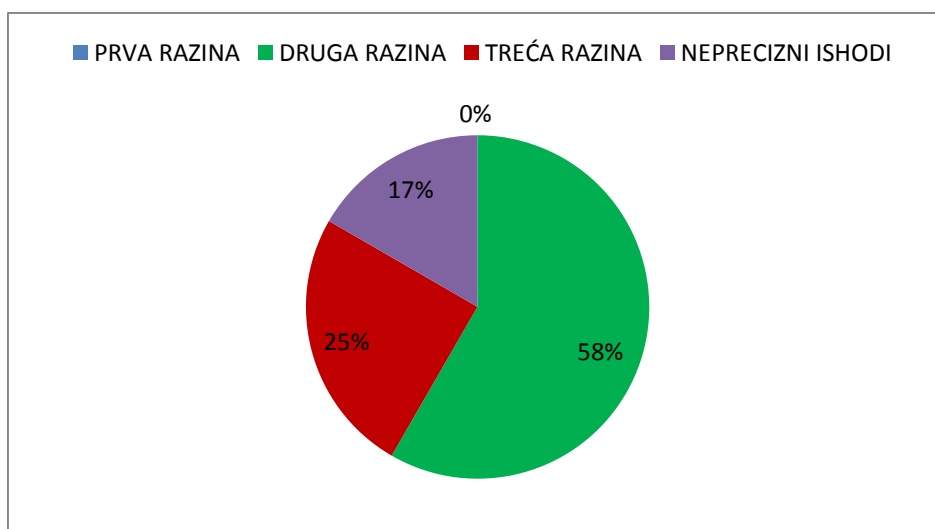
| KONCEPT                                     | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Korekcije ishoda                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | 1. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                        |
|                                             | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                        |
| Izvori energije i protjecanje kroz biosferu | <p>poznavati obnovljenje i neobnovljene izvore energije</p> <p>objasniti pojam recikliranje i važnost prikupljanja sirovina</p> <p>znati da tvari i energija kruže u prirodi iz jednog oblika u drugi</p> <p>navesti primjere hranidbenih lanaca</p> <p>navesti članove i njihovu ulogu u hranidbenom lancu</p>                                                                                                                                                                                                                                | <p>obrazložiti na primjerima razliku između obnovljivih i neobnovljivih izvora energije</p> <p>objasniti važnost zamjene fosilnih izvora energije alternativnim (solarna energija)</p> <p>analizirati prehrambenu piramidu s obzirom na broj, biomasu i količinu energije na pojedinoj razini</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>analizirati odnose ishrane u biocenozi te kruženje tvari i protjecanje energije u ekosustavu</p>                                                                                                                    |
| pretvorbe i pohrana energije                | <p>razumjeti da je u hrani pohranjena energija za obavljanje biokemijskih procesa, tj. Za rast i obavljanje rada</p> <p>objasniti proces fotosinteze</p> <p>razumjeti da se šećer dobiven fotosintezom koristi u organizmu za dobivanje energije</p> <p>objasniti stanično disanje kao proces kojim aerobni organizmi dolaze do energije na razini opće jednadžbe</p> <p>prepoznati proces vrenja kojim se dobiva energija</p> <p>razumjeti da se energiju može pohraniti u pojedinim vrstama hranjivih sastojaka u različitim organizmima</p> | <p>na primjerima obrazložiti katabolizam i anabolizam</p> <p>obrazložiti fotosintezu kroz dva dijela procesa (na svjetlu i u tami) u glavnim crtama</p> <p>shvatiti da se svjetlosna energija pretvara u kemijsku i da kao nus produkt nastaje kisik</p> <p>usporediti fotosintezu sa kemiosintezom</p> <p>objasniti biološku oksidaciju na shematskom prikazu;glikoliza, Krebsov ciklus, dišni lanac</p> <p>razumjeti da se u anaerobnim uvjetima stanično disanje svodi na vrenje, tj.samo na glikolizu</p> <p>objasniti put razgradnje hranjivih tvari u organizmu</p> <p>objasniti energetske uloge ATP-a</p> <p>diskutirati ulogu pojedinih organskih spojeva u organizmu</p> | <p>analizirati procese fotosinteze, staničnoga disanja i vrenja (na razini opće jednadžbe)</p> <p>objasniti njihove uloge za živa bića</p> <p>objasniti osnovnu strukturu i ulogu organskih spojeva u živim bićima</p> |

Nastavnici su kod određivanja ishoda učenja na početku 1. razreda gimnazije u 36% slučajeva koristili neprecizne aktivne glagole kod opisa ishoda (slika 29.). Oni najviše očekuju da učenici znaju samo činjenice koje su vezane uz makrokoncept „Energija“, dok im je konceptualno razumijevanje manje važno.



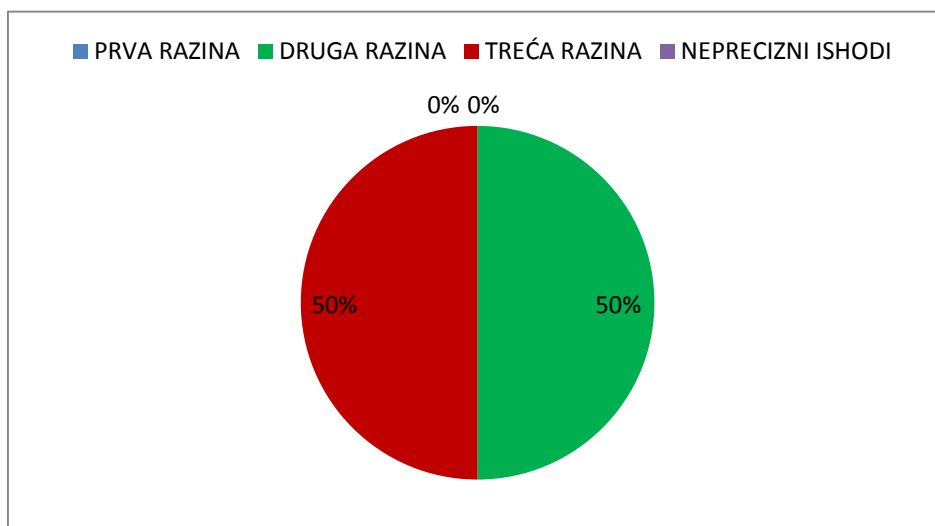
**Slika 29.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Energija“ na početku 1. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Makrokoncept „Energija“ po anketama analize učenja obuhvaća: protjecanje energije, fotosintezu, biološka oksidaciju, vrenje... To su apstraktni pojmovi i učenici ih teško shvaćaju za vrijeme osnovnog obrazovanja, pa bi ishodi učenja trebali biti vrlo precizno definirani. Slika 30. nam pokazuje da nastavnici tijekom gimnazijskog obrazovanja očekuju da učenici konceptualno razumiju te pojmove i osposobe se rješavati probleme sa stečenim znanjem.



**Slika 30.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Energija“ na završetku 4. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Činjenično znanje pojma energija, fotosinteza, stanično disanje itd. se uopće ne očekuje po nastavnom PIPu i Ispitnom katalogu za državnu maturu (slika 31.), jer su to složeni pojmovi koje se treba konceptualno razumjeti i biti u stanju s njima rješavati svakidašnje probleme.



**Slika 31.** Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Energija“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

### 4.5.3 Makrokoncept „Razmnožavanje“

Razmnožavanje organizma održava kontinuiranost života jer omogućava nastajanje potomstva iste vrste. Rezultati analize ishoda učenja nastavnika (tablica 15.) ukazuju da oni ne pridaju važnost konceptu „Opstanak vrsta“ (spolni dimorfizam, briga za potomstvo) niti na jednoj razini školovanja, dok je tom konceptu pridana velika važnost u nastavnom planu i programu za OŠ.

**Tablica 15. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Razmnožavanje“**

| KONCEPT                | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                 | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | 5. razred                                                            | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                        | Anketa nastavnika biologije                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Opstanak vrsta         | prepoznati razlike među spolovima                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | obrazložiti kako živa bića osiguravaju razmnožavanjem opstanak vrste<br>povezati razmnožavanje životinja s brojnošću potomaka i brigom za potomstvo<br>navesti oblike ponašanja životinja kao prilagodbu na načine života u prirodi<br>navesti sličnosti i razlike među spolovima                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Životni ciklus stanice | Prepoznati osobine živih bića                                        | objasniti mitozu i mejozu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | razlikovati mitozu od mejoze<br>usporediti broj kromosoma u stanici nastalih mitozom i mejozom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Oblici razmnožavanja   | objasniti pojam razmnožavanje<br>razlikovati oprašivanje od oplodnje | povezati diobu stanice s razmnožavanjem jednostaničnih i rastom mnogostaničnih organizama<br>razlikovati mitozu od mejoze<br>istaknuti da se u razvoju spolnih stanica broj kromosoma smanjuje na polovicu početnog broja,<br>istaknuti da je broj kromosoma karakterističan za vrstu<br>razlikovati spolno od nespolnog razmnožavanja<br>istaknuti da pri spolnom razmnožavanju sudjeluju oba roditelja - ženski spol i muški spol, odnosno ženska spolna stanica - jajna stanica i muška spolna stanica - spermij te da su potomci raznoliki<br>razlikovati nastajanje spermija i jajne stanice<br>obrazložiti razlike procesa oprašivanja od oplodnje<br>opisati kako muške spolne stanice (spolni kromosomi x i y) određuju spol<br>istaknuti da pri nespolnom razmnožavanju imamo samo jednog roditelja te da su potomci istovjetni svom roditelju<br>navesti primjere nespolnog razmnožavanja - diobe stanica, vegetativno, razmnožavanje, pupanje | razlikovati nesporno i spolno razmnožavanje<br>istaknuti da pri spolnom razmnožavanju sudjeluju oba roditelja - žena/ženka i muškarac/mužjak, odnosno ženska jajna stanica i muška spolna stanica - spermij te da su potomci raznoliki<br>opisati kako muške spolne stanice (spolni kromosomi X i Y) određuju spol<br>prikazati temeljne značajke razmnožavanja riba, ptica i sisavaca<br>istaknuti da se u razvoju spolnih stanica broj kromosoma smanjuje na polovicu početnoga broja<br>razlikovati proces oprašivanja od oplodnje<br>razlikovati spolne i nespolne organe biljke cvjetnjače |

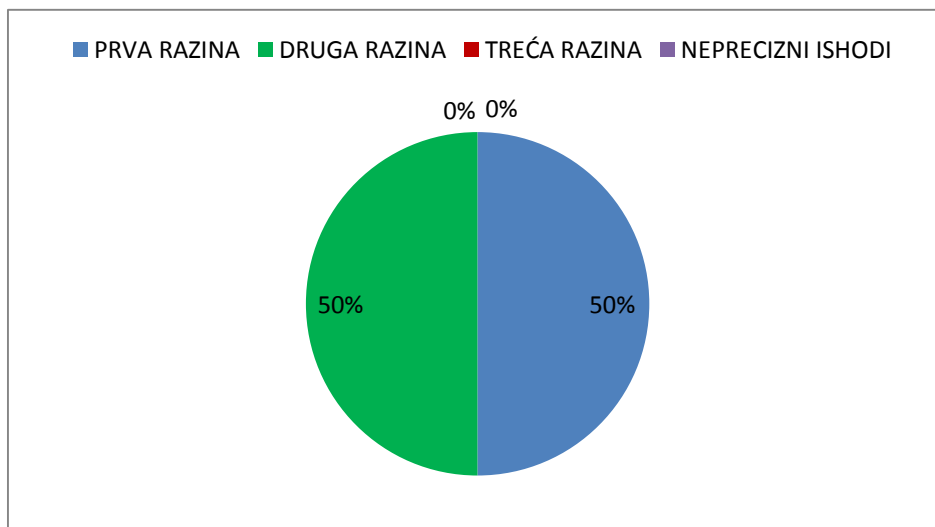
Nastavak Tablice 15. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Razmnožavanje“

| KONCEPT                          | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                   | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                    | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | 5. razred                                                              | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                  | Anketa nastavnika biologije                                            |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Molekularna osnova nasljeđivanja |                                                                        | <p>imenovati DNA i RNA kao nasljednu tvar</p> <p>istaknuti da DNA sadržava gene koji su nositelji nasljednih svojstava u živih bića</p> <p>navesti da su kromosomi građeni od mol. DNA i bjelančavina i da je broj kromosoma karakterističan za vrstu</p> | <p>opisati gene kao nositelje nasljednih osobina</p> <p>navesti što je genom</p> <p>obrazložiti zašto u jednom organizmu sve stanice imaju isti zapis ili genom</p> <p>obrazložiti da se genom sastoji od DNA molekula</p> <p>imenovati DNA i RNA kao nasljednu tvar</p> <p>istaknuti da DNA sadržava gene koji su nositelji nasljednih svojstava u svih živih bića</p> |
| Osnove genetske regulacije       | prepoznati sličnosti i razlike između roditelja i potomaka na primjeru | obrazložiti važnost genske raznolikosti za opstanak života                                                                                                                                                                                                | obrazložiti važnost genske raznolikosti za opstanak života                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

**Nastavak Tablice 15. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Razmnožavanje“**

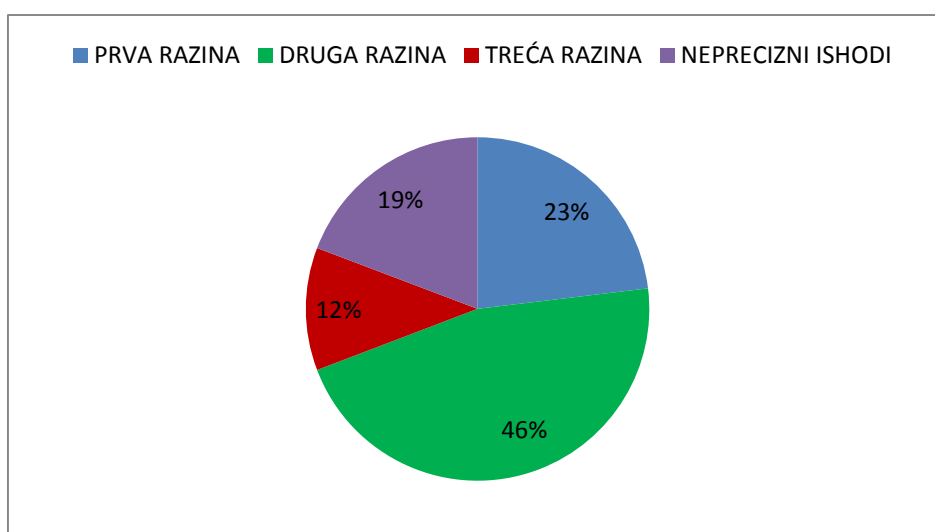
| KONCEPT              | Ishodi/postignuća na početku ciklusa | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | 5. razred                            | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                      | Anketa nastavnika biologije          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Ljudska reprodukcija | razlikovati muški i ženski spol      | prepoznati značajke pojedinih razdoblja u životu čovjeka, opisati pojavu menstruacije i polucije kao znak spolne zrelosti organizma i mogućnosti oplodnje povezati menstrualni ciklus s plodnim i neplodnim danima povezati građu i ulogu spolnih organa razlikovati pojmove zametak i plod razlikovati pojmove trudnoća i porođaj poznavati uvjete tijekom i rizike u trudnoći opisati ulogu posteljice i pupčane vrpce razlikovati metode kontracepcije te njihove pozitivne i štetne učinke navesti spolno prenosive bolesti i njihove uzročnike poticati učenike na ravnopravnost spolova | prepoznati značajke pojedinih razdoblja u životu čovjeka usporediti tjelesno i spolno sazrijevanje promatrati i opisati promjene na članovima obitelji i znancima tijekom različitih životnih razdoblja obrazložiti što je pubertet prepoznati promjene (fizičke, spolne i psihičke) koje se događaju u pubertetu povezati pojave mjesečnice i polucije sa spolnim sazrijevanjem razlikovati unutarnje organe za razmnožavanje muškaraca (sjemenici, sjemenovodi, mokraćna cijev) i žena (jajnici, jajovodi, maternica, rodnica) povezati građu i ulogu spolnih organa istaknuti važnost poznavanja menstrualnog ciklusa obrazložiti zašto spolnu zrelost treba pratiti odgovorno spolno ponašanje povezati menstrualni ciklus s plodnim i neplodnim danima navesti osnovne načine kontracepcije i obrazložiti ulogu kontracepcije opisati razvoj ploda prije rođenja; razlikovati pojmove trudnoća i porođaj; nabrojiti znakove trudnoće: izostanak mjesečnice, tjelesne promjene; opisati ulogu posteljice i pupčane vrpce; razlikovati pojmove zametak i plod; obrazložiti potrebu odgovornoga ponašanja u trudnoći navesti spolno prenosive bolesti i njihove uzročnike navesti načine prevencije prenošenja spolno prenosivih bolesti istaknuti značenje spolnoga odnosa sa zaštitnim sredstvima |
|                      |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Nastavnici od učenika koje prihvataju u 5. razredu OŠ očekuju činjenično znanje i konceptualno razumijevanje razmnožavanja (slika 32.).



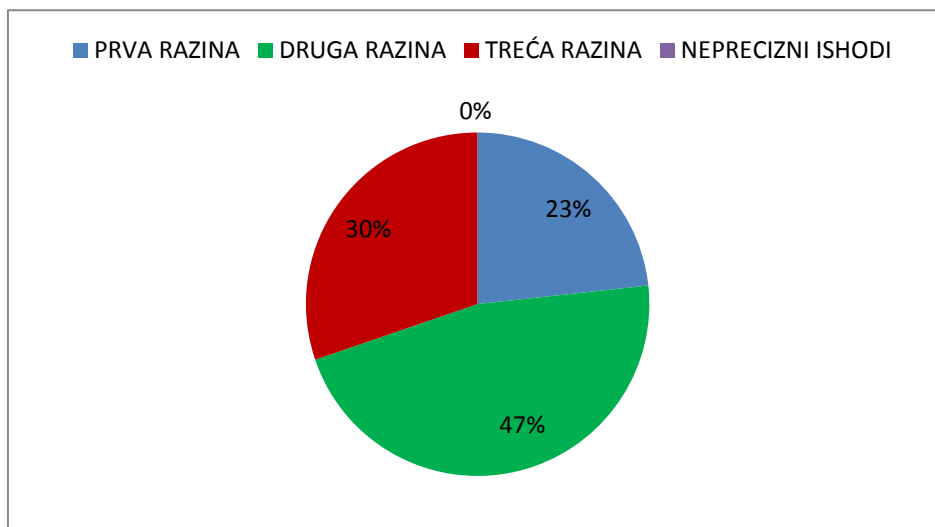
**Slika 32.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Razmnožavanje“ na početku 5. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Slika 33. prikazuje da je među predloženim ishodima učenja na završetku 8. razreda OŠ za makrokoncept „Razmnožavanje“ 46% njih klasificirano na drugu razinu znanja (konceptualno razumijevanje) prema upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu, dok je udio prve razine znanja (činjenično znanje) 23%. Nastavnici najmanje od učenika očekuju da rješavaju zadane probleme na temu razmnožavanje sa stečenim znanjem tijekom OŠ.



**Slika 33.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Razmnožavanje“ na završetku 8. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za OŠ pokazuju kako se od učenika najviše očekuje konceptualno razumijevanje, zatim rješavanje zadanih problema dok se najmanje očekuje činjenično znanje.



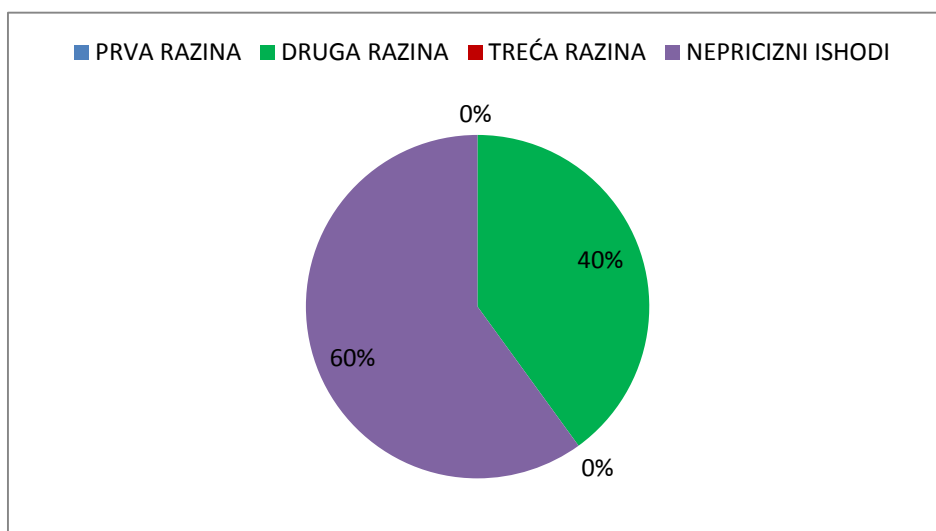
**Slika 34.** Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Razmnožavanje“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Rezultati analize ishoda učenja nastavnika (tablica 16.) ukazuju da oni ne pridaju važnost konceptu „Opstanak vrsta“ (spolni dimorfizam, briga za potomstvo) niti na jednoj razini školovanja. Prilikom obrade koncepta „Ljudska reprodukcija“ veliku važnost pridaju spolnim bolestima. Prema nastavnom PIPu za gimnaziju i Ispitnom katalogu za državnu maturu smatra se važnim: dioba stanice, građa, uloga i poremećaji spolnog sustava u tijelu čovjeka, molekularna osnova nasljeđivanja te primjena genetike u svakidašnjem životu.

Tablica 16. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Razmnožavanje“

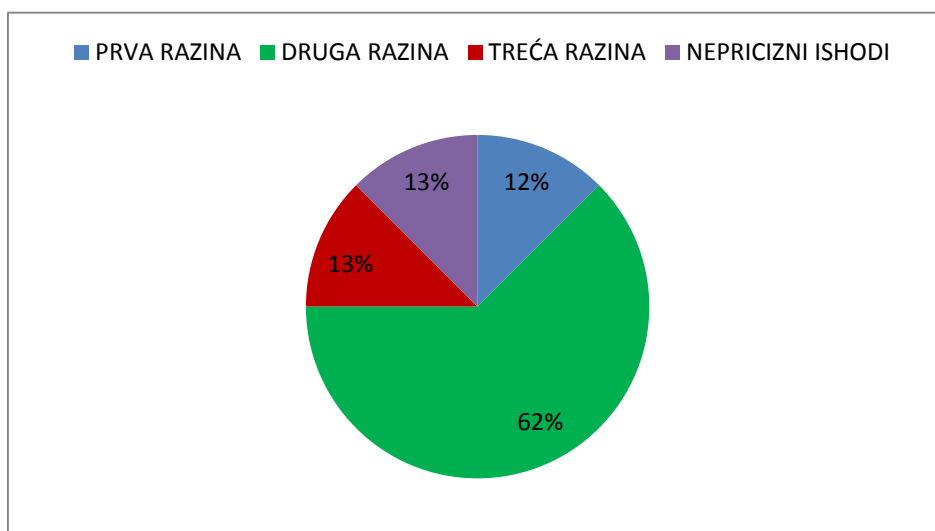
| KONCEPT                          | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                        | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                               | Korekcije ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | 1. razred gimnazije                                                         | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                  | Anketa nastavnika biologije                                                 |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Opstanak vrsta                   |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Životni ciklus stanice           | razlikovati mitozu od mejoze                                                |                                                                                                                                                                                                                      | opisati diobu stanice (mitozu i mejozu)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Oblici razmnožavanja             | razumijeti pojmove mitoze i mejoze                                          | razlikovati funkciju mitoze i mejoze u višestaničnom organizmu biljaka i životinja; objasniti zašto je redukcijaska dioba preduvjet za oplodnju                                                                      | objasniti razmnožavanje prokariota                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Molekularna osnova nasljeđivanja | obrazložiti pojam gena,kromosoma,mutacija te znati razliku između RNA i DNA | objasniti genotip i fenotip, razlikovati dominantna i recesivna svojstva, usvojiti pojmove alel,homozigot,heterozigot opisati tijek mitoze i mejoze te prepoznati temeljne značajke mejoze-redukcija i rekombinacija | objasniti osnovne genetičke pojmove i analizirati njihove međudnose objasniti kemijsku građu i mehanizam djelovanja gena objasniti i usporediti građu i organizaciju nasljedne tvari virusa, prokariota i eukariota analizirati značenje mejoze i križanja za nasljeđivanje navesti vrste promjena genotipa te objasniti moguće uzroke i posljedice objasniti mogućnosti primjene genetike na različitim područjima ljudske djelatnosti |
| Osnove genetske regulacije       |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      | opisati primjenu genetike u svakidašnjem životu ( oplemenjivanje biljaka i životinja - genetičko inženjerstvo)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Ljudska reprodukcija             | znati navesti spolno prenosive bolesti                                      | analizirati čimbenike i ponašanja koji unaprijeđuju zdravlje čovjeka od onih koji ga narušavaju                                                                                                                      | opisati građu i ulogu spolnog organskog sustava opisati poremećaje u njegovom funkcioniranju navesti glavne bolesti spolnog sustava                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Nastavnici su kod određivanja ishoda učenja na početku 1. razreda gimnazije za makrokoncept „Razmnožavanje“ u 60% ishoda koristili neprecizne aktivne glagole kod opisa svojih očekivanja (slika 35.). Ishodi učenja koje su dobro definirali svrstani su po upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu u drugu razinu znanja (konceptualno razumijevanje).



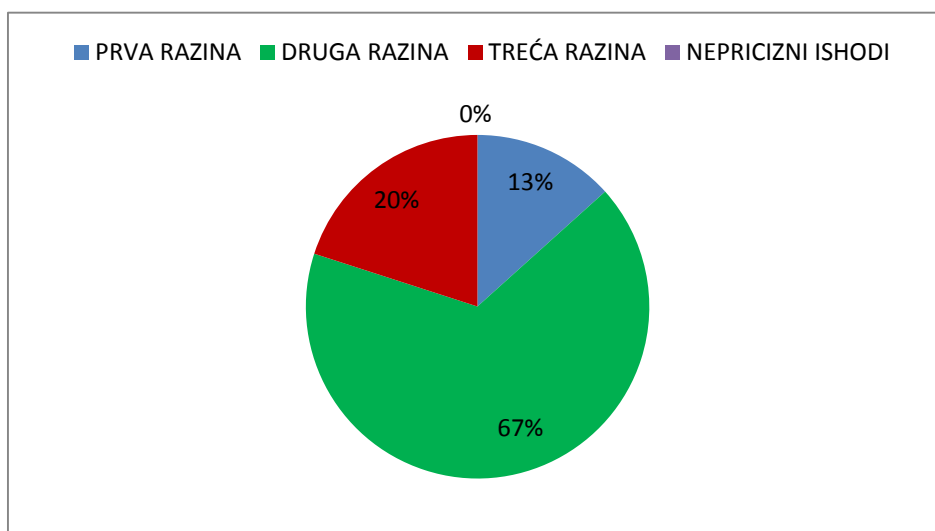
**Slika 35. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Razmnožavanje“ na početku 1. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Predloženi ishodi učenja od nastavnika na kraju gimnazijskog obrazovanja su u 87% ishoda precizno definirani (slika 36.). Od precizno definiranih ishoda učenja najveća učestalost je druge razine znanja (konceptualno razumijevanje). Znači da nastavnici od učenika očekuju da tijekom gimnazijskog obrazovanja steknu najviše konceptualno razumijevanje pojmova vezanih uz razmnožavanje. Zastupljenost prve razine znanja (činjenično znanje) i treće razine znanja (rješavanje problema) je podjednaka (12% i 13%).



**Slika 36.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Razmnožavanje“ na završetku 4. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za gimnazije i Ispitnom katalogu za državnu maturu pokazuju kako se od učenika najviše očekuje konceptualno znanje (60% ishoda) i u 20% ishoda se očekuje da učenici mogu sa stečenim znanjem o razmnožavanju rješavati nove probleme (slika 37.).



**Slika 37. Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Razmnožavanje“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

#### 4.5.4 Makrokoncept „Ravnoteža“

Rezultati analize anketa ishoda učenja na početku i na kraju OŠ (tablica 17.) za makrokoncept „Ravnoteža“ ukazuju da nastavnici daju malu važnost konceptu „Homeostaza i ekvilibrij ekosustava“, dok nastavni PIP za OŠ tom konceptu pridaje veliku važnost.

**Tablica 12. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Ravnoteža“**

| KONCEPT                        | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                       | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | 5. razred                                                                                                                                                                                                                                  | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Kruženje tvari u biosferi      | <b>usporediti</b> živu i neživu prirodu<br><b>poznavati</b> prilagodbe živih bića na uvjete okoliša<br><b>razumjeti</b> da su živa bića povezana prehranom<br><b>prepoznati</b> čovjekov utjecaj na okoliš                                 | <b>objasniti</b> da su živa bića povezana s okolišem u kojem žive<br><b>razumjeti</b> na primjerima ulogu pojedinih organizama u hranidbenom lancu<br><b>objasniti</b> utjecaj čovjeka na okoliš<br><b>obrazložiti</b> nastanak i utjecaj kiselih kiša<br>učinka staklenika i ozonskih rupa na živa bića<br><b>objasniti</b> pojam onečišćenja i uzroke onečišćenja<br><b>nabrojiti</b> biogene elemente i<br><b>objasniti</b> njihovu važnost<br><b>navesti</b> i <b>objasniti</b> kruženje vode, ugljika, kisika, dušika, | <b>razlikovati</b> biljoždere, mesoždere i sveždere<br><b>navesti</b> povezanost protoka tvari i energije sa životnim procesima u biljkama i životinjama te odnosima u hranidbenim lancima<br><b>povezati</b> prirodnu ravnotežu šume s biljkama i životinjama u hranidbenim lancima<br><b>obrazložiti</b> nastanak dušika<br><b>obrazložiti</b> značenje jednostaničnih alga u izmjeni tvari (kisika i ugljikova dioksida)                               |
| Fiziološki procesi u organizmu | <b>znati</b> da bez vode nema života<br><b>navesti</b> važnost vode za organizam<br><b>objasniti</b> važnost difuzije i osmoze<br><b>razumjeti</b> da se u hrani nalaze spojevi važni za život<br><b>prepoznati</b> izvore hranjivih tvari | <b>objasniti</b> vodu s biološkog i kemijskog aspekta u smislu održavanja života na Zemlji<br><b>objasniti</b> na primjerima difuziju osmozu i filtraciju<br><b>razumjeti</b> kapilarnost, fotosintezu, transpiraciju, gutaciju<br><b>nabrojiti</b> organske spojeve i<br><b>objasniti</b> njihovu ulogu u organizmu                                                                                                                                                                                                        | <b>istaknuti</b> zdravstveno značenje vode za piće te <b>povezati</b> važnost nadoknade vode i soli izgubljene znojenjem<br><b>opisati</b> stalni protok - izmjenu vode i otopljenih tvari kroz staničnu membranu<br><b>objasniti</b> na primjeru procesa iz nežive prirode protok tvari i energije<br><b>obrazložiti</b> važnosti difuzije i osmoze za život biljke<br><b>istaknuti</b> važnost kapilarnosti<br><b>opisati</b> uzlazni tok vode u biljci |

**Nastavak Tablice 17. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Ravnoteža“**

| KONCEPT                            | Ishodi/postignuća na početku ciklusa | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | 5. razred                            | 8. razred                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                    | Anketa nastavnika biologije          |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Homeostaza i ekvilibrij ekosustava |                                      | na primjeru <b>objasniti</b> mehanizam povratne sprege<br><b>razumjeti</b> menstrualni ciklus<br><b>objasniti</b> početak, tijek i završetak trudnoće | <b>raščlaniti</b> sastav krvi i obrazložiti ulogu krvi<br><b>povezati</b> građu srca s krvnim optokom;<br><b>opisati</b> put krvi<br><b>obrazložiti</b> ulogu srca kao crpke koja potiskuje krv do svake stanice u organizmu<br><b>razlikovati</b> arterije i vene<br><b>obrazložiti</b> i <b>povezati</b> ulogu limfnih žila s krvotokom<br><b>odrediti</b> položaj srca u prsnoj koži temeljem praktičnoga rada<br><b>prikazati</b> mjerenje pulsa i krvnog tlaka<br><b>pokazati</b> pružanje prve pomoći pri zaustavljanju krvarenja<br><b>nabrojiti</b> organe dišnog sustava<br><b>opisati</b> izmjenu plinova u plućima<br><b>obrazložiti</b> biološku oksidaciju<br><b>obrazložiti</b> povezanost uloge dišnog i krvožilnog sustava<br><b>navesti</b> potrebu zaštite dišnog sustava od prašine, plinova (nošenje zaštitnih sredstava)<br><b>imenovati</b> dijelove probavnog sustava i opisati njihovu ulogu;<br><b>obrazložiti</b> ulogu probave u razgradnji hrane<br><b>povezati</b> građu probavnog sustava čovjeka s ishranom namirnicama biljnoga i životinjskoga podrijetla;<br><b>navesti</b> važnost disanja na nos, boravka u prirodi, zaštitu od promuklosti i oštećenja glasnica (naprezanje glasnica). |
|                                    |                                      |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

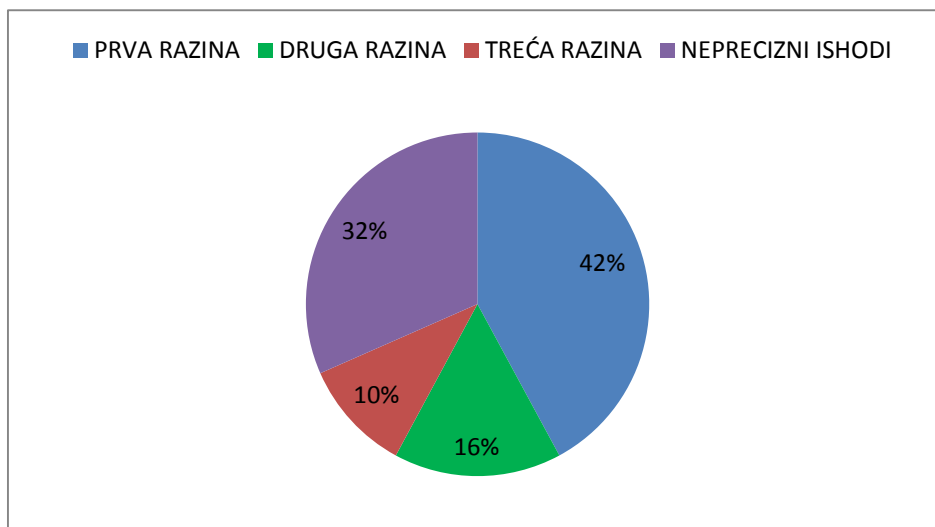
**Nastavak Tablice 17. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Ravnoteža“**

| KONCEPT              | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | 5. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                      | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Simbionti i patogeni | <b>razumjeti</b> da čovjek svojim postupcima može utjecati na zdravlje<br><b>povezati</b> utjecaj sporta na očuvanje zdravlja<br><b>objasniti</b> važnost zdrave prehrane (vitamini)<br><b>nabrojiti</b> sredstva ovisnosti i njihov učinak na zdravlje<br><b>nabrojiti</b> neke bolesti<br><b>razlikovati</b> zarazne i nezarazne bolesti | <b>objasniti</b> opasnosti za zdravlje od današnjeg načina života ( stres, ovisnosti, širenje bolesti, alergije, mutacije unutar organizma...)<br><b>težiti i razvijati</b> stav za zdravo življenje(pravilna prehrana, fizička aktivnost ,boravak u prirodi.)<br><b>nabrojiti</b> vitamine i <b>objasniti</b> ulogu i izvore<br><b>objasniti</b> štetne posljedice različitih ovisnosti<br><b>povezati</b> uzročnike bolesti s načinom liječenja i prevencije<br><b>sastaviti</b> jelovnik prema prehrambenoj piramidi<br><b>objasniti</b> što su alergije nabrojiti najčešće alergene tvari | <b>odrediti</b> važnost hrane za organizam<br><b>obrazložiti</b> važnost pravilne prehrane i predložiti dnevne obroke<br><b>opisati</b> pravilne prehrabene navike<br><b>prepoznati</b> najpoznatije vrste voća, povrća i žitarica koje koristimo u prehrani<br><b>istaknuti</b> vrijednost voća, povrća i žitarica u svakodnevnoj prehrani<br><b>navesti</b> važnost higijenskih navika, redovite i pravilne njege zubi, redovitoga odlaska zubaru<br><b>obrazložiti</b> štetnost djelovanja prekomjernoga izlaganja kože suncu s nastankom raka kože<br><b>navesti</b> bolesti koje se prenose krvlju<br><b>istaknuti</b> potrebu opreza pri dodiru s tuđom krvlju (ljudskom i životinjskom)<br><b>obrazložiti</b> štetnost pušenja za dišne organe i glasnice<br><b>obrazložiti</b> potrebu održavanja higijene i steći pravilne higijenske navike<br><b>navesti</b> primjere opasnosti za zdravlje od pušenja, alkohola, zlorabe lijekova i droga<br><b>obrazložiti</b> pojam ovisnosti<br><b>obrazložiti</b> vezu između alkoholizma, nesreća na radu i u prometu, zlostavljanja, kriminala, gubitka samopoštovanja;<br><b>razlikovati</b> kratkotrajne i dugotrajne posljedice ovisnosti na zdravlje;<br><b>navesti</b> opasnosti i štete koju ovisnost donosi pojedincu, obitelji, društvu |

**Nastavak Tablice 17. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Ravnoteža“**

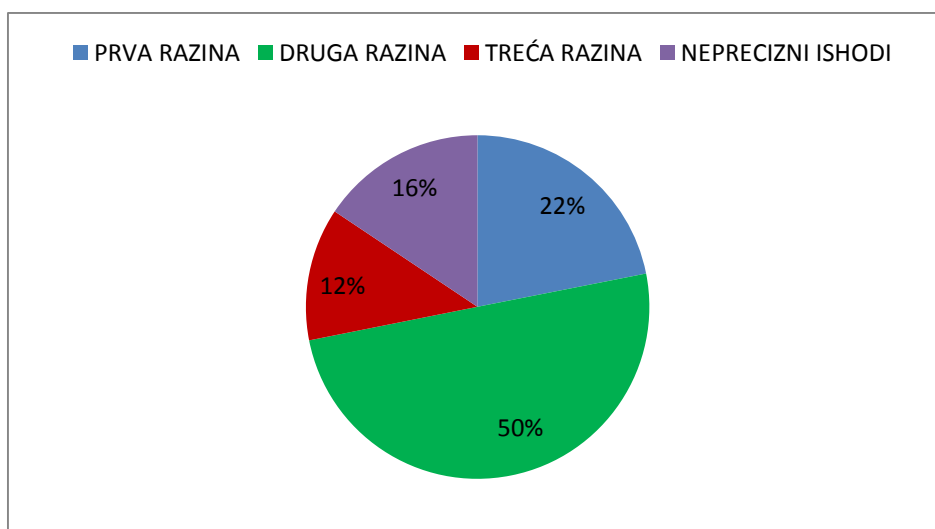
| KONCEPT        | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                 | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | 5. razred                                                                                                                                                                                            | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Održivi razvoj | <b>navesti</b> neka zaštićena područja RH<br><b>nabrojiti</b> neke zaštićene biljne i životinjske vrste<br><b>razumjeti</b> smisao uzgoja biljaka i životinja <b>navesti</b> primjere iz svoga kraja | <b>obrazložiti</b> važnost zaštite cjelokupne prirode, te kako globalne promjene utječu na okoliš i kvalitetu života na primjeima<br><b>nabrojiti i imeovati</b> zaštićene biljke, životinje i kategorije zaštite<br><b>navesti</b> uzroke ugroženosti<br><b>osvijestiti</b> i racionalno zantikoristiti prirodu (prirodne zalihe, štetnici, biološka sredstva, bioindikatori)<br><b>poznavati</b> bioindikatore<br><b>razvijati</b> svijest o ekološkom i biološkom uzgoju hrane | <b>opisati</b> štetna djelovanja pretjeranoga iskorištavanja šuma (erozija) i kiselih kiša<br><b>istaknuti</b> uzroke nestanka biljnih i životinjskih vrsta<br><b>prepoznati</b> ugrožene i/ili zaštićene biljne i životinjske vrste u Hrvatskoj<br><b>istaknuti</b> znakove vezane uz očuvanje i zaštitu prirode<br><b>nabrojiti</b> zaštićena prirodna područja zavičaja<br><b>navesti</b> ugrožene i/ili zaštićene biljne i životinjske vrste u zavičaju i uzroke ugroženosti<br><b>navesti</b> temeljne spoznaje o načelima suvremenoga poljodjelstva u smislu očuvanja okoliša i prirodne ravnoteže<br><b>opisati</b> moguće posljedice pretjerane primjene pesticida i umjetnih gnojiva na biološku raznolikost travnjaka i zdravlje ljudi promatranjem<br><b>prepoznati</b> znakove opasnosti na ambalaži sredstava za zaštitu biljaka<br><b>razlikovati</b> mehaničko i biološko pročišćavanje vode<br><b>obrazložiti</b> samopročišćavanje vode<br><b>povezati</b> prisustvo vrste organizama u vodi sa stupnjem njezina onečišćenja |

Slika 38. pokazuje da su nastavnici 32% ishoda učenja na početku 5. razreda OŠ za makrokoncept „Ravnoteža“ opisali nepreciznim aktivnim glagolima. Nastavnici od učenika koje prihvaćaju u 5. razredu OŠ najviše očekuju činjenično znanje, zatim konceptualno razumijevanje, a najmanje očekuju rješavanja zadanih problema na temu ravnoteža.



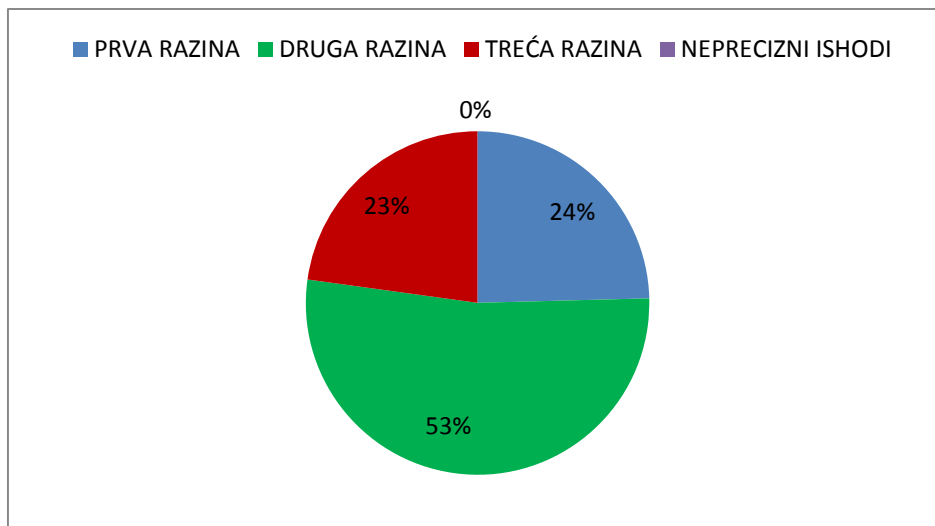
**Slika 38. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Ravnoteža“ na početku 5. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Slika 39. prikazuje da je među predloženim ishodima učenja na završetku 8. razreda OŠ za makrokoncept „Ravnoteža“ 50% njih klasificirano u drugu razinu znanja (konceptualno razumijevanje) prema upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu, dok je udio prve razine znanja (činjenično znanje) 22%. Nastavnici najmanje od učenika očekuju da rješavaju zadane probleme na temu ravnoteža sa stečenim znanjem tijekom OŠ.



**Slika 39. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Ravnoteža“ na završetku 8. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za OŠ pokazuju kako se od učenika najviše očekuje konceptualno znanje (53% ishoda), dok se podjednako od učenika očekuje činjenično znanje i rješavanje zadanih problema sa stečenim znanjem tijekom OŠ o ravnoteži.



**Slika 40.** Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Ravnoteža“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Rezultati analize anketa ishoda učenja na početku i na kraju gimnazijskog obrazovanja (tablica 18.) za makrokoncept „Ravnoteža“ ukazuju da nastavnici daju važnost konceptima „Kruženju tvari u biosferi“, „Održivom razvoju“ i „Fiziološki procesi u organizmu“. Aktualni nastavni PIP za gimnazije ne ističe niti u jednom propisanom ishodu učenja važnost difuzije i osmoze. Propisani ishodi (MZOŠ, 1995 i NCVVO, 2010) učenja ističu važnost održavanja i očuvanja zdravlja za svaki organski sustav, te pridaju važnost opasnostima i načinima sprečavanja ovisnosti o psihoaktivnim tvarima.

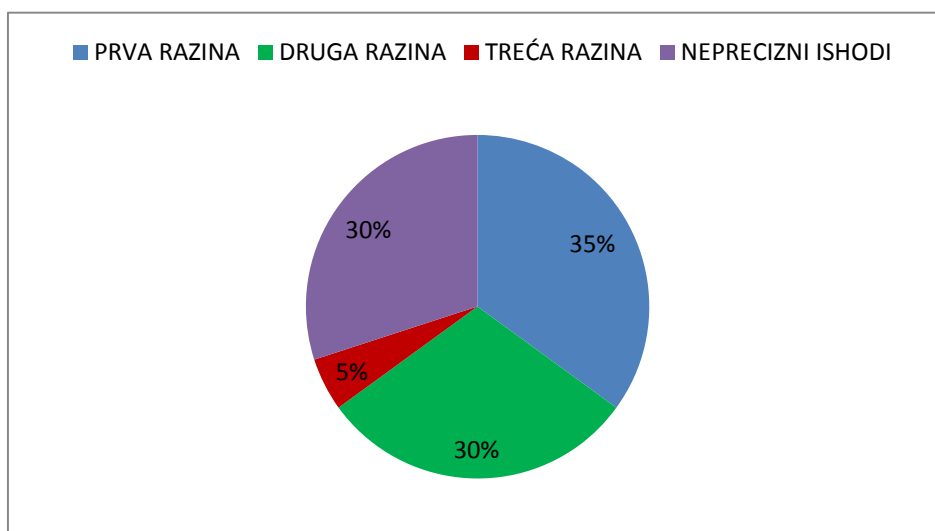
**Tablica 18. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Ravnoteža“**

| KONCEPT                            | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Korekcije ishoda                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | 1. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                    | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |
| Kruženje tvari u biosferi          | <b>obrazložiti</b> cjelovitost ekosustava i što sve može djelovati na promjene<br><b>razumjeti</b> pojam prirodne ravnoteže<br><b>obrazložiti</b> u osnovnim crtama onečišćenje kroz par primjera(kisele kiše, učinak staklenika, ozonske rupe)<br><b>navesti</b> biogene elemente<br><b>opisati</b> ciklus vode i CO2<br><b>razumjeti</b> da tvari neprekidno kruže kroz živu i neživu prirodu | <b>povezati</b> na primjerima učinke onečišćenja (globalno zatopljenje,ozonske rupe) sa smanjenjem bioraznolikosti<br><b>obrazložiti</b> značenje biogenih elemenata i biogeokemijskih ciklusa                                                                                                                                                                           | <b>analizirati</b> štetne utjecaje čovjeka na biosferu te mjere kojima se štetni utjecaji mogu smanjiti                                                                                                           |
| Fiziološki procesi u organizmu     | <b>poznavati</b> organske spojeve kao sastojke hrane od kojih se neki koriste kao izvori energije, a neki imaju gradivnu ulogu<br><b>povezati</b> važnost vode sa procesima u organizmu i održavanjem zdravlja<br><b>navesti</b> primjere za difuziju i osmozu<br><b>opisati</b> fizikalno kemijske procese u organizmu                                                                         | <b>obrazložiti</b> građu molekule vode sa njezinom ulogom u održanju života<br><b>razlikovati</b> aktivni od pasivnog prijenosa (navesti primjere)<br><b>objasniti</b> difuziju, osmozu, koheziju, adheziju, transpiraciju,gutaciju<br><b>obrazložiti</b> kroz primjere uloge: ugljikohidrata,lipida,proteina i nukl. kiselina te utjecaj njihov nedostataka na zdravlje | <b>objasniti</b> osnovne procese vezane uz promet vode u biljci<br><b>analizirati</b> značenje procesa vezanih uz izmjenu tvari i energije u biljci<br><b>objasniti</b> utjecaj ekoloških čimbenika na te procese |
| Homeostaza i ekvilibrij ekosustava |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>obrazložiti</b> značenje povratne sprege kroz djelovanje enzima i održanje zdravlja na primjerima prijenosa živčanog podražaja (ovisnosti) spolnog sustava(menstrualni ciklus i trudnoća) i raznih bolesti (imunost)<br><b>opisati</b> građu pojedinih organa i<br><b>objasniti</b> njihovu fiziologiju i ulogu u homeostazi                                          | <b>analizirati</b> značenje pojedinih organa i organskih sustava u održanju homeostaze organizma                                                                                                                  |

**Nastavak Tablice 18. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Ravnoteža“**

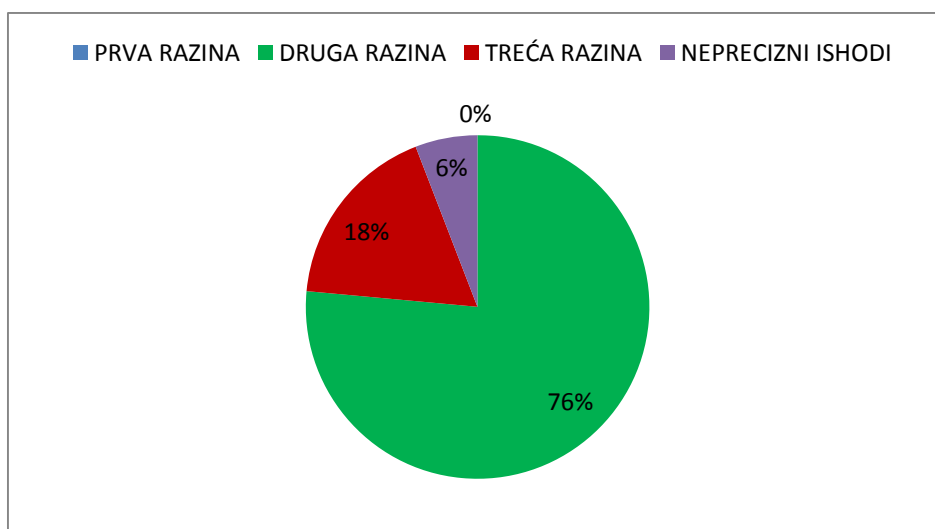
| KONCEPT              | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Korekcije ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | 1. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                      | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Simbionti i patogeni | <p>objasniti pravilne prehrambene navike</p> <p>shvatiti pojam zdravlja i potrebu očuvanja zdravlja</p> <p>navesti bolesti</p> <p>pojmiti ovisnost kao bolest</p> <p>razumjeti alergijske reakcije</p>                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>opisati načine suzbijanja bolesti uzrokovanih virusom i bakterijama</p> <p>analizirati čimbenike i ponašanja koji unapređuju zdravlje čovjeka od onih koji ga narušavaju</p> <p>razumjeti opasnosti i načine djelotvornog sprečavanja ovisnosti o psihoaktivnim tvarima</p> <p>navesti glavne poramećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka</p> <p>opisati mjere za suzbijanje bolesti uzrokovanih parazitskim protoktistima</p> |
| Održivi razvoj       | <p>navesti neke zaštićene vrste i područja</p> <p>navesti korisne i štetne primjere iskorištavanja prirode</p> <p>opisati utjecaj čovjeka i drugih čimbenika na ekosustave</p> <p>navesti bioindikatore i biološka sredstva zaštite</p> <p>razumjeti pojam ugroženost vrsta na primjerima iz bliže okoline</p> | <p>obrazložiti na primjerima međuovisnost abiotičkih i biotičkih čimbenika unutar biocenoze i ekosustava</p> <p>objasniti ekološku valenciju</p> <p>povezati hranidbene mreže sa ugroženosti vrsta</p> <p>obrazložiti važnost zaštite pojedinih vrsta, područja i povezati to sa globalnim promjenama u biosferi</p> <p>na primjerima</p> <p>obrazložiti značenje bioindikatora</p> <p>objasniti utjecaj poljoprivrede i industrije na ravnotežu ekosustava</p> <p>razumjeti pojam eutrofikacije, globalne promjene, prirodne zalihe</p> | <p>analizirati štetne utjecaje čovjeka na biosferu te mjere kojima se štetni utjecaji mogu smanjiti (održivi razvoj u Republici Hrvatskoj i u svijetu)</p> <p>opisati razloge ugroženosti i potrebne mjere zaštite</p>                                                                                                                                                                                                                        |

Slika 41. nam pokazuje da su nastavnici 30% ishoda učenja na početku gimnazijskog obrazovanja za makrokoncept „Ravnoteža“ opisali sa nepreciznim aktivnim glagolima. Nastavnici od učenika koje prihvataju u prvom razredu gimnazije očekuju podjednako činjenično znanje i konceptualno razumijevanje makrokoncepta „Ravnoteža“. Najmanje od učenika očekuju da sa stečenim znanjem tijekom osnovnog školovanja rješavaju zadane probleme na temu ravnoteža.



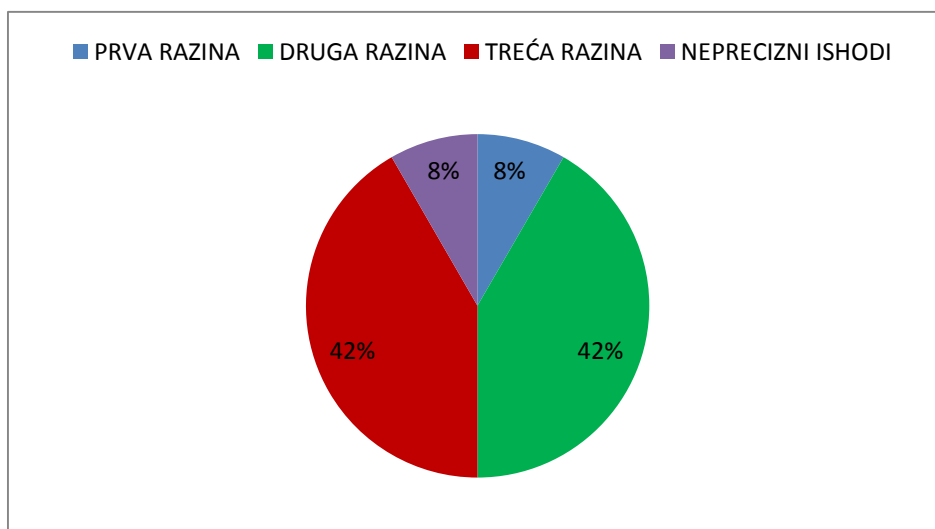
**Slika 41. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Ravnoteža“ na početku 1. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Nastavnici očekuju da učenici tijekom gimnazijskog obrazovanja to jest na završetku 4. razreda gimnazije konceptualno razumiju makrokoncept ravnotežu i da su sposobni sa tim stečenim znanjem rješavati zadane probleme (slika 42.).



**Slika 42. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Ravnoteža“ na završetku 4. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za gimnazije i Ispitnom katalogu za državnu maturu pokazuju kako se od učenika podjednako zastupljenošću očekuje konceptualno razumijevanje i sposobnost rješavanja problema vezanih uz ravnotežu (slika 43).



**Slika 43. Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Ravnoteža“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

#### 4.5.5 Makrokoncept „Međuovisnost“

Nastavnici su sadržajno jako dobro razradili makrokoncept „Međuovisnost“ što pokazuju dobiveni rezultati analize anketa ishoda učenja (tablica 19).

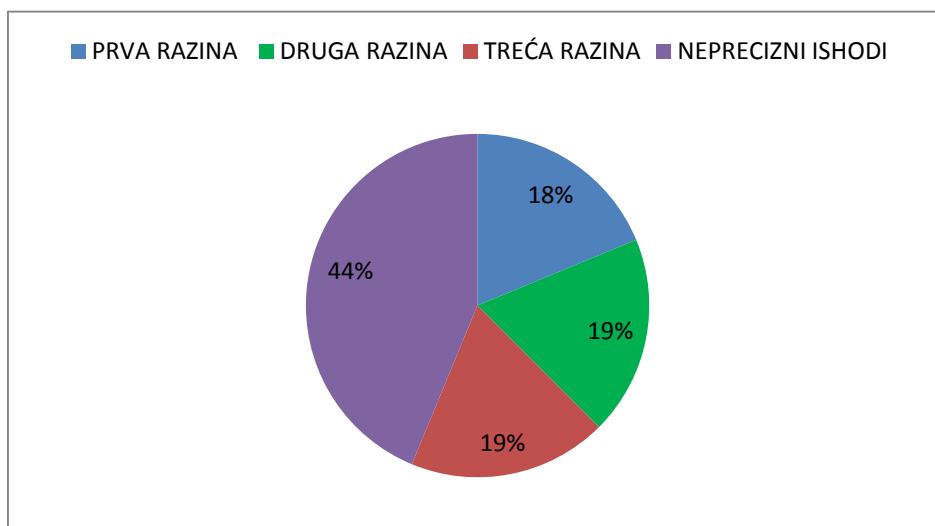
**Tablica 19. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Međuovisnost“**

| KONCEPT      | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | 5. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|              | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Uvjetovanost | <p><b>razumjeti</b> da živa bića reagiraju na podražaje</p> <p><b>nabrojiti</b> osjetila i <b>povezati</b> vrstu podražaja sa reakcijom</p> <p><b>nabrojiti</b> životne uvjete i <b>objasniti</b> njihovu važnost</p>                                                                                                                                                  | <p><b>obrazložiti</b> podražljivost i podražaj</p> <p><b>opisati</b> refleks</p> <p><b>navesti</b> primjere refleksnih pokreta</p> <p><b>navesti</b> vrste osjeta</p> <p><b>opisati</b> građu osjetila (oko, uho, nos, jezik, koža)</p> <p><b>objasniti</b> nastanak osjeta</p> <p><b>objasniti</b> što su mutacije</p> <p><b>navesti</b> neke uzroke mutacija</p> <p><b>objasniti</b> značenje korisnih, štetnih i neutralnih mutacija</p> <p><b>razumjeti</b> njihovu važnost u procesu evolucije</p> <p><b>nabrojati</b> životne uvjete</p> <p><b>protumačiti</b> važnost životnih uvjeta za opstanak organizma</p>                                                                                   | <p><b>navesti</b> primjere prilagodba organizama životnim uvjetima staništa</p> <p><b>obrazložiti</b> povezanost proizvođača, potrošača i razlagača</p> <p><b>opisati</b> prilagodbe živih bića životnim uvjetima</p> <p><b>istražiti</b> životne uvjete na odabranoj postaji (izmjeriti: temperaturu zraka, tla, vode, procijeniti količinu svjetlosti)</p> <p><b>usporediti</b> životne uvjete u priobalnom i obalnom području</p> <p><b>povezati</b> utjecaj životnih uvjeta na opstanak i rasprostranjenost živih bića</p> <p><b>navesti</b> mnogobrojnost osjeta</p> <p><b>istaknuti</b> značenje osjeta u preživljavanju, kvaliteti življenja i međusobnome sporazumijevanju</p> |
| Reakcija     | <p><b>shvatiti</b> važnost kretanja u smislu pronalaženja hrane, spolnog partnera, bijeg od predatora</p> <p><b>navesti</b> načine kretanja na primjerima <b>uočiti</b> da organizmi imaju različite organe za pokretanje</p> <p><b>obrazložiti</b> različito ponašanje životinja</p> <p><b>objasniti</b> na primjeru samotnjački način života i život u zajednici</p> | <p><b>objasniti</b> što je provodljivost</p> <p><b>objasniti</b> što je sinapsa</p> <p><b>navesti</b> razloge kretanja</p> <p><b>razumjeti</b> ovisnost načina kretanja o životnoj sredini</p> <p><b>opisati</b> način kretanja u vodi, zraku i na tlu</p> <p><b>navesti</b> organe za kretanje</p> <p><b>razjasniti</b> ulogu mišića i kosti u pokretanju</p> <p><b>opisati</b> načine života</p> <p><b>objasniti</b> na primjeru simbiozu</p> <p><b>obrazložiti</b> prednosti života u skupini <b>usporediti</b> ponašanja životinja</p> <p><b>navesti</b> nazive skupina nekih životinja</p> <p><b>objasniti</b> pojam modifikacije</p> <p><b>navesti</b> nekoliko primjera i uzroka modifikacije</p> | <p><b>obrazložiti</b> električnu prirodu rada mišića</p> <p><b>povezati</b> veze između mišića i kostiju s pokretanjem ljudskog tijela</p> <p><b>obrazložiti</b> električnu prirodu živčanoga impulsa, pojmove podražljivost i električnu provodnost živčane stanice i živca</p> <p><b>navesti</b> sinapsu kao specifičnu vezu između živčanih stanica ili živčanih stanica i mišićnih vlakana</p> <p><b>obrazložiti</b> refleks i njegovu zaštitnu ulogu</p>                                                                                                                                                                                                                          |

**Nastavak Tablice 19. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Međuvodnost“**

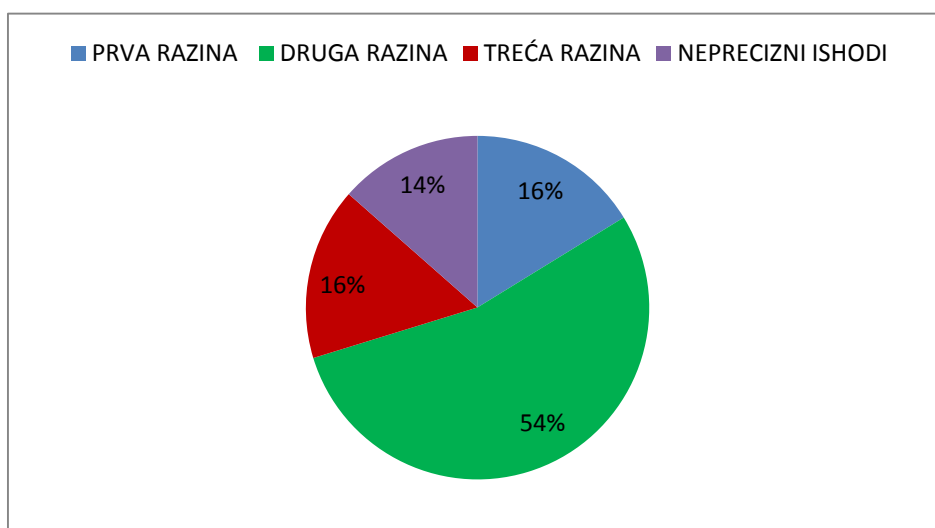
| KONCEPT    | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | 5. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|            | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Regulacija | <p><b>spoznati</b> da mozak upravlja organizmom</p> <p><b>razumjeti</b> da okoliš utječe na živa bića</p> <p><b>shvatiti</b> da priroda sama odabire</p> <p><b>znati</b> da hormoni uzrokuju promjene nekih obilježja u pubrtetu</p> <p><b>znati</b> da je otpornost organizma važna u obrani od bolesti</p> <p><b>povezati</b> biološke ritmove sa uvjetima života</p> | <p><b>shvatiti</b> važnost usklađenost rada svih organa (organskih sustava) u organizmu</p> <p><b>usvojiti</b> osnovnu građu živčanog sustava (centralnog i perifernog)</p> <p><b>razlikovati</b> središnji, periferni autonomni i voljni živčani sustav i navest njihove uloge</p> <p><b>opisati</b> kako autonomni živčani sustav upravlja organima</p> <p><b>istaknuti</b> važnost endokrinih žljezda u regulaciji životnih procesa u organizmu i <b>povezati</b> pojedinu žljezdu s hormonom koji izlučuje</p> <p><b>objasniti</b> posljedice koje najčešći hormonski poremećaji imaju na ljudski organizam</p> <p><b>usporediti</b> djelovanje hormona</p> <p><b>objasniti</b> imunost</p> <p><b>opisati</b> postizanje imunosti</p> <p><b>razlikovati</b> vrste imunosti</p> <p><b>shvatiti</b> da način života utječe na očuvanje imunosti i pojavu bolesti modernog doba objasniti procese u organizmu(disanje izmjena tvari zimski san...)</p> <p><b>objasniti</b> selekciju na primjeru</p> <p><b>usporediti</b> prirodnu i umjetnu selekciju</p> | <p><b>razlikovati</b> središnji, periferni, autonomni i voljni živčani sustav i <b>navesti</b> njihove uloge</p> <p><b>opisati</b> kako autonomni živčani sustav upravlja organima kojih rad nije pod utjecajem naše volje</p> <p><b>opisati</b> ovisnost ozljeda središnjega i perifernoga živčanoga sustava o zdravlju čovjeka</p> <p><b>razlikovati</b> žlijezde s vanjskim i unutarnjim izlučivanjem</p> <p><b>obrazložiti</b> značenje hormona za životne procese</p> <p><b>usporediti</b> i <b>povezati</b> ulogu živčanoga sustava s ulogom žlijezda s unutarnjim izlučivanjem</p> <p><b>imenovati</b> nekoliko hormona (tiroksin, adrenalin, inzulin, hormon rasta, spolni hormoni)</p> <p><b>razlikovati</b> stečenu i urođenu imunost;</p> <p><b>obrazložiti</b> ulogu protutijela i njihovu povezanost s leukocitima</p> <p><b>povezati</b> zarazu HIV virusom s gubitkom imunosti;</p> <p><b>prepoznati</b> alergene kao tvari koje uzrokuju alergije;</p> <p><b>pokazati</b> na slici nakupine limfnih čvorova na tijelu.</p> |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Slika 44. pokazuje da su nastavnici 44% ishoda učenja na početku 5. razreda za makrokoncept „Međuovisnost“ opisali sa nepreciznim aktivnim glagolima. Nastavnici od učenika koje prihvataju u 5. razredu OŠ očekuju podjednako činjenično znanje, konceptualno razumijevanje i rješavanje problema na temu međuovisnost.



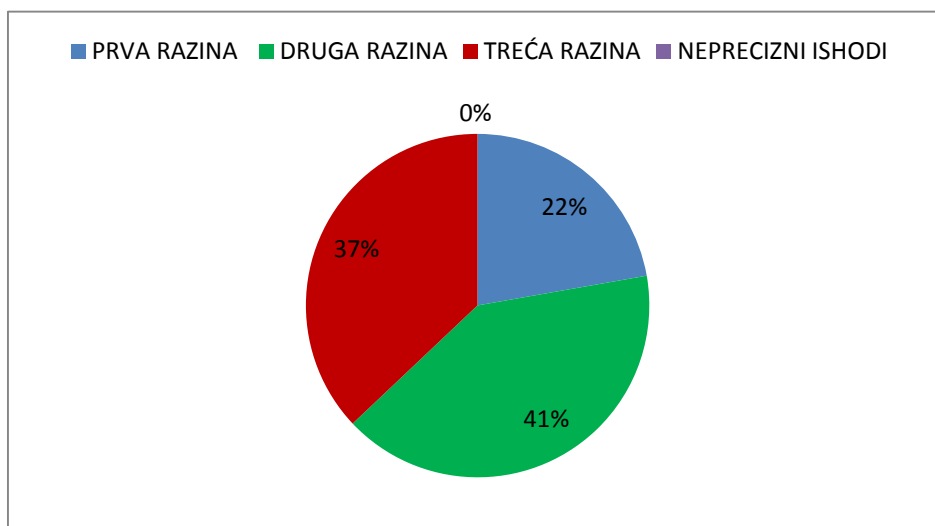
**Slika 44.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Međuovisnost“ na početku 5. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Slika 45. prikazuje da je među predloženim ishodima učenja na završetku 8. razreda OŠ za makrokoncept „Međuovisnost“ 54% njih klasificirano na drugu razinu znanja (konceptualno razumjevanje) prema upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu, dok je 16% ishoda klasificirano u prvu razinu znanja (činjenično znanje) i treću razinu (rješavanje problema).



**Slika 45.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Međuovisnost“ na završetku 8. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za OŠ pokazuju kako se od učenika najviše očekuje konceptualno znanje (41% ishoda), a u 37% ishoda se očekuje da učenici mogu sa stečenim znanjem o međuovisnosti rješavati nove probleme (slika 46.). Najmanje se od učenika očekuje činjenično znanje samo u 22% ishoda.



**Slika 46. Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS,2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Međuovisnost“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Nastavnici su sadržajno jako dobro razradili makokoncept „Međuvodnost“ što pokazuju dobiveni rezultati analize anketa ishoda učenja (tablica 20.). Reakcijom nastaju ili se raskidaju kemijske veze i to se događa stalno u našem organizmu u našoj okolini... Povezivanje reakcije i kemijskih veza nisu predloženi ni u anketama nastavnika, a ni u propisanom nastavnom PIPu za gimnazije ni u Ispitnom katalogu za državnu maturu.

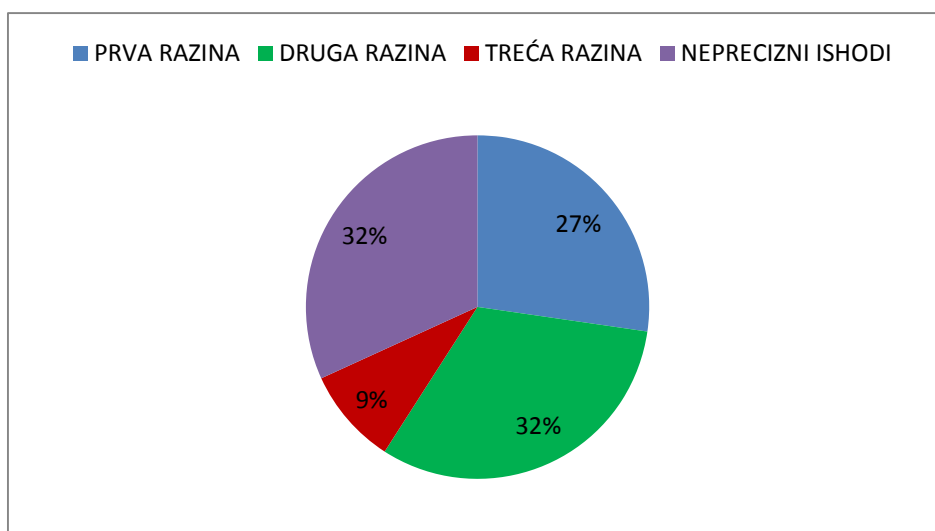
**Tablica 20. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Međuvodnost“**

| KONCEPT      | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Korekcije ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | 1. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|              | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Uvjetovanost | <p><b>razumjeti</b> da sva živa bića primaju informacije različitih vrsta iz svog okoliša (svjetlosne, toplinske, kemijske) i reagiraju na njih</p> <p><b>poznavati</b> primanje i provođenje podražaja</p> <p><b>povezati</b> prirodne reflekse i zaštitu organizma</p> <p><b>navesti</b> vrste osjetila i osjetnih organa</p> <p><b>prepoznati</b> osnovne dijelove oka i uha</p> <p><b>opisati</b> reagiranje jednostaničnih organizama na svjetlost</p> <p><b>definirati</b> mutacije</p> <p><b>povezati</b> pojam mutacija s rizičnim čimbenicima i rizičnim ponašanjem</p> <p><b>razumijeti</b> različite odnose na primjerima među jedinkama istih i različitih vrsta</p> <p><b>nabrojiti</b> osnovne ekološke čimbenike potrebne za život (temperatura, svjetlost...)</p> | <p><b>opisati</b> provođenje živčanog impulsa</p> <p><b>objasniti</b> nastanak osjeta sluha, okusa, mirisa i vida</p> <p><b>analizirati</b> refleksne reakcije na primjerima</p> <p><b>razumjeti</b> i <b>objasniti</b> nastajanje receptorskog potencijala</p> <p><b>objasniti</b> prirodne i stečene reflekse</p> <p><b>razumjeti</b> prag podražaja organizama i reakcije na određeni podražaj</p> <p><b>definirati</b> mutacije, poznavati vrste, njihove uzroke i posljedice (evolucija, bolesti)</p> <p><b>poznavati</b> sve važnije mutagene</p> <p><b>poznavati</b> abiotičke i biotičke čimbenike i njihov utjecaj na žive organizme</p> <p><b>razumjeti</b> pojmove ekološki minimum, maksimum i optimum</p> <p><b>razumjeti</b> ekološku valenciju te specifičnost za pojedinu skupinu organizama</p> | <p><b>analizirati</b> odnose između živih bića i abiotičkih čimbenika</p> <p><b>analizirati</b> odnose između živih bića u biocenozi (biotički čimbenici)</p> <p><b>objasniti</b> osnovne ekološke pojmove i <b>analizirati</b> njihove međudnose</p> <p><b>povezati</b> usavršavanje biljne građe i uloge s prilagođavanjem životu na kopnu</p> |

**Nastavak Tablice 20. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Međuovisnost“**

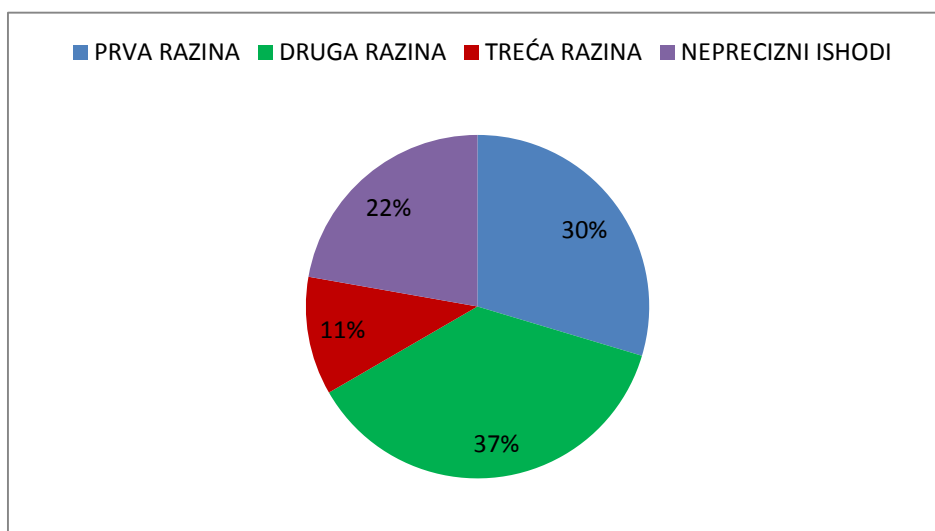
| KONCEPT    | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Korekcije ishoda                                                                                                                                                                           |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | 1. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                            |
|            | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                            |
| Reakcija   | <b>razumjeti</b> provodljivost živčanog sustava i reakcije na podražaj<br><b>objasniti</b> na primjerima simbiozu<br><b>opisati</b> načine kretanja životinja i povezati ih s oblikom života<br><b>opisati</b> građu i funkciju mišića<br><b>navesti</b> vrste mišića                                                                                                                                | <b>objasniti</b> tijek primanja i prenošenja podražaja i moguće reakcije na njih (pamćenje, motoričke reakcije, refleksi)<br><b>objasniti</b> značenje živčano-mišićne veze za rad mišića<br><b>povezati</b> građu mišićne stanice s principom mišićne kontrakcije<br><b>poznavati</b> različite oblike kretanja živih bića i njihovo značenje<br><b>objasniti</b> sve intraspecijske i interspecijske odnose te ponašanje jedinki vezano uz njih<br><b>razumijeti</b> modifikaciju kao posljedicu prilagođavanja organizama okolišu i <b>povezati s</b> raznolikošću živog svijeta                                                                                                                                           | <b>analizirati</b> povezanost tjelesne građe i funkcije životinja s načinom života                                                                                                         |
| Regulacija | <b>razumjeti</b> da živčani sustav koordinira organizam<br><b>opisati</b> važnost i ulogu centralnog i perifernog živčanog sustava<br><b>opisati</b> refleks<br><b>shvatiti</b> važnost hormonalne regulacije životnih funkcija<br><b>shvatiti</b> važnost imunološkog sustava u očuvanju zdravlja organizma<br><b>razlikovati</b> tipove imunosti<br><b>znati</b> što je tumor i njegove posljedice | <b>poznavati</b> cjelokupnu građu i funkcije sastavnih dijelova živčanog sustava<br><b>poznavati</b> endokrine žlijezde u tijelu te znati ulogu i utjecaj pojedinih hormona na životne funkcije<br><b>shvatiti</b> ulogu imunološkog sustava u obrani organizma od stranih antigena<br><b>poznavati</b> vrste imuniteta<br><b>poznavati</b> alergijske reakcije, transplantacijske reakcije, autoimune bolesti te imunodeficijenciju<br><b>razumjeti</b> mehanizam i čimbenike nastajanja različitih oblika tumora i<br><b>objasniti</b> djelovanje imunološkog sustava na tumore<br><b>objasniti</b> primjenu genetičkih otkrića u uzgoju biljaka i životinja<br><b>objasniti</b> klimatsko tehnološke promjene na živa bića | <b>objasniti</b> građu, ulogu i način rada osjetilnog i živčanog sustava te sustava organa za kretanje<br><b>objasniti</b> smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada endokrinog sustava |

Slika 32. nam pokazuje da su nastavnici 32% ishoda učenja na početku gimnazijskog obrazovanja za makrokoncept „Međuovisnost“ opisali sa nepreciznim aktivnim glagolima. Među predloženim ishodima učenja 32% njih je klasificirano na drugu razinu znanja (konceptualno razumjevanje) prema upotrebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu, dok je 27% ishoda klasificirano u prvu razinu znanja (činjenično znanje). Nastavnici najmanje od učenika očekuju da sa stečenim znanjem tijekom osnovnog školovanja rješavaju zadane probleme na temu međuovisnost.



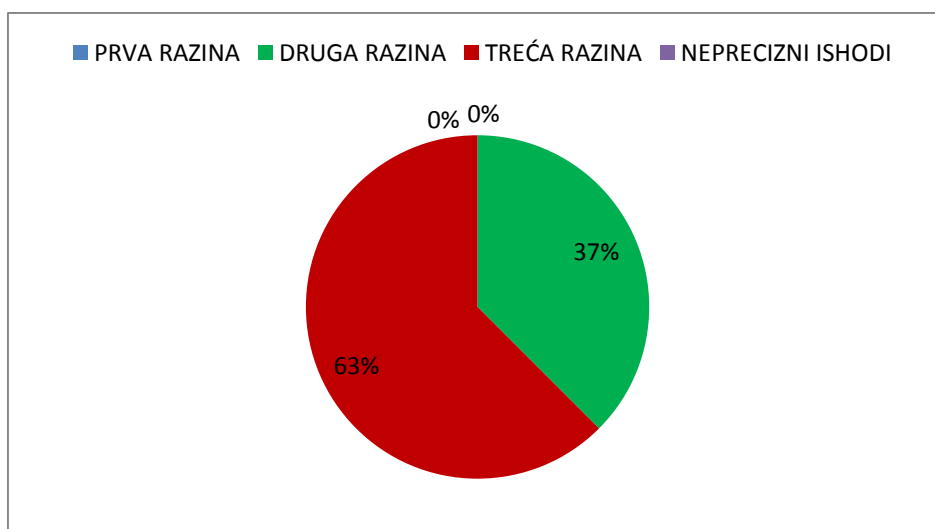
**Slika 47. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Međuovisnost“ na početku 1. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Slika 48. prikazuje da je među predloženim ishodima učenja na završetku 4. razreda gimnazije za makrokoncept „Međuovisnost“ 37% njih klasificirano na drugu razinu znanja (konceptualno razumijevanje) prema upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu, dok je 30% ishoda klasificirano u prvu razinu znanja (činjenično znanje). Nastavnici najmanje od učenika očekuju da sa znanjem stečenim tijekom gimnazijskog školovanja su sposobni rješavati zadane probleme na temu međuovisnost.



Slika 48. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Međuovisnost“ na završetku 4. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za gimnazije i Ispitnom katalogu za državnu maturu pokazuju kako se od učenika najviše očekuje rješavanje problema vezanih uz međuovisnost, a tek onda konceptualno razumijevanje.



Slika 49. Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Međuovisnost“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

#### 4.5.6 Makrokoncept „Raznolikost“

Za makrokoncept „Raznolikost“ nastavnici na završetku OŠ najviše pridaju važnost sistematici živog svijeta to jest osnovnim karakteristikama pojedinih skupina (tablica 21). Nastavnici na početku 5. razreda pridaju malu važnost konceptima „Porijeklo života“ i „Srodnost organizma“.

**Tablica 21. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Raznolikost“**

| KONCEPT            | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                          | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | 5. razred                                                                                     | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                    | Anketa nastavnika biologije                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Porijeklo života   |                                                                                               | <b>objasniti</b> postupni razvoj živoga svijeta i razvijanje prilagodbi tijekom evolucije<br><b>znati</b> kemijsku i biološku evoluciju<br><b>poznavati</b> značaj fosila u evoluciji                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>obrazložiti</b> pojavu i razvoj života na Zemlji<br><b>navesti</b> uvjete na Zemlji koji su omogućili razvoj živih bića<br><b>opisati</b> znanstveno utemeljene pretpostavke o tijeku kemijske evolucije i pojavi prvih živih bića<br><b>navesti</b> geološka doba i prevladavajuće organizme u njima<br><b>opisati</b> važnost fosila u spoznavanju nekadašnjeg života na Zemlji<br><b>obrazložiti</b> podrijetlo uzgojenih biljaka i životinja                    |
| Srodnost organizma | <b>uočiti</b> raznolikost živih bića<br><b>uočiti</b> sličnosti među pripadnicima istih vrsta | <b>znati</b> objasniti osnovna znanja o očuvanju, promjenjivosti i održivosti nasljednih uputa<br><b>razlikovati</b> spolno i nespolno razmnožavanje na primjerima<br><b>opisati</b> gene kao nosioce nasljednih osobina<br><b>objasniti</b> važnost genske raznolikosti<br><b>opisati</b> kakvi potomci nastaju spolnim razmnožavanjem<br><b>objasniti</b> mejozu i <b>objasniti</b> zašto nastaju stanice s polovičnim brojem kromosoma na primjerima<br><b>objasniti</b> srodnost i raznolikost | <b>opisati</b> gene kao nositelje nasljednih osobina<br><b>razlikovati</b> spolno od nespolnog razmnožavanja<br><b>istaknuti</b> da pri spolnom razmnožavanju sudjeluju oba roditelja - žena/ženka i muškarac/mužjak, odnosno ženska jajna stanica i muška spolna stanica - spermij te da su potomci raznoliki<br><b>obrazložiti</b> važnost genske raznolikosti za opstanak života<br><b>opisati</b> kako muške spolne stanice (spolni kromosomi X i Y) određuju spol |

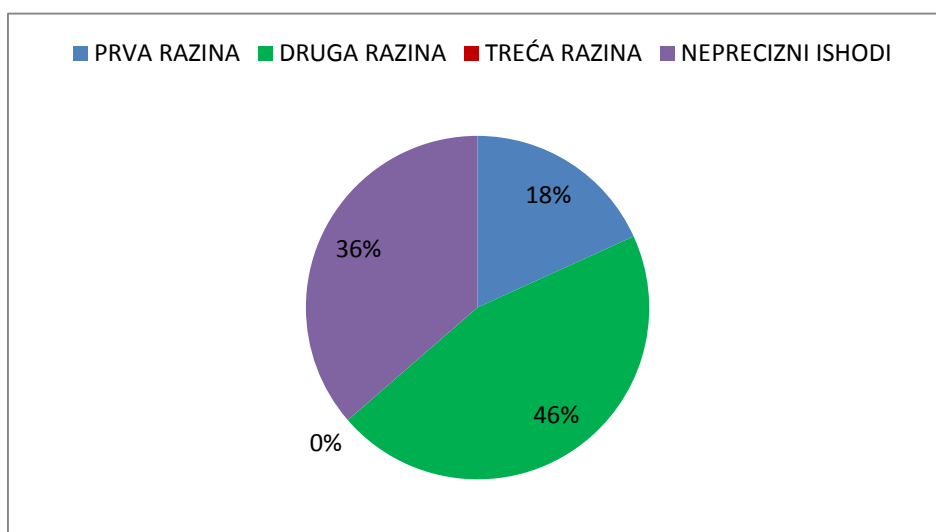
**Nastavak Tablice 21. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Raznolikost“**

| KONCEPT                               | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | 5. razred                                                                                                                           | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                       | Anketa nastavnika biologije                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Kriteriji klasifikacije živog svijeta | podijeliti živi svijet na skupine (carstva)<br>razlikovati biljke od životinja<br>znati ulogu gljiva u prehrani (otrovne i jestive) | Razvrstati organizme u biološka carstva prema njihovim osobinama i ulozi u ekosustavu<br>Razumjeti razliku u građi DNA i RNA virusa<br>navesti bolesti koje virusi uzrokuju<br>znati načine zaraze te prevencije<br>poznavati osnovnu građu<br>navesti najpoznatije bolesti te načine zaraze i prevencije<br>osvijestiti važnost pridržavanje liječničke upute prilikom uzimanja antibiotika<br>povezati penicilin, antibiotike i bakterije<br>znati značaj nižih gljiva korisnih za čovjeka<br>znati važnost algi u hranidbenom lancu i kao proizvođača kisika<br>znati primjenu algi u prehrani i kozmetici<br>navesti predstavnike praživotinja građa, predstavnici, položaj unutar sistematskih kategorija, stanište, važnost za čovjeka | prikazati podjelu živoga svijeta u više različitih carstava<br>navesti najpoznatija carstva: monere, protisti, gljive, biljke i životinje<br>razlikovati beskralježnjake od kralježnjaka<br>prepoznati i imenovati predstavnike skupina kralježnjaka<br>razlikovati mahovine, lišajeve i gljive;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Čimbenici evolucije                   | razlikovati životne uvjete<br>razlikovati živu od nežive prirode<br>znati važnost razmnožavanja                                     | znati čimbenike opstanka i bioraznolikosti<br>povezati prilagodbe živih bića sa životnim uvjetima staništa<br>zaključiti da je bioraznolikost rezultat evolucijskih procesa<br>navesti čimbenike evolucije<br>uočiti evolucijski napredak<br>razumjeti da je evolucija proces koji traje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | obrazložiti biološku evoluciju<br>navesti dokaze evolucije živoga svijeta;<br>obrazložiti čimbenike evolucije i proces nastajanja novih vrsta (prirodno odabiranje, izolacija)<br>obrazložiti Darwinovu teoriju tumačenja razvoja života na Zemlji.<br>objasniti što su mutacije (promjene)<br>istaknuti važnost mutacija koje se prenose na potomstvo i glavni su pokretač prilagodbe živih organizama<br>obrazložiti da mutacije mogu nositi upute za razvoj bolesti koje su tada nasljedne (genetske bolesti)<br>obrazložiti posljedice udomaćivanja, križanja i odabiranja životinja i biljaka željenih osobina |

Nastavak Tablice 21. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Raznolikost“

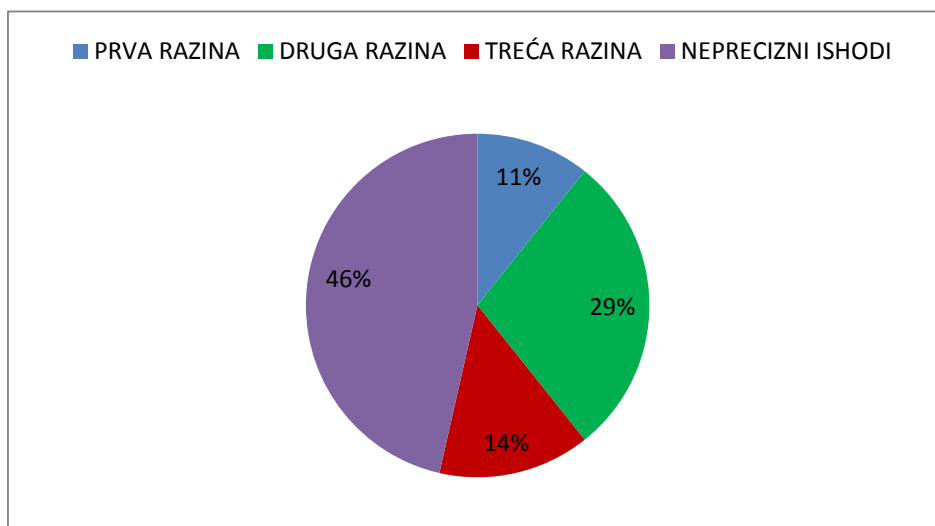
| KONCEPT                  | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                   | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa | Korekcija ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | 5. razred                                                                                                                                                                              | 8. razred                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                          | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                            |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Različitosti i sličnosti | <p>nabrojiti neke unutarnje organe</p> <p>razlikovati disanje u vodi od disanja na kopnu</p> <p>prepoznati prilagodbe zubala vrsti hrane</p> <p>opisati kretanje ribe, psa i ptice</p> |                                        | <p>protumačiti biološku raznolikost na Zemlji</p> <p>zaključiti da kralježnjaci imaju jedinstven plan građe</p> <p>prepoznati sličnosti između čovjeka i čovjekolikih majmuna zbog zajedničkoga, ali ne izravnoga podrijetla praljudi</p> <p>navesti osobine koje čovjeka čine različitim od čovjekolikih majmuna i praljudi</p> <p>razlikovati načine ishrane autotrofnih i heterotrofnih organizama, saprofita i parazita</p> <p>usporediti aerobne i anaerobne organizme</p> |

Slika 50. pokazuje da su nastavnici 36% ishoda učenja na početku 5. razreda OŠ za makrokoncept „Raznolikost“ opisali sa nepreciznim aktivnim glagolima. Među predloženim ishodima učenja 46% njih je klasificirano na drugu razinu znanja (konceptualno razumijevanje) prema upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu, dok je 18% ishoda klasificirano u prvu razinu znanja (činjenično znanje).



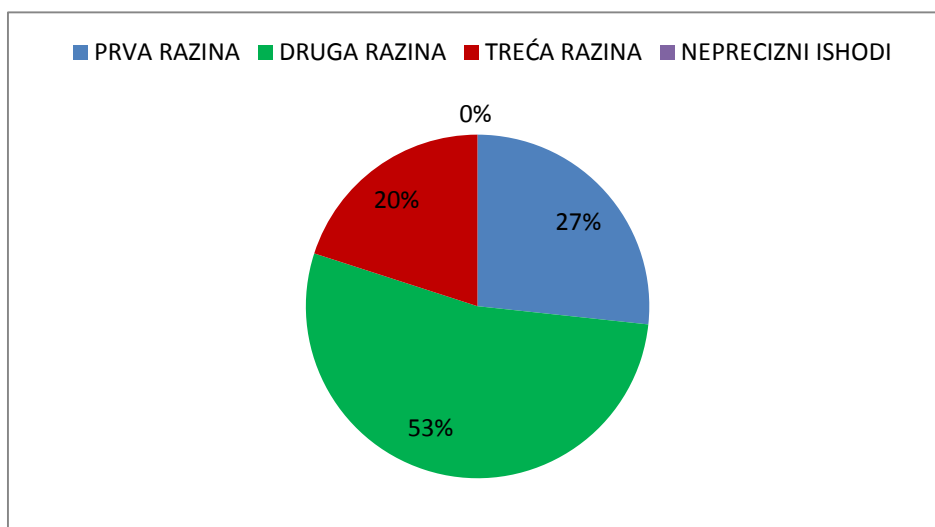
Slika 50. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Raznolikost“ na početku 5. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Slika 51. pokazuje da su nastavnici 46% ishoda učenja na završetku 8. razreda OŠ za makrokoncept „Raznolikost“ opisali sa nepreciznim aktivnim glagolima. Među predloženim ishodima učenja 29% njih je klasificirano na drugu razinu znanja (konceptualno razumijevanje) prema upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu, dok je 14% ishoda klasificirano u treću razinu (rješavanje problema). Najmanje se od učenika očekuje činjenično znanje o raznolikosti.



**Slika 51.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Raznolikost“ na završetku 8. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za OŠ pokazuju kako se od učenika najviše očekuje konceptualno razumijevanje, zatim činjenično znanje a najmanje se očekuje rješavanje problema vezanih uz raznolikost.



**Slika 52.** Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Za makrokoncept „Raznolikost“ nastavnici najviše pridaju važnost sistematici živog svijeta to jest osnovnim karakteristikama pojedinih skupina, kako je to i predviđeno nastavnim planom i programom iz biologije (tablica 22.). Konceptima „Srodnost organizma“, „Različitosti i sličnosti“ nastavnici nisu baš pridali neku važnost. Da bi učenici bili sposobni razumjeti raznolikost živog svijeta prvo trebaju biti sposobni primijetiti srodnosti sličnosti i različitosti među jedinkama, u njihovoj građi, u njihovim životnim procesima, u načinu života, itd.

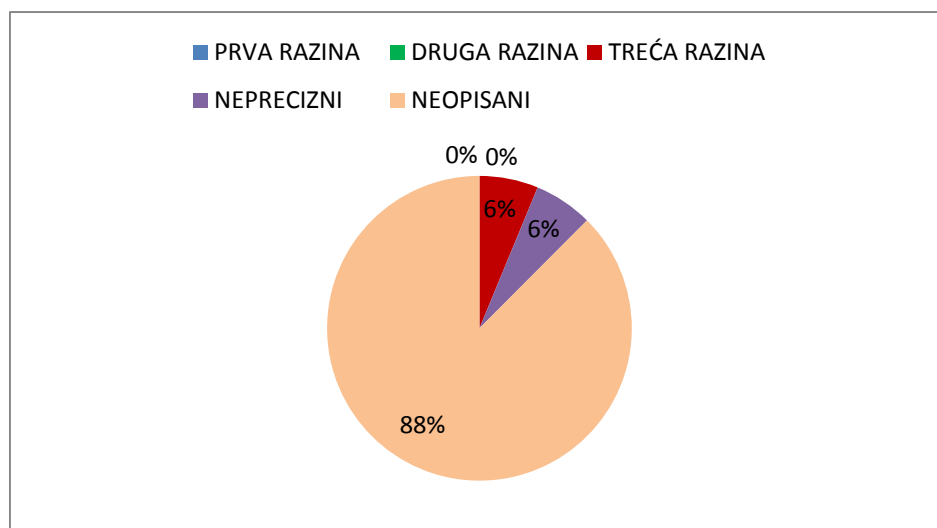
**Tablica 22. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Raznolikost“**

| KONCEPT            | Ishodi/postignuća na početku ciklusa | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                           | Korekcije ishoda                                                                                      |
|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | 1. razred gimnazije                  | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                              |                                                                                                       |
|                    | Anketa nastavnika biologije          |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                       |
| Porijeklo života   |                                      | etape kemijske evolucije<br>značenje cijanobakterija za promjenu atmosfere kao preduvjet izlaska organizama na kopno i evoluciju eukariota<br>važnost arheobakterija u evoluciji | objasniti osnovna načela i etape kemijske i biološke evolucije<br>analizirati glavne dokaze evolucije |
| Srodnost organizma |                                      |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                       |

**Nastavak Tablice 22. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Raznolikost“**

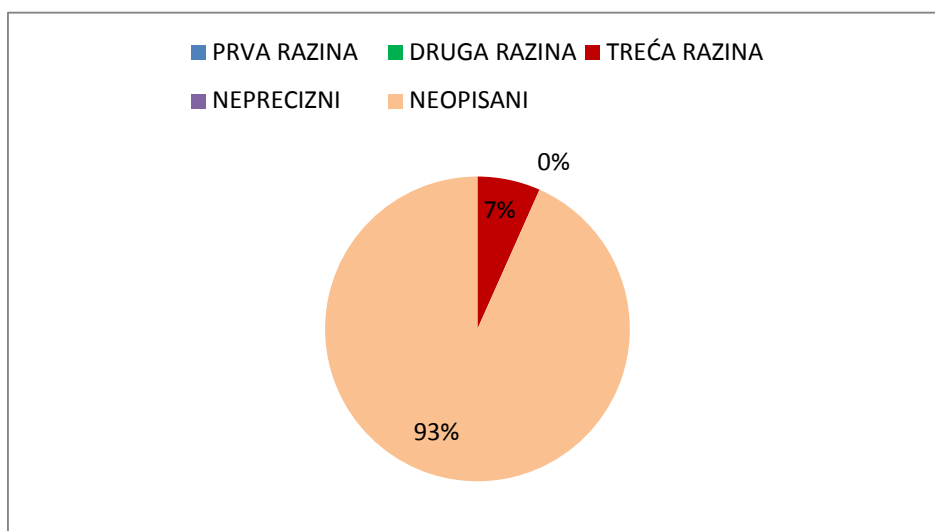
| KONCEPT                               | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                   | Korekcije ishoda                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | 1. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                       | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kriteriji klasifikacije živog svijeta | <p><b>razumjeti</b> zašto je uvedena binarna nomenklatura na primjerima</p> <p><b>razvrstati</b> organizme u carstva</p> <p>osnovne osobine virusa, prevencija, virusne bolesti čovjeka</p> <p>značenje bakterija za kruženje tvari u prirodi,</p> <p>najznačajnije bolesti uzrokovane bakterijama,</p> <p>prevencija, antibiotici - penicilin,</p> <p>osnovna građa i način ishrane bakterija otrovne i jestive gljive</p> <p>osnovne skupine biljaka</p> <p>prednost sjemenjača nad ostalim biljkama</p> <p>osnovne skupine životinja, primjeri endema</p> <p>razlika beskralješnjaci- kralješnjaci</p> <p>podjela kralješnjaka i osnovne osobine skupina</p> | <p>značenje mutacija za infektivnost i promjenjivost virusa</p> <p>građa i fiziologija bakterija, bakterije u genetičkim istraživanjima</p> <p>protisti - bioindikatori</p> <p>mikoriza</p> <p>lišajevi</p> <p>prilagodbe biljaka za prijelaz na kopno</p> <p>dominantnost sporofita nad gametofitom</p> | <p><b>objasniti</b> biološku raznolikost i sistematsku podjelu živog svijeta</p> <p><b>analizirati</b> razlike između virusa i živih bića te <b>objasniti</b> mehanizam umnažanja virusa u živim stanicama</p> <p><b>navesti</b> osobine gljiva i <b>objasniti</b> njihovu ulogu u biosferi</p> <p><b>navesti</b> osobine i značenje lišaja</p> <p><b>navesti</b> zajedničke osobine biljaka i <b>objasniti</b> osnovnu organizaciju biljnog svijeta</p> <p><b>razvrstati</b> opće poznate biljne vrste u pripadajuće glavne skupine</p> <p><b>analizirati</b> osobitosti glavnih skupina životinja</p> <p><b>razvrstati</b> opće poznate životinjske vrste u pripadajuće glavne skupine</p> |
| Čimbenici evolucije                   | <p>nukleinske kiseline; DNA- geni</p> <p>osnova nasljeđivanja</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>uzroci i posljedice genetičke varijabilnosti - evolucija</p> <p><b>povezati</b> čimbenike evolucije sa filogenezom</p> <p>značenje mutacija za infektivnost i promjenjivost virusa</p>                                                                                                                | <p><b>objasniti</b> mutacije gena i kromosoma te njihovo značenje u biologiji</p> <p><b>objasniti</b> osnovne postavke Darwinove selekcijske teorije evolucije</p> <p><b>objasniti</b> glavne pokretačke sile evolucijskog procesa</p> <p><b>analizirati</b> usložnjavanje tjelesne građe i funkcije životinja i biljaka tijekom evolucije</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Različitosti i sličnosti              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>razvoj organa i organskih sustava u međuovisnosti sa staništem</p>                                                                                                                                                                                                                                    | <p><b>analizirati</b> razlike u životnim ciklusima različitih skupina biljaka</p> <p><b>navesti</b> osobine glavnih skupina autotrofnih i heterotrofnih protoktista</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Dobiveni podaci analize ishoda učenja koje su predložili nastavnici na početku 1. razreda gimnazije za makrokoncept „Raznolikost“ pokazuju da je najveća učestalost pogrešno postavljenih ishoda čak 94% (slika 35.). Nastavnici su 88% ishoda učenja opisali bez upotrebe aktivnih glagola (ne opisani ishodi). Ishodi učenja koji su precizno definirani su svrstani prema upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu u treću raznu znanja (rješavanje problema).



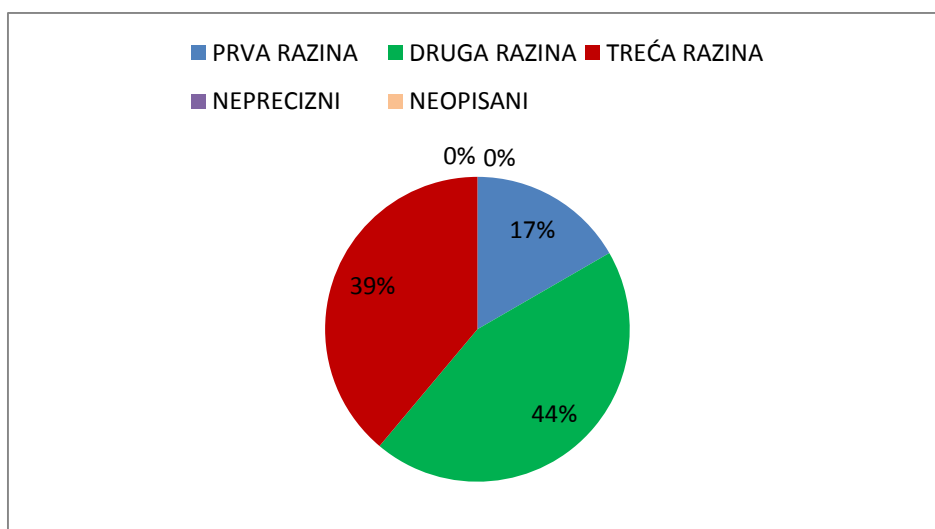
**Slika 53.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Raznolikost“ na početku 1. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Dobiveni podaci analize ishoda učenja koje su predložili nastavnici na završetku 4. razreda gimnazije za makrokoncept „Raznolikost“ ne pokazuju ništa bolje rezultate od onih dobivenih na početku 1. razreda gimnazije, opet je najveća učestalost pogrešno postavljenih ishoda to jest ne opisanih ishoda u kojima nastavnici nisu koristili aktivne glagole. Ishodi učenja koji su precizno definirani su svrstani u treću raznu znanja (rješavanje problema) i pojavljuju se s malom učestalošću.



Slika 54. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Raznolikost“ na završetku 4. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za gimnazije i Ispitnom katalogu za državnu maturu pokazuju kako se od učenika najviše očekuje rješavanje problema vezanih uz raznolikost, a nešto s manjom učestalošću se očekuje konceptualno razumijevanje.



Slika 55. Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Raznolikost“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

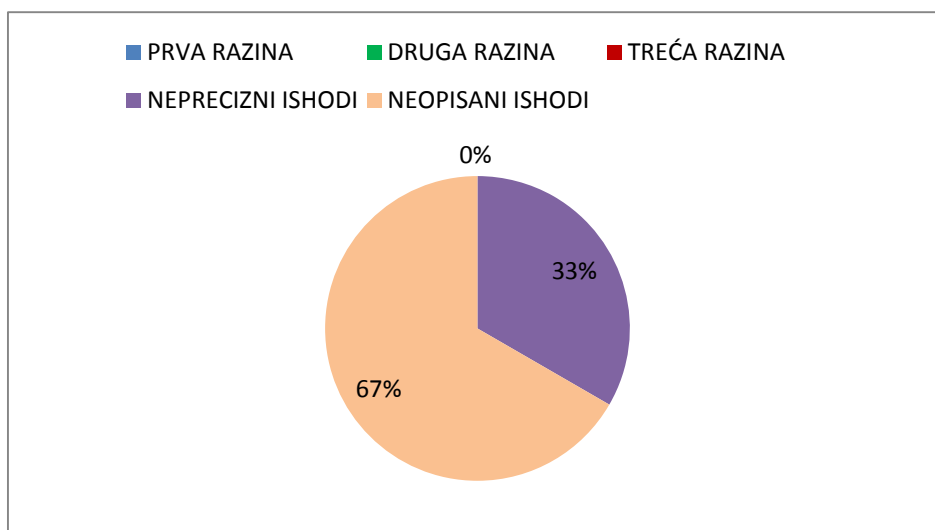
#### 4.5.7 Makrokoncept „Znanost“

Iz analize ishoda učenja koje su predložili nastavnici na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ za makrokoncept „Znanost“ može se zaključiti da nastavnici pridaju važnost integriranju biologije sa ostalim znanostima i važnost razvijanja kritičkog mišljenja (tablica 23.). Nastavni plan i program za OŠ nema niti jedan definirani ishod učenja koji bi sadržajno spadao u makrokoncept „Znanost“.

**Tablica 23. Očekivani ishodi učenja na početku 5. razreda i na završetku 8. razreda OŠ prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOS, 2006) iz prirode i biologije za makrokoncept „Znanost“**

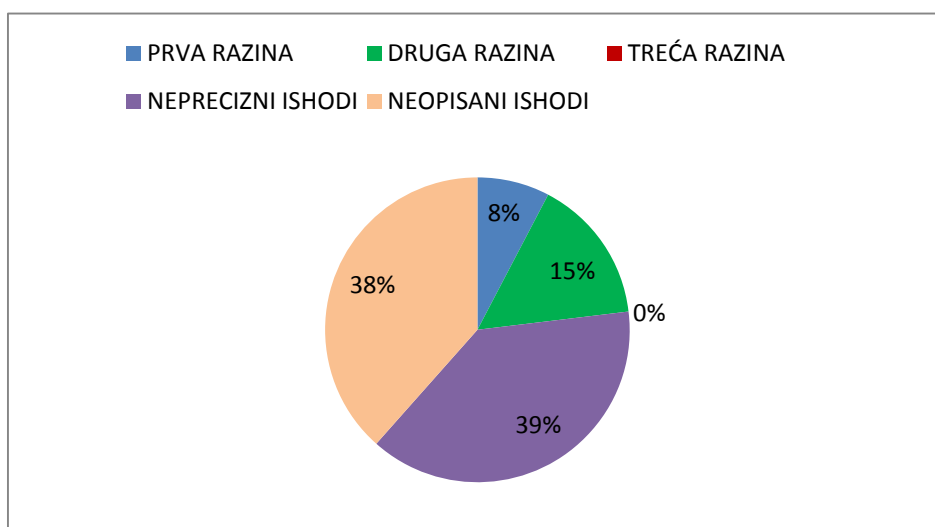
| KONCEPT                          | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                                                                               | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Korekcija ishoda |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                  | 5. razred                                                                                                                                                                                                          | 8. razred                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |
|                                  | Anketa nastavnika biologije                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |
| Znanstvena metodologija          | usvajane ključnih pojmova<br>razvijanje interesa za prirodne procese primjena ključnih pojmova u svakodnevnom životu<br><b>uočiti</b> promjene u prirodi<br><b>shvatiti</b> da se istraživanje temelji na pokusima | <b>razvijanje</b> kritičkog razmišljanja<br>logičko zaključivanje<br><b>povezivanje</b> pojmova u cjelinu<br><b>razlikovati</b> prirodne znanosti i predmet njihova istraživanja<br>znanstvene metode:<br>mikroskopiranje, promatranje i zaključivanje na temelju promatranja                                                                                        |                  |
| Razvoj biološke znanstvene misli | integracija s TZK (prehrana, disanje...) geografija (životinje...)                                                                                                                                                 | <b>poticati</b> korelacije između prirodnih znanosti<br>integracija znanstvenih dostignuća iz fizike, kemije, geografije u cjelinu<br>GMO proizvodi u svakodnevnoj uporabi<br><b>znati</b> razloge prirodnog odabiranja i njegove prednosti<br><b>objasniti</b> važnost križanja i <b>navesti</b> primjere organizma dobivenih križanjem<br><b>znati</b> što je klon |                  |

Svi ishodi učenja koje su nastavnici predložili na početku 5. razreda OŠ za makrokoncept „Znanost“ su netočno definirani. Ne opisani ishodi sa udjelom od 67%, a neprecizni ishodi sa udjelom od 33%.



**Slika 56.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Znanost“ na početku 5. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Dobiveni podaci analize ishoda učenja koje su predložili nastavnici na završetku 8. razreda OŠ za makrokoncept „Znanost“ pokazuju da je najveća učestalost pogrešno postavljenih ishoda čak 77% (slika 57.). Nastavnici su 38% ishoda učenja opisali bez upotrebe aktivnih glagola (ne opisani ishodi). Ishodi učenja koji su precizno definirani su svrstani prema upotrijebljenim aktivnim glagolima prema Bloomu u drugu razinu znanja (15% ishoda) i u prvu razinu znanja s udjelom od 8%.



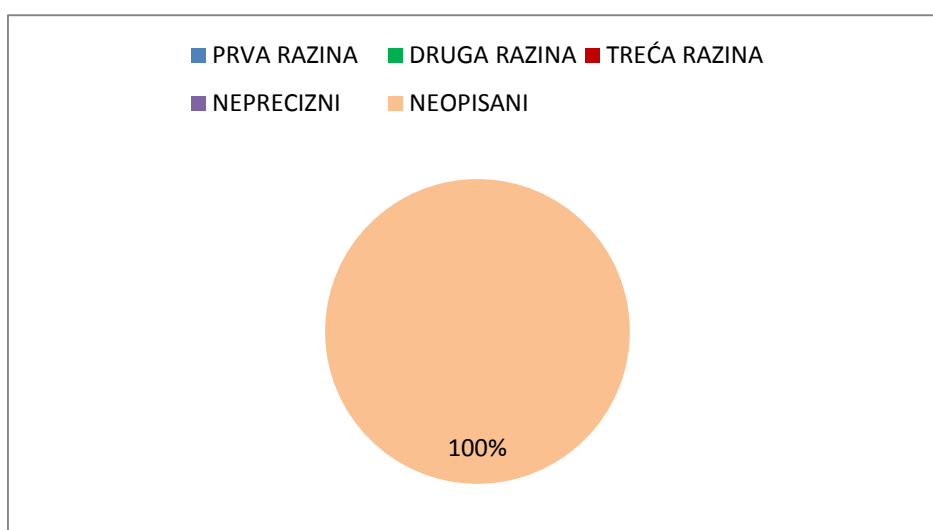
**Slika 57.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ na završetku 8. razreda OŠ. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Iz analize ishoda učenja koje su predložili nastavnici na početku 1. razreda gimnazije i na kraju 4. razreda gimnazije za makrokoncept „Znanost“ može se zaključiti da nastavnici pridaju važnost integriranju biologije sa ostalim znanostima i važnost razvijanja kritičkog mišljenja (tablica 24.).

**Tablica 24. Očekivani ishodi učenja na početku i na završetku gimnazije prema anketama i korekcije tih ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Znanost“**

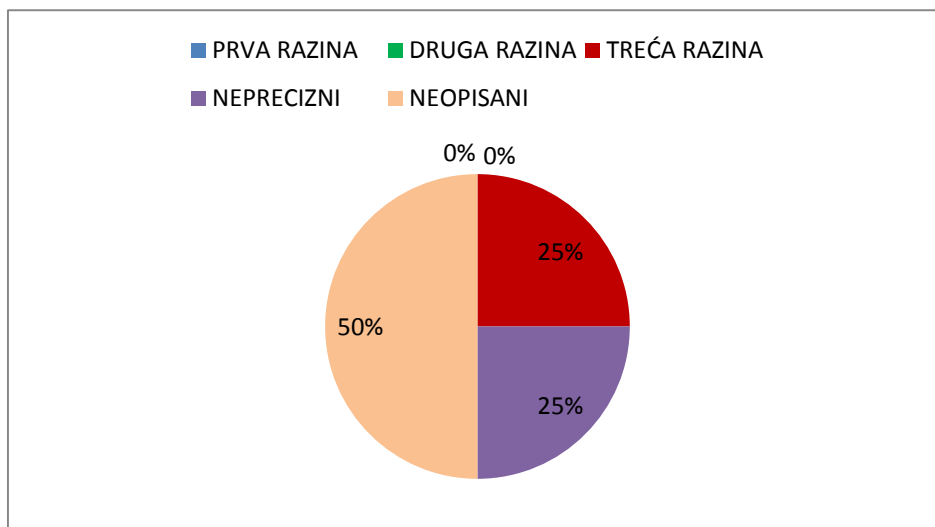
| KONCEPT                          | Ishodi/postignuća na početku ciklusa | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                                                                                                               | Korekcije ishoda                                                                                                                                 |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | 1. razred gimnazije                  | 4. razred gimnazije                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |
|                                  | Anketa nastavnika biologije          |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |
| Znanstvena metodologija          | znanstveni pristup                   | razvijeno kritičko mišljenje<br>sposobnost znanstvenog pristupa i njegove primjene<br>važnost interdisciplinarnosti i njene primjene                                                 | definirati biologiju kao znanost<br>opisati glavne etape i metode istraživanja                                                                   |
| Razvoj biološke znanstvene misli | interdisciplinarnost<br>kultiviranje | razumjeti svrhu kulture stanica<br>razviti kritičko mišljenje prema temi GMO<br>povezivati i razumjeti svrhu te metode umjetnog odabira<br>etički stav prema temama GMO i kloniranje | analizirati značenje bioloških otkrića za život čovjeka<br>objasniti uloge osoba koje su značajno pridonjele otkriću stanice i razvoju biologije |

Svi ishodi učenja koje su nastavnici predložili na početku 1. razreda gimnazije za makrokoncept „Znanost“ su ne opisani to jest nastavnici uopće nisu upotrijebili aktivne glagole za opise ishoda (slika 58.).



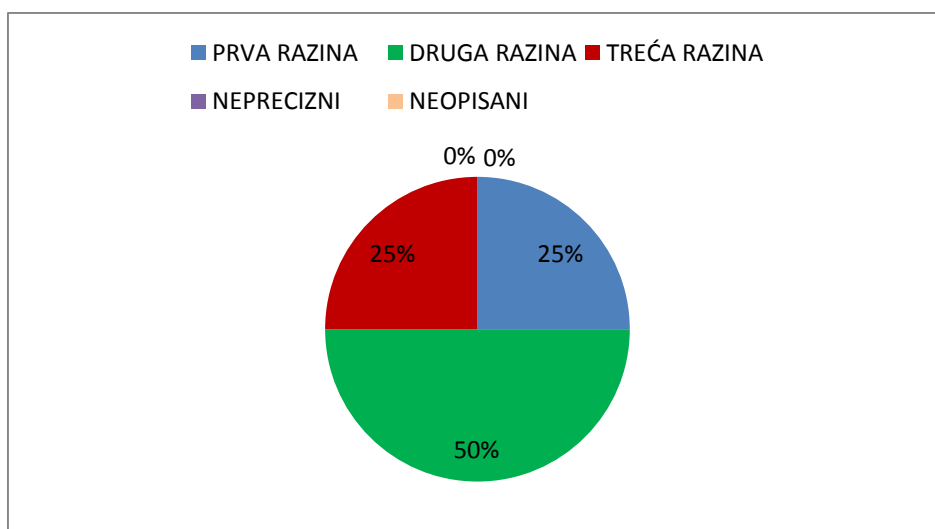
**Slika 58. Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Znanost“ na početku 1. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.**

Nastavnici su i za završetak 4. razreda gimnazije za makrokoncept „Znanost“ predložili najviše pogrešno definiranih ishoda učenja (slika 59.). Ishodi učenja koji su precizno definirani su svrstani u treću raznu znanja (rješavanje problema) i pojavljuju se s malom učestalošću.



**Slika 59.** Učestalost pojedinih razina znanja prema mišljenju učitelja za makrokoncept „Znanost“ na završetku 4. razreda gimnazije. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Propisani ishodi učenja po nastavnom PIPu za gimnazije i Ispitnom katalogu za državnu maturu pokazuju kako se od učenika najviše očekuje konceptualno razumijevanje. Učestalost treće razine znanja (rješavanje problema) i prve razine znanja (činjenično znanje) je jednaka. Znači da se od učenika podjednako očekuje činjenično znanje i rješavanje problema stečenim znanjem o makrokonceptu „Znanost“.



**Slika 60.** Učestalost pojedinih razina znanja za korekcije ishoda prema nastavnom planu i programu (MZOŠ, 1995) i prema ispitnom katalogu za državnu maturu (NCVVO, 2010) za makrokoncept „Znanost“. Razine znanja su određene uniformno za analizu postignuća učenja po svim makrokonceptima.

Učestalost zastupljenosti pojedinih razina znanja i ne točno definiranih ishoda učenja po svim ispitanim makrokonceptima i po svim ispitanim razinama obrazovanja (početak 5. razreda OŠ i 1. razreda gimnazije te završetak 8. razreda OŠ i 4. razreda gimnazije) su prikazani u tablicama 25, 26, 27 i 28.

**Tablica 25. Učestalost pojedinih razina znanja kod učenika (%) po svim ispitanim makrokonceptima na početku 5. razreda OŠ**

| PODRUČJE<br>ISPITIVANJA | 5. razred OŠ          |                        |                        |                                     |                            |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
|                         | PRVA<br>RAZINA<br>(%) | DRUGA<br>RAZINA<br>(%) | TREĆA<br>RAZINA<br>(%) | NEPRECIZNO<br>OPISANI<br>ISHODI (%) | NEOPISANI<br>ISHODI<br>(%) |
| Ustrojstvo živih bića   | 39                    | 13                     | 0                      | 48                                  | 0                          |
| Energija                | 67                    | 0                      | 0                      | 33                                  | 0                          |
| Razmnožavanje           | 50                    | 50                     | 0                      | 0                                   | 0                          |
| Ravnoteža               | 42                    | 16                     | 10                     | 32                                  | 0                          |
| Međuovisnost            | 18                    | 19                     | 19                     | 44                                  | 0                          |
| Raznolikost             | 18                    | 46                     | 0                      | 36                                  | 0                          |
| Znanost                 | 0                     | 0                      | 0                      | 33                                  | 67                         |
| <b>Ukupno</b>           | <b>25,4</b>           | <b>38,6</b>            | <b>4,4</b>             | <b>28,1</b>                         | <b>3,5</b>                 |

**Tablica 26. Učestalost pojedinih razina znanja kod učenika (%) po svim ispitanim makrokonceptima na kraju 8. razreda OŠ**

| PODRUČJE<br>ISPITIVANJA | 8. razred OŠ          |                        |                        |                                     |                            |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
|                         | PRVA<br>RAZINA<br>(%) | DRUGA<br>RAZINA<br>(%) | TREĆA<br>RAZINA<br>(%) | NEPRECIZNO<br>OPISANI<br>ISHODI (%) | NEOPISANI<br>ISHODI<br>(%) |
| Ustrojstvo živih bića   | 27                    | 48                     | 16                     | 9                                   | 0                          |
| Energija                | 12                    | 44                     | 13                     | 31                                  | 0                          |
| Razmnožavanje           | 23                    | 46                     | 12                     | 19                                  | 0                          |
| Ravnoteža               | 22                    | 50                     | 12                     | 16                                  | 0                          |
| Međuovisnost            | 16                    | 54                     | 16                     | 14                                  | 0                          |
| Raznolikost             | 14                    | 27                     | 14                     | 45                                  | 0                          |
| Znanost                 | 8                     | 15                     | 0                      | 39                                  | 38                         |
| <b>Ukupno</b>           | <b>19,3</b>           | <b>43,7</b>            | <b>13,2</b>            | <b>21,3</b>                         | <b>2,5</b>                 |

**Tablica 27. Učestalost pojedinih razina znanja kod učenika (%) po svim ispitanim makrokonceptima na početku 1. razreda gimnazije**

| PODRUČJE<br>ISPITIVANJA | 1. razred gimnazije   |                        |                        |                                     |                            |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
|                         | PRVA<br>RAZINA<br>(%) | DRUGA<br>RAZINA<br>(%) | TREĆA<br>RAZINA<br>(%) | NEPRECIZNO<br>OPISANI<br>ISHODI (%) | NEOPISANI<br>ISHODI<br>(%) |
| Ustrojstvo živih bića   | 36                    | 46                     | 9                      | 9                                   | 0                          |
| Energija                | 37                    | 27                     | 0                      | 36                                  | 0                          |
| Razmnožavanje           | 0                     | 40                     | 0                      | 60                                  | 0                          |
| Ravnoteža               | 35                    | 30                     | 5                      | 30                                  | 0                          |
| Međuovisnost            | 27                    | 32                     | 9                      | 32                                  | 0                          |
| Raznolikost             | 0                     | 0                      | 6                      | 6                                   | 88                         |
| Znanost                 | 0                     | 0                      | 0                      | 0                                   | 100                        |
| <b>Ukupno</b>           | <b>25,3</b>           | <b>28,3</b>            | <b>6,1</b>             | <b>23,2</b>                         | <b>17,2</b>                |

**Tablica 28. Učestalost pojedinih razina znanja kod učenika (%) po svim ispitanim makrokonceptima na kraju 4. razreda gimnazije**

| PODRUČJE<br>ISPITIVANJA | 4. razred gimnazije   |                        |                        |                                     |                            |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
|                         | PRVA<br>RAZINA<br>(%) | DRUGA<br>RAZINA<br>(%) | TREĆA<br>RAZINA<br>(%) | NEPRECIZNO<br>OPISANI<br>ISHODI (%) | NEOPISANI<br>ISHODI<br>(%) |
| Ustrojstvo živih bića   | 9                     | 36                     | 46                     | 9                                   | 0                          |
| Energija                | 0                     | 58                     | 25                     | 17                                  | 0                          |
| Razmnožavanje           | 12                    | 62                     | 13                     | 13                                  | 0                          |
| Ravnoteža               | 0                     | 76                     | 18                     | 6                                   | 0                          |
| Međuovisnost            | 30                    | 37                     | 11                     | 22                                  | 0                          |
| Raznolikost             | 0                     | 0                      | 0                      | 7                                   | 93                         |
| Znanost                 | 0                     | 0                      | 25                     | 25                                  | 50                         |
| <b>Ukupno</b>           | <b>9,1</b>            | <b>42,4</b>            | <b>16,2</b>            | <b>14,1</b>                         | <b>18,2</b>                |

Dobiveni podaci analize ishoda učenja koje su nastavnici predložili na svim ispitanim razinama obrazovanja ukazuju da je za makrokoncepte „Raznolikost“ i „Znanost“ najveća učestalost ne točno definiranih ishoda. Znači da nastavnici naročito za te makrokoncepte imaju poteškoća u preciznom opisivanju ishoda učenja.

## 4.6 Analiza razine znanja nastavnog plana i programa prirode i biologije za osnovnu školu i gimnaziju

Analiza razina znanja nastavnog plana i programa za osnovnu školu (MZOŠ, 2006) i za gimnaziju (Glasnik, 1995) temeljena je na usporedbi upotrebljenih aktivnih glagola prema njihovoj klasifikaciji prema Bloomu.

Dobiveni podaci o zastupljenosti pojedinih razina znanja u PIPu za osnovnu školu ukazuju da je najveća učestalost konceptualnog razumijevanja, zatim činjeničnog znanja, dok se najmanje očekuje rješavanje zadanih problema sa stečenim znanjem (tablica 29.).

**Tablica 29. Učestalost zastupljenosti (%) pojedinih razina učenja iz prirode i biologije na osnovu klasifikacije aktivnih glagola po razinama školovanja u osnovnoj školi u nastavnom planu i programu 2006.**

| RAZRED | PRVA RAZINA (%) | DRUGA RAZINA (%) | TREĆA RAZINA (%) |
|--------|-----------------|------------------|------------------|
| 5.     | 33,3            | 47,9             | 18,8             |
| 6.     | 35,8            | 41,6             | 22,6             |
| 7.     | 29,4            | 55,9             | 14,7             |
| 8.     | 24,4            | 56,1             | 19,5             |
| Ukupno | 30,7            | 50,4             | 18,9             |

Tablica 30. pokazuje da je po gimnazijskom nastavnom PIPu zastupljenost druge razine znanja najveća odnosno najviše se od učenika očekuje konceptualno razumijevanje iz područja: od molekule do organizma, raznolikost živog svijeta, genetika, evolucija i ekologija. Za biološko područje životni procesi 22% propisanih ishoda učenja je svrstano u neprecizno definirane ishode. To biološko područje po zastupljenosti pojedinih razina znanja odudara od ostalih bioloških područja po gimnazijskom programu. Jedino za to područje 22% ishoda učenja klasificirano je u treću razinu znanja, što znači da se od učenika očekuje rješavanje zadanih problema na temu životni procesi.

**Tablica 30. Učestalost zastupljenosti (%) pojedinih razina znanja iz biologije na osnovu klasifikacije aktivnih glagola po razinama školovanja u gimnaziji u nastavnom planu i programu 1996.**

| RAZRED | PODRUČJE<br>ISPITIVANJA              | PRVA<br>RAZINA<br>(%) | DRUGA<br>RAZINA<br>(%) | TREĆA<br>RAZINA<br>(%) | NEPRECIZNO<br>OPISANI<br>ISHODI<br>(%) |
|--------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------|
| 1.     | Od molekule<br>do organizma          | 29                    | 71                     | 0                      | 0                                      |
| 2.     | Raznolikost<br>živog svijeta         | 33                    | 67                     | 0                      | 0                                      |
| 3.     | Životni<br>procesi                   | 0                     | 56                     | 22                     | 22                                     |
| 4.     | Genetika,<br>evolucija,<br>ekologija | 31                    | 54                     | 0                      | 8                                      |
| Ukupno |                                      | 24                    | 61                     | 5                      | 8                                      |

## 4.7 Analiza miskoncepcija

Popis miskoncepcija koje su nastavnici zamijetili da se pojavljuju za određene makrokoncepte u osnovnim školama i gimnazijama je prikazan tablicom 31. Pojavom miskoncepcija moguće je odrediti koji koncepti su problematični za učenike i kako pojedini alternativni koncepti utječu na učeničku sposobnost usvajanja znanstvenog razumijevanja.

**Tablica 31. Sortirani miskoncepti koji se pojavljuju u osnovnoj školi i gimnaziji po ispitanim makrokonceptima**

| MAKROKONCEPT          | MISKONCEPCIJE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | Završetak osnovne škole                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Završetak gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Ustrojstvo živih bića | miješanje pojmova populacije i životne zajednice<br>ne razlikovanje pojmova: vrsta, pasmina i sorta<br>ne razlikovanje organa od organizma<br>prilagodba nastaje nastajanjem jedinka<br>biljka udiše ugljikov dioksid a izdiše kisik<br>ne razlikovanje staničnog i plućnog disanja<br>ne razlikovanje mitoze i mejoze, i broj kromosoma u tjelesnim i spolnim stanicama<br>nepovezivanje mitoze i mejoze sa tjelesnim i spolnim stanicama | ne razlikuju populaciju i biocenozu, miješaju razine organizacije sa sistematikom miješaju biocenozu i ekosustav<br>nerazlikovanje pojmova: vrsta, pasmina i sorta<br>prilagodba nastaje nastojanjem jedinke<br>ne razlikovanje pojmova: sporofit i gametofit te pojmova oprašivanje i oplodnja<br>neshvaćanje pojma kemoautotrofija i fotoautotrofija poistovjećivanje staničnog i plućnog disanja<br>ne razlikuju biogene elemente od kemijskih spojeva<br>ne znaju osnovne anorganske i organske molekule<br>ne znaju definirati organele (navode ih kao tjelešca ili dijelove)<br>miješanje klorofila i kloroplasta<br>izmjena generacija kod algi i gljiva, miješanje pojmova sporofit, sporangij, spora (spora kod bakterija i gljiva)<br>miješanje meristema s trajnim tkivom i kambijem nepovezuju vrste tkiva; uočavaju tkiva i kod protista (Volvox)<br>kromosomi se udvostručuju u mitози |

**Nastavak Tablice 31. Sortirani miskoncepti koji se pojavljuju u osnovnij školi i gimnaziji po ispitanim makrokonceptima**

| MAKROKONCEPT  | MISKONCEPCIJE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | Završetak osnovne škole                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Završetak gimnazije                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Energija      | <p>ne prepoznaju pojam energije</p> <p>ne povezuju udisanje kisika s oslobađanjem energije</p> <p>ne razlikuju protjecanje energije i kruženje tvari</p> <p>teško razlikovanje prijelaza jednog oblika energije u drugi</p> <p>ultraljubičasto zračenje negativno za naš organizam biljke udišu ugljikov dioksid i izdišu kisik</p> <p>nepoimanje da čovjekovo djelovanje ima dugoročne posljedice</p> <p>stanično disanje preapstraktno</p>                                                                                                                                                           | <p>usvojeni pojmovi bez razumjevanja (glikoliza, vrenje, stanično disanje, Krebsov ciklus, dišni lanac)</p> <p>ne razumjevanje nastanka šećera iz vode i ugljik dioksida biološka oksidacija usvojena ali ne i njezina svrha poistovnećivanje uloge glukoze i ATP-a u stanici</p> <p>biljke ne dišu</p> |
| Razmnožavanje | <p>oblik nespornog razmnožavanja isto što i spolni odnos</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Ravnoteža     | <p>krive predodžbe o korisnosti kukaca koji održavaju prirodnu ravnotežu</p> <p>shvaćanje ekologije kao zaštite okoliša</p> <p>ne razlikovanje pojmova: hranidbeni lanac i hranidbena mreža</p> <p>pogrešna predodžba o disanju biljaka i fotosintezi, učenici dolaze s idejom da biljke udišu ugljikov dioksid a izdišu kisik</p> <p>nerazlikovanje pojma difuzija i osmoza</p> <p>ne razlikovanje menstruacije kao faze menstrualnog ciklusa</p> <p>nerazumjevanje uzroka menstruacije</p> <p>ne razumjevanje hranjivih vrijednosti namernica, neshvaćanje uloge vitamina i minerala u organizmu</p> | <p>ekologiju i zaštitu okoliša treba integrirati sa raznolikošću , tj. sa sistematikom</p> <p>miješaju hranidbeni lanac i hranidbenu mrežu</p> <p>nerazlikovanje difuzije i osmoze</p> <p>nerazlikovanje središnjih i perifernih organa imunološkog sustava</p>                                         |
| Međuviznost   | <p>pogrešno korištenje pojmova osjet-osjetilo</p> <p>teško povezati živu i neživu prirodu</p> <p>nerazumjevanje pojma životni uvjeti i smanjena sposobnost povezivanja pojmova sa svakodnevnim životom</p> <p>kriva predodžba o čovjekovom utjecaju na okoliš i pretpostavka da čovjek ne može puno toga promijeniti</p> <p>poteškoće u prepoznavanju prilagodbi na konkretnom organizmu</p> <p>nerazlikovanje uloga simpatikusa i parasimpatikusa</p>                                                                                                                                                 | <p>naučeno gradivo ne povezuju(eutrofikacija,biološka ravnoteža,globalne promjene...)</p> <p>definirati simbiozu u odnosu na mutualizam</p> <p>modifikacije su nasljedne</p>                                                                                                                            |

**Nastavak Tablice 31. Sortirani miskoncepti koji se pojavljuju u osnovnij školi i gimnaziji po ispitanim makrokonceptima**

| MAKROKONCEPT | MISKONCEPCIJE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|              | Završetak osnovne škole                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Završetak gimnazije |
| Raznolikost  | svrstavanje gljiva u carstvo biljaka<br>praživotinje su za njih dinosauri<br>koralji i spužve su biljke<br>dupin je riba, diše škrigama<br>šišmiš je ptica<br>pingvin je sisavac<br>korijen iz zemlje upija hranjive tvari<br>roditelj kod nespornog razmnožavanja je<br>muškog ili ženskog roda<br>binarna nomenklatura zbunjujuća<br>evolucija je sada gotova<br>sve bakterije su uzročnici bolesti |                     |
| Znanost      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |

Miskoncepcija koja se pojavljuje u osnovnoj školi, a zatim se još produbljuje u gimnaziji da biljke udišu ugljikov dioksid a izdišu kisik. Dobiveni podaci pokazuju da se kod obrade koncepta „Fiziološki procesi u organizmu“ pojavljuje miskoncepcije to jest učenici ne razlikuju pojmove difuzija i osmoza na svim razinama školovanja.

**Tablica 32. Broj miskoncepta po ispitanim makrokonceptima koji se pojavljuju u osnovnoj školi i gimnaziji**

| MAKROKONCEPT          | MISKONCEPCIJE<br>OŠ (N) | MISKONCEPCIJE<br>gimnazija (N) |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------------|
| ustrojstvo živih bića | 8                       | 17                             |
| energija              | 8                       | 6                              |
| razmnožavanje         | 1                       | 0                              |
| ravnoteža             | 9                       | 3                              |
| međuvodnost           | 7                       | 3                              |
| raznolikost           | 11                      | 0                              |
| znanost               | 0                       | 0                              |
| <b>ukupno</b>         | <b>44</b>               | <b>30</b>                      |

Dobiveni podaci u tablici 32. pokazuju koliko se miskoncepta koje su nastavnici primijetili pojavilo u OŠ i gimnaziji prilikom obrade ispitanih makrokoncepta. Iz tih podataka možemo zaključiti koji su koncepti problematični za učenike, ali i kojim konceptima nastavnici poklanjaju veću pažnju pri poučavanju.

Najveći broj miskoncepcija se pojavljuje za makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“ i oni su zabilježeni tijekom gimnazijskog obrazovanja. Što ukazuje da je tu najviše koncepata koji su problematični za učenike. Učenici su tijekom OŠ usvojili pogrešno znanstveno razumijevanje o populaciji, životnoj zajednici, pasmini, sorti... Na temelju tog pogrešnog predznanja su gradili nova znanja tijekom gimnazijskog obrazovanja što je rezultiralo sve većem broju novih miskoncepcija.

Ostali makrokoncepti pokazuju da se broj miskoncepcija smanjio tijekom obrazovanja to jest da su učenici ispravili njihova pogrešna shvaćanja.

## 5 Rasprava

Biologija je egzaktna znanost koja se velikim dijelom temelji na promatranju i očuvanju prirodnih pojava koje zatim nastoji opisati i objasniti pomoću različitih metoda.(NCVVO, 2010)

Cilj nastave biologije je da učenici steknu znanje o osnovnim biološkim zakonitostima, temeljnoj građi i funkcijama živih bića, te razviju prirodoznanstveni način mišljenja, upoznaju metode istraživanja prirode, razviju spremnost i primjerenu odgovornost za primjenu stečenih znanja u životu (MZOŠ, 2006).

Prema GCSE (General Certificate of Secondary Education, 2010) tri glavna cilja učenja biologije su:

1. znanje s razumijevanjem
2. rukovanje informacijama i rješavanje problema
3. eksperimentalne vještine i istraživanje

Dobiveni podaci analize anketa ishoda učenja iz prirode i biologije za OŠ koje nastavnici očekuju od svojih učenika ukazuju kako je najveća učestalost ishoda učenja druge razine, dakle od učenika se najviše očekuje konceptualno razumijevanje. Zatim slijedi učestalost ne točno definiranih ishoda učenja, to jest dosta nastavnika kod određivanja ishoda učenja uopće ne upotrebljava aktivne glagole ili koriste neprecizne glagole. Nastavnici ishoda učenja trebaju usmjeriti na učenike i njihove aktivnosti i zato se uvijek iskazuju aktivnim glagolima koji izražavaju učeničku aktivnost (Kennedy, 2006). Učestalost treće razine znanja ne zadovoljava s obzirom na područje biologije koja zahtjeva postavljanje hipoteza, logičko razmišljanje, analizu eksperimentalnih podataka, itd.

Ishodi učenja iz prirode i biologije propisani aktualnim planom i program za osnovnu školu RH određeni su tako da je zastupljenost prve razine znanja to jest reproduciranje činjenica i literaturno razumijevanje oko 30% , druga razina je zastupljena s učestalošću oko 50% dok je treća razina, rješavanje problema zastupljena oko 20%.

Dobiveni podaci analize ishoda učenja nastavnika gimnazija ukazuju na podjednaku zastupljenost razina znanja i pogrešno određenih ishoda kao dobiveni podaci za osnovnu školu. Uočena je najveća učestalost određivanja postignuća učenja druge razine znanja od strane nastavnika. Tome je razlog što je područje konceptualnog učenja i utvrđivanja razina učenja potencirano u hrvatskom školstvu tek zadnjih nekoliko godina. Nastavnicima je to područje dosta strano, jer traži odmak od sadržajno usmjerenog poučavanja na koje su

nastavnici navikli. Vrlo teško razlikuju prvu i drugu razinu znanja, te drugu i treću zbog dugogodišnje usmjerenosti na reproduktivno znanje. Veliki je broj pogrešno određenih ishoda što ukazuje na nedovoljnu osposobljenost nastavnika za utvrđivanje ishoda učenja, jer to doživljavaju kao administrativnu formalnost, a ne bitnu odrednicu nastave usmjerene na učenika.

Analiza ishoda učenja napravljena je na osnovu klasifikacije aktivnih glagola po Bloomu (Čizmešija i Varošaneć, 2008). Prema aktualnom četverogodišnjem gimnazijskom nastavnom planu i programu (MZOŠ, 1995) u Hrvatskoj ako izostavimo propisane ishode učenja za područje „Životni procesi“ najveća je učestalost ishoda učenja druge razine, pa zatim slijedi prva razina dok treća razina znanja uopće nije zastupljena. Treća razina znanja je zastupljena samo za područje „Životni procesi“.

Za razliku od ishoda učenja po aktualnom četverogodišnjem gimnazijskom nastavnom planu i programu iz biologije u Ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije 2009./2010. u Hrvatskoj najveća učestalost je druge razine a zatim treće razine znanja to jest najmanja učestalost je prve razine znanja.

Kako bi se postigao treći cilj određen GCSE certifikatom, a isti se pojavljuje i u LCBS (Leaving Certificate Biology Syllabus), potrebno je od učenika očekivati provođenje praktičnih radova. Učenici trebaju biti u stanju koristiti aparaturu i materijale koristeći upute, opažati i napraviti mjerenje, interpretirati i vrednovati zapažanja iz eksperimentalnih podataka, planirati i provoditi istraživanja, odrediti i procijeniti metode i predložiti moguća poboljšanja, uključujući izbor metode, aparature i materijala (LCBS, 2001). Takvi ishodi vrlo su skromno predviđeni u dosadašnjem programu nastave biologije u RH, a u ispitima Državne mature potpuno izostaju.

Nastavnik preciznim definiranjem ishoda učenja za pojedini koncept određuje sadržaj koji će se obrađivati i što sam nastavnik misli da je važno za pojedinu temu. Dobiveni podaci razrade makrokoncepta ukazuju kako sami nastavnici povezuju biološke pojmove i kojim pojmovima daju prioritet, ustvari što smatraju da je važno za pojedini makrokoncept. Koncepte koje smatraju važnim potrebno je i precizno definirati u ishodima učenja da mogu dobiti uvid kako su to učenici usvojili.

Rezultati analize postignuća u obrazovanju koja je provedena u SAD-u pokazuju izuzetno široko ali plitko znanje učenika. To znači da učenici upoznaju mnogo bioloških pojmova na najnižoj razini znanja, to jest usvajaju samo činjenično znanje, dok je dubina razumijevanja osnovnih koncepta i njegove mogućnosti povezivanje koncepta i primjena tog znanja izuzetno ograničena (NCES, 2004). Istraživanja pokazuju da većina učenika ostaje

samo na činjeničnom znanju to jest na prvoj razini znanja. Pri ispitivanju su se neznatno promijenile okolnosti testiranja što je značajno utjecalo na rezultate i traženi odgovori više nisu bili točni. To govori da nivo konceptualnog razumijevanja uopće nije postignut (Gardner, 1991). Iskazana analiza ishoda učenja RH provedena je na razini aktivnih glagola i pokazuje zadovoljavajući udio poticanja konceptualne razine učenja kod učenika. Kako ishag treba analizirati na dubljoj razini, pri čemu aktivni glagol samo usmjerava prema ishodu i njegova klasifikacija vrlo često može dati pogrešnu sliku, bilo bi važno analizirati ishode i na osnovu razina učenja koja slijedi nakon utvrđivanja cjelokupnog konteksta i konceptualnog sagledavanja ishoda.

Pisani udžbenici su najčešće jedina literatura koji učenici koriste, pa tako imaju vrlo veliku važnost pri individualnom oblikovanju znanja samih učenika. Čini se kako autori udžbenika i nastavnih programa pokušavaju silom ugurati sva znanja određenog područja u udžbenike i nastavne programe (Barrass, 1984, Michael i sur. 2009, Dikmenli i sur. 2009). Tendenciju prenatrpanosti udžbenika gomilom činjenica koje najčešće nisu logički povezane imaju i naši autori, a to može znatno utjecati i na kvalitetu znanja učenika.

S obzirom na rezultate anketa vidljivo je da nastavnici u osnovnim školama i gimnaziji najviše od učenika očekuju konceptualno razumijevanje bilo bi zanimljivo ispitati kolika je stvarno dubina znanja kod naših učenika.

Predznanje učenika često nije u skladu s očekivanjima nastavnika. Zbog različitih razina znanja učenika i nastavnika nastavnici često nisu svjesni učeničkih predznanja i to može biti jedan od problema konceptualnog razumijevanja učenika. Posljedica tog nerazumijevanja je daljnje produbljivanje ili pak stvaranje miskoncepcija kod učenika.

Prema analizi anketa najviše miskoncepcija kod učenika koje su nastavnici primijetili je vezano uz makrokoncept „Ustrojstvo živih bića“. Za ovaj makrokoncept je vidljivo da učenici na temelju pogrešnog predznanja konstruiraju nove miskoncepcije vezano uz ispitano biološko područje. Tijekom gimnazijskog obrazovanja koncepti učenika o različitim pojavama prolaze, ili bi barem trebali proći, restrukturiranje koje vodi od zdravo razumskih vjerovanja (pretkoncepcija) na znanstvene koncepte. I drugi autori su utvrdili (Caramazza et al. 1981; McCloskey, 1983) da učenici imaju bogate i vrlo otporne miskoncepcije unutar kojih je potrebno interpretirati i smjestiti nove znanstvene koncepte.

Rezultati pokazuju da su nastavnici zamijetili više miskoncepcija kod učenika osnovnih škola nego kod učenika gimnazije za preostale ispitane makrokoncepte. Tijekom gimnazijskog obrazovanja učenici su 20% miskoncepcija stečenih u Osnovnoj školi uspjeli ispraviti, makar je po Michaelovom istraživanju to vrlo teško. Treba uzeti u obzir da to nisu

sve miskoncepcije koje učenici imaju za pojedina biološka područja već su to samo ona koja su nastavnici zamijetili.

Danas se u našem školstvu najviše koriste tradicionalni testovi s pitanjima višestrukog izbora i kratkih odgovora, koji se najčešće koriste u testiranjima različitih tipova, obično ispituju samo činjenično znanje, a rijetko stvarno procjenjuju dubinu razumijevanja i više razine konceptualnog znanja. Čak i na razredbenim ispitima na Biološkom odsjeku PMF-a Sveučilišta u Zagrebu su pitanja objektivnog tipa, pitanja višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom i s više točnih točnih odgovora kojima se najviše ispitivalo činjenično znanje (57%) iz područja biologije (Bakarić, 2009).

Lukša (2010) ističe da kod konceptualnog razumijevanja učenici moraju posjedovati osnovna znanja, moraju biti u stanju objasniti, interpretirati i primijeniti ta znanja, kao i imati perspektivu nad informacijama, posjedovati samospoznaju o svom razumijevanju, te empatičnost kako bi sa svojim razumijevanjem mogli pomoći drugima. Da bi se ispitalo stvarno konceptualno razumijevanje kod učenika potrebno je koristiti instrumente za ispitivanje konceptualnog razumijevanja. Treba konstruirati pitanja ne na način da traže činjenično znanje već da se fokusiraju na osnovne koncepte koji su temelj za znanstveno razmišljanje na ispitivanom području. U izradi instrumenta za ispitivanje konceptualnog razumijevanja treba se uvijek krenuti od prikupljanja najčešćih učeničkih miskoncepcija i na temelju njih formirati distraktore za test s pitanjima višestrukog izbora. Za ispitivanje konceptualnog razumijevanja primarno u istraživanjima najviše se koriste testovi sistematizacije koncepata tipa BCI-a s pitanjima višestrukog izbora predlaže se i korištenje alternativnih metoda kao npr. konceptnih mapa, intervju, pojmovnih mreža, konceptnih faznih dijagrama, Vennovih dijagrama, pitanje oblikovanja koje sve služe za identifikaciju miskoncepcija. Osim tih jednoslojnih testova postoje i dvoslojni dijagnostički testovi za ispitivanje konceptualnog razumijevanja. Dvoslojni testovi sastoje se od pitanja koja dolaze u parovima u kojem se prvo pitanje iz svakog para sastoji od pitanja s pet ponuđenih odgovora (1 točan i 4 distraktora), dok drugi dio svakog para sadrži pitanje u kojem se nalazi niz od pet obrazloženja odgovora na prvo pitanje iz para.

Bilo bi poželjno da se u našem sustavu obrazovanja po svim nivoima detektiraju miskoncepcije nastale kod učenika i na temelju toga provedu testovi za utvrđivanje konceptualnog razumijevanja iz područja biologije kako bi se utvrdila dobra osnova za prijedlog nastavnog programa koji bi smanjio sadržajnu orijentaciju dosadašnjeg programa.

## 6 ZAKLJUČAK

Na temelju dobivenih rezultata analize ankete „Ishodi/postignuća na početku i na kraju obrazovnog ciklusa”, izvedeni su slijedeći zaključci:

- Nastavnici imaju poteškoća sa organizacijom koncepata unutar ispitanih makrokoncepata, naročito za makrokoncepte „Energija“, „Raznolikost“ i „Znanost“
- Razrada makrokoncepta „Ustrojstvo živih bića“ po anketama obuhvaća: svojstva živih bića, organizacija živog svijeta i ovisnost građe o funkciji kao najvažnije koncepte.
- Razrada makrokoncepta „Energija“ po anketama obuhvaća: oblike energije, pretvorbu energije metabolizam i hranidbene lance kao najvažnije koncepte
- Razrada makrokoncepta „Razmnožavanje“ po anketama obuhvaća: vrste razmnožavanja, odnose među spolovima, stanične diobe i nasljeđivanje kao najvažnije koncepte
- Razrada makrokoncepta „Ravnoteža“ po anketama obuhvaća: prirodnu ravnotežu, homeostazu, održivost i održivi razvoj kao najvažnije koncepte
- Razrada makrokoncepta „Međuovisnost“ po anketama obuhvaća: reakciju, regulaciju i uvjetovanost kao najvažnije koncepte
- Razrada makrokoncepta „Raznolikost“ po anketama obuhvaća: sistematiku, nasljeđivanje, bioraznolikost i evoluciju kao najvažnije koncepte
- Razrada makrokoncepta „Znanost“ po anketama obuhvaća: načela znanstvenog pristupa, integriranje znanstvenih dostignuća i integriranje znanstvenih disciplina kao najvažnije koncepte
- Predloženi ishodi učenja nastavnika na završetku 4. razreda gimnazije za makrokoncept „Ravnoteža“ se sadržajno najviše podudaraju (50%) s propisanim ishodima učenja u Ispitnom katalogu za državnu maturu u školskoj godini 2009./2010.
- Iz Ispitnog kataloga za državnu maturu iz biologije udio ishoda prve razine znanja je 12%, druge razine je 49%, a treće razine je 39%.
- Predloženi ishodi učenja nastavnika na završetku 8. razreda OŠ se sadržajno podudaraju s ishodima predloženim na početku 1. razreda gimnazije s udjelom od 61% sa 6% odstupanja za makrokoncepte „Ustrojstvo živih bića“, „Energija“, „Razmnožavanje“, „Ravnoteža“, „Međuovisnost“ i „Znanost“, dok je sadržajna podudarnost najmanja za makrokoncept „Raznolikost“ s udjelom od 38%.

- Udio ishoda prve razine znanja u ishodima koje su predložili nastavnici na početku 5. razreda OŠ po svim ispitanim makrokonceptima je 25%, druge razine je 39%, treće razine je 4%, a udio netočno definiranih ishoda učenja je 32%.
- Udio ishoda prve razine znanja u ishodima koje su predložili nastavnici na završetku 8. razreda OŠ po svim ispitanim makrokonceptima je 19%, druge razine je 44%, treće razine je 13%, a udio netočno definiranih ishoda učenja je 24%.
- Udio ishoda prve razine znanja u ishodima koje su predložili nastavnici na početku 1. razreda gimnazije po svim ispitanim makrokonceptima je 25%, druge razine je 28%, treće razine je 6%, a udio netočno definiranih ishoda učenja je 41%.
- Udio ishoda prve razine znanja u ishodima koje su predložili nastavnici na završetku 4. razreda gimnazije po svim ispitanim makrokonceptima je 9%, druge razine je 43%, treće razine je 16%, a udio netočno definiranih ishoda učenja je 32%.
- Udio ishoda prve razine znanja u ishodima koje su predložili nastavnici u Osnovnim školama po svim ispitanim makrokonceptima je 21%, druge razine je 42%, treće razine je 10%, a udio netočno definiranih ishoda učenja je 27%.
- Udio ishoda prve razine znanja u ishodima koje su predložili nastavnici u gimnazijama po svim ispitanim makrokonceptima je 17%, druge razine je 35%, treće razine je 11%, a udio netočno definiranih ishoda učenja je 37%.
- Prema nastavnom planu i programu za OŠ iz prirode i biologije (MZOŠ, 2006) udio ishoda prve razine znanja je 31%, druge razine je 50%, a treće razine je 19%.
- Prema četverogodišnjem nastavnom planu i programu za gimnaziju iz biologije (MZOŠ, 1995) udio ishoda prve razine znanja je 24%, druge razine je 61%, treće razine je 5%, a neprecizno definiranih ishoda je 8%.
- Učenici pokazuju najveće poteškoće prilikom usvajanja znanstvenog razumijevanja makrokoncepta „Ustrojstvo živih bića“
- Bilo bi poželjno da se detektiraju miskoncepcije nastale kod kako bi se utvrdila dobra osnova za prijedlog nastavnog programa koji bi smanjio sadržajnu orijentaciju dosadašnjeg programa.

## 7 LITERATURA

- ❖ Atherton, J. S. (2010) Learning and Teaching; Assimilation and Accommodation [Online] UK: <http://www.learningandteaching.info/learning/assimacc.htm>, (pristupljeno 20.10.2010.)
- ❖ Bakarić, A. (2009): Analiza razredbenih ispita na biološkom odsjeku PMF- a Sveučilišta u Zagrebu, Diplomski rad
- ❖ Barrass, R. (1984) Some Misconceptions and Misunderstandings Perpetuated by Teachers and Textbooks of Biology. *Journal Of Biology Education* 18
- ❖ Bloom, B.S. (Ed.) (1956): Taxonomy of education objectives. The classification of educational goals. Handbook I, Cognitive domain. New York; Toronto: Longmas, Green.
- ❖ Bransford, John D. (2000): Committee on Developments in the Science of Learning and Committee on Learning Research and Educational Practice, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education. How people learn: brain, mind, experience and school. National Academy Press, Washington, D.C.
- ❖ Brooks, J. G. & Brooks, M. G. (1993): In search of understanding: The case for constructivist classrooms. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- ❖ Buzan, T. (2006.) : Mentalne mape u poslu, Veble commerce, Zagreb
- ❖ Caramazza, A.; McCloskey, M.; Green, B. (1981) Naive Beliefs in 'Sophisticated' Subjects: Misconceptions about Trajectories of Objects. *Cognition*, 9(2): 117-123
- ❖ Čizmešija, A.; Varošaneć, Ž. (2008): Metodika nastave matematike PMF-a Zagreb, <http://web.math.hr/nastava/metodika/materijali.php> (pristupljeno 22.11.2010.)
- ❖ Fisher, K. M.; Wandersee J. H.; Moody D.E. (2001): Mapping biology knowledge, [http://books.google.hr/books?id=b6NJ\\_gKjQSoC&printsec=frontcover&dq=mapping+biology+knowledge&source=bl&ots=ce0HhbbBob&sig=ugf2VV5QrN-SXrLz67miSf4e5DQ&hl=hr&ei=saDmTMPbO5GcOqj-mK8K&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.hr/books?id=b6NJ_gKjQSoC&printsec=frontcover&dq=mapping+biology+knowledge&source=bl&ots=ce0HhbbBob&sig=ugf2VV5QrN-SXrLz67miSf4e5DQ&hl=hr&ei=saDmTMPbO5GcOqj-mK8K&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false) (pristupljeno 22.11.2010.)
- ❖ Gardner, H. (1991) The Unschooled Mind: How Children Think and How Schools Should Teach. New York: Basic Books
- ❖ Garašić, D.; Radanović, I. (2009): Postignuća/ishodi na početku i na kraju obrazovnog ciklusa. Power point prezentacija, Metodika nastave biologije – Merlin 2009., <http://moodle.srce.hr/course/view.php?id=867>, preuzeto 9. 9. 2010.
- ❖ Glasnik Ministarstva prosvjete i športa br. 11, Školske novine, Zagreb, 1995.
- ❖ Government of Ireland (2001): Leaving Certificate Biology Syllabus

- ❖ Hrvatski jezični portal (2010) Novi Liber, Srce, <http://hip.srce.hr/> pristupljeno 28. 8.2010
- ❖ Ispitni katalog za državnu maturu iz biologije (2009)
- ❖ Jenkins, A.; Unwin, D. (2010): How to write learning outcomes  
<http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/format/outcomes.html>; preuzeto: 18.10.2010.
- ❖ Krsnik, R. (2008): Suvremene ideje u metodici nastave fizike, Školska knjiga d.d., Zagreb
- ❖ Kyriacou, C. (1995): Temeljna nastavna umjeća. Educa, Zagreb.
- ❖ Lukša, Ž. (2010): Miskoncepcije, predkoncepcije i alternativni koncepti kao prepreka učenikom konceptualnom razumijevanju biologije, Zbornik sažetaka - [Drugi specijalni simpozij Edukacija prirodoslovlja, geografije i povijesti u društvu znanja](#), 4. međunarodna konferencija naprednih i sustavnih istraživanja ECNSI – 2010.
- ❖ Michael, J. A.; Wenderoth, M. P.; Modell, H. I.; Cliff, W.; Horwitz, B.; McHale, P.; Richardson, D.; Silverthorn, D.; Williams, S.; Whitescarver, S. (2002) Undergraduates' Understanding Of Cardiovascular Phenomena. *Adv Physiol Educ* 26: 72–84
- ❖ Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2006): Nastavni plan i program za osnovnu školu, GIPA, Zagreb
- ❖ Mušanović M. (1999): Konstruktivistička teorija i obrazovni sustav, Filozofski fakultet Rijeka, Doktorski rad
- ❖ Piaget, J. (1983): "Piaget's theory". U P. Mussen (ur.). *Handbook of Child Psychology*. 4. iz. Vol. 1. New York: Wiley.
- ❖ Richardson, V. (1997): Constructivist teaching and teacher education: Theory and practice. U V. Richardson (ur.), *Constructivist teacher education: Building new understandings*. Washington, DC: Falmer Press.
- ❖ Šverko, B. (1995): Psihologija – udžbenik za gimnazije. Školska knjiga, Zagreb
- ❖ Twomey Fosnot, C. (1989): Enquiring teachers, enquiring learners: A constructivist approach for teaching. New York: Teachers College Press. 165-180.
- ❖ University of Cambridge (2009): International General Certificate of Secondary Education
- ❖ Yager, R. E. (1991): The constructivist learning model: Towards real reform in science education. *The Science Teacher*, 58 (6), 52-57

## 8 Prilozi

### Prilog 1. - Mogućnost pogreške u procesu konstruiranja novog znanja

Riba je riba (Lionni, 1970)

U jednom jezeru živjela je jedna posebna ribica. Ona je bila vrlo radoznala i željela je saznati kakav je život izvan vode. Znala je da ne može skočiti na obalu i razgledati život na kopnu, jer ona kao i sve ostale ribe može disati samo u vodi. Zato se ribica sprijateljila sa punoglavcem koji će se razviti u žabu i moći izaći na površinu. Nakon par tjedana na kopnu žaba se vratila u jezero i detaljno opisala ribici što je sve vidjela (ptice, krave, ljude...). Ribica je pažljivo slušala i zamišljala sve što joj žaba priča. Ona si je predložila ljude kao ribe koje hodaju na dvije peraje, krave kao ribe koje hodaju na četiri peraje, ptice su bile ribe sa krilima i tako je ona dobila sliku života na kopnu.

### Prilog 2. Primjer ankete nastavnika

| RAZRADA MAKROKONCEPTA: USTROJSTVO ŽIVOG SVIJETA                    |                                                                                                                                                            |                                                                                       |                                                 |          |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------|
| KONCEPT                                                            | Ishodi/postignuća na početku ciklusa                                                                                                                       | Ishodi/postignuća na završetku ciklusa                                                | MISKONCEPCIJE                                   | KOMENTAR |
|                                                                    | 5. razred OŠ                                                                                                                                               | 8. razred OŠ                                                                          |                                                 |          |
| organizacija živog svijeta                                         | prepoznati različite životne zajednice, objasniti da se životne zajednice sastoje od biljaka i životinja, uočiti postojanje organiziranosti živoga svijeta | imenovati i definirati razine organizacije živog svijeta i navesti primjere           | ne razlikovanje pojmova: vrsta, pasmina i sorta |          |
| jedinka, vrsta, populacija, životna zajednica, ekosustav, biosfera |                                                                                                                                                            |                                                                                       |                                                 |          |
| ovisnost građe o funkciji                                          | prepoznati različite osobine živih bića i povezati ih sa životnim uvjetima                                                                                 | analizirati na primjerima prilagodbe živih bića ovisno o različitim životnim uvjetima | prilagodba nastaje nastojanjem jedinke          |          |
| prilagodbe                                                         |                                                                                                                                                            |                                                                                       |                                                 |          |

Prilog 3. Okvirna razrada makrokonceptata koja je ponuđena nastavnicima pri utvrđivanju konceptata i ishoda učenja

### OKVIRNA RAZRADA KONCEPATA

#### ➤ USTROJSTVO ŽIVOG SVIJETA

- organizacija živog svijeta
  - jedinka
  - vrsta
  - populacija
  - biocenoza
    - hranidbeni lanac
    - hranidbena mreža
    - prirodna ravnoteža
    - kruženje tvari
  - ekosustav
    - životni uvjeti
    - prilagodbe
  - biosfera
    - rasprostranjenost
- svojstva živih bića
  - životni ciklus
    - haploidno
      - gametofit
        - gameta
      - razmnožavanje
        - produženje vrste
        - rasprostranjivanje
    - diploidno
      - sporofit
        - spora
      - rađanje
      - rast
      - razvoj
        - sazrijevanje
      - starenje
      - smrt
    - izmjena generacija
      - vegetativno
      - generativno
  - životne potrebe
    - izmjena tvari
      - ishrana
        - autotrof
          - fotoautotrof
            - klorofil
          - kemoautotrof
        - heterotrof
          - saprofit
          - parazit
      - disanje
        - aerobno
        - anaerobno
- ovisnost građe o funkciji
  - stanica
    - organeli
      - stanična membrana
      - jezgra
        - jezgrica
      - endoplazmatski retikulum
      - Golgijevo tijelo
      - lizosomi

- mitohondriji
  - plastidi
    - kloroplasti
  - vakuola
  - stanična stijenka
- endocitoza
- egzocitoza
- stanični ciklus
  - replikacija
  - transkripcija
  - translacija
  - stanična dioba
    - kromatin
    - kromosom
- raznolikost građe u ovisnosti funkcije
- organizam
  - fenotip i genotip
  - jednostanični organizam
  - višestanični organizam
    - biljni organizam
      - korijen
      - stabljika
      - list
      - cvijet
        - lapovi
        - latice
        - prašnik
        - tučak
      - plod
    - životinjski organizam
  - tkiva
    - biljna
      - meristem
      - trajna tkiva
        - parenhim
        - pokrovno
        - provodno
        - mehaničko
        - žljezdano
    - životinjska
      - epitelno
      - vezivno
      - mišićno
      - živčano
        - neurit
          - tijelo
          - dendriti
          - akson
  - organi
  - organski sustavi

## ➤ ENERGIJA

- oblici
  - izvori
  - štednja
    - recikliranje
- pretvorba
  - sinteza
    - fotosinteza
    - kemosinteza
  - biološka oksidacija
    - ATP

- glikoliza
  - vrenje
  - stanično disanje
    - Krebsov ciklus
    - dišni lanac
  - iskorištavanje
- hranidbeni lanci
  - protjecanje
  - hranidbena mreža
  - hranidbena piramida
- metabolizam
  - razgradnja (katabolizam)
  - izgradnja (anabolizam)
  - oslobađanje
  - vezanje
  - uskladištavanje
  - iskorištavanje

## ➤ RAVNOTEŽA

- prirodna ravnoteža
  - okoliš
    - abiotički faktori
    - biotički faktori
  - hranidbeni lanci
    - ekosustav
      - ekološka niša
      - odnos živog bića i okoliša
  - poremećaji ravnoteže
    - onečišćenje
      - učinak staklenika
      - kisele kiše
      - ozonske rupe
    - ugroženost
- homeostaza
  - biogeokemijski ciklusi
  - biogeni elementi
  - organski spojevi
    - ugljikohidrati
    - lipidi
    - proteini
      - enzimi
    - nukleinske kiseline
      - nukleotidi
    - vitamini
  - ovisnost života o vodi
  - fizikalno-kemijski procesi u organizmu
    - filtracija
      - glomerul
    - difuzija
      - izmjena plinova
    - osmoza
      - osmotski tlak
      - toničnost
      - turgor
        - plazmoliza
    - kohezija i adhezija
      - kapilarnost
        - kapilara
        - ksilen i floem
    - tlak
    - transpiracija
    - gutacija

- aktivni transport
- mehanizam povratne sprege
- zdravlje
  - održavanje zdravlja
    - zdrava prehrana
    - menstrualni ciklus
    - trudnoća
  - poremećaji zdravlja
  - opasnosti za zdravlje
    - ovisnosti
  - bolesti
    - nezarazne
      - akutne
      - kronične
    - zarazne
    - imunost
      - cijepljenje
      - alergije
    - genetičko testiranje
- održivost i održivi razvoj
  - zaštita prirode
    - eutrofikacija
    - globalne promjene
    - zaštitna područja
    - zaštićene vrste
  - iskorištavanje prirode
    - prirodne zalihe
    - uzgoj
    - štetnici za čovjeka
      - biološko sredstvo zaštite
    - bioindikatori

## ➤ RAZNOLIKOST

- promjenjivost
  - prilagodbe
  - evolucija
    - svemirska
    - kemijska
    - geološka
    - biološka
      - bioraznolikost
      - čimbenici
        - borba za opstanak
        - promjena genetičkih osobina
        - selekcija
        - izolacija
        - sukcesija
      - filogenetske organizacijske razine
        - sistematika
          - binarna nomenklatura
          - klasifikacijske razine
          - monofiletski klasteri
        - biološki subjekti bez stanične organizacije
          - virusi
          - viroidi
          - prioni
        - bakterija
        - arhea
        - eukarya
          - protostomia i deuterostomia
          - radiata i bilateria
          - celom

- protisti
  - niže gljive
  - alge
  - praživotinje
- gljive
  - lišajevi
- biljke
  - mahovine
  - paprati
  - sjemenjače
    - golosjemenjače
    - kritosjemenjače
- animalia
  - parazoa
  - eumetazoa
    - acelomata (žarnjaci, plošnjaci)
    - blastocelomata
    - celomata
      - nekolitičavi celomata (mekušci)
      - koluticavi celomata (anelida, artropoda)
    - trodjelni celomata
      - lovkaši (mahovnjaci)
      - bodlikaši
      - polusvičkovci (crijevodisači - žiroglavac)
      - svičkovci
        - cefalohordata
        - tunicata
        - vertebrata
          - kružnousti
          - ribe hrskavičnjače
          - ribe koštunjače
          - vodozemci
          - gmazovi
          - ptice
          - sisavci
- biomi
- fosil
- endem
- nasljeđivanje
  - srodnost
  - genom
  - očuvanje nasljedne upute
    - rekombinacija
  - promjena nasljedne upute
    - mutacija
  - održivost gena u populaciji
    - specijacija

## ➤ MEĐUOVISNOST

- zavisne i nezavisne varijable (uvjetovanost)
  - podražljivost
    - podražaj (impuls)
    - prag podražljivosti
    - refleks
    - osjet
  - promjenjivost
    - mutacija
      - mutagen
  - životni uvjeti
  - ekološka valencija

- reakcija (posljedica)
  - provodljivost
    - sinapsa
    - akcijski potencijal
  - kretanje
  - način života
    - kompeticija
    - simbioza
    - ponašanje
  - modifikacija
- regulacija
  - koordinacija
    - centralna
      - mozak
    - periferna
      - vegetativni živčani sustav
      - membranska pumpa
      - hormoni
      - neurotransmiteri
      - imunost
    - tumor
  - selekcija
  - biološki ritmovi

## ➤ RAZMNOŽAVANJE

- stanični ciklus
  - interfaza
  - dioba
    - mitoza
      - faze
        - profaza
        - metafaza
        - anafaza
        - telofaza
      - rast
        - regeneracija
      - nespolno razmnožavanje
        - oblici
        - nespolne rasplodne stanice
        - kloniranje
    - mejoza
      - spolno razmnožavanje
        - raznolikost
          - spolne stanice
            - spermatogeneza
            - oogeneza
        - oprašivanje
        - oplodnja
          - vanjska
          - unutrašnja
          - zigota
          - sjemenka
            - dormacija
        - razvoj zametka
          - diferencijacija
            - klijanje
            - embrio
            - morula
            - blastula
            - gastrula
            - ektoderm
            - mezoderm

- endoderm
  - organogeneza
    - fetus
- spolni dimorfizam
- sazrijevanje
  - pubertet
- odnosi među spolovima
  - odgovorno spolno ponašanje
  - spolno prenosive bolesti
- briga za potomstvo
  - planiranje potomstva
    - trudnoća
    - kontracepcija
- nasljeđivanje
  - RNA
  - DNA
    - plazmid
    - nukleoid
    - kromosomi
      - kromatide
        - crossing-over
      - gen
        - aleli
        - dominantno
        - recesivno

## ➤ ZNANOST

- znanstveni pristup
  - znanstvene činjenice
  - kritičko razmišljanje
- prirodne znanosti
  - spoznavanje
  - prirodoslovna pismenost
    - znanstveno istraživanje
    - iznanstvena metoda
      - znanstvenik
        - znanstveno otkriće
        - znanstveno djelo
      - primjena
- integriranje znanstvenih disciplina
- primjena znanstvenih dostignuća

## ➤ SUVREMENA TEHNOLOGIJA

- odabiranje
  - umjetni odabir
    - kultiviranje
    - križanje
    - kloniranje
  - genetički inženjering
    - oplemenjivanje
    - GMO
  - genska terapija
  - biotehnologija
    - stanično frakcioniranje
    - kultura stanica

Prilog 4. Četverogodišnji nastavni program biologije za gimnazije donesen od strane Ministarstva prosvjete i športa Republike Hrvatske 1995.

| Nivo obrazovanja | Područje                  | Sadržaji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. razred        | od molekule do organizma  | <p>što je biologija (područje i metode istraživanja)</p> <p>opća svojstva živih bića</p> <p>razine u ustroju živih bića (molekule, stanice, organizmi, populacije, biocenoze, ekosustavi)</p> <p>kemijska osnova života (kemijska građa organizma, kemijski elementi, anorganski i organski spojevi, biokatalizatori)</p> <p>podrijetlo života na Zemlji</p> <p>stanica- osnovna jedinica organizma (otkriće stanice, stanična teorija)</p> <p>metode istraživanja stanica (mikroskopske tehnike, ostale novije metode istraživanja)</p> <p>ustrojstveni plan prokariotske stanice (bakterije - modrozelenelne alge)</p> <p>ustrojstveni plan eukariotske stanice (biomembrane, raščlamba stanice na funkcionalne prostore - organeli, ostale stanične strukture i makromolekularni kompleksi)</p> <p>dioba stanice organizacija kromosoma, mitozna, mejoza, spolne rasplodne stanice</p> <p>od stanice do višetaničnog organizma diferencijacija stanica, tkiva u biljkama i životinjama, embrionalni razvoj</p> |
| 2. razred        | raznolikost živog svijeta | <p>Raznolikost i pregled živoga svijeta - nazivlje.</p> <p>Virusi i prokariota</p> <p>Eukariota</p> <p>Alge (zelene, smeđe, crvene). Gljive. Lišajevi. Značenje prelaska biljka na kopno.</p> <p>mahovine - odnos gametofita i sporofita</p> <p>papratnjače - izmjena generacija. Izosporne i hetrosporne paprati</p> <p>golosjemenjače - sjemeni zametak, dalja redukcija gametofita. Pregled golosjemenjača: četinjače, gingo, ciklas, izumrlje golosjemenjače</p> <p>kritosjemenjače - sjemeni zametak u plodnici, sjemenke i plod. Dvosupnice i jednosupnice. Diferencijacija sporofita. Značenje biljaka za život čovjeka. Filogenetski odnosi unutar kritosjemenjača.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|           |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                            | <p>glavne značajke hrvatske flore i vegetacije (relikti, endemi). Vegetacijska karta Hrvatske</p> <p>praživotinje</p> <p>Osnovne osobine građe i uloge glavnih predstavnika (morfološka i funkcionalna uvjetovanost). Značenje i opasnosti za čovjeka.</p> <p>Višestanične životinje</p> <p>Beskralježnjaci. Pregled glavnih skupina na osnovi morfoloških osobina u građi tijela (spužve, beskolutićavci, mnogokolutićavci i malokolutićavci)</p> <p>Svitkovci i kralježnjaci. Usložnjavanje građe tijela s obzirom na stupanj razvoja (svitkoglavci, ribe, vodozemci, gmazovi, ptice i sisavci)</p> <p>Filogenetski odnosi u životinja.</p> <p>Značenje životinja u životu čovjeka.</p> <p>Glavne značajke hrvatske faune. Zaštita životinjskoga svijeta (zaštićene i ugrožene vrste u Hrvatskoj - s posebnim osvrtom na relikte i endeme)</p> |
|           |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3. razred | Životni procesi            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|           | Životni procesi u biljkama | <p>Mijena tvari i energije. Primanje i provođenje vode i mineralnih tvari u biljci. Autotrofna prehrana - fotosinteza: primarne i sekundarne reakcije. Kemosinteza. Heterotrofna prehrana - sporofiti, paraziti, biljke mesoždere.</p> <p>Biološka oksidacija. Glikoliza. Disanje. Vrenje.</p> <p>Rast i razvoj biljnog organizma.</p> <p>Gibanje u biljkama.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|           | Biologija čovjeka          | <p>Čovjek kao biološko, društveno, stvaralačko i duhovno biće.</p> <p>Kemijski sastav ljudskog organizma. Tkiva.</p> <p>Sustav organa za pokretanje. Kostur. Građa i rast kosti. Građa i uloga mišića. Poremećaji u radu i bolesti mišića.</p> <p>Metabolički i probavni sustav. Hranidbene tvari. Građa i uloga probavnih organa. Poremećaji i bolesti organa za probavu.</p> <p>Tjelesne tekućine. Promet i poremećaj vode i elektrolita.</p> <p>Krv i krvotvorni sustav. Poremećaji u hematopoezi. Imunološki sustav. Imunodefijencija: AIDS (sida), alergijske reakcije. Srce i krvne žile. Srčana aktivnost. Poremećaji srčanog ritma i krvnoga tlaka. Infarkt.</p>                                                                                                                                                                         |

|           |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                            | <p>Građa i uloga pluća. Mehanika iregulacija disanja. Poremećaji respiracijskog sustava. Štetnosti pušenja.</p> <p>Građa i uloga bubrega. Bolesti bubrega. Umjetni bubreg.</p> <p>Živčani sustav. Građa i uloga mozga. Inteliktualna sposobnost mozga. Osjetila. Poremećaji živčanog sustava.</p> <p>Endokrini sustav. Poremećaji i bolesti enndokrinih žljezda.</p> <p>Spolne žljezde i spolni sustav. Spolni život. Zametni razvoj čovjeka, trudnoća, porođaj, dojenje. Poremećaji u funkcioniranju spolnog ireproduktivnog sustava.</p> <p>Ovisnost (alkohol, droge, pušenje)</p>                                                                                                                                            |
|           |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4. razred | Genetika                                   | <p>Genetika - znanost o nasljeđivanju</p> <p>Svojstva nasljednoga materijla (prijenos, ustroja i akcija).</p> <p>Genotip i fenoti. Stabilnost i nestabilnost genetičke informacije. Promjenjivost, mutacije - osnova za raznolikost.</p> <p>Mutacije gena i kromosoma. Rak. Stečene i urođene genske bolesti. Razmnožavanje i raznolikost.</p> <p>Genetika čovjeka.</p> <p>Geni u populacijama. Primjena genetike u oplemenjivanju biljaka i životinja. Genetičko inženjerstvo.</p>                                                                                                                                                                                                                                             |
|           |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|           | Evolucija                                  | <p>Razvoj iraznolikst živog svijeta. Teorije u evoluciji, živi svijet u prošlosti.</p> <p>Čimbenici evolucije (selekcija, mutacija, genetički drift i izolacijski mehanizami). Specijacija - sukcesivna divergentna.</p> <p>Specijacija čovjeka.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|           | Ekologija, unapređivanje i zaštita okoliša | <p>Rasprostranjenost organizma. Abiotički i biotički čimbenici. Odnosi među organizmima.</p> <p>Jedinke, populacij, biocenoze, ekosustavi, biosfera</p> <p>Populacija, rast populacije i ekosustava: sustav, sukcesije, hranidbeni lanci, organska proizvodnja, kruženje tvari, protjecanje energije.</p> <p>Poremećaji ekosustava utjecajem čovjeka. Uništavanje šuma, melioracije, onečišćavanje zraka, tla, kopnenih voda, mora, uništavanje vrsta i promjena sastava biocenoze.</p> <p>Stupnjevi zaštite prirode zaštićeni objekti prirode, planiranje prostora, ekologijske studije, pročišćavanje otpadnih voda i plinova.</p> <p>Zaštita prirode - biologijske zanimljivosti i zaštićeni objekti prirode u Hrvatskoj</p> |

