

# Razumijevanje koncepta „Održavanje ravnoteže u organizmu“ kod učenika 3. razreda srednje škole

---

Črnica, Tanja

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:945944>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-18**



Repository / Repozitorij:

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



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prirodoslovno-matematički fakultet**  
**Biološki odsjek**

**Tanja Črnila**

**Razumijevanje koncepta „Održavanje ravnoteže u organizmu“ kod  
učenika 3. razreda srednje škole**

**Diplomski rad**

**Zagreb, 2019.**

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

*Zahvala*

*Zahvaljujem se mentorici, prof. Ines Radanović na uloženom trudu, brizi i strpljenju čime mi je bila od velike pomoći pri izradi ovog rada.*

*Veliko hvala dr.sc. Žaklin Lukša na svesrdnoj pomoći pri procjeni kvalitete pitanja ovog istraživanja.*

Sveučilište u Zagrebu

Diplomski rad

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

RAZUMIJEVANJE KONCEPTA ODRŽAVANJE RAVNOTEŽE U ORGANIZMU  
KOD UČENIKA 3. RAZREDA SREDNJE ŠKOLE

Tanja Črnila

Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

Ovaj rad ima za cilj odrediti usvojenost i razumijevanje ključnog koncepta *Održavanje ravnoteže u organizmu* među učenicima 3. razreda srednjih škola, na temelju učeničkih odgovora na pitanja uz makrokoncept *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* na Državnom natjecanju iz biologije 2015. i na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine. Analizirani su odgovori učenika uz specifično kodiranje i tumačenje biološkog značenja odgovora. Izdvojeni su i objašnjeni problemi i miskonceptije vezani uz ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu*. U zadacima Državnog i Županijskog natjecanja najviše su korištena pitanja nižih kognitivnih razina. Dominiraju prihvatljiva pitanja, a izostaju kvalitetom loša pitanja, što je pokazatelj da su sastavljači pitanja djelomično uvažili preporuke o sastavljanju pitanja, odnosno da se njihova vještina pitanja polagano razvija. Analizom odgovora utvrđeno je postojanje nekoliko miskonceptija vezanih uz ključni koncept, međutim, većina netočnih odgovora u ovom istraživanju više je rezultat nedostatnog znanja učenika i metoda u poučavanju nastavnog gradiva na još uvijek pretežno frontalni, predavački način. Učenici su zadatke vezane uz životne problemske situacije rješavali uspješno na Županijskom natjecanju, dok na Državnom natjecanju nisu, što se može pripisati težini zadataka. Zadatci Državnog i Županijskog natjecanja koji ispituju zajednički ishod su prema većini parametara ujednačeni.

Rad je pohranjen u Centralnoj biblioteci Biološkog odsjeka, Rooseveltov trg 6.

Ključne riječi: srednja škola, natjecanje iz biologije, koncept, miskoncept

(stranica 53, slika 50, tablica 19, literaturnih navoda 56, jezik izvornika: hrvatski)

**Voditelj:** Izv. prof. dr. sc. Ines Radanović

**Povjerenstvo:** Izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner

Izv. prof. dr. sc. Draginja Mrvoš Sermek

**Zamjena:** prof. dr. sc. Iva Juranović Cindrić

**Rad prihvaćen:** 18.09.2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb

Graduation thesis

Faculty of Science

Division of Biology

### COMPREHENSION OF THE CONCEPT OF „MAINTAINING THE BALANCE OF THE ORGANISM“ AMONG 3RD YEAR HIGH SCHOOL STUDENTS

Tanja Črnila

Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

The aim of this study was to determine the conceptual understanding of the concept *Maintaining the balance of the organism* among students of the 3rd grade of high schools, based on students' responses to questions at the National Competition in Biology in 2015. and at Regional Competition in Biology in 2019. Analysis of the students' responses included specific coding of the responses and interpreting the biological importance and meaning of each response. In the tasks of the National and Regional Competitions, the questions of lower cognitive levels are most used. Acceptable questions dominate and the low-quality questions failed, which is an indication that the drafters partially respected the recommendations of the questioning, meaning that their skill of the question is slowly developing. The analysis of the responses revealed the existence of several misconceptions related to the key concept, although, most of the incorrect answers in this research are the result of the students' lack of knowledge and methods in teaching in a still predominantly frontal teaching manner. Students successfully solved tasks related to life problematic situations at the Regional Competition, while they did not, at the National Competition, which can be attributed to the difficulty of the tasks. The tasks of the National and Regional Competition examining the common outcome are uniform in most parameters.

Thesis deposited in Central Department of Biology, Rooseveltov trg 6

Keywords: high school, competition in biology, concepts, misconceptions

(53 pages, 50 figures, 19 tables, 56 references, original in Croatian language)

**Supervisor:** Dr. Ines Radanović, Assoc. Prof.

**Reviewers:** Dr. Jasna Lajtner, Assoc. Prof.

Dr. Draginja Mrvoš Sermek, Assoc. Prof.

**Substitute:** Prof. dr. sc. Iva Juranović Cindrić

**Thesis accepted:** 18.09.2019.

# Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Konceptualni pristup poučavanju	1
1.2. Predkonceptije i miskoncepcije	2
1.3. Kognitivne razine znanja	2
1.4. Natjecanje iz biologije	3
1.5. Makrokoncept <i>Ravnoteža i međuovisnost u živome svijet</i>	4
1.6. Cilj istraživanja	5
2. METODE	6
3. REZULTATI	9
3.1. Analiza riješenosti pisane provjere znanja	9
3.2. Analiza uspješnosti pisanih provjera po županijama na državnoj i županijskoj razini	9
3.3. Zastupljenost makrokonceptata, ključnog koncepta i konceptata u pisanim provjerama državne i županijske razine natjecanja iz biologije	10
3.4. Analiza kognitivne vrijednosti provjere	12
3.5. Analiza pitanja uz ključni koncept <i>Održavanje ravnoteže u organizmu</i>	14
3.5.1. Analiza pitanja uz koncept <i>Održavanje ravnoteže u organizmu sa Županijskog natjecanja 2019. godine</i>	14
3.5.2. Analiza pitanja uz koncept <i>Održavanje ravnoteže u organizmu s Državnog natjecanja 2015. godine</i>	37
3.5.3. Usporedba ishoda učenja: <i>analizirati utjecaj okolišnih čimbenika i životnih navika na zdravlje i pojavu bolesti s Državnog natjecanja 2015. i Županijskog natjecanja 2019.</i>	41
4. RASPRAVA	43
5. ZAKLJUČCI	46
6. LITERATURA	48
ŽIVOTOPIS	51

# 1. UVOD

Biologija je jedna od ključnih znanosti u rješavanju najvećih izazova današnjice, kao što su neravnomjerna raspodjela hrane, nedostatak pitke vode, pojava i širenje bolesti, onečišćenje okoliša i prirode te smanjenja bioraznolikosti kao posljedice ubrzanog i nesrazmjernog razvoja industrije i tehnologije. Svi ti ključni problemi nalaze se unutar nastavnog plana i programa (MZOŠ 2006) kojeg učenici usvajaju tijekom osnovnoškolskog (7. i 8. razred) i srednjoškolskog obrazovanja. Konceptualno se Biologija nadovezuje na nastavne predmete Prirodu i društvo koja se poučava od 1. – 4. razreda osnovne škole i Prirodu koja se poučava u 5. i 6. razredu osnovne škole. Posljednjih dvadesetak godina u nastavi biologije, postoji tendencija rada na dubljem učeničkom razumijevanju znanstvenih principa i koncepata, umjesto jednostavne reprodukcije znanstvenih činjenica (Momsen i sur. 2010, Wood 2009). U poučavanju učenika sve je važnije razvijati konceptualno razumijevanje (Wood 2009) koje je puno efikasnije, dugotrajnije i životno primjenjivije od gomilanja nepovezanih informacija. Učenik ih tek trenutno reproducira i brzo zaboravlja te nije u mogućnosti povezati ih i napraviti međupredmetne integracije. Međutim, u nastavi je još uvijek prisutan pretežno frontalni prijenos znanja u čijem se središtu nalazi sadržaj i reprodukcija istog, iako metodičke preporuke unatrag dvadesetak godina u nastavi biologije teže uspostaviti konceptualni pristup u učenju i poučavanju s većom interakcijom učenika i sadržaja s bržim povratnim informacijama o naučenom.

## 1.1. Konceptualni pristup poučavanju

Izraz koncept (lat. *conceptus*) se kao termin pojavljuje u 4. st. i označava, u prenesenom smislu, imanentne proizvode duhovne djelatnosti (Filipović 1989). Koncept označava ideju ili uopćenu predodžbu koja nastaje na temelju iskustva ili sklopa informacija pojedinaca, a koja sažima zajedničke značajke pojedinačnih pojava koje karakteriziraju koncept (Lukša i sur. 2013). U ispitnom katalogu državne mature NCVVO-a (Radanović i sur. 2015) definirano je pet makrokoncepta: **Organiziranost živoga svijeta**, **Razmnožavanje i razvoj organizama**, **Tvari i energija u životnim procesima**, **Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu** i **Biološka pismenost** (slika 1).



**Slika1.** Prikaz pet makrokoncepta za provjeru bioloških znanja (Radanović i sur. 2015)



Konceptualni pristup u nastavi biologije omogućuje da se napravi odmak od memoriranja činjenica, te da se omogući nastavnicima da izaberu specifične sadržaje koji sadrže osnovne principe, odnosno da nastavnici mogu koncept prilagoditi interesima učenika i upotrebljavati različite sadržaje za učenje istih koncepata (Lukša i sur. 2013).

## 1.2. Predkonceptije i miskoncepcije

Učenici na nastavu ne dolaze kao „prazne ploče“ (Žanko 2018). Često o nekom pojmu imaju određeno predznanje koje može, ali i ne mora biti u skladu sa znanstvenim spoznajama. Takvo predznanje učenika naziva se **predkonceptija**. Rezultat je osobnog učenja ili prethodnog iskustva, a ne slučajno rješenje nekog pojma (Žanko 2018). Tijekom nastavnog procesa ne obraća se dovoljno pozornosti na predkonceptije koje, ako su ispravne omogućuju nadogradnju znanja, ali ukoliko su pogrešne, dovode do razvoja miskoncepcija (Hazzan i sur. 2011).

**Miskoceptije** obuhvaćaju sve učeničke konceptije koje nisu u skladu sa znanstvenim spoznajama, a nastaju nakon učenja ili se ni tijekom učenja nisu promijenile (Lukša i sur. 2013).

Prema Fisheru (1985) miskoncepcije imaju neke zajedničke osobine :

1. U suprotnosti su sa znanstvenim konceptima.
2. Postoji tendencija da se iste miskoncepcije često pojavljuju kod većeg broja ljudi.
3. Miskoncepcije su vrlo otporne na promjenu, a posebice kad se u poučavanju koristi tradicionalna predavačka metoda poučavanja.
4. Neke miskoncepcije ponekad uključuju čitave alternativne sustave koji su često čvrsto logički povezani i koje učenici često koriste.
5. Neke miskoncepcije su povijesne tj. proizlaze iz teorija koje su nekada vrijedile u znanosti, ali su danas u znanosti prevladane.
6. Miskoncepcije mogu nastati kao rezultat: a) automatske obrade jezične strukture bez korekcije smisla, b) određenih iskustava koja su obično zajednička većem broju pojedinaca, ili c) nastave u školi ili korištenja udžbenika.

Jednom stvorenu i prihvaćenu miskoncepciju može biti teško zamijeniti konceptom. Zato je izuzetno važno da nastavnici budu svjesni postojanja učeničkih miskoncepcija kako bi ih uključili u planiranje nastavnog procesa i time ga učinili uspješnijim (Žanko 2018). Nastavnici bi trebali pomoći učenicima da ih isprave tako da, prije svega, riješe njihove uzroke i na taj način otvore put usvajanju koncepata (Hazzan i sur. 2011).

## 1.3. Kognitivne razine znanja

Najpoznatija klasifikacija razina znanja je Bloomova taksonomija znanja (Bloom i sur. 1956, revidirano od strane Anderson i sur. 2001 i Forehand 2010) koja unutar kognitivnog područja razlikuje šest dimenzija kognitivnih procesa: znanje, razumijevanje, primjena, analiza, sinteza i vrednovanje.

Na prvom stupnju je učenikovo pamćenje, a na višim stupnjevima razumijevanje naučenog, potom je sposobnost primjene, sposobnost kritičke analize stečenog znanja, sposobnost sintetiziranja rastavljenih cjelina i sposobnost kritičke evaluacije o točnosti nekih tvrdnji ili opravdanosti nekih metoda (Marin 2014). Crooks (1988) pojednostavljuje Bloomovu taksonomiju te predlaže tri razine znanja: reproduktivno znanje, razumijevanje i primjena te rješavanje problema. Prema Begić i sur. (2016) nastavnici biologije u Hrvatskoj su dogovorno zbog primjenjivosti pri poučavanju biologije prihvatili podjelu na tri kognitivne razine prema Crooks-u (1988) koja obuhvaća tri kognitivne razine: prva razina označava reprodukciju znanja gdje učenik može prepričati sadržaj bez postignute razine razumijevanja i ponoviti konceptualne zaključke s nastave, druga razina označava konceptualno razumijevanje i primjenu (učenik stvara veze između novih spoznaja i postojećeg znanja), a treća označava rješavanje problema (povezuje analizu, sintezu i vrednovanje Bloomove taksonomije) (Latin i sur. 2016).

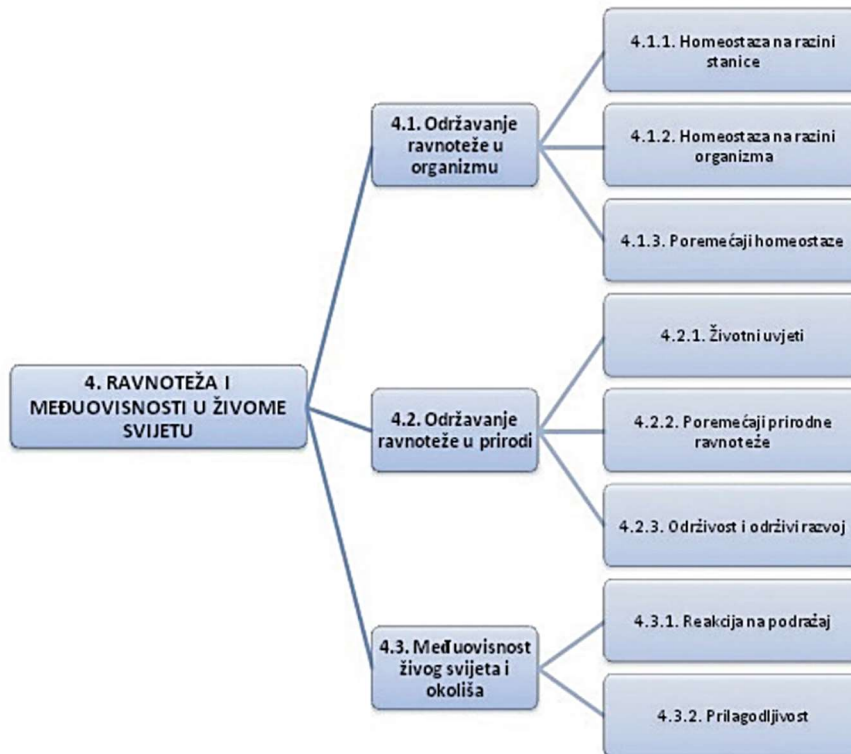
#### **1.4. Natjecanje iz biologije**

Jedan od načina provjere znanja su natjecanja učenika. Natjecanje se organizira uz odobrenje MZO prema uputama u Katalogu natjecanja (HBD 2015 i 2019; AZOO 2015 i 2019). Natjecanje učenika gimnazija i srednjih strukovnih škola u znanju biologije provodi se pisanim ispitima koje izrađuje Državno povjerenstvo (HBD 2015 i 2019), a prema Nastavnom planu i programu za gimnazije (1995) i udžbenicima koje je odobrilo Ministarstvo znanosti i obrazovanja za tekuću školsku godinu. Natjecanje u znanju biologije organizira se u tri razine: školsko natjecanje, županijsko natjecanje i državno natjecanje. Učenici se mogu natjecati u znanju te u istraživačkom radu, a obje skupine učenika rješavaju pisani ispit na županijskoj razini natjecanja. Učenici koji sudjeluju na natjecanju iz biologije su učenici s najviše interesa za nastavu biologije te su prilikom ispitivanja ostvarili odlične rezultate u nastavi. Ispitivanje znanja na natjecanju učenika u biologiji obavlja se pisanim ispitom koji sadržava pitanja različitih tipova (Golubić i sur. 2017). Državno povjerenstvo pri sastavljanju ispita vodi računa o tom da se ispit mora sastojati od zadataka različitih kognitivnih razina i razina zahtjevnosti zadatka (Zidar i sur. 2018). Svaki zadatak nosi određen broj bodova, a taj je broj jasno označen na ispitu, a kod zadataka koji su sastavljeni od više elemenata, ti se elementi zasebno boduju, a bodovi zbrajaju (Grgurić i sur. 2017). Državno natjecanje iz biologije (2015) i Županijsko natjecanje iz biologije (2019) za učenike 3. razreda srednje škole uključivalo je pitanja zatvorenog i otvorenog tipa. Natjecanje su sadržavala zadatke alternativnog izbora (u slijedu od 5 i 6 koji se boduju zajedno), zadatke višestrukog izbora s jednim točnim odgovorom, zadatke višestrukih kombinacija s dva točna odgovora, zadatke redanja, te zadatke otvorenog tipa kratkog i proširenog tipa odgovora.

Analiza odgovora učenika na pitanja postavljena na pismenom ispitu Natjecanja iz biologije omogućuje uvid u problematiku razumijevanja nastavnih sadržaja biologije kod izrazito uspješnih učenika te utvrđivanje miskonceptija koje se trebaju uzeti u obzir pri planiranju buduće nastave biologije u školama.

## 1.5. Makrokoncept *Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu*

Ovo područje obuhvaća nastavne sadržaje koji se odnose na održavanje ravnoteže u organizmu i na održavanje ravnoteže u prirodi te na međuovisnost živog svijeta i okoliša, dok je osnovni cilj staviti u međusoban odnos obilježja živih bića i načine njihova funkcioniranja u promjenjivim uvjetima okoliša (Radanović i sur. 2015). Makrokoncept *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* podijeljen je na tri ključna koncepta prikazanih na slici 2.



**Slika 2.** Shema – opis područja Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu (Radanović i sur. 2015)

Sva tri ključna koncepta (sa većom ili manjom zastupljenošću) prožimaju se sa ostalim konceptima tijekom četverogodišnjeg srednjoškolskog obrazovanja iz biologije.

U prvoj godini srednjoškolskog obrazovanja, manjim dijelom, zastupljen je koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* u sklopu kojeg učenici uče o virusnim bolestima (HIV i HPV) te kako oni utječu na ljudsko zdravlje. Sa konceptom *Održavanje ravnoteže u prirodi* učenici se susreću u nastavnim jedinicama vezanim za razvoj života na Zemlji te hranidbenim lancima.

U drugom razredu srednje škole učenici se ponovo susreću sa konceptom *Održavanje ravnoteže u organizmu* ponavljajući sadržaje vezane uz virusne bolesti i načine prevencije. Unutar ovog koncepta učenici također uče o značenju bakterija za čovjeka i prirodu. Koncept *Održavanje ravnoteže u prirodi* zastupljen je u nastavnim temama vezanim za razvoj i funkciju svijeta kritosjemenjača te očuvanje i zaštitu biljaka i životinja na području RH. Sa konceptom *Međuovisnost živog svijeta i okoliša* učenici se susreću učeći o prilagodbama biljaka i životinja na različite klimatske uvjete, kopneni način života, nametnici protoktisti, vanjska građa kukaca.

U trećem razredu najzastupljeniji je koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* sa nastavnim jedinicama iz fiziologije čovjeka i fiziologije biljaka, kada učenici uče o organskim sustavima čovjeka, održavanju homeostaze, poremećajima homeostaze te o važnosti zdravog načina života, prehrane i sprečavanja širenja zaraznih bolesti. Prisutan je i koncept *Međuovisnost živog svijeta* zastupljen sadržajem gibanja u biljaka.

U četvrtom razredu srednje škole koncept *Održavanje ravnoteže u prirodi* zastupljen je sadržajem genetika u modernom društvu (učenici uče o oplemenjivanju biljaka i životinja te genetičkom inženjerstvu) dok u sklopu koncepta *Međuovisnost živog svijeta* stječu znanja o temama iz evolucije.

### 1.6. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je analizirati i usporediti odgovore učenika trećeg razreda srednje škole s Državnog natjecanja održanog 23.–26.04.2015. i Županijskog natjecanja održanog 12.03.2019. godine u svrhu procjene usvojenosti konceptualnog razumijevanja koncepta *Održavanje ravnoteže u organizmu* te pronalaženja miskoncepcija.

Za ostvarenje cilja ovog istraživanja će se analizirati odgovori učenika, kako bi se:

- a) utvrdila točnost i razina razumijevanja svakog pojedinog učeničkog odgovora i odredilo se značenje odgovora u kontekstu razumijevanja ključnog koncepta *Održavanje ravnoteže u organizmu* s konceptima *Homeostaza na razini organizma* i *Poremećaji homeostaze* u odgovorima učenika sa Županijskog natjecanja (2019)
- b) usporedio ishod učenja *Analizirati utjecaj okolišnih čimbenika i životnih navika na zdravlje i pojavu bolesti* u odgovorima učenika s Državnog natjecanja (2015) i Županijskog natjecanja (2019)
- c) otkrile miskoncepcije uz ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* kod učenika na Županijskom natjecanju (2019).

Određivanje miskoncepcija i konceptualnih poveznica, omogućiti će nastavnicima biologije bolji uvid u problematiku shvaćanja ovog ključnog koncepta i može doprinijeti uklanjanju miskoncepcija kod učenika.

## 2. METODE

Analiza i usporedba odgovora učenika trećeg razreda srednjih škola na Državnom natjecanju 2015. i na Županijskom natjecanju 2019. godine poslužili su kao osnova istraživanja vezana uz makrokoncept *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu*.

Svi podatci s natjecanja (pitanja i odgovori) uvedeni su u Microsoft Excel (2015) tablicu.

Za sva pitanja određeni su tip zadatka, makrokoncept, specifični koncepti 1 i 2 te ishodi učenja prema Ispitnom katalogu državne mature iz biologije (NCVVO 2017) kao postojećem konceptualnom okviru učenja biologije u Republici Hrvatskoj. Učenički odgovori su kodirani određenim kodovima na način da je svakom točnom odgovoru pridodan kod 1, a svakom netočnom kod 0.

Nakon izračunatog ukupnog postotka riješenosti pisanih provjera učenici su svrstani u određenu klasu riješenosti prema Radanović i sur. (2015).

**Tablica 1.** Definiranje klasa riješenosti učenika prema postotku uspjeha u rješavanju provjere

Klasa	Uspjeh izražen u %
10 %	0 – 10
20 %	10 – 20
30 %	20 – 30
40 %	30 – 40
50 %	40 – 50
60 %	50 – 60
70 %	60 – 70
80 %	70 – 80
90 %	80 – 90
100 %	90 – 100

Iz pisanih provjera posebno su izdvojena i analizirana pitanja koja su vezana uz ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu*. Za svaki zadatak ili česticu zadatka procijenjena je (tablica 2) očekivana ocjena za određivanje skupine učenika za koju bi taj zadatak bio namijenjen te težina zadatka za rješavanje, kao i kognitivna razina samog zadatka (Radanović i sur. 2017). Za potrebe karakterizacije svakom je zadatku određen i indeks težine pitanja (p) prema tablici 2. Indeks težine pitanja izračunat je prema riješenosti svakog pojedinog pitanja (CARNet 2007).

$$p = \text{broj točnih odgovora} / \text{ukupni broj učenika koji su pristupili testu}$$

Najbolja pitanja s tri distraktora imaju teškoću od 0,67; s četiri distraktora imaju teškoću 0,63; s pet distraktora imaju teškoću 0,60. Za pitanja vrste točno/netočno optimalna je teškoća 0,75, a prihvatljiv raspon 0,65 do 0,85. Prihvatljiva težina pitanja je od 0,3 do 0,7. Pitanja ispod 0,3 su preteška, a iznad 0,7 prelagana. Pitanja ispod ili iznad preporučenog raspona treba ispraviti (CARNet 2007).

Nakon testa računa se indeks diskriminacijske vrijednosti (D) pojedinačnih pitanja tako da se svi učenici (x) podijele u „lošije“ (L) – donja trećina i u „bolje“ (B) – gornja trećina prema uspjehu na rang listi. Za svako se pitanje prebroji broj točnih odgovora u lošijoj (L) i u boljoj (B) skupini, pa se izračuna indeks pomoću formule (CARNet 2007):

$$D = 2(B-L)/x$$

Što je veći broj, pitanje je „bolje“. Iznad 0,35 su pitanja izvrsna. Između 0,35 do 0,25 su dobra, između 0,25 i 0,15 još prihvatljiva, ali ih treba za drugi test ispraviti, a pitanja ispod 0,1 treba izbaciti iz testa i test ponovo vrednovati bez njih (CARNet 2007). Vrlo lagana, kao i vrlo teška pitanja slabo diskriminiraju učenike po znanju. Iz psiholoških razloga se preporuča staviti prva dva, tri pitanja test lakša od ostalih.

Varijanca binarne varijable (V) ukazuje na osjetljivost zadatka, a vrijednost od 0,25 maksimalne varijance binarnog zadatka postiže se kada je zadatak prosječne težine, što znači da ga rješava 50% ispitanika.

**Tablica 2.** Skala za procjenu kognitivnih razina i indeksa težine pitanja

kognitivna razina	procjena težine zadatka	očekivana ocjena učenika
1 – reprodukcija	1 – lagan	2 – dovoljan
2 – konceptualno razumijevanje	2 – srednje težak	3 – dobar
3 – rješavanje problema	3 - težak	4 – vrlo dobar
		5 - odličan
	<b>indeks težine</b>	<b>indeks diskriminativnosti</b>
	vrlo težak zadatak $p \leq 0,20$	izvrstan zadatak $D > 0,35$
	težak zadatak $0,21 \leq p \leq 0,40$	dobar zadatak $0,34 > D > 0,25$
	srednje težak zadatak $0,41 \leq p \leq 0,60$	revidirati $0,25 > D > 0,15$
	lagan zadatak $0,61 \leq p \leq 0,80$	loš zadatak $D > 0,14$
	vrlo lagan zadatak $p \geq 0,81$	

Dodatnom analizom utvrđene su miskonceptije unutar navedenog ključnog koncepta, ispita Županijskog natjecanja 2019. (Lukša 2011; Lukša i sur. 2016). Provedenom analizom odgovora na pitanja otvorenog tipa uočeni su problemi koji se javljaju pri učenju i poučavanju i određene su miskonceptije povezane s njima.

Pomoću Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) utvrđena je povezanost uspješnosti pri rješavanju provjere na osnovu indeksa težine pitanja ( $p$ ) i odgovarajuće procjene težine pitanja od strane nastavnika. U interpretaciji rezultata korelativne povezanosti korištena je skala prema Hopkinsu (2000.)

**Tablica 3.** Prikaz skale interpretacija korelativne povezanosti prema Hopkinsu (2000)

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

Učinjena je i procjena kvalitete pitanja prema Radanović i sur. (2018) da bi se analizirala i utvrdila kvaliteta pitanja pisane provjere na natjecanju (tablica 4). Značaj pitanja određen je prema Angoff-ovoj metodi (Angoff i sur. 1971) formiranom Likert-ovom skalom odgovora Cohen i Manion (1980), u rasponu od 1 do 3.

**Tablica 4.** Skale za procjenu kvalitete pitanja

KRITERIJI PROCJENE	1	2	3
SKALA VAŽNOSTI PITANJA	nevažno	srednje važno	važno
SKALA UTJECAJA PITANJA NA ODGOVOR	utječe	srednje utječe	slabo utječe
KVALITETA PITANJA	loše	prihvatljivo	dobro

Veća važnost pitanja ⇒ veći broj bodova

Slabiji utjecaj pitanja ⇒ veći broj bodova

**Dobro pitanje: VAŽNO i SLABO UTJEČE**

U procjeni kvalitete pitanja utvrđene su dvije osnovne kategorije koje određuju kvalitetu pitanja: prirodoslovna pismenost i utjecaj oblikovanja pitanja na odgovor učenika. Kategorije, elementi i kriteriji procjene kvalitete pitanja vidljivi su u tablici 5.

**Tablica 5.** Elementi i kriteriji za procjenu kvalitete pitanja

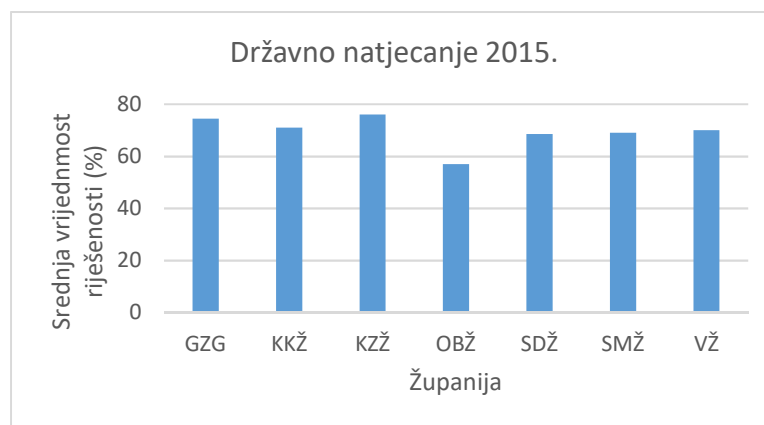
Kvaliteta pitanja	Procjena važnosti pitanja za poticanje razvoja prirodoslovne pismenosti		Procjena utjecaja pitanja na odgovor	
	Elementi procjene važnosti pitanja	SKALA VAŽNOSTI PITAJA	Elementi procjene utjecaja pitanja na odgovor	SKALA UTJECAJA PITANJA NA ODGOVOR
1 – SLABO 2 – PRIHVATLJIVO 3 – DOBRO	A - važnost pitanja za struku	1 – nevažno 2 – srednje važno 3 – važno	E –oblikovanje	1 – utječe 2 – srednje utječe 3 – ne utječe
	B - važnost pitanja za život		F - razumljivost	
	C - važnost pitanja za propisani program		G - logičko zaključivanje	
	D – kritičko mišljenje		H - dodatno učenje	
(VP+UP)/2	<b>VAŽNOST PITANJA (VP)</b>	(A+B+C+D)/4	<b>UTJECAJ PITANJA NA ODGOVOR (UP)</b>	(E+F+G+H)/4

### 3. REZULTATI

Za potrebe ovog diplomskog rada korištene su, analizirane i uspoređene provjere znanja s Državnog natjecanja iz biologije održanog 23.–26. travnja 2015. i Županijskog natjecanja održanog 12. ožujka 2019. godine. Izdvojena su pitanja vezana uz makrokoncept *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* s naglaskom na ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* i koncepte *Homeostaza na razini organizma* i *Poremećaji homeostaze*.

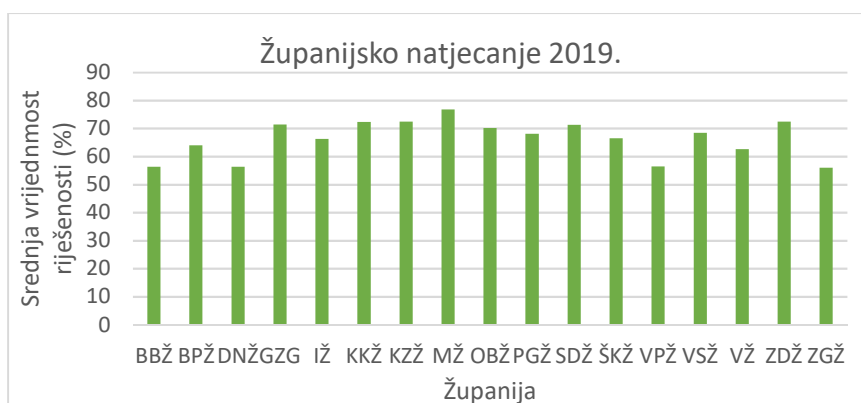
#### 3.1. Analiza riješenosti pisane provjere znanja

Na Državnom natjecanju sudjelovalo je 13 učenika iz sedam županija, a na Županijskom natjecanju sudjelovalo je 267 učenika iz sedamnaest županija. Na Državnom natjecanju iz 2015. godine prosječna riješenost ispita je 71,39 %. Uspoređujući županije, prosječno su najuspješniji bili učenici iz Krapinsko – zagorske županije (slika 3).



Slika 3. Srednja riješenost ispita Državnog natjecanja 2015. godine prema županijama.

Na Županijskom natjecanju 2019. prosječna riješenost ispita je 68,19%. Prema županijama, prosječno su najuspješniji bili učenici Međimurske županije (slika 4).



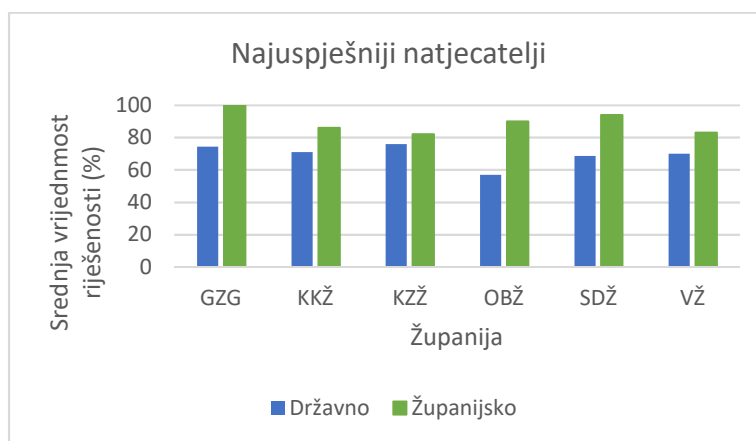
Slika 4. Srednja riješenost ispita Županijskog natjecanja 2019. godine prema županijama

#### 3.2. Analiza uspješnosti pisanih provjera po županijama na državnoj i županijskoj razini

Zbog manjeg broja izuzetno uspješnih učenika koji prisustvuju državnoj razini natjecanja, za usporedbu su izdvojeni najuspješniji učenici iz svake županije koje su bile zastupljene na Državnom natjecanju 2015. godine. Uspoređujući uspješnost pisanih provjera po županijama,



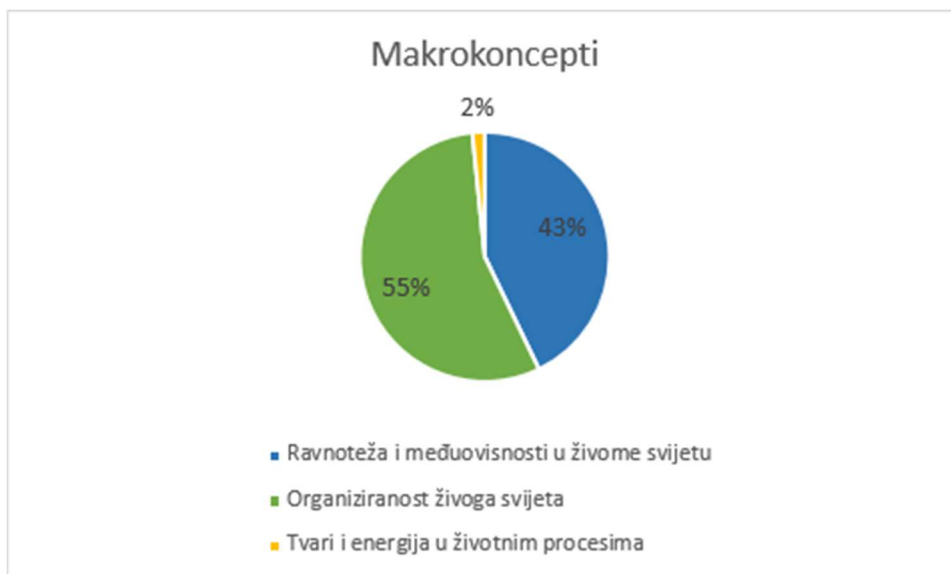
koje su sudjelovale na Državnom natjecanju 2015. i na Županijskom natjecanju 2019., vidljivo je da nema većih odstupanja. Učenici su bili podjednako uspješni na oba natjecanja. Veća standardna devijacija zamjetnija je kod osječko-baranjske županije (23,33), gdje je najuspješniji učenik na državnom natjecanju imao 57 % riješenosti pisane provjere dok je na županijskom natjecanju najuspješnija pisana provjera iz iste županije imala 90 % riješenosti; splitsko-dalmatinske županije (18,03) s rezultatom od 68,5 % riješenosti na državnom natjecanju i 94 % riješenosti na županijskom natjecanju i Grada Zagreba (18,10) s rezultatom od 74,4 % na državnom natjecanju i 100% na županijskom. Može se zaključiti da su učenici na županijskom natjecanju postigli bolje rezultate, međutim, potrebno je uzeti u obzir da su po težini, pitanja s državnog natjecanja zahtjevnija i složenija od županijskog natjecanja.



Slika 5. Najuspješniji pojedinačni natjecatelji po županijama s državnog i županijskog natjecanja

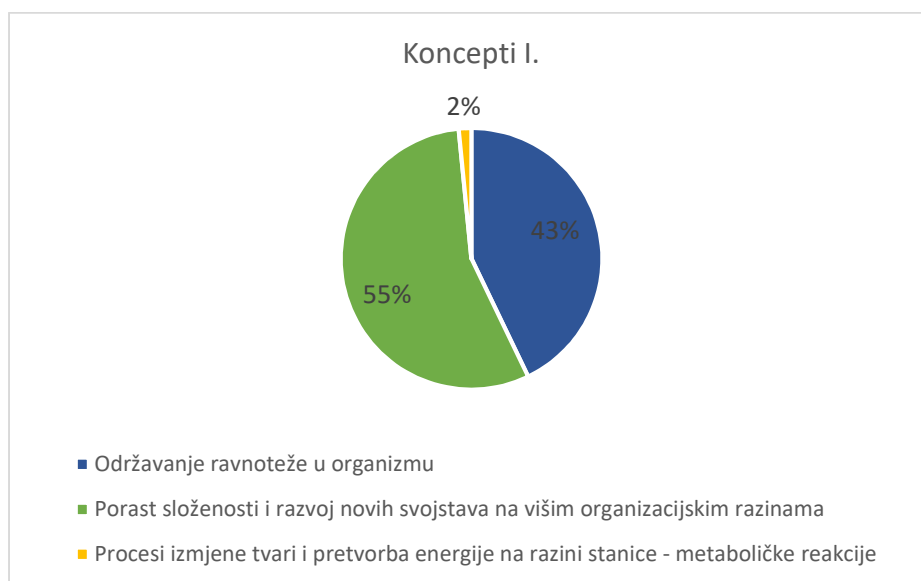
### 3.3. Zastupljenost makrokonceptata, ključnog koncepta i konceptata u pisanim provjerama državne i županijske razine natjecanja iz biologije

Očekivano je da su u pitanjima pisane provjere državnog i županijskog natjecanja najviše zastupljeni makrokoncepti *Organiziranost živoga svijeta* i *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* s obzirom da se u trećem razredu srednje škole nastavni sadržaji temelje upravo na tim makrokonceptima (slika 6). Oba makrokoncepta su gotovo podjednako zastupljena, *Organiziranost živoga svijeta* 55% i *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* 43 %.



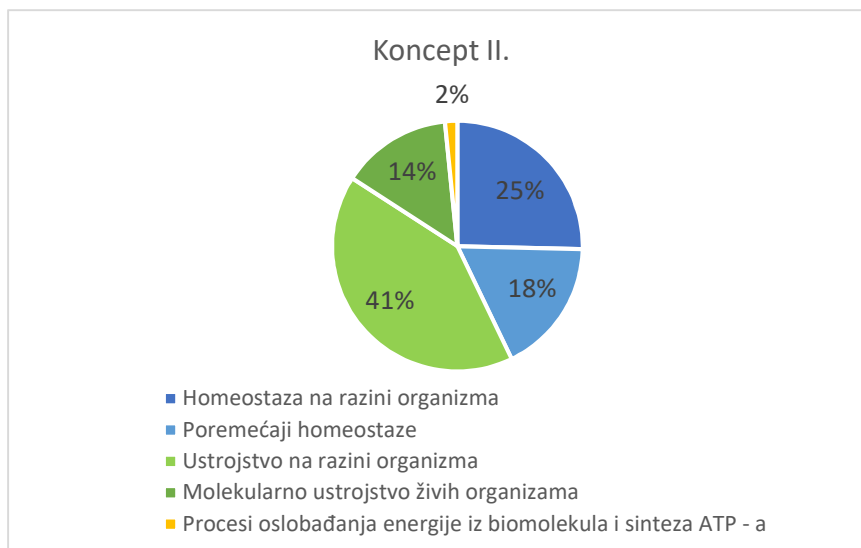
**Slika 6.** Zastupljenost makrokonceptata u pisanim provjerama državnog i županijskog natjecanja

U pisanim provjerama unutar makrokoncepta *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* isključivo je zastupljen ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* prema kojem su i analizirana pitanja u ovom radu (slika 7).



**Slika 7.** Zastupljenost ključnog koncepta *Održavanje ravnoteže u organizmu*

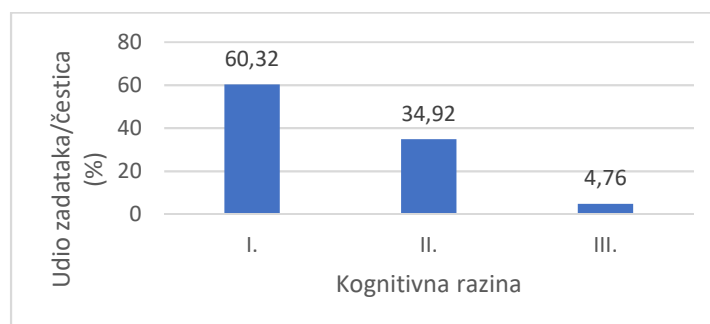
Unutar pitanja koja se odnose na ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* gotovo ravnomjerno su zastupljeni koncepti *Homeostaza na razini organizma* 25% i *Poremećaji homeostaze* 18%.



**Slika 8.** Zastupljenost koncepata II.

### 3.4. Analiza kognitivne vrijednosti provjere

Analizom kognitivnih razina pitanja provjere znanja sa županijskog natjecanja (slika 9) očigledno je da su najzastupljeniji zadaci prve kognitivne razine (60,32 %), potom slijede zadaci druge kognitivne razine (34,92 %) dok zadataka treće kognitivne razine ima najmanje (4,76 %) što ukazuje da se od učenika prvenstveno očekuje reprodukcija znanja, odnosno pitanjima se od učenika traži poznavanje sadržaja, ali ne i razumijevanje i primjena znanja. Gotovo je upola manje zadataka druge kognitivne razine koji ispituju konceptualno razumijevanje i primjenu sadržaja, a zadataka treće kognitivne razine koji traže samostalno donošenje zaključaka i rješavanje problema ima najmanje.

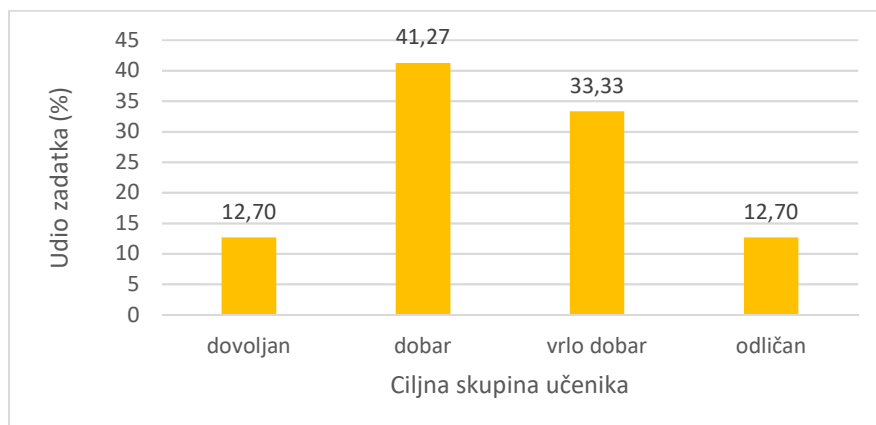


**Slika 9.** Kognitivne razine znanja

Iako nigdje nije zadana obvezujuća forma i konstrukcija ispitnih provjera, ipak *Preporuka za autore i recenzente testova natjecanja u znanju biologije* (Radanović i sur. 2013) predlaže da bi ispiti znanja na županijskoj razini natjecanja trebali sadržavati otprilike dvije trećine zadataka druge kognitivne razine i otprilike jednu trećinu zadataka treće kognitivne razine čime bi zastupljenost zadataka prve kognitivne razine bila minimalna.

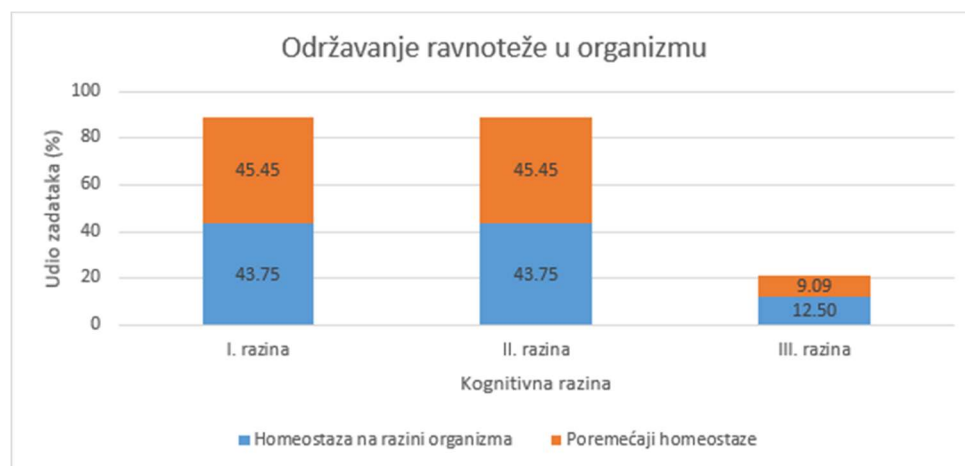
Učenici koji sudjeluju na školskom, županijskom, a potom i državnom natjecanju su izvrsni učenici koji pokazuju veliki interes i sklonost prema predmetu biologije. Prema slici 10. vidljivo je da su odabrani zadaci za ciljanu skupinu učenika većinom u kategoriji ocjene dobar

(42,27 %) i vrlo dobar (33,33 %) dok su zadaci za ocjenu odličan zastupljeni s niskih 12,70 %. Zabrinjavajuća je činjenica da su u istom postotku zastupljena pitanja za ocjenu dovoljan kojih u ovom ispitu ne bi trebalo biti, s obzirom na populaciju vrlo zainteresiranih i uspješnih učenika koji pristupaju natjecanju iz Biologije. Skupina učenika za koju bi pojedino pitanje trebalo biti namijenjeno prema njihovim ocjenama iz predmeta Biologija prema procjeni procjenjivača uglavnom je povezana s procjenom težine zadatka ( $\rho = 0,65$ ), što ukazuje da su u ovoj provjeri dominirala jednostavnija pitanja.



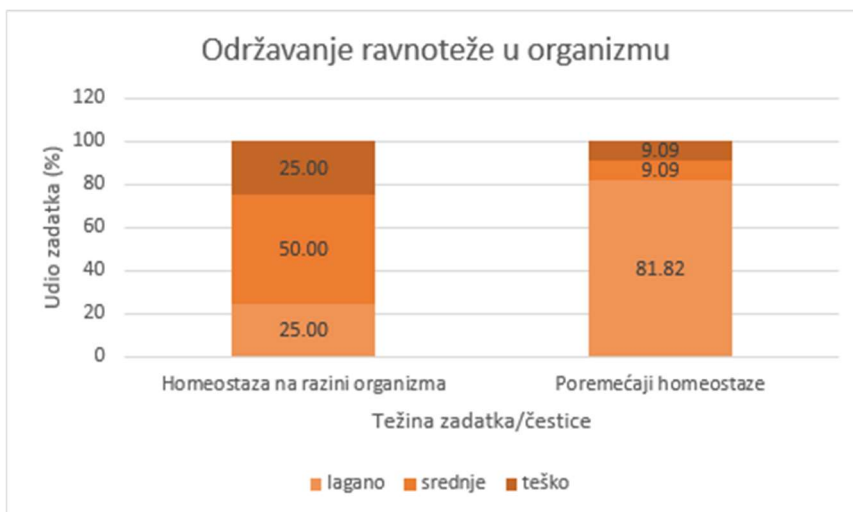
**Slika 10.** Udio zadataka prema ciljanim skupinama učenika

Analizom kognitivnih razina pitanja ključnog koncepta *Održavanje ravnoteže u organizmu* vidljivo je da su podjednako zastupljena pitanja oba koncepta *Homeostaza na razini organizma* i *Poremećaj homeostaze* u sve tri kognitivne razine (slika 11)



**Slika 11.** Distribucija pitanja koncepta II. prema kognitivnim razinama

U konceptu II *Homeostaza na razini organizma* najviše su korištena pitanja srednje težine (50 %), a lagana i teška pitanja su podjednako zastupljena s 25 %. U konceptu II *Poremećaji homeostaze* po težini su najviše zastupljena lagana pitanja (81,82 %), a pitanja u kategoriji srednje težine i teških pitanja ima podjednako, po 9,09 % (slika 12).



**Slika 12.** Raspodjela zadataka po težini koncepta II

Kvaliteta pitanja je izrazito povezana s važnosti pitanja, pri čemu je uočena njena izrazita povezanost s važnosti pitanja za propisani program ( $\rho = 0,87$ ) te poticanje kritičkog mišljenja ( $\rho = 0,83$ ). Sastavljači pitanja su se relativno dobro izvještali u oblikovanju pitanja na što upućuje najveća povezanost u odnosu na ostale elemente utjecaja pitanja na odgovor učenika ( $\rho = 0,81$ ), dok su podjednako povezani s kvalitetom i razumljivosti pitanja ( $\rho = 0,71$ ) te nemogućnost odgovora na osnovu logičkog razmišljanja ( $\rho = 0,78$ ), pri čemu se ipak u kategoriji kvalitetnijih pitanja ispituju značajni sadržaji za nastavni program ( $\rho = 0,72$ ) i sadržaji srednje važnosti za struku ( $\rho = 0,66$ ) koja su srednje povezana sa životnom primjenjivosti ( $\rho = 0,66$ ). Umjerena negativna povezanost kvalitete pitanja i očekivanja od učenika izraženim kao ciljana skupina učenika prema ocjeni ( $\rho = -0,35$ ). Što su pitanja kvalitetnija namijenjena su učenicima slabija uspjeha, ali su to većinom manje važna pitanja nižih kognitivnih razina, jer je između razine pitanja i njihove kvalitete uočena srednja korelativna povezanost ( $\rho = 0,40$ ) kao i s važnosti pitanja ( $\rho = 0,46$ ).

### 3.5. Analiza pitanja uz ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu*

Uz ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* izdvojeno je ukupno 13 pitanja na Županijskom natjecanju iz 2019. godine iz predmeta Biologije za učenike 3. razreda srednjih škola i 4 pitanja iz provjere znanja na Državnom natjecanju iz 2015. godine.

#### 3.5.1. Analiza pitanja uz koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* sa Županijskog natjecanja 2019. godine

Pitanje 1. Deklaracija kojeg prehrambenog proizvoda je prikazana na slici?

Prosječna hranjiva vrijednost na 100g proizvoda	
Masti	1,8 g
od toga zasićene masne kiseline	1,3 g
Ugljikohidrati	4,4 g
od toga šećeri	4,4 g
Proteini	11,0 g
Sol	0,25 g
Energetska vrijednost	328 kJ

- a) mliječna čokolada
- b) posni sir
- c) pašteta
- d) tjestenina
- e) maslac

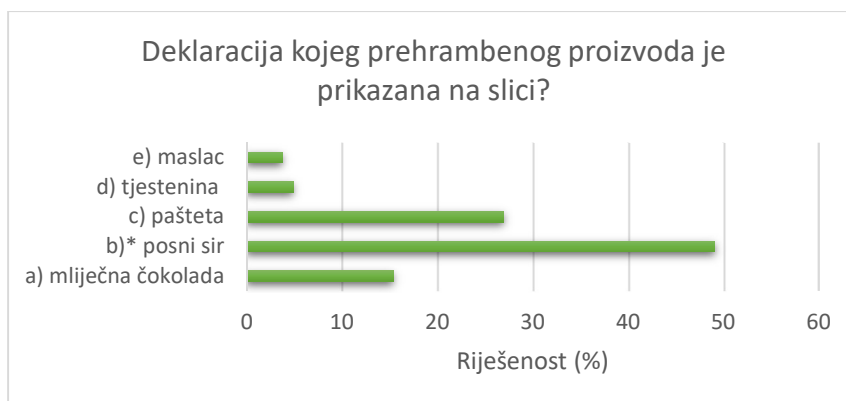
Ovim se pitanjem želi ispitati poznavanje ključnog koncepta *Održavanje ravnoteže u organizmu* unutar makrokoncepta *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* (tablica 6) na primjeru energetske vrijednosti namirnica gdje je potrebno razumijevanje i poznavanje biološki bitnih molekula (masti, bjelančevine, ugljikohidrati) i njihove zastupljenosti u namirnicama.

**Tablica 6.** Karakteristike 1. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

Tip pitanja	Zadatak višestrukog izbora	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Bjelančevine, masti, ugljikohidrati, energetska vrijednost namirnica, piramida pravilne prehrane
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Poremećaj homeostaze	
Ishod (IK DM)	Analizirati utjecaj okolišnih čimbenika i životnih navika na zdravlje i pojavu bolesti	

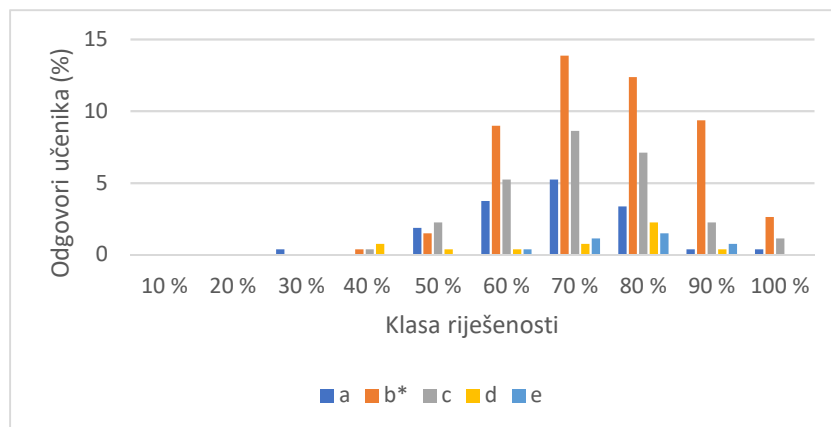
Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje, od učenika se očekuje reprodukcija, razumijevanje i primjena znanja koje su stekli u 1. razredu srednje škole kroz nastavne teme *Biogeni elementi i kemijski spojevi*. Povezivanjem nastavnih sadržaja Biologije 1. i 3. razreda od učenika se očekuje razumijevanje i primjena ključnog koncepta *Održavanje ravnoteže u organizmu* na primjeru energetske tablice posnog sira.

Točan odgovor, „posni sir“ dalo 49,06 % učenika (slika 13). Odabirom točnog odgovora učenici pokazuju sposobnost točne interpretacije deklaracije proizvoda na primjeru energetske vrijednosti namirnica.



**Slika 13.** Odgovori učenika na 1. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Moguća je miskoncepcija u odgovoru „pašteta“ kojeg je dalo 26,97 % učenika koji su najvjerojatnije povezali visok udio proteina u namirnici s mesnim proizvodom, a zabrinjava uvid da se taj problem javlja već i kod najuspješnijih učenika (slika 14). Odgovor „mliječna čokolada“ kojeg je odabralo 15,36 % učenika ukazuje na nerazumijevanje koncepta i nepoznavanje energetske vrijednosti namirnica. Učenici koji su odabrali, u malom postotku, odgovore „maslac“ i „tjesteninu“ također pokazuju nerazumijevanje ili nepoznavanje koncepta.



**Slika 14.** Odgovori učenika na 1. pitanje prema klasama riješenosti

Pitanje 4. Kojih leukocita ima najviše u krvi zdrave osobe?

- a) monocita
- b) limfocita
- c) neutrofila
- d) eozinofila
- e) bazofila

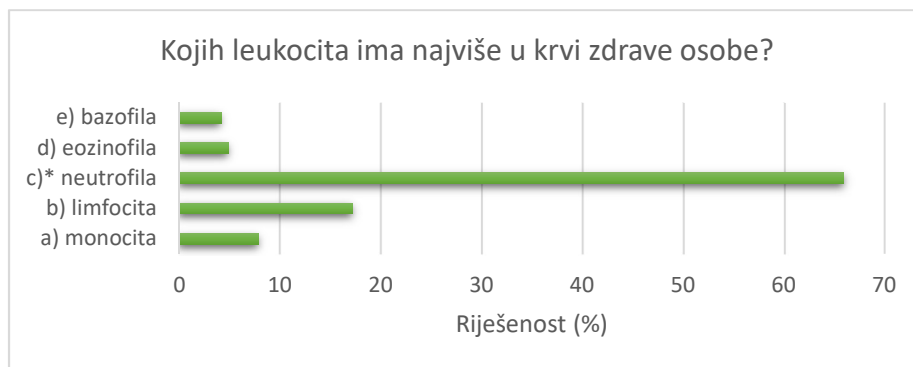
Pitanjem se ispituje razumijevanje uloge i sastava krvi. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici moraju poznavati vrste leukocita i njihovu zastupljenost u sastavu krvi (tablica 7).

**Tablica 7.** Karakteristike 4. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

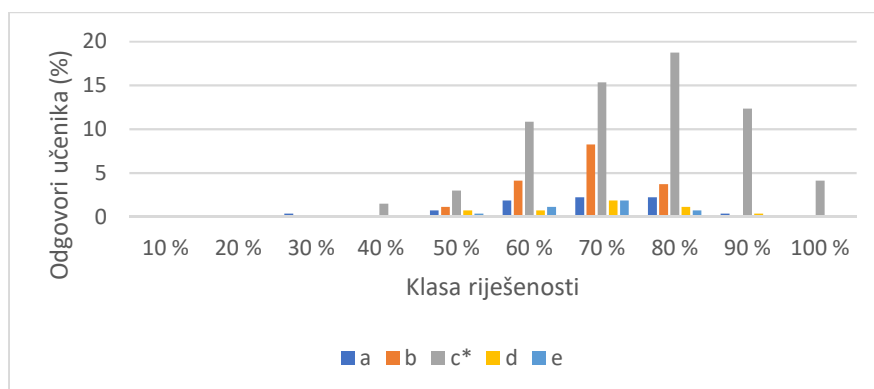
Tip pitanja	Zadatak višestrukog izbora	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Vrste leukocita, diferencijalna krvna slika, krvne stanice, uloga krvi
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analizirati razlike u sustavu i ulogama tjelesnih tekućina	

Da bi točno odgovorili učenici moraju poznavati sadržaj i reproducirati znanje stečeno u 3. razredu srednje škole iz nastavne teme Fizikalno kemijska svojstva krvi.

Točan odgovor „neutrofila“ dalo je 65,92 % učenika (slika 15). S obzirom da se ovdje radi o zadatku koji traži reprodukciju znanja, svi ostali netočni odgovori (34,08 %) rezultat su nepoznavanja materije, a javljaju se izraženije kod učenika s ispod 80 % riješenosti ispita (slika 16).



**Slika 15.** Odgovori učenika na 4. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.



**Slika 16.** Odgovori učenika na 4. pitanje prema klasama riješenosti

Pitanje 5. Koje krvne bjelancevine sudjeluju u humoralnoj (serumskoj) imunosti?

- a) albumini
- b)  $\alpha$ -globulini
- c)  $\beta$ -globulini
- d)  $\gamma$ -globulini
- e) fibrinogeni

Pitanjem se ispituje poznavanje funkcije imunološkog sustava i njegove reakcije nakon podražaja antigenom (tablica 8).

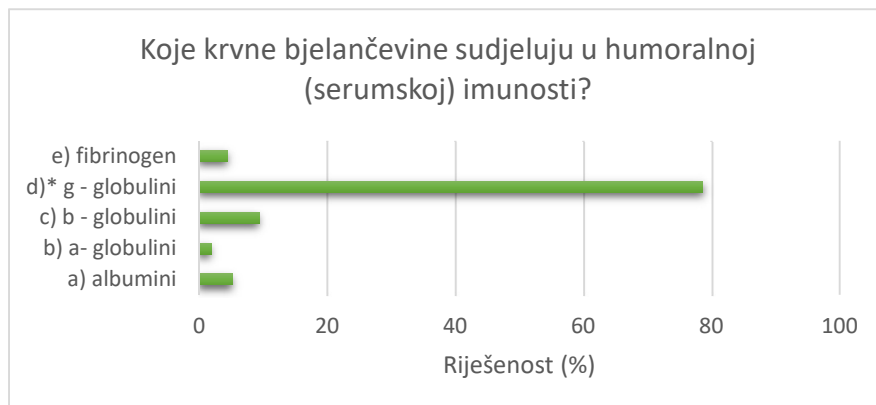
**Tablica 8.** Karakteristike 5. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

Tip pitanja	višestruki izbor	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Imunost, imunološka reakcija, B-limfociti, odnos antigen – antitijelo, humoralna imunost, krvne bjelancevine
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analiza uloge pojedinoga organa i organskih sustava u održavanju homeostaze	

Da bi učenici točno odgovorili na ovo pitanje moraju poznavati nastavnu temu Imunološki sustav te moraju prepoznati specifične bjelancevine koje sudjeluju u humoralnoj imunosti iz gradiva 3. razreda srednje škole.



Točan odgovor *g-globulini* znalo je 78,65 % učenika (slika 17). Tako visok postotak točnog rješavanja ovog pitanja ukazuje na dobro poznavanje proizvodnje različitih vrsta protutijela u ljudskom organizmu. Mali broj učenika koji su pogrešno odgovorili na ovo pitanje (21,35 %) upućuje na manje probleme u poučavanju, učenju i memoriranju što rezultira nemogućnošću reprodukcije znanja.



**Slika 17.** Odgovori učenika na 5. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Pitanje 6. Što se događa u tvome tijelu nakon što si za vrućeg ljetnog dana pojela/pojeo sočnu lubenicu?

- krvna plazma postaje hipotonična, neurohipofiza smanjuje lučenje ADH, smanjuje se propusnost kanalića nefrona za vodu
- krvna plazma postaje hipotonična, neurohipofiza smanjuje lučenje ADH, povećava se propusnost kanalića nefrona za vodu
- krvna plazma postaje hipotonična, neurohipofiza povećava lučenje ADH, smanjuje se propusnost kanalića nefrona za vodu
- krvna plazma postaje hipertonična, neurohipofiza smanjuje lučenje ADH, povećava se propusnost kanalića nefrona za vodu
- krvna plazma postaje hipertonična, neurohipofiza povećava lučenje ADH, smanjuje se propusnost kanalića nefrona za vodu

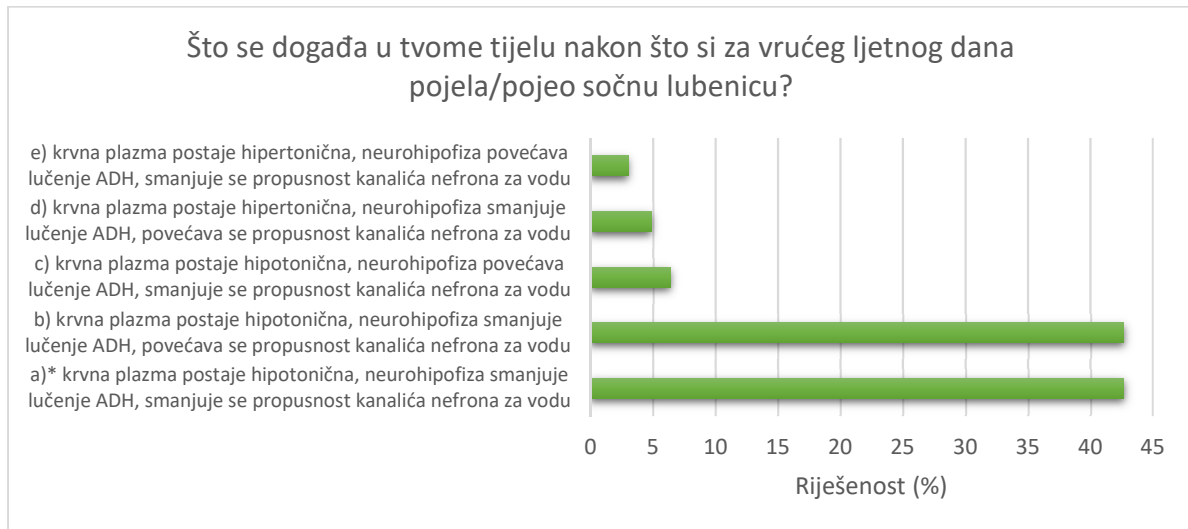
Pitanjem se ispituje konceptualno razumijevanje regulacije vode u tijelu (tablica 9). Da bi učenici točno odgovorili na ovo pitanje trebaju primijeniti znanje o mehanizmu regulacije koncentracije izvanstaničnih tekućina putem povratne sprege lučenja ADH i regulacije propusnosti kanalića nefrona.

**Tablica 9.** Karakteristike 6. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

Tip pitanja	višestruki izbor	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Regulacija vode u tijelu, antidiuretički hormon (ADH), uloga bubrega, neurohipofiza, mehanizam povratne sprege
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analiza uloge pojedinoga organa i organskih sustava u održavanju homeostaze	

Ovo pitanje zahtijeva od učenika konceptualno razumijevanje i primjenu znanja iz nastavnih tema Regulacija sastava tjelesnih tekućina i Endokrini sustav.

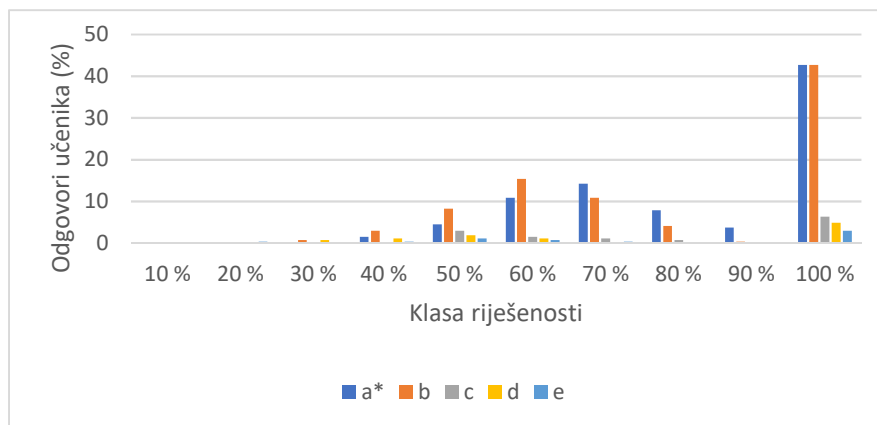
Od ukupno 266 učenika koji su na županijskom natjecanju iz biologije odgovorili na ovo pitanje, točno je odgovorilo 42,70 % učenika, dok je netočno odgovorilo 57,30 % učenika (slika 18).



**Slika 18.** Odgovori učenika na 6. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Točan odgovor, „krvna plazma postaje hipotonična, neurohipofiza smanjuje lučenje ADH, smanjuje se propusnost kanalića nefrona za vodu“, dalo je 42,70 % učenika. Također je 42,70 % učenika iz najuspješnije klase riješenosti (slika 19) odabralo odgovor „krvna plazma postaje hipotonična, neurohipofiza smanjuje lučenje ADH, povećava se propusnost kanalića nefrona za vodu“ po čemu se može zaključiti da učenici povezuju povećan unos vode u organizam s hipotoničnim stanjem krvne plazme, međutim, ne razumiju, u skladu sa zadanom situacijom, regulaciju propusnosti kanalića nefrona što može ukazivati na miskoncepciju. Učenici ne razumiju kako se smanjenjem propusnosti kanalića nefrona za vodu povećava izlučivanje vode putem mokraćne.

Preostala tri ponuđena odgovora su podjednako birana (slika 18). Odgovor „krvna plazma postaje hipotonična, neurohipofiza povećava lučenje ADH, smanjuje se propusnost kanalića nefrona za vodu“ dalo je 6,37 % učenika, odgovor „krvna plazma postaje hipertonična, neurohipofiza smanjuje lučenje ADH, povećava se propusnost kanalića nefrona za vodu“ dalo je 4,87 % učenika, a odgovor „krvna plazma postaje hipertonična, neurohipofiza povećava lučenje ADH, smanjuje se propusnost kanalića nefrona za vodu“ dalo je 3,00 % učenika. Najuspješniji učenici su također nudili sva ova tri pogrešna odgovora (slika 19).



**Slika 19 .** Odgovori učenika na 6. pitanje prema klasama riješenosti

Pitanje 7. Igor boluje od dijabetesa. Što se događa s njegovim eritrocitima ako zaboravi uzeti inzulin uz ručak?

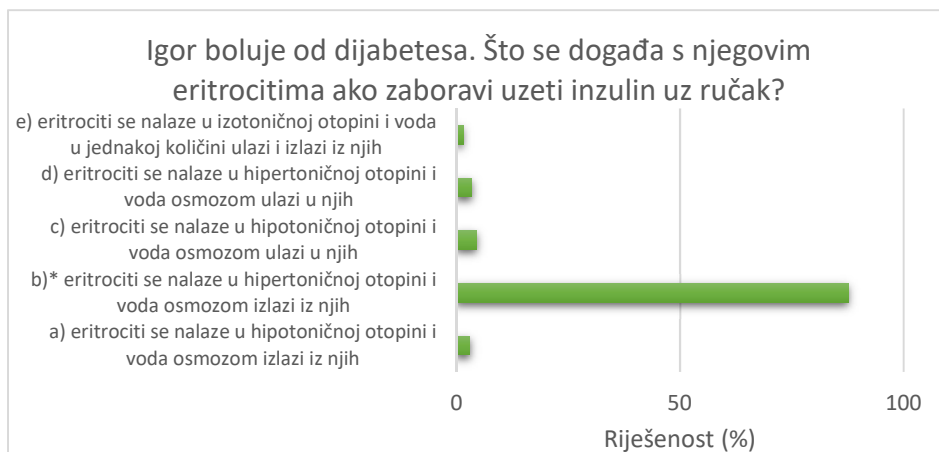
- eritrociti se nalaze u hipotoničnoj otopini i voda osmozom izlazi iz njih
- eritrociti se nalaze u hipertoničnoj otopini i voda osmozom izlazi iz njih
- eritrociti se nalaze u hipotoničnoj otopini i voda osmozom ulazi u njih
- eritrociti se nalaze u hipertoničnoj otopini i voda osmozom ulazi u njih
- eritrociti se nalaze u izotoničnoj otopini i voda u jednakoj količini ulazi i izlazi iz njih

Ovim se pitanjem želi ispitati razumijevanje uloge inzulina u krvi (tablica 10) i posljedice njegova nedostatka, također se želi ispitati razumijevanje mehanizama djelovanja inzulina pri transportu glukoze u stanice. Da bi učenici točno odgovorili na ovo pitanje moraju znati razlikovati hipertoničnu od hipotonične otopine i primijeniti znanje stečeno kroz nastavne teme Metabolički i energetski sustav.

**Tablica 10.** Karakteristike 7. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

Tip pitanja	višestruki izbor	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Razlikovati hipotoničnu od hipertonične otopine, princip procesa osmoze, povezati ulogu inzulina u transportu glukoze u stanice
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analizirati razlike u sustavu i ulogama tjelesnih tekućina	

Točan odgovor „eritrociti se nalaze u hipertoničnoj otopini i voda osmozom izlazi iz njih“ dalo je 87,64 % učenika (slika 20). Visok postotak točnosti ukazuje da većina učenika razumije koncept uloge inzulina u prijenosu glukoze iz krvi u stanice te povezanost odnosa hipotonične i hipertonične otopine s konceptom osmoze.



**Slika 20.** Odgovori učenika na 7. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Učenici koji su odabrali odgovor „eritrociti se nalaze u hipotoničnoj otopini i voda osmozom ulazi u njih“ (slika 20) pokazuju nerazumijevanje uloge inzulina u krvi, ne uočavaju da nedostatkom inzulina koncentracija šećera u krvi raste, odnosno, otopina postaje hipertonična.

Učenici koji su odabrali odgovore „eritrociti se nalaze u hipertoničnoj otopini i voda osmozom ulazi u njih“ te odgovor „eritrociti se nalaze u hipotoničnoj otopini i voda osmozom izlazi iz njih“ (slika 20) pokazuju nerazumijevanje koncepta osmoze. Mali broj učenika koji je odabrao odgovor „eritrociti se nalaze u izotoničnoj otopini i voda u jednakoj količini ulazi i izlazi iz njih“ (slika 20) ukazuju na problem pri učenju ili poučavanju.

Pitanje 11. Koji od navedenih vitamina u pravilu NE uzrokuju hipervitaminozu?

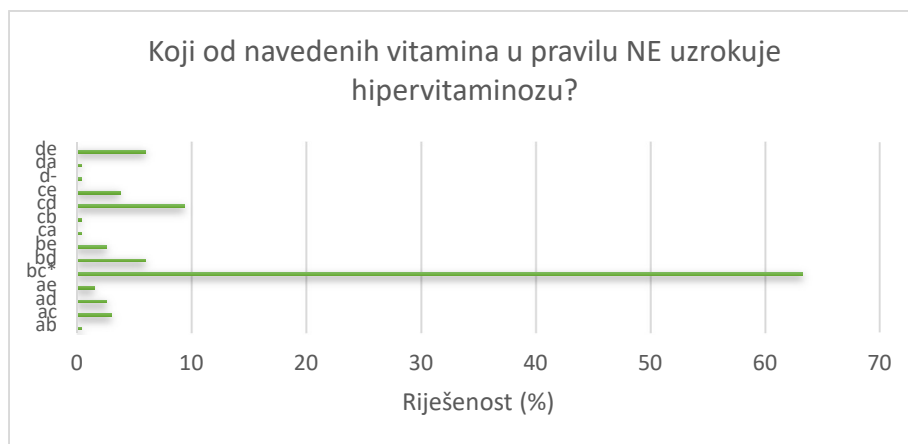
- a) vitamin A
- b) vitamin B
- c) vitamin C
- d) vitamin D
- e) vitamin E

Ovim pitanjem se želi ispitati konceptualno razumijevanje važnosti pravilne prehrane i pravilnog unosa vitamina u tijelo u svrhu održavanja ravnoteže u organizmu (tablica 11). Kako bi uspješno odgovorili na pitanje, učenici primjenjuju znanje o ulozi vitamina u organizmu, odnosu hipovitaminoze i hipervitaminoze i kod kojih se vitamina višak izlučuje putem mokraće. Od učenika se očekuje konceptualno razumijevanje i primjena znanja stečenih u 3. razredu srednje škole iz nastavne teme Metabolični i energetske sustav.

**Tablica 11.** Karakteristike 11. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

Tip pitanja	Zadatak višestrukog izbora	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Uloga vitamina u metabolizmu, hipervitaminoza, izlučivanje viška vitamina urinom
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analizirati razlike u sustavu i ulogama tjelesnih tekućina	

Potpuno točan odgovor „vitamin B“ i „vitamin C“ dalo je 63,30 % učenika (slika 21) čime su pokazali konceptualno razumijevanje funkcije i metabolizma vitamina u tijelu. Učenici koji su djelomično točno ili netočno odgovorili pokazuju nerazumijevanje uloge vitamina, što ukazuje na probleme pri učenju ili u poučavanju.



**Slika 21.** Odgovori učenika na 11. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Pitanje 12. Koje su tvrdnje o vodi u organizmu čovjeka točne?

- a) voda je najzastupljeniji organski spoj u našem organizmu.
- b) voda je najzastupljeniji organski spoj u krvnoj plazmi.
- c) voda se pri normalnim aktivnostima najviše izlučuje znojenjem.
- d) udio vode u tijelu čovjeka ovisi o dobi i spolu.
- e) ako ljudsko tijelo izgubi više od 20% vode, nastupa smrt.

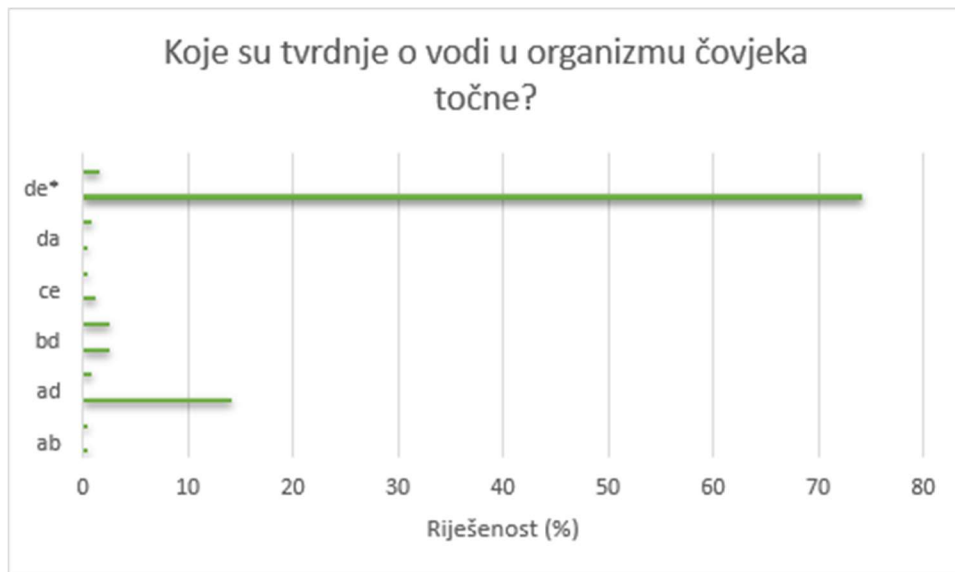
Pitanjem se ispituje razumijevanje uloge vode u održavanju homeostaze u ljudskom organizmu (tablica 12). Da bi točno odgovorili učenici moraju znati o važnosti udjela vode u organizmu u održavanju životnih funkcija. Od učenika se očekuje poznavanje sadržaja i reprodukcija znanja kojeg su stekli u 3. razredu srednje škole iz nastavne teme Kemijski sastav tijela, a očekuje se i predznanje iz 1. razreda srednje škole iz nastavne teme Voda.

**Tablica 12.** Karakteristike 12. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

Tip pitanja	Zadatak višestrukog izbora	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Udio vode u organizmu, sastav krvne plazme, povezati dehidraciju sa smrću organizma
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analizirati razlike u sustavu i ulogama tjelesnih tekućina	

Potpuno točan odgovor „d) udio vode u tijelu čovjeka ovisi o dobi i spolu“ i „e) ako ljudsko tijelo izgubi više od 20 % vode, nastupa smrt“ dalo je 74,16 % učenika (slika 22), što ukazuje na dobru usvojenost nastavnih sadržaja. Učenici znaju da udio vode u tijelu varira s obzirom na godine i spol te povezuju značaj medija vode u ljudskom organizmu s odvijanjem životno važnih funkcija i procesa. Značajniji dio učenika (14,23 %) je odabrao djelomično točan

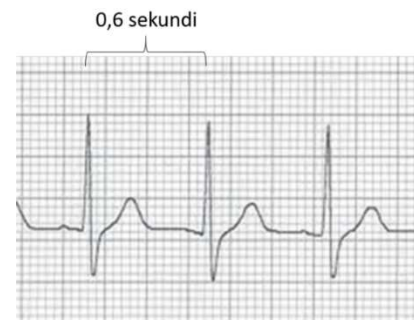
odgovor „d“ i odgovor „voda je najzastupljeniji organski spoj u našem organizmu“, najvjerojatnije, vodeći se činjenicom o visokom udjelu vode u ljudskom organizmu što upućuje na izbor kvalitetnog distraktora.



**Slika 22.** Odgovori učenika na 12. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Pitanje 15. Na slici je prikaz elektrokardiograma.

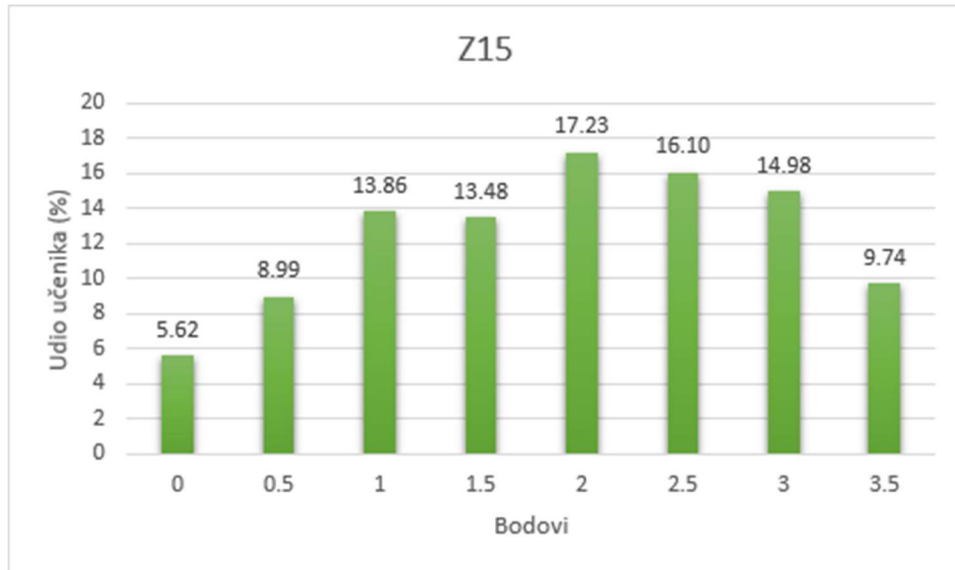
Ovim se pitanjem ispituje razumijevanje građe srca i funkcije krvožilnog sustava kao i razumijevanje uloge srca i krvožilnog sustava unutar koncepta *Održavanje ravnoteže u organizmu* (tablica 13). Od učenika se očekuje poznavanje sadržaja, konceptualno razumijevanje te primjena sadržaja koje učenici stječu u trećem razredu srednje škole iz nastavne teme Srce i krvožilni sustav.



**Tablica 13.** Karakteristike 15. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

Tip pitanja	Zadatak otvorenog tipa	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Očitavanje EKG-a, poznavanje frekvencije rada srca, razlikovanje udarnog i minutnog volumena srca, „športsko srce“, pojava koronarnih bolesti, uloga hormona u očuvanju zdravlja, povezati nedostatak estrogena u menopauzi sa snižavanjem LDL-a
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analizirati uloge pojedinoga organa i organskih sustava, analizirati utjecaj okolišnih čimbenika i životnih navika na zdravlje i pojavu bolesti	

Zadatak se sastoji od više čestica (dijelova), sedam potpitanja koja ispituju sve tri kognitivne razine znanja. Svaki točan odgovor se boduje s pola boda. Najveći postotak učenika (17,23 %) je ostvario 2 boda što znači da je točno odgovorio na četiri pitanja dok je tek mali broj učenika (9,74 %) u potpunosti točno odgovorio na svih sedam pitanja (slika 23).

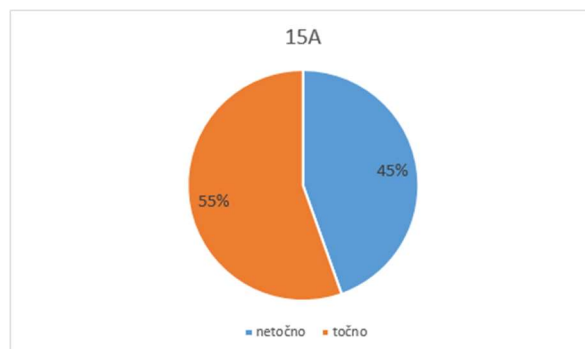


**Slika 23.** Odgovori učenika na 15. pitanje na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

15a) Zaokruži dio koji prikazuje depolarizaciju klijetki.

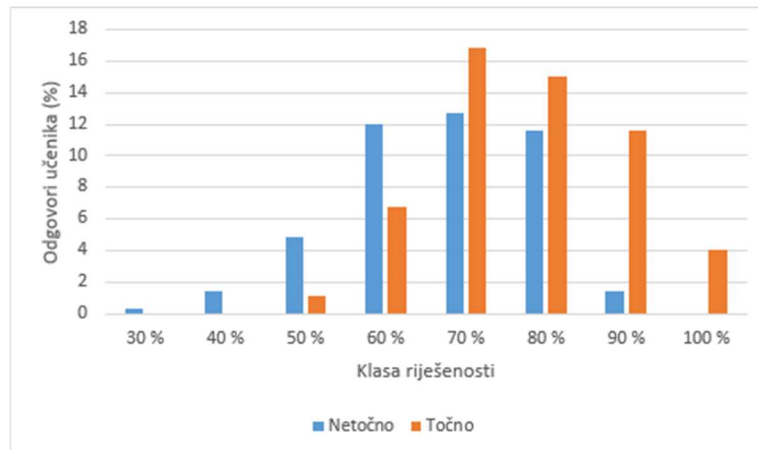
Da bi točno odgovorili učenici trebaju znati očitati grafički prikaz (EKG nalaz) i na njemu pravilno označiti QRS - kompleks. Od učenika se očekuje poznavanje gradiva biologije 3. razreda iz nastavne teme Srce. Učenici trebaju razumjeti i povezati kontrakcije pretklijetki i klijetki s prijenosom električnog impulsa te bilježenja istog na EKG uređaju.

Točan odgovor je dalo 55 % učenika (slika 24) Učenici koji su točno odgovorili pravilno primjenjuju znanje o promjeni električnog impulsa u srcu, povezuju ga s grafičkim prikazom na nalazu EKG-a i znaju pravilno označiti dio koji pokazuje depolarizaciju klijetki. Netočno je odgovorilo 45 % učenika što najvjerojatnije ukazuje na probleme u poučavanju, a zatim i u učenju.



**Slika 24 .** Postotak riješenosti 15A pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

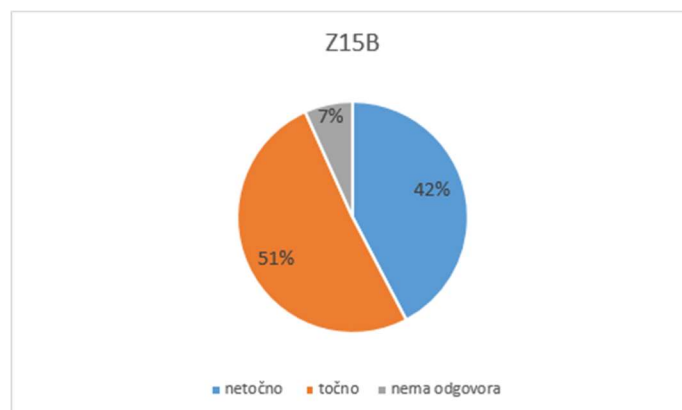
Pogrešno je odgovorio manji udio učenika, a netočni odgovori dominiraju kod učenika riješenosti slabije od 70 % (slika 25).



**Slika 25.** Udio točnih odgovora prema klasama riješenosti u 15A pitanju.

15b) Kako se zove taj dio na elektrokardiogramu?

Od učenika se očekuje da pravilno reproduciraju naziv depolarizacije klijetki kojeg su naučili iz nastavne teme Srce, gradiva 3. razreda. Na ovo pitanje točno je odgovorilo 51 % učenika, a netočan odgovor dalo je 42 % učenika (slika 26).



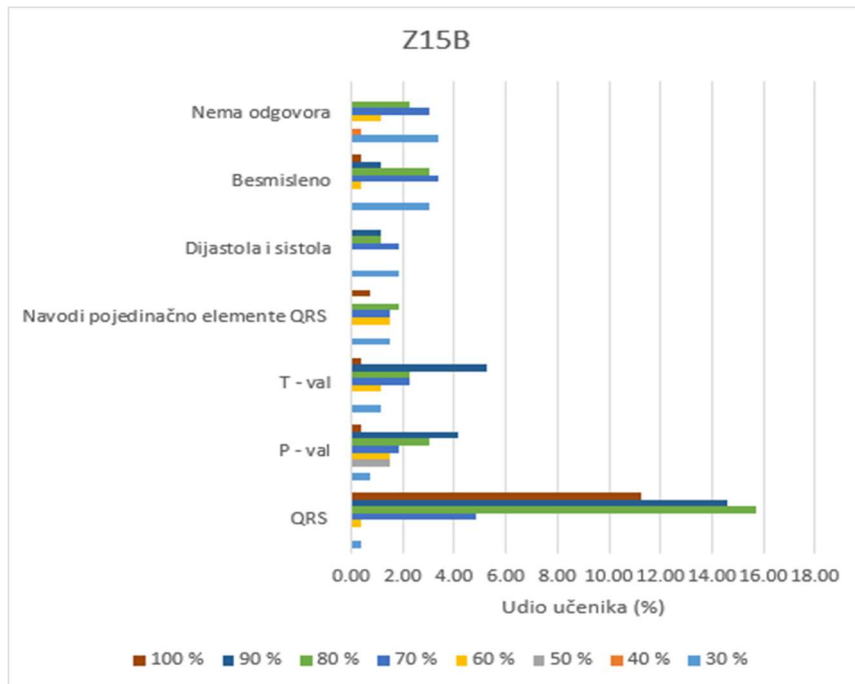
**Slika 26 .** Postotak riješenosti 15B pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Učenici koji su točno odgovorili „QRS-kompleks“ znaju raščlaniti mehanizam prijenosa električnog impulsa u srcu i pravilo ga imenovati. Prema postotku riješenosti vrlo je vjerojatno da su učenici koji su točno riješili prethodno pitanje točno odgovorili i na ovo pitanje.

Analiza rezultata ukazuje na moguće probleme u poučavanju i učenju jer je udio netočnih odgovora podjednako zastupljen u svim klasama riješenosti (slika 27). Učenici prepoznaju značenje i funkciju T i P-vala, no ne znaju ga očitati na grafičkom prikazu, što je posljedica izostanka vježbanja očitavanja prikaza, a što nije niti potrebno u okviru učenja biologije u gimnaziji u cijeloj populaciji učenika. Dobro bi bilo raditi na očitavanju grafova ovog tipa za vježbu provjere razumijevanja i proširivanje znanja nadarenih učenika kao što su učenici koji sudjeluju u natjecanju iz biologije, posebno uzevši u obzir da je to očitavanje vezano uz moguće



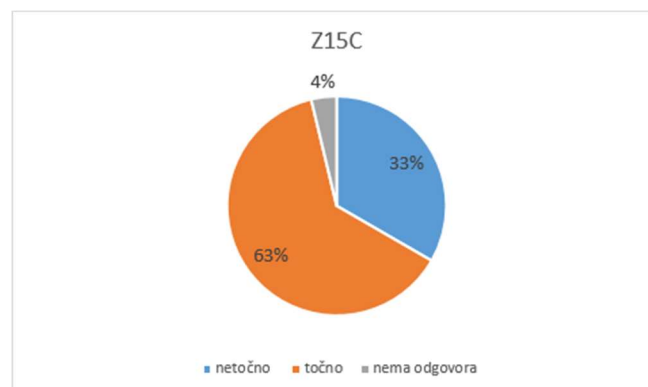
životne situacije. To je i dokazala većina najuspješnijih učenika koji su dali točan odgovor na ovo pitanje (slika 27).



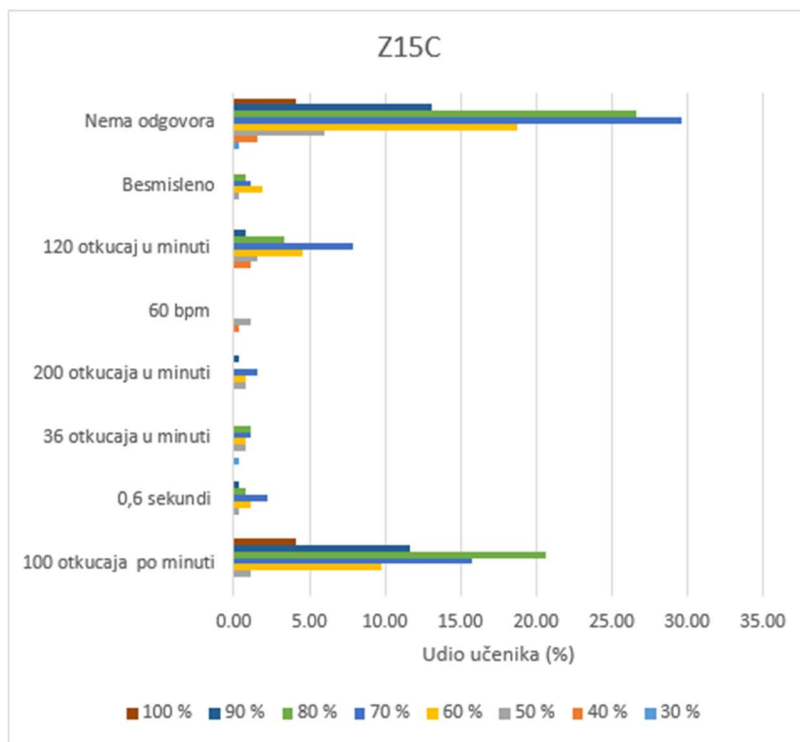
**Slika 27.** Udio odgovora prema klasama riješenosti u 15B pitanju.

15c) Koliko je iznosio puls osobe čiji je EKG prikazan na slici?

Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje od učenika se očekuje razumijevanje, primjena znanja u izračunu pulsa osobe pomoću nalaza EKG-a i donošenje zaključka. Točan odgovor „100 otkucaja u minuti“ dalo je 63 % učenika (slika 28). Učenici su pokazali razumijevanje koncepta i sposobnost samostalnog donošenja zaključka i rješavanja problema. Netočan odgovor dalo je 33 % učenika, učenici su imali poteškoća i nisu razumjeli na koji način, pravilno, upotrijebiti i očitati podatak zadan na grafičkom prikazu te pomoću njega izračunati puls. Problem leži u učenju i poučavanju jer se u nastavi takvim vježbama često ne pridaje previše pažnje zbog nedostatka vremena, a na što ukazuje vrlo veliki broj izostanka odgovora na ovo pitanje u svim klasama riješenosti (slika 29).



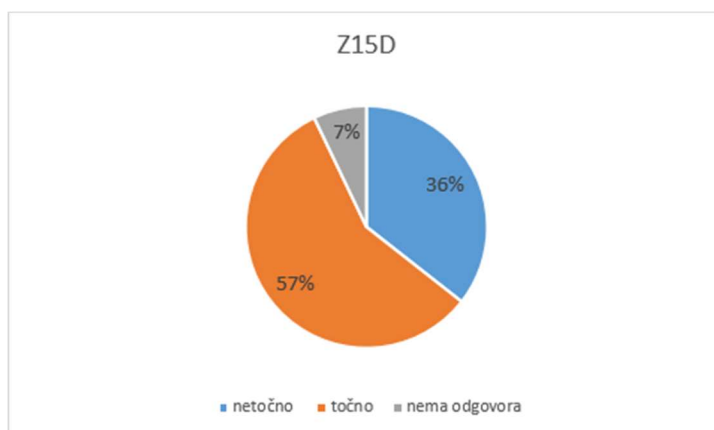
**Slika 28.** Postotak riješenosti 15C pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.



**Slika 29.** Udio odgovora prema klasama riješenosti u 15C pitanju.

15d) Koliko je iznosio udarni volumen srca osobe čiji je EKG prikazan na slici, ako je za vrijeme snimanja EKG-a minutni volumen srca te osobe iznosio 6800 mL?

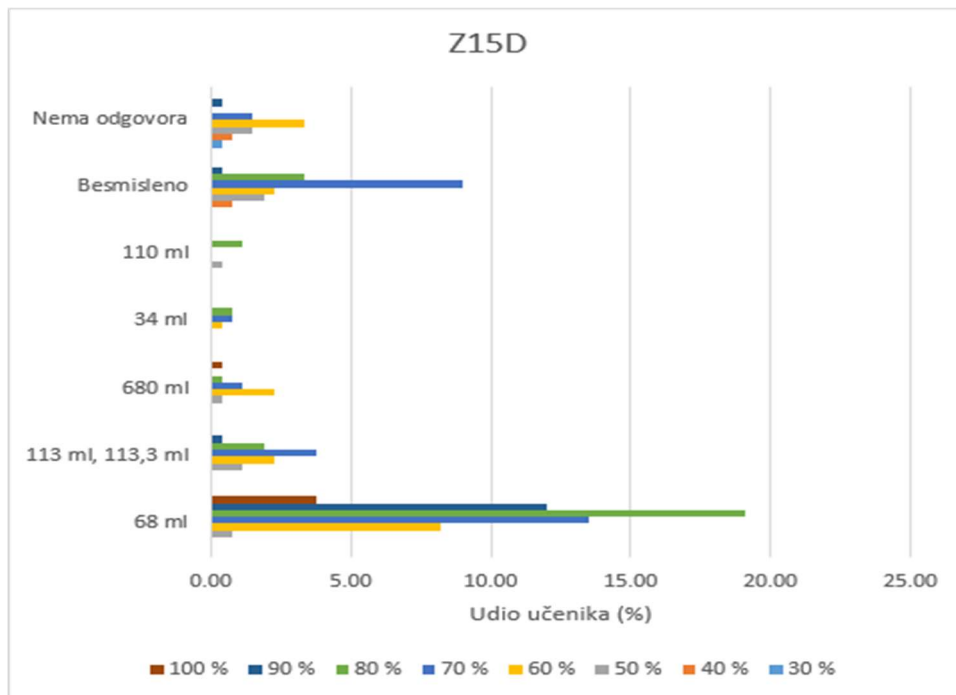
Za točan odgovor potrebno je da učenici razumiju i povežu gradivo o odnosu minutnog i udarnog volumena srca. Točno je odgovorilo 57 % učenika, a netočno 36 % (slika 30).



**Slika 30.** Postotak riješenosti 15D pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Učenici koji su točno odgovorili 68 ml pokazali su razumijevanje koncepta i primijenili su ga na rješavanje problema. Učenici su iz zadanog minutnog volumena srca izračunali udarni volumen srca, odnosno, bilo je potrebno izračunati koji volumen krvi srce potisne u krvotok u jednoj kontrakciji. Učenici koji su pogrešno odgovorili ne razumiju koncept i ne znaju ga primijeniti na odgovarajući način u rješavanju problema, a zabrinjavajuće je oko 14 % učenika

koji postižu 70 % i 80 % riješenosti među njima (slika 31), što ukazuje na problem u učenju i poučavanju.

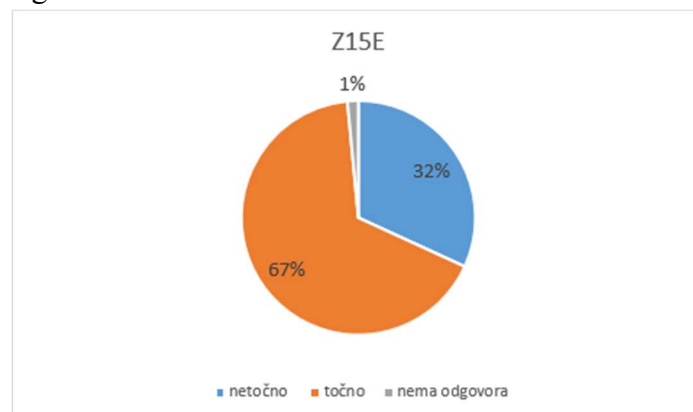


**Slika 31.** Udio odgovora prema klasama riješenosti u 15D pitanju.

15e) Tko će imati veći minutni volumen pri istoj frekvenciji otkucaja srca - profesionalni sportaš ili prosječno aktivna osoba? Obrazloži svoj odgovor.

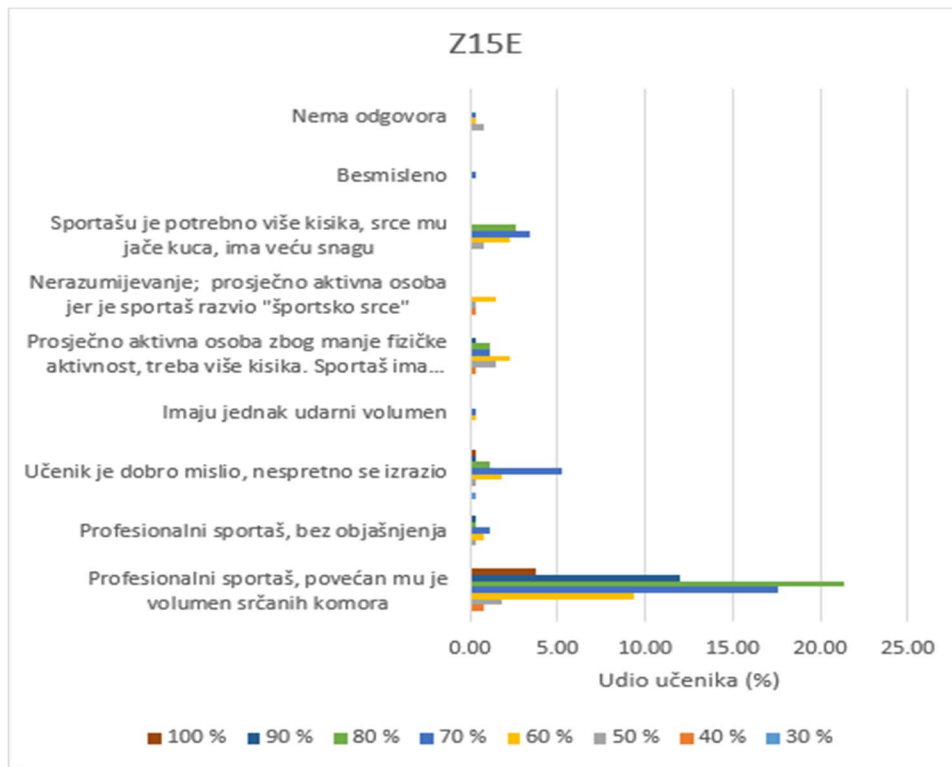
Za ispravno zaključivanje i točan odgovor od učenika se očekuje primjena znanja o redovitoj i intenzivnoj fizičkoj aktivnosti sportaša i prilagodbi njegova srca naporima (športsko srce).

Točan odgovor „profesionalni sportaš jer mu je povećan volumen srčanih komora (šupljina) i srčana masa“ dalo je 67 % učenika (slika 32). Učenici pokazuju razumijevanje da kod profesionalnih sportaša srce povećava masu i volumen, kako bi se osigurao veći protok krvi s kisikom i hranjivim tvarima. Učenici koji su točno odgovorili pokazuju razumijevanje koncepta. Netočan odgovor dalo 32 % učenika.



**Slika 32.** Postotak riješenosti 15E pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Učenici koji su netočno odgovorili „imaju jednak udarni volumen“ pokazuju nerazumijevanje koncepta, ne povezuju prilagodbu srca na povećanu potrebu tijela za kisikom i hranjivim tvarima. Učenici koji su odabrali odgovor „prosječno aktivna osoba zbog manje fizičke aktivnosti, treba više kisika“ pokazuju moguću miskoncepciju (slika 33), jer je odgovor biran podjednako u većini klasa riješenosti. Učenici vjerojatno povezuju da prosječna osoba zbog manje fizičke aktivnosti ima veći minutni volumen srca.

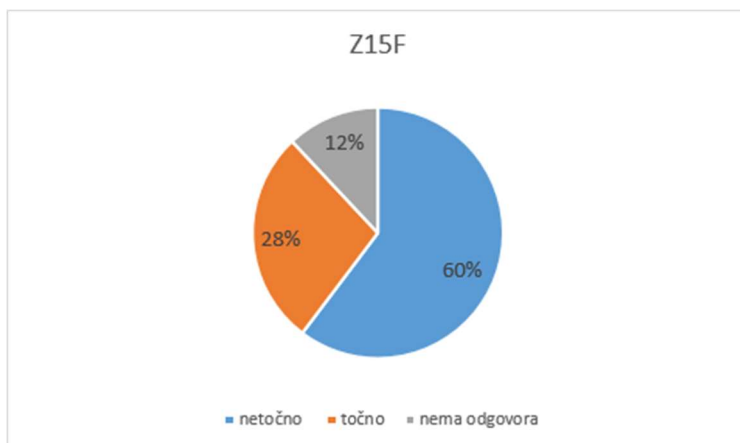


**Slika 33.** Udio odgovora prema klasama riješenosti u 15E pitanju

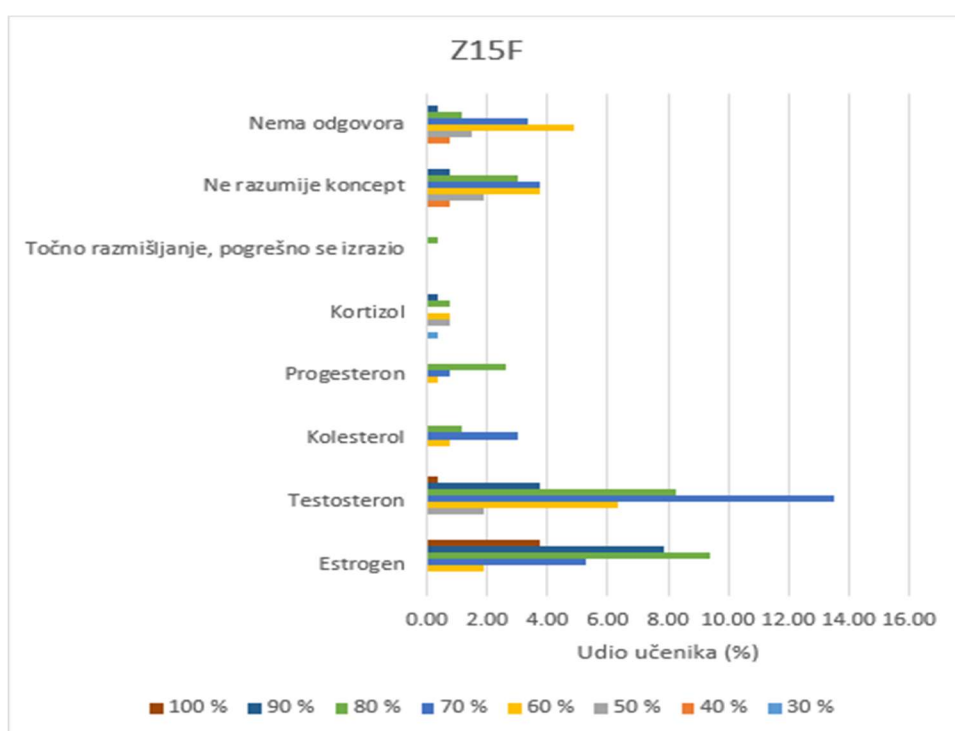
15f) Muškarci imaju veći rizik od nastanka koronarnih bolesti nego žene. Razlog tome je hormon koji smanjuje LDL u krvi. Koji je to hormon?

U ovom pitanju učenici trebaju prepoznati ulogu estrogena u snižavanju LDL-a u krvi, odnosno, poznavati ulogu hormona u očuvanju zdravlja.

Točan odgovor „estrogen“ je dalo 28 % učenika (slika 34). Uočljivo je da učenici svih klasa riješenosti imaju problema pri odgovoru na ovo pitanje uz veliki broj onih koji nisu odgovorili na pitanje ili su pokazali nerazumijevanje uključujući učenike koji ostvaruju 90 % riješenosti ispita (slika 35). Netočan odgovor dalo je 60% učenika. Velik broj učenika navodi odgovor „testosteron“ što u analizi odgovora upućuje na moguće nerazumijevanje pitanja zbog navođenja kratice bez objašnjenja (slika 35). Zbog problema u postavljanju pitanja učenici ne povezuju smanjenje LDL-a sa smanjenjem rizika od nastanka koronarnih bolesti već, sasvim suprotno, njegov nedostatak dovode izravnu vezu sa povećanjem rizika od nastanka koronarnih bolesti. Ovim se pitanjem ne može sa sigurnosti utvrditi razumiju li učenici ulogu LDL-a iako ga u odgovoru povezuju s muškarcima i testosteronom.



**Slika 34.** Postotak riješenosti 15F pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

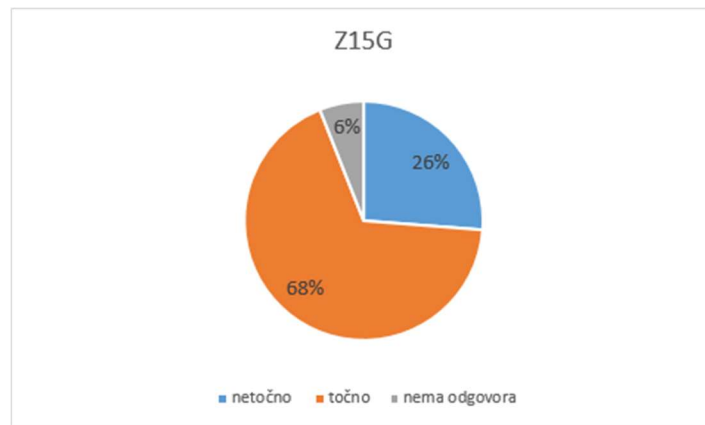


**Slika 35.** Udio odgovora prema klasama riješenosti u 15F pitanju

15g) Zašto se u žena iznad 50 godina starosti povećava rizik od razvoja koronarnih bolesti?

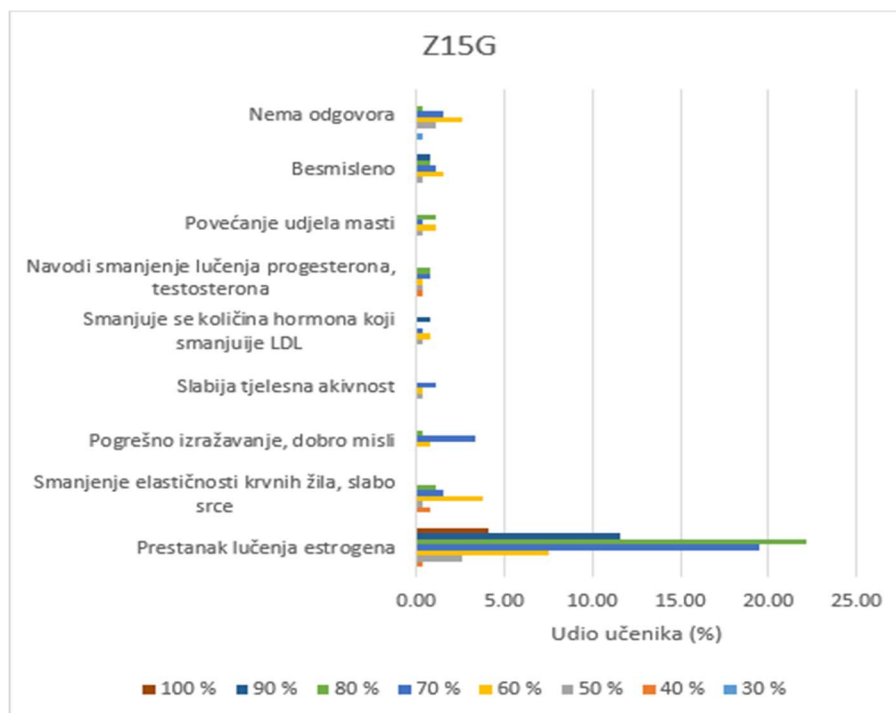
Ovo pitanje se tematski nadovezuje na prethodno pitanje. Da bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici trebaju znati povezati starosnu dob sa smanjenjem lučenja spolnih hormona (menopauza).

Točan odgovor „zbog prestanka lučenja estrogena (ili zbog menopauze)“ dalo je 68 % učenika (slika 36). Učenici pokazuju poznavanje sadržaja i razumiju koncept. Netočan odgovor dalo je 26 % učenika.



**Slika 36.** Postotak riješenosti 15G pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Većina najuspješnijih učenika koji rješavaju do 70 % ispita točno je odgovorilo na ovo pitanje (slika 37).



**Slika 37.** Udio odgovora prema klasama riješenosti u 15G pitanju

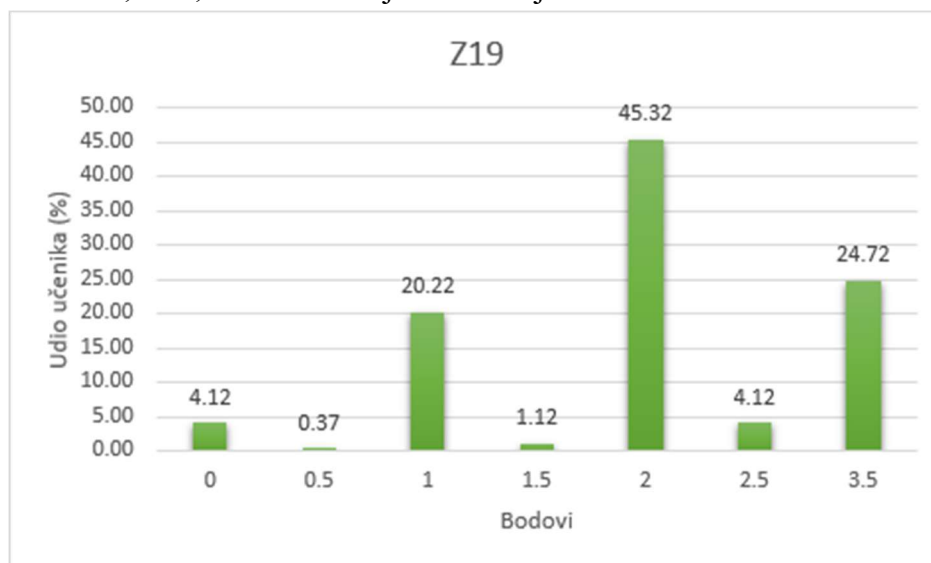
Pitanje 19. Ana i Ivona su sestre i u isto vrijeme su izostale iz škole zbog bolesti. Ana je oboljela od gripe, a Ivona od vodenih kozica. Liječnik je rekao roditeljima da ne postoji bojazan da se Ana zarazi vodenim kozicama, ali je upozorio da bi Ivona mogla dobiti gripu od Ane.

Pitanje ispituje konceptualno razumijevanje više koncepata te razumijevanje problematike svakodnevnog života. Ovo je pitanje otvorenog tipa i sastoji se od tri potpitanja koja zahtijevaju obrazloženje, odnosno, produženi odgovor. U ovim pitanjima se očekuje primjena znanja iz 2. razreda, osobito iz tema Bakterije i Virusi (tablica 14) koje treba dovesti u korelaciju s nastavnom temom Imunološki sustav iz 3. razreda srednje škole.

**Tablica 13.** Karakteristike 19. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

Tip pitanja	Zadatak otvorenog tipa, produženi odgovor	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu, Biološka pismenost	Prevenција i liječenje zaraznih bolesti, povezati korištenje antibiotika s bakterijskim oboljenjima, reakcija antigen-antitijelo, sekundarna imunološka reakcija
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Znanstvena miso	
Ishod (IK DM)	Analizirati epidemiološki lanac i mjere sprečavanja širenja zaraznih bolesti	

Od ukupnog broja učenika koji su riješili ovaj zadatak u potpunosti ga je točno riješilo 24,72 % učenika (slika 38) i pritom su ostvarili maksimalnih 3,5 bodova. Najveći postotak učenika 45.32 % postigao je dva boda, a 20,22 % učenika je ostvarilo jedan bod.

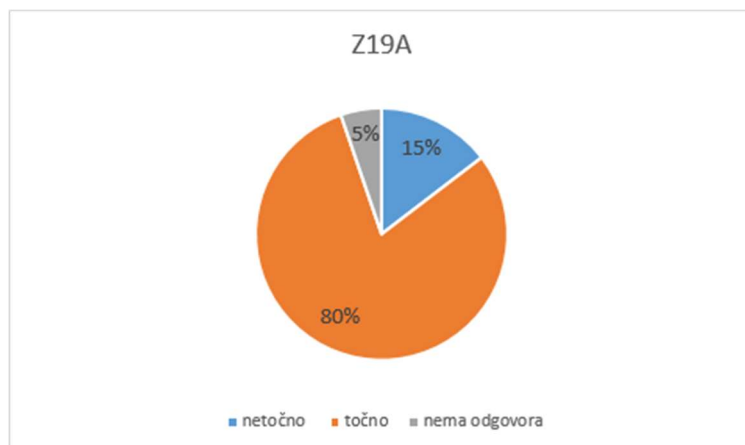


**Slika 38.** Postotak riješenosti 19 pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

19a) Zašto je liječnik rekao roditeljima da se Ana ne može razboljeti od vodenih kozica?

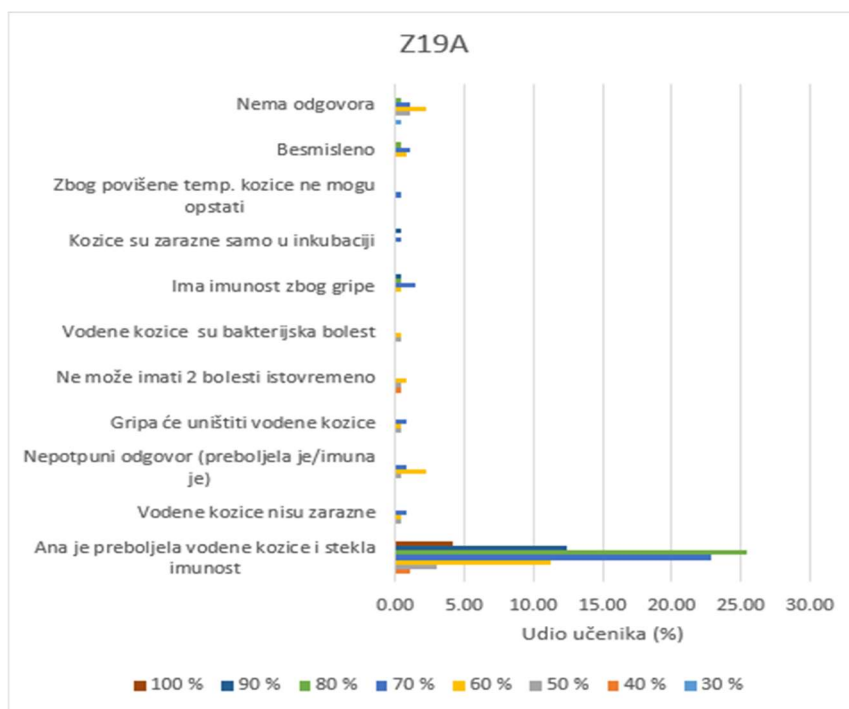
Ovim pitanjem se ispituje konceptualno razumijevanje nastavne teme Aktivno i pasivno stečena imunost iz 3. razreda srednje škole gdje učenik treba primijeniti znanje i povezati prirodni put imunizacije (pasivno stečena imunost) s prebolijevanjem određenih virusnih bolesti, u ovom slučaju vodenih kozica.

Na ovo pitanje točan odgovor „Ana je preboljela vodene kozice i stekla imunost“ dalo je 80 % učenika (slika 39). Učenici pokazuju razumijevanje koncepta prirodnog puta imunizacije. Tema im je bliska zbog prisutnosti u svakodnevnom životu pa je bez problema primjenjuju.



**Slika 39.** Postotak riješenosti 19A pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Iako je mali postotak (15 %) netočnih odgovora u odgovorima: „vodene kozice nisu zarazne“ (slika 40) „ne može imati dvije bolesti istovremeno“ i „ima imunitet zbog gripe“ moguća je prisutnost rijetkih miskoncepcija.



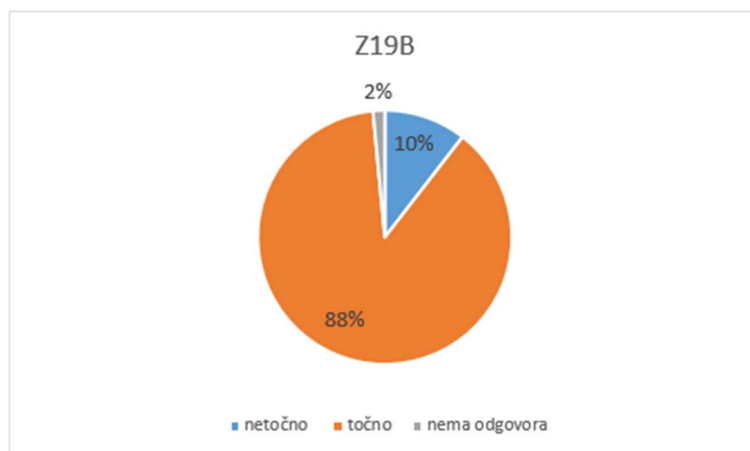
**Slika 40.** Udio odgovora prema klasama riješenosti u 19A pitanju

19b) Je li liječnik kojoj od djevojčica prepisao antibiotik? Objasni svoj odgovor.

Učenik treba, u ovom pitanju, primijeniti znanje i uočiti mogućnosti i načine liječenja virusnih i bakterijskih bolesti. Da bi točno odgovorio na ovo pitanje učenik treba primijeniti stečeno znanje o liječenju bakterijskih bolesti antibioticima iz 2. razreda srednje škole, tema Bakterije. Također bi trebao razlikovati virusna oboljenja od bakterijskih.



Točan odgovor „Ne, jer su to virusne bolesti / to nisu bakterijske bolesti“ dalo je 88 % učenika (slika 41). Učenici pokazuju konceptualno razumijevanje, odnosno, razumiju svrhu uporabe antibiotika. Netočno je odgovorio tek manji broj učenika 10 % koji ne razumiju razliku između virusnih i bakterijskih oboljenja i načine njihova liječenja.

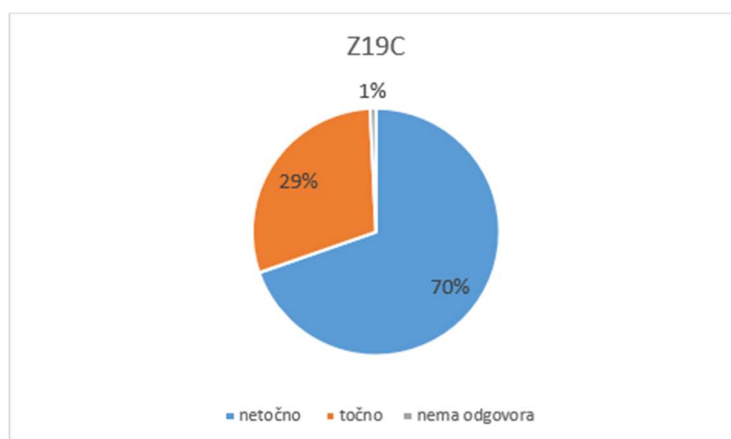


**Slika 41.** Postotak riješenosti 19B pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

19 c) Može li Ana iste zime nakon što je ozdravila ponovo oboljeti od gripe? Obrazloži svoj odgovor.

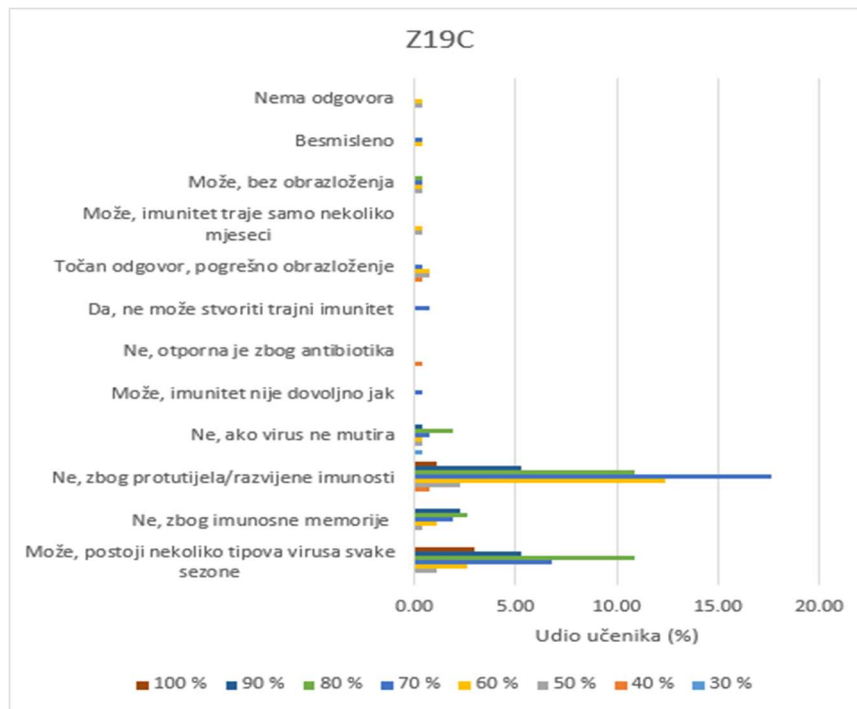
Ovo pitanje traži povezivanje gradiva 2. i 3. razreda. Ispituje se razumijevanje sposobnosti mutacije virusa gripe u odnosu na stjecanje specifične imunosti i mogućnosti ponovnog oboljenja.

Točno je odgovorilo 29 % učenika (slika 42) „Može jer postoji nekoliko tipova virusa gripe svake sezone“ što ukazuje da tek manji broj učenika pokazuje konceptualno razumijevanje pojave više tipova gripe tijekom jedne sezone.



**Slika 42.** Postotak riješenosti 19C pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

Čak 70 % učenika je netočno odgovorilo i pokazalo nerazumijevanje koncepta i nepovezivanje pojave različitih tipova gripe ili mutacija s mogućnošću zaraze i razvoja bolesti (slika 43).



**Slika 43.** Udio odgovora prema klasama riješenosti u 19C pitanju

U odgovorima: „Ne, zbog imunosne memorije“ i „Ne, zbog razvijene imunosti“ moguće su miskoncepcije, međutim, prije svega tu je prisutno nerazumijevanje građe i funkcije virusa. Učenici ne razumiju da virus vrlo često mutira i da dolazi u nekoliko tipova tijekom sezone gripe.

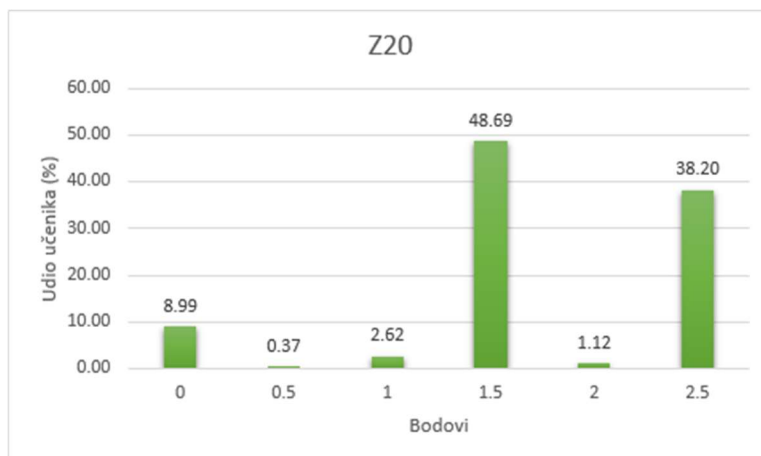
Pitanje 20. Humani papiloma virusi uzročnici su spolno prenosivih bolesti. Postoji više tipova ovih virusa, a neki od njih uzrokuju rak grlića maternice. Razvijena su cjepiva koja značajno smanjuju rizik obolijevanja od raka grlića maternice, a preporučeno je cijepljenje provesti prije početka spolne aktivnosti.

Ovo pitanje ispituje koncept *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* (tablica 15). Pitanjem se ispituje razumijevanje te primjena znanja gradiva 2. razreda srednje škole o virusima kao uzročnicima spolno prenosivih bolesti i sprečavanju širenja bolesti cijepljenjem. Pitanjem se također ispituje rješavanje problemskih životnih situacija.

**Tablica 14.** Karakteristike 20. pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019. godine

Tip pitanja	Zadatak otvorenog tipa, produženi odgovor	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu, Biološka pismenost	Virusi uzročnici raka, onkogeni virusi, humani papiloma virus, spolno odgovorno ponašanje, poznavanje važnosti aktivne imunizacije (cijepljenje)
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Znanstvena misao	
Ishod (IK DM)	Povezati zarazu spolno prenosivim bolestima s rizičnim ponašanjem	

Zadatak je u potpunosti riješilo 38,20 % učenika (slika 44) i na taj način su ostvarili 2,5 boda. Najveći broj učenika, 48,69 % je ostvario 1,5 bod.

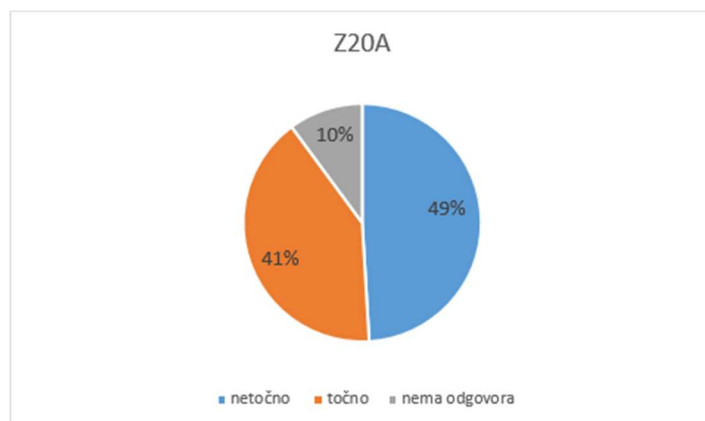


**Slika 44.** Postotak riješenosti 20 pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

20 a) Kako nazivamo viruse koji uzrokuju rak?

Pitanjem se ispituje reprodukcija znanja, iz 2. razreda srednje škole, o bolestima koje izazivaju virusi i njihovom utjecaju na zdravlje čovjeka.

Točan odgovor „onkogeni virusi“ dalo je 41 % učenika pokazavši reproduktivno znanje o virusima uzročnicima tumora. Netočno je odgovorilo 49 % učenika. Velik broj učenika koji je netočno odgovorio, ponudio je odgovore kancerogeni i tumorogeni odnosno povezali su naziv za tumore sa virusima ispravno, međutim ponudili su pogrešan odgovor (slika 45). Takav rezultat ponovo skreće pažnju da je važnije provjeravati razumijevanje, koje su u ovom slučaju učenici pokazali, nego navođenje naziva, s obzirom da se u životu uglavnom neće susretati s takvim nazivom i nije ključan za razumijevanje.

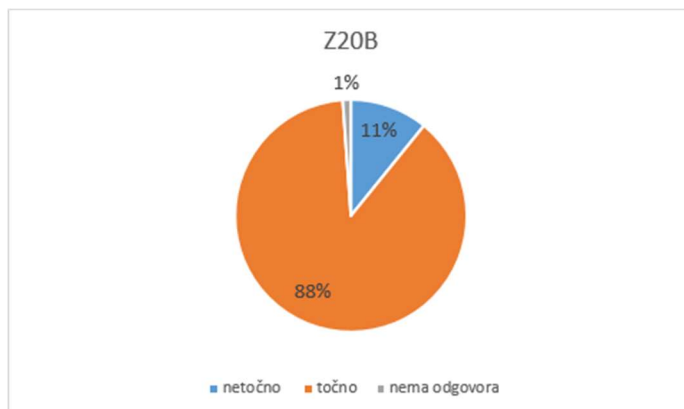


**Slika 45.** Postotak riješenosti 20A pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

20 b) Zašto liječnici preporučuju cijepljenje dječaka kako bi se smanjila učestalost rak grlića maternice u žena?

U ovom pitanju se ispituje razumijevanje koncepta cijepljenja u svrhu očuvanja zdravlja i sprečavanja širenja bolesti.

Velik broj učenika, 88 % dao je točan odgovor (slika 46) „Jer muškarci zaraženi HPV-om mogu prenijeti taj virus ženama“ i pokazao razumijevanje koncepta sprječavanja širenja bolesti cijepljenjem. Učenici su prepoznali da muškarci mogu biti prijenosnici bolesti bez da obole i da je najbolja prevencija širenja HPV-a cijepljenje. Učenici koji su pogrešno odgovorili (11 %) pokazuju nerazumijevanje koncepta.



**Slika 46.** Postotak riješenosti 20B pitanja na Županijskom natjecanju iz biologije 2019.

### 3.5.2. Analiza pitanja uz koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* s Državnog natjecanja 2015. godine

S Državnog natjecanja 2015. odabrana su i analizirana četiri pitanja koja ispituju ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu*. Na natjecanju je sudjelovalo trinaest učenika 3. razreda srednje škole što je mali uzorak za analizu, stoga su rezultati riješenosti dani zbirno grafičkom prikazom (slika 45).

Pitanje 2. Najzastupljeniji leukociti u krvi čovjeka su:

- a) bazofili
- b) monociti
- c) limfociti
- d) neutrofil
- e) eozinofili

Pitanjem se ispituje razumijevanje uloge i sastava krvi. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici moraju poznavati vrste leukocita i njihovu zastupljenost u sastavu krvi. Da bi točno odgovorili učenici moraju primijeniti i reproducirati znanje stečeno u 3. razredu srednje škole iz nastavne teme Fizikalno kemijska svojstva krvi (tablica 15).

**Tablica 15.** Karakteristike 2. pitanja na Državnom natjecanju iz biologije 2015. godine

Tip pitanja	višestruki izbor	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Vrste leukocita, zadaće, krvne stanice, uloga krvi
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analizirati razlike u sastavu tjelesnih tekućina	

Pitanje 11. Lada je na izlet ponijela sendvič sa sojinim medaljonima u kukuruznom pecivu, a za desert je pojela puding od riže. Prijateljica Martina ju je ponudila raženim keksima s ječmenim sladom koje je sama pripravila. Međutim, Lada se ispričala da ne smije probati prijateljičine kekse iz zdravstvenih razloga.

Ovo pitanje ispituje koncept bolesti probavnog sustava i kako djeluje na kvalitetu života. Ovo je primjer teškog problemskog pitanja usmjerenog na životne situacije, ali koje zahtjeva dodatno učenje.

**Tablica 16.** Karakteristike 11. pitanja na Državnom natjecanju iz biologije 2015. godine

Tip pitanja	Zadatak otvorenog tipa	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Bolesti vezane uz probavni sustav, apsorpcija hranjivih tvari u tankom crijevu, kemijski sastav hrane, poremećaj metabolizma
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Poremećaj homeostaze	
Ishod (IK DM)	Analizirati utjecaj okolišnih čimbenika i životnih navika na zdravlje i pojavu bolesti	

11a) Zašto Lada ne smije konzumirati Martinine kekse?

Da bi učenici točno odgovorili na ovo pitanje očekuje se da primjene stečena znanja iz nastavne teme Bolesti probavnog sustava te da na temelju uvodne priče povežu intoleranciju na gluten s bolesti probavnog sustava (celijakija). Pitanje je teško, ali je u stimulusu ponuđeno dovoljno podataka da najuspješniji učenici mogu riješiti zadatak.

11b) Navedi koja tri minerala i vitamin mogu imati poremećenu apsorpciju i zašto, u slučaju da je djevojčica Lada pojela prijateljičin keks.

Od učenika se očekuje primjena znanja vezane uz nastavnu temu Probavni sustav. Za točan odgovor učenici moraju poznavati važnosti uloge vitamina i minerala u organizmu, povezivanje deformacije crijevnih resica i smanjenja apsorpcijske površine s poremećajem apsorpcije vitamina D, magnezija, kalcija i kalija. Ovo je pitanje prihvatljivo, ali slabije važnosti za nastavni program i struku. Izuzetno je teško i traži izraženije dodatno učenje, a pri konstrukciji pitanja za učenike gimnazije je trebalo ponuditi još dodatnih informacija. U ispitu za natjecanje potrebno je ponuditi teška pitanja, ali bilo bi bolje da se pitanjem tražilo razumijevanje povezivanja uzroka i posljedica, a ne navođenje minerala i vitamina bez jasnijeg usmjeravanja u stimulusu.

Pitanje 12. Promotri tri staklenke sa sadnicama graha. Staklenke su napunjene različitim tvarima: vodom s otopljenim mineralnim tvarima, mineralnim tлом i destiliranom vodom. Na početku pokusa sadnice su bile podjednake veličine i s istim brojem listova. Nakon deset dana došlo je do promjene.

Odredi:

- Na kojoj tvari se nalazi sadnica u staklenci A?
- Zašto je došlo do uvenuća sadnice u staklenci B?
- Objasni razlog povećanja volumena sadnice u staklenci C?

U ovom pitanju povezana su dva koncepta *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* i *Biološka pismenost* (tablica 17). Pitanjem se ispituje razumijevanje uloge vode i mineralnih tvari kao jedan od ograničavajućih čimbenika za rast i razvoj biljaka. Da bi učenici točno odgovorili na ovo pitanje od učenika se očekuje reprodukcija, razumijevanje i primjena znanja stečena u 3. razredu srednje škole iz nastavnih tema Rast i razvitak biljaka i Mineralna ishrana.

**Tablica 17.** Karakteristike 12. pitanja na Državnom natjecanju iz biologije 2015. godine

Tip pitanja	Zadatak otvorenog tipa	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Rast biljke, mineralne tvari, utjecaj supstrata na rast biljke, utjecaj i važnost vode na rast biljaka
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analizirati mehanizme održavanja homeostaze u biljnom organizmu	

Pitanje 14.

14a) Razvrstajte slijedeće hormone u jedan od tri stupca u donjoj tablici s obzirom na dio hipofize koji pojedini hormon proizvodi. Prepoznajte i izdvojite dva od navedenih hormona koji nisu proizvod hipofize, te navedite koje ih žlijezde luče.

Hormoni:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| a) tiroksin                             | f) gonadotropni hormoni             |
| b) hormon rasta (STH)                   | g) adenokortikotropni hormon (AČHT) |
| c) prolaktin (PRL)                      | h) antidiuretski hormon (ADH)       |
| d) oksitocin                            | i) tireotropni hormon (TSH)         |
| e) melanocit stimulacijski hormon (MSH) | j) adrenalin                        |

HIPOFIZA		
ADENOHIPOFIZA	PARS INTERMEDIA	NEUROHIPOFIZA
b) hormon rasta (STH)	e) melanocit stimulacijski h.	d) oksitocin
c) prolaktin (PRL)		h) antidiuretski hormon
f) gonadotropni hormon		
g) adenokortikotropni h.		
i) tireotropni hormon		

Ovim pitanjem se provjerava razumijevanje koncepta *Održavanje ravnoteže u organizmu* i koncepta *Homeostaze na razini organizman* (tablica 18). Pitanje povezano s nastavnom temom Endokrini sustav.

**Tablica 18.** Karakteristike 14. pitanja na Državnom natjecanju iz biologije 2015. godine

Tip pitanja	Zadatak višestrukog izbora	Neophodni koncepti za odgovor učenika
Makrokoncept	Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	Hipofiza, građa hipofize, hormoni hipofize (uloga), endokrini sustav, hormoni, štitna žlijezda, nadbubrežna žlijezda, funkcija adrenalina
Koncept	Održavanje ravnoteže u organizmu, Homeostaza na razini organizma	
Ishod (IK DM)	Analizirati uloge pojedinoga organa i organskih sustava u održavanju homeostaze	

Za točan odgovor na ovo pitanje učenici trebaju primijeniti znanje o građi i funkciji hipofize kao žlijezde s nadzornom ulogom u ljudskom organizmu, prepoznati vrste hormona koje hipofiza izlučuje i razvrstati ih prema dijelu hipofize u kojem nastaju.

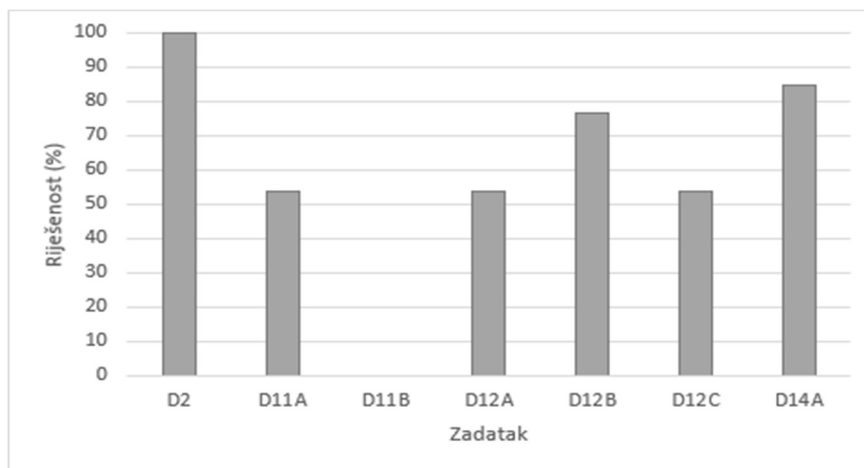
14b) Hormoni koji nisu proizvod hipofize, a luče ih žlijezde:

Da bi točno odgovorili učenici trebaju povezati i reproducirati znanje o ostalim endokrinim žlijezdama i njihovim produktima i iz gornjeg popisa prepoznati hormone koji nisu proizvod hipofize.

14c) Navedite koji hormon se luči u strahu, fizičkoj i psihičkoj boli. Objasnite kako on djeluje u tom stanju organizma na krvožilni i dišni sustav.

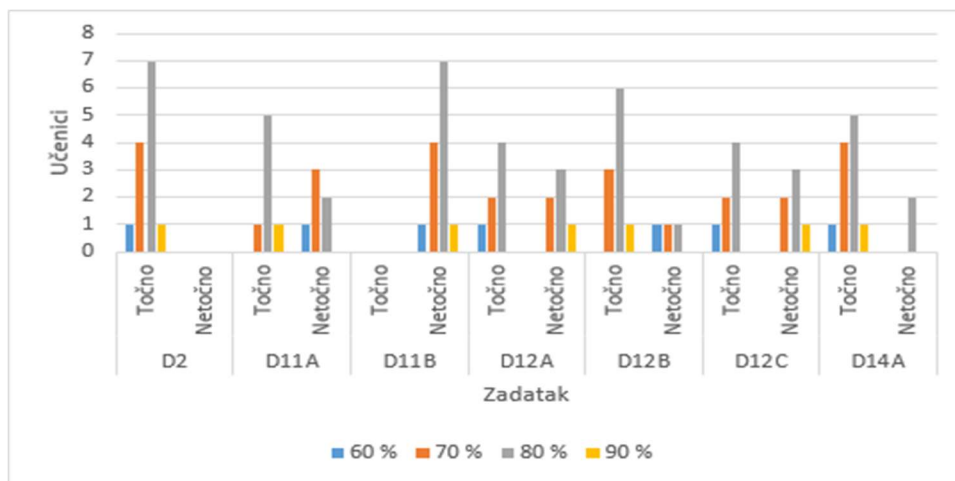
Kako bi točno odgovorili učenici trebaju prepoznati i razumjeti obrambene reakcije organizma u situacijama koje pretpostavlja kao opasne po život i trebaju zaključiti kako adrenalin djeluje na krvožilni i dišni sustav u stanju stresa.

Riješenost gotovo svih pitanja (slika 47) je velika (iznad 50 %); drugo pitanje, višestrukog izbora „Najzastupljeniji leukociti u krvi čovjeka (neutrofili)“ točno su odgovorili svi učenici. Niti jedan točan odgovor nije postignut u pitanju 11B: „Navedi koja tri minerala i vitamin mogu imati poremećenu apsorpciju i zašto, u slučaju da je djevojčica Lada pojela prijateljičin keks (K, Ca i Mg, te vitamin D. Zbog deformacija crijevnih resica smanjena je apsorpcijska površina navedenih minerala i vitamina)“. Vjerojatno je razlog izostanka odgovora izuzetno teško pitanje i nedovoljno usmjeravanje u stimulusu pa se u ovom slučaju ne može zaključiti o problemu nerazumijevanja koncepta.



**Slika 47.** Udio riješenosti prema zadacima s Državnog natjecanja 2015.

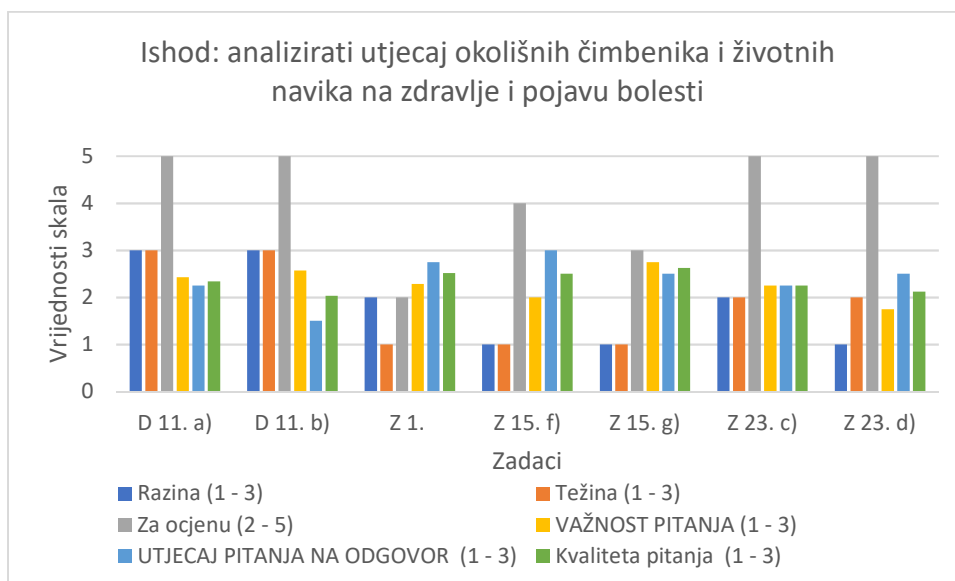
Učenici su uspješno rješavali zadatke u skladu s ostalim svojim odgovorima na ispitu (slika 48). Najuspješniji učenik nije odgovorio na 2 pitanja, a najslabiji učenik na 3 pitanja što potvrđuje veliku ujednačenost učenika koji sudjeluju na Državnom natjecanju.



**Slika 48.** Udio točnih odgovora učenika prema klasama riješenosti s Državnog natjecanja 2015.

### 3.5.3. Usporedba ishoda učenja: analizirati utjecaj okolišnih čimbenika i životnih navika na zdravlje i pojavu bolesti s Državnog natjecanja 2015. i Županijskog natjecanja 2019.

Najviše su zastupljena pitanja I. razine, u jednakom omjeru prisutni su lagani i teški zadaci, a najviše pitanja je namijenjeno najuspješnijim učenicima (slika 49). Samo je jedno pitanje veće važnosti (Z15G), a dva su pitanja slabog utjecaja na odgovor učenika, zbog čega su samo tri pitanja dobre kvalitete (slika 49).

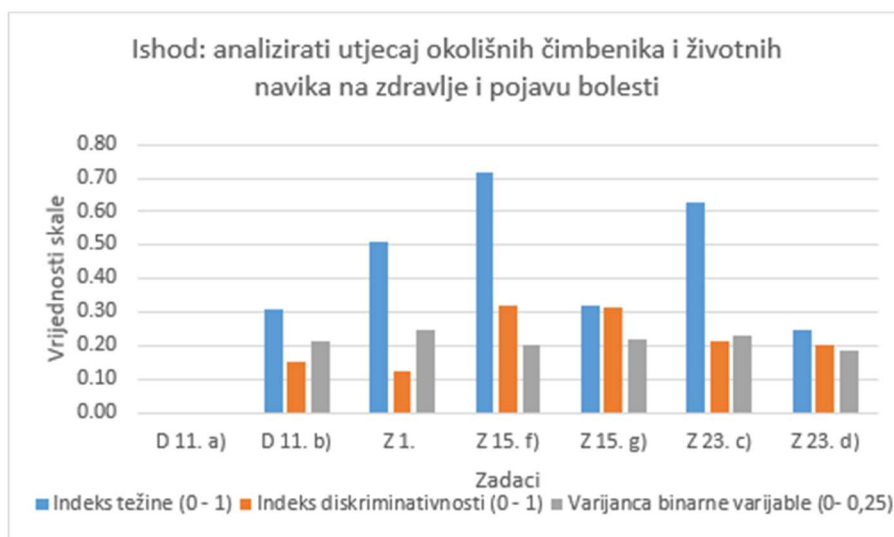


**Slika 49.** Usporedba karakteristika pitanja s Državnog natjecanja 2015. i sa Županijskog natjecanja 2019.

Prema varijanci binarne varijable jedno je pitanje dobro (Z1), dok su ostala pitanja korektna, osim pitanja D11A koje nije riješio niti jedan učenik, što je ipak donekle prihvatljivo jer se radi o natjecanju najboljih učenika, jer je pitanje postavljeno na Državnom natjecanju 2015. godine (slika 50). Indeks težine i procjena težine pitanja od strane nastavnika pokazuju veliku povezanost ( $\delta = 0,65$ ) što ukazuje da je iskusnom nastavniku prilično lagano predvidjeti kako



će učenici riješiti zadatke u ovom ishodu. Čak pet zadataka ukazuju da bi se trebala revidirati, jer ne odjeljuju dovoljno dobro uspješne i manje uspješne učenike ovim provjerama, a na što vjerojatno utječe veliki broj pitanja reproduktivnog karaktera koji se treba smanjiti u populaciji najuspješnijih učenika, jer se često provjeravaju vrlo teške i manje važne činjenice, odnosno poistovjećuje se težina i razina zadatka od strane nastavnika koji pripremaju pitanja za provjeru (slika 50).



**Slika 50.** Usporedba karakteristika pitanja s Državnog natjecanja 2015. i sa Županijskog natjecanja 2019.

Na ispitu Županijskog natjecanja iz biologije 2019. godine od 23 ispitna pitanja dominiraju srednje važna pitanja, dok je udio važnih pitanja znatno manji i podjednak udjelu nevažnih pitanja (tablica 19). Pitanja koja znatno utječu na rješavanje izostaju što je jako dobro, iako je najveći udio pitanja koji srednje utječu na rješavanje (tablica 19). Dominiraju prihvatljiva pitanja, a izostaju kvalitetom loša pitanja (tablica 19), udio teških i laganih zadataka je podjednak (tablica 19). Pitanja županijskog natjecanja nedovoljno dobro razlučuju uspješne od neuspješnih učenika, jer u njima dominiraju pitanja koja zahtijevaju revidiranje ili potpunu promjenu (tablica 19).

**Tablica 19.** Karakteristike pitanja Županijskog natjecanja 2019.

Karakteristike pitanja Županijskog natjecanja 2019.					
VAŽNOST PITANJA (VP)	nevažno	10	Indeks težine (p)	vrlo težak zadatak	3
	srednje važno	41		težak zadatak	13
	važno	13		srednje težak zadatak	9
UTJECAJ PITANJA NA ODGOVOR (UP)	znatno utječe	0		lagan zadatak	25
	srednje utječe	48		vrlo lagan zadatak	14
	slabo utječe	16		Indeks diskriminativnosti (D)	izvrstan zadatak
Kvaliteta pitanja (KP)	loše	0	dobar zadatak		22
	prihvatljivo	48	revidirati		26
	dobro	16	loš zadatak		15

## 4. RASPRAVA

Ispitivani uzorak ovog istraživanja činilo je 13 pisanih provjera s Državnog natjecanja 2015. i 267 pisanih provjera sa Županijskog natjecanja 2019. godine za treći razred gimnazije. U pisanim provjerama obje razine natjecanja podjednako su bili zastupljeni makrokoncepti *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* i *Organiziranost živoga svijeta* dok je makrokoncept *Tvari i energija u životnim procesima* bio najmanje zastupljen zato što se, u 3. razredu srednje škole, prema planu i programu (MZOŠ 2006) obrađuje relativno malo nastavnih sadržaja unutar ovog makrokoncepta.

Za ovo istraživanje izdvojena su i analizirana pitanja vezana uz makrokoncept *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* s ključnim konceptom *Održavanje ravnoteže u organizmu* i konceptima II *Homeostaza na razini organizma* i *Poremećaji homeostaze*. Sva pitanja koja pripadaju navedenom makrokonceptu u skladu su s nastavnim planom i programom (MZOŠ 2006). U oba koncepta II bile su zastupljene sve tri kognitivne razine pitanja, međutim, većinu izdvojenih pitanja učenici su rješavali podjednako reprodukcijom znanja i primjenom znanja, znači prvom i drugom kognitivnom razinom, dok je treća kognitivna razina bila zastupljena sa samo dva zadatka. U ovom slučaju pri sastavljanju ispitnih pitanja nije uvažena preporuka za autore pitanja za natjecanje (Radanović i sur. 2013) prema kojoj bi dvije trećine zadataka trebalo biti II. kognitivne razine, a otprilike jedna trećina zadataka III. kognitivne razine, a zadaci I. kognitivne razine ne bi trebali biti prisutni na ovom stupnju natjecanja.

Prema težini zadataka u konceptu II *Homeostaza na razini organizma* najviše su bila zastupljena pitanja srednje težine, a lagana i teška pitanja bila su manje, ali podjednako zastupljena. U konceptu II *Poremećaji homeostaze* velika većina pitanja je po težini bila u kategoriji laganih pitanja dok su srednja i teška pitanja bila malo zastupljena.

Učenici koji sudjeluju na školskom, županijskom, a potom i državnom natjecanju su izvrsni učenici koji pokazuju veliki interes i sklonost prema predmetu biologije, međutim, odabrani zadaci za ciljnu skupinu učenika većinom su u kategoriji ocjene dobar i vrlo dobar, dok su zadaci za ocjenu odličan znatno manje zastupljeni, a zabrinjavajuća je činjenica da su u istom postotku zastupljena pitanja za ocjenu dovoljan.

Sukladno *Preporuci za autore i recenzente testova natjecanja u znanju biologije* (Radanović i sur. 2013) izdvojeni zadaci ispitivali su jedan koncept, a kod složenijih pitanja makrokoncept.

Tri su tipa pitanja ispitivala ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu*: 8 pitanja višestrukog izbora, 1 pitanje alternativnog izbora i 5 pitanja otvorenog tipa s potpitanjima. Zadacima otvorenog tipa određeno je biološko značenje odgovora.

Najbolje rezultate učenici su pokazali rješavajući zadatke višestrukog izbora. Riješenost zadataka otvorenog tipa, sveukupno gledajući, u kojima učenici moraju primijeniti znanje, donositi zaključke i samostalno se izražavati je znatno lošije riješena iako, u pojedinim dijelovima pitanja otvorenog tipa učenici su postigli visok postotak riješenosti, što se posebice odnosi na pitanja u kojima se ispituje sposobnost primjene znanja u životnim problemskim situacijama. Vidljiva je i uenička sposobnost primjene bioloških znanja u rješavanju

problemskih zadataka iz svakodnevnog života, ali isto tako i reprodukcija bez mogućnosti primjene znanja van konteksta.

U zadacima u kojima se ispitivalo razumijevanje prijenosa električnog impulsa kroz srce, svrha i uporaba EKG nalaza učenici su imali najlošiji postotak riješenosti. Zabrinjavajuća je činjenica da učenicima velik problem predstavlja očitavanje podataka sa grafičkih prikaza i korištenje podataka u rješavanju problema, podjednako su i učenici nižih i viših klasa riješenosti imali poteškoća, što se može pripisati problemima u učenju i poučavanju. U nastavi se često premalo pažnje pridaje konkretnim primjerima iz svakodnevnog života na kojima bi se mogle zorno objasniti takve i slične problemske situacije. Chen i DiCarlov (1994) su predložili vježbu koja pruža priliku za analizu, integriranje i tumačenje promjena povezanih sa zatajenjem srca, jer se više nauči o tome kako sustav funkcionira kad je prisiljen na rad, nego kada ne radi. Autori predlažu da se polazi od osnovnih anatomskih i fizioloških podataka o zatajenju srca, nakon čega se treba predstaviti podatke koji ilustriraju odgovor specifičnih kardiopulmonalnih varijabli tijekom vježbanja (npr. otkucaji srca, srčani rad, krvni tlak), a zadatak učenika treba biti analiza brojčanih podataka kojom će se osigurati učenje s razumijevanjem uz odgovore na pitanja, izračune, crteže i grafikone.

Zadaci kojima se ispituje primjena koncepata i donošenje zaključka lošije su riješeni od zadataka u kojima se ispituje reprodukcija znanja. Slabija riješenost ovakvih zadataka pokazuje kako učenici većinom uče reproduktivno, bez povezivanja bitnih pojmova i mogućnosti primjene na drugim životnim situacijama. Prema Živanović (2008) primjena diferenciranih zadataka i kontinuiranog objektivnog ispitivanja znanja u nastavi biologije, u znatnoj mjeri poboljšava nastavni proces podižući razinu usvojenosti znanja kod učenika, a uzimanje individualnih sposobnosti učenika u obzir, omogućava znatno višu razinu postignuća učenika.

Analizom učeničkih odgovora na pojedina pitanja utvrđeni su problemi, odnosno moguće miskonceptije koje imaju podjednako i učenici iz nižih i iz viših klasa riješenosti ispita. Vidljiva je njihova sposobnost primjene bioloških znanja u rješavanju problemskih zadataka iz svakodnevnog života, ali isto tako i reprodukcija bez mogućnosti primjene znanja van konteksta.

Neke od miskonceptija koje navodi Lukša (2011) o nerazumijevanju osmoze i difuzije na primjeru ponašanja stanica u različitim otopinama sa Županijskog natjecanja kod učenika 3. razreda srednje škole povezano je s pitanjem regulacije vode u mokraćnom sustavu u ovoj analizi. Pitanje vezano uz regulaciju vode u tijelu ispitivalo je razumiju li učenici povezanost povećanja količine vode u tijelu s mehanizmom regulacije koncentracije izvanstaničnih tekućina putem povratne sprege lučenja ADH i regulacije propusnosti kanalića nefrona za vodu. Ovim se pitanjem, s obzirom na distraktore, prvenstveno ispitivalo razumijevanje koncepta. Ipak postoji mogućnost pojave miskonceptije jer je velik broj učenika (u najvišoj klasi riješenosti) odabrao distraktor gdje se najvjerojatnije povezuje povećanje propusnosti kanalića nefrona s izlučivanjem vode iz organizma. Lukša ukazuje na problem zabrinjavajuće niske usvojenosti koncepta osmoze i da bi bilo potrebno uskladiti koncepte unutar biologije, fizike i kemije u rješavanju tog problema, što su u svojim istraživanjima potvrdili i drugi autori (Lawson 2000; Odom i Barrow 1995; Tekkaya 2003; Köse 2008; Tarakçi i sur. 1999).

Simon i sur. (2017) navode neke miskoncepcije vezane uz viruse uočene kod studenata koji građu virusa opisuju kao bakteriju i smatraju da se antibiotikom liječe virusne bolesti. Ova miskoncepcija pojavljuje se i ovom istraživanju gdje su učenici uz pitanje da li se gripa ili vodene kozice liječe antibiotikom, poistovjetili viruse s bakterijama i smatrali da je lijek za gripu antibiotik.

Royer i sur. (2012) navode neke miskoncepcije vezane uz spolno prenosive bolesti: HPV je izlječiva bolest i spolno prenosive bolesti uzrokuju rak. Basu i sur. (2018) kao jednu od miskoncepcija o HPV – u , kod učenika navode da se dječaci ne trebaju cijepiti – HPV uzrokuje samo rak grlića maternice. U ovom istraživanju su učenici u velikom postotku ponudili točan odgovor i pokazali razumijevanje koncepta.

Na Državnom natjecanju u točnim odgovorima najviše se isticala klasa riješenosti 70 % dok su ostale klase podjednako dobro rješavale test. Na jedno pitanje nije ponuđen niti jedan točan odgovor što se može pripisati nerazumijevanju koncepta.

U analizi ishoda učenja na Državnom i Županijskom natjecanju u jednakom omjeru su prisutni lagani i teški zadaci. Jedno je pitanje veće važnosti, a dva su pitanja slabog utjecaja na odgovor, stoga su samo tri pitanja dobre kvalitete. Velik je broj pitanja reproduktivnog karaktera koji utječu na nedovoljnu podjelu uspješnih i manje uspješnih učenika.

Na ispitu Županijskog natjecanja iz biologije 2019. dominiraju srednje važna pitanja, što nije preporučljivo za ispite natjecanja iz biologije, gdje bi trebala biti pretežno zastupljena važna pitanja. Pitanja koja znatno utječu na rješavanje izostaju što je jako dobro, iako bi trebao biti veći udio pitanja koja slabo utječu na rješavanje učenika. Dominiraju prihvatljiva pitanja, a izostaju kvalitetom loša pitanja, što je pokazatelj da su sastavljači pitanja djelomično uvažili preporuke o sastavljanju pitanja, odnosno da se njihova vještina pitanja polagano razvija. Na ispitu su bili u podjednakom udjelu zastupljeni i teški i lagani zadaci prema riješenosti ispita, što ukazuje da sastavljači dobro poznaju populaciju učenika kojoj su pitanja namijenjena. Pitanja županijskog natjecanja nedovoljno dobro razlučuju uspjezne od neuspješnih učenika, jer u njima dominiraju pitanja koja zahtijevaju revidiranje ili potpunu promjenu.

## 5. ZAKLJUČCI

Na osnovu analize provjera može se zaključiti:

- ❖ U pisanim provjerama državne i županijske razine natjecanja unutar makrokoncepta ***Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu*** isključivo je zastupljen ključni koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu*
- ❖ Zadaci vezani uz koncept *Održavanje ravnoteže u organizmu* na Županijskom natjecanju najviše su u rangu ocjene dobar
- ❖ Na Županijskom natjecanju 2019. prosječna riješenost ispita je 68,19%. Prema županijama, prosječno su najuspješniji bili učenici Međimurske županije, a na Državnom natjecanju 2015. prosječna riješenost pitanja je vrlo velika, ali javlja se pitanje koje niti jedan učenik nije uspio riješiti,
- ❖ U zadacima Državnog i Županijskog natjecanja najviše su korištena pitanja nižih kognitivnih razina. Od učenika se još uvijek prvenstveno očekuje reprodukcija znanja, odnosno jednostavnijim pitanjima se od učenika traži poznavanje sadržaja, ali ne i razumijevanje i primjena znanja te je takvih pitanja za polovinu manje, dok pitanja rješavanja problema ima upola manje od preporučena najmanjeg udjela.
- ❖ Kvalitetnija pitanja bila su namijenjena učenicima slabijeg uspjeha, ali su to bila većinom manje važna pitanja nižih kognitivnih razina, na osnovu čega se može zaključiti da su sastavljači pitanja ipak još uvijek vještiji pri sastavljanju pitanja koja su reproduktivna do razine primjene znanja, pri čemu se ipak u kategoriji kvalitetnijih pitanja ispituju značajni sadržaji za nastavni program i sadržaji srednje važnosti za struku te su srednje povezana sa životnom primjenjivosti.
- ❖ Najuspješniji učenici na Županijskom natjecanju postigli su bolje rezultate, međutim, potrebno je uzeti u obzir da su po težini, pitanja s Državnog natjecanja zahtjevnija i složenija od Županijskog natjecanja.
- ❖ Zbog problema u postavljanju pitanja uslijed nedovoljnog ili nepreciznog objašnjenja (npr. navođenje kratica) analiza odgovora ne može upućivati na moguće nerazumijevanje pitanja.
- ❖ Dominiraju srednje važna pitanja, što nije preporučljivo za ispite natjecanja iz biologije, gdje bi trebala biti pretežno zastupljena važna pitanja. Pitanja koja znatno utječu na rješavanje izostaju što je jako dobro, iako bi trebao biti veći udio pitanja koja slabo utječu na rješavanje učenika.
- ❖ Dominiraju prihvatljiva pitanja, a izostaju kvalitetom loša pitanja, što je pokazatelj da su sastavljači pitanja djelomično uvažili preporuke o sastavljanju pitanja, odnosno da se njihova vještina pitanja polagano razvija.
- ❖ U ispitu za natjecanje potrebno je ponuditi teška pitanja, ali treba voditi računa da se pitanjem traži razumijevanje povezivanje uzroka i posljedica, a ne navođenje bez jasnijeg usmjerenja potrebnim činjenicama u stimulusu.
- ❖ Indeks težine i procjena težine pitanja od strane nastavnika pokazuju veliku povezanost što ukazuje da je iskusnom nastavniku prilično lagano predvidjeti kako će učenici riješiti zadatke.
- ❖ Čak pet zadataka ukazuju da bi se trebala revidirati, jer ne odjeljuju dovoljno dobro uspješne i manje uspješne učenike ovim provjerama.

- ❖ Veliki je broj pitanja reproduktivnog karaktera koji se treba smanjiti u populaciji najuspješnijih učenika, jer se često provjeravaju vrlo teške i manje važne činjenice, odnosno poistovjećuje se težina i razina zadatka od strane nastavnika koji pripremaju pitanja za provjeru.

Na osnovu pokazanog razumijevanja učenika mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- ❖ Većina učenika razumije koncept uloge inzulina u prijenosu glukoze iz krvi u stanice te povezanost odnosa hipotonične i hipertonične otopine s konceptom osmoze.
- ❖ Dobro bi bilo raditi na očitavanju rezultata liječničkih pretraga za vježbu provjere razumijevanja i proširivanje znanja nadarenih učenika kao što su učenici koji sudjeluju u natjecanju iz biologije, posebno uzevši u obzir da je to očitavanje vezano uz moguće životne situacije.
- ❖ Velik broj učenika koji je netočno odgovorio u pitanje koje traži navođenje naziva „onkogeni“, ponudio je odgovore kancerogeni i tumorogeni odnosno povezali su naziv za tumore sa virusima ispravno pa takav rezultat ponovo skreće pažnju da je važnije provjeravati razumijevanje, koje su u ovom slučaju učenici pokazali, nego navođenje naziva, s obzirom da se u životu uglavnom neće susretati s takvim nazivom i nije ključan za razumijevanje.

Analizom zadataka uočene su miskoncepcije učenika:

- ❖ Uz zadatak koji traži sposobnost točne interpretacije deklaracije za prepoznavanje proizvoda prema sastavu biološki važnih spojeva na primjeru energetske vrijednosti namirnica moguća je miskoncepcija učenika koji su najvjerojatnije povezali visok udio proteina u namirnici s mesnim proizvodom, a ne s mliječnim proizvodom, a zabrinjava uvid da se taj problem javlja već i kod najuspješnijih učenika.
- ❖ Može se zaključiti da učenici povezuju povećan unos vode u organizam s hipotoničnim stanjem krvne plazme, međutim, ne razumiju, u skladu sa zadanom situacijom, regulaciju propusnosti kanalića nefrona što može ukazivati na miskoncepciju. Učenici ne razumiju kako se smanjenjem propusnosti kanalića nefrona za vodu povećava izlučivanje vode putem mokraćne.
- ❖ Zabrinjavajuće je da veći broj učenika koji postižu bolju riješenost pokazuju nerazumijevanje i ne znaju primijeniti znanje na odgovarajući način u rješavanju problema da iz zadanog minutnog volumena srca izračunaju udarni volumen srca, odnosno, izračunati koji volumen krvi srce potisne u krvotok u jednoj kontrakciji, što ukazuje na potrebu vježbe u provjeri koncepta tijekom nastave.
- ❖ Iako je mali postotak netočnih odgovora u pitanju gdje učenik treba primijeniti znanje i povezati prirodni put imunizacije (pasivno stečena imunost) s prebolijevanjem određenih virusnih bolesti, u ovom slučaju vodenih kozica. u odgovorima: „vodene kozice nisu zarazne“, „ne može imati dvije bolesti istovremeno“ i „ima imunost zbog gripe“ moguća je prisutnost rijetkih miskoncepcija.
- ❖ Uz provjeru razumijevanja sposobnosti mutacije virusa gripe u odnosu na stjecanje specifične imunosti i mogućnosti ponovnog oboljenja točan odgovor daje otprilike četvrtina učenika, što ukazuje da tek manji broj učenika pokazuje konceptualno razumijevanje pojave više tipova gripe tijekom jedne sezone. U odgovorima: „Ne, zbog imunosne memorije“ i „Ne, zbog razvijene imunosti“ moguće su miskoncepcije, međutim, prije svega tu je prisutno nerazumijevanje građe i funkcije virusa. Također, učenici ne razumiju da virus vrlo često mutira i da dolazi u nekoliko tipova tijekom sezone gripe.

## 6. LITERATURA

- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (2010) *Vision and Change: A Call to Action*, Washington, DC
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. (2001) *A taxonomy for Learning, Teaching and Assessing a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York, NY, Longman
- Bahar, M (2003) Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Science* 3: 55-64.
- Begić, V., Bastić, M., Radanović, I. (2016) Utjecaj biološkog znanja učenika na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina. *Educ. biol.*, 2:13-42.
- Berthelsen, B. (1999). Students Naïve Conceptions in Life Science. *MSTA Journal*, 44(1) (Spring'99):13-19.
- Bogut, I., Đumljija, S., Lukačević, K., Marceljak Ilić, M. (2014), *Biologija 1 - udžbenik iz biologije za prvi razred gimnazije*, Alfa, Zagreb
- Bransford, J. D., Brown, A.L., Cocking, R.R. (2000) *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School*. Washington D.C.: National Academy Press: 3-23.
- Chen, Y., DiCarlo, S. E. (1994) An educational tool for understanding the cardiopulmonary changes associated with heart failure. *Advances in Physiology Education*, 267(6): S37.
- Crooks, T.J. (1988) The Impact Of Classroom Evaluation Practices On Students, *Review of Educational Research*, 58 (4): 438-481
- Din Yan Yip (1998) Children's misconceptions on reproduction and implications for teaching, *Journal of Biological Education*, 33:1, 21-26
- Forehand, M. (2010) Bloom's taxonomy. *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*, 41: 47
- Gagne, R. M., (1985) *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*. New York: CBS College Publishing.
- Garašić, D, Radanović, I., Lukša, Ž. (2013) Usvojenost makrokonceptata biologije tijekom učenja u osnovnoj školi i gimnaziji. *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu*, Milanović, D., Bežen, A., Domović, V. (ur.). Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, Zagreb, str. 211-239.
- Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. (2018): Osvrt na aktualne nastavne programe učenja biologije. *Napredak: časopis za pedagogijsku teoriju i praksu*. 159(1-2): 179-194.
- Garvin-Doxas, K., Klymkowsky, M., Elrod, S. (2007) Building, using, and maximizing the impact of concept inventories in the biological sciences: report on a National Science Foundation-sponsored conference on the construction of concept inventories in the biological sciences. *CBE Life Sci. Educ.* 6: 277-282
- Glynn, S.M., Duit, R. (1995) Learning science meaningfully: Constructing conceptual models. In S.M. Glynn & R. Duit (Eds.), *Learning science in the schools: Research reforming practice*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 3-33

- Grgurić, I., Begić, V., Bastić, M., Lukša, Ž., Radanović, I. (2017): Kvaliteta pitanja i uspjeh srednjoškolskih sudionika natjecanja iz biologije u znanju. *Educatio biologiae*, 3: 32-56.
- Hazzan, O., Lapidot, T., Ragonis, N. (2011) *Guide to Teaching Computer Science: An Activity-Based Approach*, Springer
- HBD (2015) *Natjecanje iz biologije 2015*. Hrvatsko biološko društvo
- HBD (2019) *Natjecanje iz biologije 2019*. Hrvatsko biološko društvo
- Hopkins, W.G. (2000): A new view of statistics. *Internet Society for Sport Science*.
- Hrvatski jezični portal (2010.) *Novi Liber*, Srce, <http://hjp.srce.hr/> (28.4.2017.).
- Klymkowsky, M. W., Garvin-Doxas, K. (2008): Recognizing student misconceptions through Ed's Tools and the Biology Concept Inventory. *PLoS biology*, 6(1): e3.
- Krathwohl, D. R. (2002) A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into practice*, 41, 212-218.
- Lawson AE (2000) A learning cycle approach to introducing osmosis. *The American Biology Teacher*, 62: 189–196.
- Lukša, Ž. (2011) Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji: doktorska disertacija. *Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu*. 317. str.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. (2013) Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptualnog okvira za biologiju, *Život i škola*, br. 30 (2): 156-171.
- Lukša Ž., Radanović, I., Garašić, D. (2013) Očekivane i stvarne miskoncepcije učenika u biologiji. *Napredak: časopis za pedagošku teoriju i praksu*. 154(4): 527-548.
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D., Sertić Perić, M. (2016) Misconceptions of Primary and High School Students Related to the Biological Concept of Human Reproduction, Cell Life Cycle and Molecular Basis of Heredity. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*. 13(3): 143-160.
- Mestre, J. (2001) Cognitive aspects of learning and teaching. *National Science Foundation (NSF)*, 80-94.
- Michael, J. (2009) The “core principles” of physiology: wath shold students understand? *Adv Physiol Educ* 33: 10–16
- 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. *Advanced Physiology Education* 26, 72–84.
- Modell, H.I., Michael, J.A., Adamson, T., Horwitz, B. (2004) Enhancing active learning in the student laboratory. *Adv Physiol Educ*. 28: 107–111
- Modell, H., Michael, J., Wenderoth, M.P. (2005.). Helping the learner to learn: the role of uncovering misconceptions. *The American. Biology Teacher* 67, 20-26.
- Momsen, J.L., Long, T.M., Wyse, S.A., Ebert-May, D. (2010) Just the Facts? Introductory Undergraduate Biology Courses Focus on Low-Level Cognitive Skills *CBE—Life Sciences Education*. Vol. 9: 435–440



- MZOŠ (2006): Nastavni plan i program za osnovnu školu. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Zagreb
- Osborne, J., Dillon, J. (2008): Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation.
- Pavletić, Z.; Habdija, I. (2011) Biologija 2 - Monera, protisti, gljive i biljke, udžbenik za drugi razred gimnazije, Profil, Zagreb
- Radanović, I., Bastić, M., Begić, V., Kapov, S., Sumpor, D., Mustać A. (2013) Preporuke za autore i recenzente provjera natjecanja u znanju biologije. HBD
- Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Pongrac Štimac, Z., Bastić M., Kapov S., Karakaš D., Lugarić S., Vidović M. (2015) Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije. NCVVO, Zagreb
- Reproduction among Adolescents and Young Adults, Center for Educational Policy Studies Journal, v7 n1: 69-91.
- Royer, H., Heidrich, S., Brown, R. (2012) Young Women's Representations of Sexually Transmitted Diseases: A Psychometric Study, Research in Nursing & Health 35(1): 15-29
- Simon, U., Enzinger, S., Fink, A. (2017) „The evil virus cell“: Students' knowledge and beliefs about viruses, PLoS one vol 12(3)
- Seymour J., Longden B. (1991), Respiration - that's breathing isn't it?, Journal of Biological Education (Society of Biology). Fall91, Vol. 25: 177-183.
- Springer O.P., Pevalek-Kozlina B. (2009), Živi svijet 3 – udžbenik biologije za treći razred gimnazije, Profil, Zagreb
- Tanner, K., Allen, D. (2005) Approaches to Biology Teaching and Learning: Understanding the Wrong Answers—Teaching toward Conceptual Change. Cell Biology Education, Vol. 4: 112–117.
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.A., Novak, J.D. (1994) Research on alternative conceptions in science. In: Handbook of Research on Science Teaching and Learning, edited by DL Gabel. New York: Macmillan, 131–210.
- Westbrook, S., et al. (1990) An Analysis of the Relationship of Formal Reasoning, Science Process Skills, Gender and Instructional Treatment to Conceptual Shifts in Tenth Grade Biology Students. National Association for Research in Science Teaching (63rd, Atlanta, GA, April 8-11, 1990).
- Wood, W.B. (2009) Revising the AP biology curriculum. Science 325: 1627–1628
- Žanko, Ž. (2018) Miskoncepcije u uvodnoj nastavi programiranja, seminar 1
- Živanović, S. B. (2008): Primjena diferenciranih zadataka u nastavi biologije. Metodički ogledi: časopis za filozofiju odgoja, 15: 83-97.

# ŽIVOTOPIS

## OSOBNJE INFORMACIJE

Črnica Tanja

✉ tanja.crnica.srdarev@gmail.com

## RADNO ISKUSTVO

22. rujna 2014.–23. prosinca 2014.

22. rujna 2014.–23. prosinca 2014.

Nastavnica biologije i kemije  
Opća privatna gimnazija, Zagreb (Hrvatska)  
zamjena

## OBRAZOVANJE I OSPOBLJAVANJE

1999–danas

dodiplomski studij biologije i kemije / prof. biologije i kemije  
Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb (Hrvatska)

1995.–1999.

kemijski tehničar  
Rudarska i kemijska škola, Varaždin (Hrvatska)

## OSOBNJE VJEŠTINE

Materinski jezik hrvatski

Strani jezici

	RAZUMIJEVANJE		GOVOR		PISANJE
	Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
engleski	B2	B2	B1	B1	B1
	Škola stranih jezika Žiger, Varaždin / 3. stupanj				
njemački	C1	C1	B2	B2	C1

Stupnjevi: A1 i A2: Početnik - B1 i B2: Samostalni korisnik - C1 i C2: Iskusni korisnik  
Zajednički europski referentni okvir za jezike

Komunikacijske vještine

Dobre komunikacijske vještine stečene za vrijeme studija i rada s djecom tijekom metodičke prakse biologije i kemije te zamjene u privatnoj gimnaziji

Digitalne vještine

SAMOPROCJENA				
Obrada informacija	Komunikacija	Stvaranje sadržaja	Sigurnost	Rješavanje problema
Samostalni korisnik	Iskusni korisnik	Samostalni korisnik	Samostalni korisnik	Samostalni korisnik

Digitalne vještine - Tablica za samoprocjenu