

# Primjena kemijske konceptualne osnove pri rješavanju ispita iz biologije na državnoj maturi

---

**Brandić, Sara**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*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:217:564296>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Sara Brandić**

**Primjena kemijske konceptualne osnove pri  
rješavanju ispita iz biologije na državnoj maturi**

**Diplomski rad**

**Zagreb, 2017.**

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

*Zahvaljujem se svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Ines Radanović na vremenu, trudu i savjetima tijekom izrade diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se NCVVO- u i mr.sc. Nenadu Markoviću na ustupljenim podacima i rezultatima analiza uspješnosti učenika u uzorku pristupnika državnoj maturi iz Biologije za pitanja korištena u diplomskom radu.*

*Zahvaljujem profesoricama Zrinki Pongrac Štimac, Petri Međeral, Sunčani Kapov i Martini Ceglec i njihovim učenicima koji su sudjelovali u pisanoj provjeri.*

*Zahvaljujem svojim roditeljima koji su bili uz mene kad je bilo najteže i naučili me poštenju i marljivosti. Zbog vas vjerujem u ljubav.*

*Hvala vam na svemu.*

*Zahvaljujem se Kristini i Ivanu koji su bili divni prijatelji i podrška.*

*Zahvaljujem se teti Višnji na savjetima i podršci tijekom studija.*

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno – matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

## **PRIMJENA KEMIJSKE KONCEPTUALNE OSNOVE PRI RJEŠAVANJU ISPITA IZ BIOLOGIJE NA DRŽAVNOJ MATURI**

Sara Brandić

Rooseveltove trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

Ovim radom željela se ispitati uspješnost upotrebe kemijskih koncepata u zadacima iz biologije kao interdisciplinarnih potpora za objašnjenje bioloških koncepata uz utvrđivanje korelacije ukupne uspješnosti na ispitu pojedinog odgovora učenika. Kao dodatni cilj željela se utvrditi i sposobnost mladog nastavnika za uspješno uočavanje konceptualnih razlika pri interpretaciji odgovora učenika. Analizirana su odabrana pitanja otvorenog tipa sa ispita državne mature iz biologije provedenih u ljetnom roku 2014., 2015. i 2016. godine na uzorcima od po 250 učenika. Izdvojeno je 11 pitanja interdisciplinarnog karaktera, s naglaskom da ta pitanja nisu ciljano sastavljena kao integracijska. Analiza je provedena u skladu s Nastavnim programom za određeni razred i ispitnim katalogima za državnu maturu iz biologije i kemije kao referentnim točkama konceptualnog okvira i predviđenih ishoda učenja. Kognitivna kvaliteta odgovora učenika utvrđena je specifičnim kodiranjem u kategorije biološkog značenja razumijevanja svakog odgovora, pri čemu je uspoređeno kodiranje iskusnih nastavnika biologije i mladog nastavnika. Zbog potvrđenih problema u integraciji znanja pri obrazloženju bioloških procesa i pojava, odabrana su pitanja iz provedenih ispita državne mature uz koncepte difuzije i osmoze te je na uzorku 105 učenika iz 3 gimnazije provjerena usvojenost i s obzirom na namjeru pristupa ispitu državne mature. U odnosu na ostale učenike, učenici koji planiraju pisati ispit iz biologije su u većem broju ponudili odgovore za koje je utvrđeno konceptualno razumijevanje.

(91 stranica, 104 slike, 36 tablica, 47 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

**Ključne riječi:** biološki koncepti, interdisciplinarni zadaci biologije i kemije, specifično kodiranje, odgovori učenika, interpretacija bioloških procesa i pojava

Voditelj: Dr. sc. Ines Radanović, izv. prof.

Ocjenitelji: Dr. sc. Ines Radanović, izv. prof.

Dr. sc. Mirela Sertić Perić

Dr. sc. Iva Juranović Cindrić, izv. prof.

Zamjena: Dr. sc. Vesna Petrović Peroković, izv. prof.

Rad je prihvaćen: 02.11.2017.

# BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Division of Biology

Graduation Thesis

## **THE APPLICATION OF THE CONCEPTUAL BASIS IN CHEMISTRY IN BIOLOGY STATE GRADUATION EXAM SOLVING**

Sara Brandić

Rooseveltovej trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

This work would like to examine the success of using chemistry concepts as interdisciplinary support in explaining biological concepts and determining the correlation of the overall success on the test and individual student answer. Additional goal was to determine the young teacher's ability in perceiving conceptual differences in student's answers interpretation. Open - ended questions from biology state graduation exam conducted in summer exam period of 2014., 2015. and 2016. on samples of 250 students. 11 interdisciplinary questions were singled out, with emphasis to these questions are not specifically assembled as integration. The analysis was conducted in accordance with the Curriculum for a certain class and examination catalog for the final examination in biology and chemistry as reference points for the conceptual framework and anticipated outcomes. Student's answers cognitive quality was determined using specific coding of every student's answer into categories of biological understanding, where experienced and young teacher's specific coding were compared. Due to confirmed problems with knowledge integration in biological processes and phenomena explanation, diffusion and osmosis conceptual questions from biology state graduation exam were selected and a test was conducted on a 105 students sample from 3 gymnasium to assess knowledge depending on taking state graduation exam. Compared to other students, students who plan on taking biology offered answers that were determined to show conceptual understanding in larger percentage.

(91 pages, 104 figures, 36 table, 47 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in Central Biological Library.

Keywords: biological concepts, interdisciplinary tasks in biology and chemistry, specific coding, student answers, biological processes and phenomena interpretation

Supervisor: Dr. Ines Radanović, Assoc. Prof

Reviewers: Dr. Ines Radanović, Assoc. Prof.

Dr. Mirela Sertić Perić

Dr. Iva Juranović Cindrić, Assoc. Prof.

Substitute: Dr. Vesna Petrović Peroković, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 02.11.2017.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Biologija u hrvatskom školskom sustavu.....	1
1.2. Povezanost biologije i kemije u prirodoslovnom području.....	2
1.3. Ispiti na državnoj maturi iz biologije.....	4
1.3.1. Područja ispitivanja.....	4
1.3.2. Novi ispitni katalog iz biologije.....	5
1.3.3. Načini provjere znanja učenika.....	11
1.3.3.1. Zadaci otvorenog tipa.....	11
1.3.4. Struktura ispita.....	12
<b>2. CILJ ISTRAŽIVANJA</b> .....	13
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	14
<b>4. REZULTATI</b> .....	18
4.1. Analiza ispita državne mature iz biologije.....	20
4.2. Usporedba procjene pitanja po elementima između mladog nastavnika i iskusnih procjenjivača.....	59
4.3. Rezultati pisane provjere provedenih u srednjim školama 2017. godine.....	62
<b>5. RASPRAVA</b> .....	83
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	86
<b>7. LITERATURA</b> .....	87
<b>8. PRILOZI</b> .....	92

## 1. Uvod

Cilj poučavanja biologije je da učenici nakon školovanja razumiju temeljne zakonitosti koje vladaju u prirodi, u živim bićima i njihovoj okolini te odnose i funkciju živih bića u životu na Zemlji (NN 87/08, 86/09, 92/10, 105/10, 90/11, 5/12, 16/12, 86/12, 126/12, 94/13, 152/14, 07/17). Problem je što se najčešće na nastavi poučava *što?*, a ne *kako?* i *zašto?*, odnosno učenici ne znaju smisao procesa koje uče i nisu u mogućnosti uočiti obrasce koji se ponavljaju u nastavnim predmetima Biologija, Kemija i Fizika. Prema Lukša (2011.) i Garašić (2012.) to potvrđuju i rezultati istraživanja u kojima je vidljivo da biologija ima bolju riješenost od ostalih predmeta prirodoslovnog područja jer se sadržaj ispituje na reproduktivnoj i deskriptivnoj razini, a u slučaju testova s većim udjelom pitanja u kojima se traži povezivanje s drugim prirodoslovnim predmetima zabilježena je lošija riješenost. Baranović (2007) ističe da je tome uzrok mala mogućnost integriranja nastave u praksi što otežavaju nastavni programi. U skladu s promjenom načina ispitivanja znanja na državnoj maturi od sadržajnog prema konceptualnom u ispitnom katalogu za državnu maturu iz biologije (Radanović i sur., 2015.), potrebno je prilagoditi nastavu i integrirati sadržaje prirodoslovnih predmeta.

### 1.1. Biologija u hrvatskom školskom sustavu

Na temelju Nastavnog plana i programa za osnovnu školu (MZOŠ, 2006.) u Hrvatskoj se biologija obrađuje u osnovnoj i srednjoj školi u sklopu predmeta Priroda od 1. do 4. razreda, Priroda i društvo u 5. i 6. te Biologija u 7. i 8. razredu osnovne škole, a u gimnazijama prema Okvirnom nastavnom programu za gimnazije (1995.) do 4. razreda srednje škole. Prema Garašić i sur. (2013.), biologija je u programskim dokumentima bila izolirani predmet čiji je sadržaj bio isključivo u granicama biologije kao znanstvene discipline, a do promjene u smjeru integracije s ostalim prirodoslovnim predmetima došlo je 2010. godine uvođenjem Nacionalnog okvirnog kurikulumu (MZOŠ, 2010.) čiji je cilj bio ostvariti korelaciju između predmeta unutar prirodoslovnog područja koje se proučava na nastavi u sklopu zasebnih (Biologija, Kemija, Fizika i Geografija) i integriranih (Priroda i društvo i Priroda) predmeta. Prema MZOŠ (2010.), planiranje i ostvarivanje međupredmetnih tema pridonosi međusobnom povezivanju odgojno – obrazovnih područja i nastavnih predmeta u skladnu cjelinu te razvijanju. Maresić (2009.) ističe da su međupredmetne teme važne jer omogućuju učenicima sagledavanje određenih pojava s različitih stajališta te istraživanje veza između nastavnih predmeta čime je omogućena neophodna integracija znanja, odnosno sadržaja koji učenici uče u različitim predmetima i područjima.



S obzirom da se koncept može definirati kao začecije ideje, pothvata ili prvobitna predodžba (Hrvatski jezični portal, 2017.), poučavanje i učenje biologije bi trebalo usmjeriti prema uočavanju i povezivanju bitnih karakteristika procesa i pojava u živom svijetu (Radanović i sur., 2015). Lukša (2011.) ističe da se razlikuje viša razina koncepata pa se za „velike ideje“ u području biologije koristi izraz makrokoncepti koje je moguće razraditi na niže razine koncepata. Prvi makrokonceptni okvir za biologiju u hrvatskom školskom sustavu postavljen je pri provođenju KUPIB projekta - *Kompetencije učenika u nastavi prirode i biologije* (Lukša, 2011.), a okvir su činili 6 makrokoncepta: *Ustrojstvo živih bića, Energija, Ravnoteža, Raznolikost, Međuovisnost i Razmnožavanje* (Garašić, 2012.; Lukša i sur., 2013.). Strukovni kurikulum eksperimentalno se provodi od 2013. / 2014. godine za pojedine strukovne programe koje provodi Agencija za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih (ASOO, 2014.) gdje je makrokonceptni okvir prilagođen za strukovne škole uz konceptualnu osnovu.

## **1.2. Povezanost biologije i kemije u prirodoslovnom području**

Nacionalni okvirni kurikulum (2011.) ističe da je cilj prirodoslovnog odgoja i obrazovanja ostvariti prirodoslovno opismenjeno pojedinca koji su usvojili znanstveni koncept, metode, postupke i načela u donošenju odluka te svoje znanje i vještine stečene obrazovanjem mogu koristiti za rješavanje problema. U Tablici 1. predstavljen je usporedni prikaz ciljeva prirodoslovne pismenosti učenika prema NOK-u (2011.) te kako se ona očituje u ishodima ispitnih kataloga za državnu maturu iz biologije (Radanović i sur., 2015.) i kemije. Kako bi se postigla prirodoslovna pismenost učenika u segmentu sposobnosti učenika da primijene znanja i vještine iz ključnih predmetnih područja i da analiziraju, logički zaključuju i djelotvorno komuniciraju kod postavljanja, rješavanja i interpretiranja problema u različitim situacijama (Braš Roth i sur., 2017.), potrebno je povezati sadržaj biologije sa sljedećim kemijskim konceptima koji se ispituju na ispitu državne mature iz Kemije (NCVVO, 2017.):

- tvari
- kemijske promjene
- energija
- brzina kemijskih reakcija
- prikupljanje, obrada i prikaz rezultata.

**Tablica 1. Usporedni prikaz primjera ishoda u katalogu državne mature iz biologije i kemije 2017. godine koje obuhvaćaju odabrani odgojno – obrazovni ciljevi prirodoslovnog područja**

ODGOJNO - OBRAZOVNI CILJEVI PRIRODOSLOVNOG PODRUČJA	ISHOD U KATALOGU IZ BIOLOGIJE	ISHOD U KATALOGU IZ KEMIJE
razumjeti važnost pokusa u laboratoriju i prirodnoj okolini te neophodnost terenske nastave uz razvoj sposobnosti snalaženja (orijentacije) u prirodi, naučiti upotrebljavati mjerne instrumente opisati i pozorno izvesti jednostavne pokuse	5.2.1.1. primjeniti osnovna načela i značajke znanstvenog istraživanja 5.2.1.3. predložiti nacrt istraživanja na temelju istraživačkog pitanja ili hipoteze	6.2.1. prepoznati uobičajeni kemijski pribor na crtežu 6.2.2. opisati osnovne laboratorijske tehnike i pribor za određivanje volumena, mase i temperature
uočiti varijable pri proučavanju dane prirodne pojave te istražiti njihovu međuzavisnost	5.2.1.1. primjeniti osnovna načela i značajke znanstvenog istraživanja	6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije ( s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedenoga opisa promjene
naučiti raspravljati o pokusima, analizirati, vrjednovati i tumačiti prikupljene podatke, znati prikazati rezultate opažanja i mjerenja grafikonom, tablicom, matematičkim izrazom, tematskom kartom	5.2.1.2. analizirati numerički i grafički prikazane rezultate istraživanja 5.2.1.3. predložiti nacrt istraživanja na temelju istraživačkog pitanja ili hipoteze	6.2.5. napisati jednadžbu kemijske reakcije( s označenim agregacijskim stanjima ili bez označenih agregacijskih stanja) na temelju navedenoga opisa promjene 6.4.1. očitati podatke iz grafičkoga ili tabličnoga prikaza 6.4.2. izraditi odgovarajući grafički prikaz na temelju zadanih podataka 6.4.3. analizirati vrijednosti na grafičkome prikazu
uočiti temeljne sile i gibanja u prirodi, izvore, pretvorbe i prijenos energije, elektromagnetske i valne pojave, upoznati građu atoma i atomske jezgre	3.1.2.2. analizirati procese vrenja kao procese kojima anaerobni mikroorganizmi dolaze do energije 3.1.2.3. objasniti stanično disanje kao proces kojim anaerobni organizmi dolaze do energije 3.1.3.5. povezati reakcije fotosinteze sa staničnim disanjem 3.2.1.2. razlikovati bazalni i radni metabolizam	1.2.1. razlikovati sljedeće pojmove: protonski (atomski) broj, nukleonski (maseni) broj, nuklid, izotop, izoelektronska vrsta i kemijski element 3.2.1. razlikovati sustav od okoline te načine izmjene tvari i energije između sustava i okoline (toplina i rad) 3.2.2. razlikovati egzotermne i endotermne promjene 3.2.3. navesti energijske promjene do kojih dolazi tijekom promjene agregacijskoga stanja ili tijekom kemijske reakcije
upoznati svojstva i strukturu tvari te promjene tvari u kemijskim procesima	1.1.1.1. razlikovati na organizacijskim razinama živoga svijeta veličinom podređena i nadređene strukture 1.2.1.3. analizirati građu i svojstva biološki važnih spojeva na primjerima	1.2.7. povezati elektronsku strukturu atomske vrste s polumjerom, energijom ionizacije, elektronskim afinitetom i s elektronegativnosti 1.2.8. procijeniti vrstu kemijske veze na temelju razlike elektronegativnosti povezanih atoma 1.2.15. povezati fizikalna i kemijska svojstva organskih spojeva sa strukturom njihovih molekula i vrstom funkcijske skupine 1.3.4. povezati makroskopska svojstva tvari s vrstom kemijske veze ili međumolekulskim interakcijama

### 1.3. Ispiti na državnoj maturi iz biologije

Ispiti održani na ljetnom roku 2014. i 2015. godine razlikuju se od ispita iz biologije s ljetnog roka 2016. godine po udjelima područja ispitivanja te promjeni organizacije ispitnog kataloga s ciljem integracije prirodoslovnih predmeta.

#### 1.3.1. Područja ispitivanja

Na ispitima državne mature iz biologije održane 2014. i 2015. godine ispitivalo se 8 definiranih područja (Tablica 2.). Poveznice nastavnog sadržaja biologije s kemijom 2014. i 2015. godine na osnovu usporedbe ispitnih kataloga (Pongrac Štimac i sur., 2010.) bile su moguće u sljedećim područjima:

- područje Biologija stanice – kemijski sastav živih bića te osnovna struktura i uloga anorganskih i organskih spojeva u njima, procesi fotosinteze, staničnoga disanja i vrenja
- područje Botanika – osnovni procesi vezani uz promet vode u biljci (građa i svojstva vode, difuzija i osmoza, osmotski tlak); procesi vezani uz izmjenu tvari i energije u biljci (stanično disanje, fotosinteza)
- područje Biologija čovjeka – kemijski sastav tijela čovjeka i uloga glavnih anorganskih i organskih spojeva, osmotski tlak tjelesnih tekućina, izmjena plinova između pluća i stanica (difuzija), biomolekule kao izvor energije u organizmu, pH-vrijednost, puferi
- područje Genetika i evolucija – kemijska građa i mehanizam djelovanja gena (biosinteza proteina), osnovna načela i etape kemijske i biološke evolucije
- područje Ekologija – ciklus ugljika, dušika i vode.

Tablica 2. Udjeli područja ispitivanja (Pongrac Štimac i sur., 2010.)

PODRUČJE ISPITIVANJA	UDIO U ISPITU
Biologija stanice	20%
Mikrobiologija	7%
Protoktisti i gljive	7%
Botanika	7%
Zoologija	7%
Biologija čovjeka	20%
Genetika i evolucija	20%
Ekologija	12%

### 1.3.2. Novi ispitni katalog iz biologije

Upravo zbog potrebe integracije znanja unutar područja biologije te njihovog povezivanja s konceptualnom osnovom drugih prirodoslovnih predmeta kao potvrde kvalitete postignutog razumijevanja nakon završenog gimnazijskog obrazovanja, ispitni katalog za državnu maturu (Pongrac Štimac i sur., 2010) je promijenjen od sadržajnog prema konceptualnom načinu provjere znanja u ispitima na državnoj maturi. Izrađen je novi Katalog državne mature za biologiju (Radanović i sur., 2015) koji je nastao revidiranjem konceptualnih okvira primijenjenih u prethodnim istraživanjima (Radanović i sur., 2010., Lukša, 2011; Garašić, 2012). Primijenjena je organizacija nastavnog gradiva prema definiranim biološkim makrokonceptima, a premda se bazirana važećem nastavnom programu, organizacija Kataloga prema makrokonceptima upućuje nastavnike i učenike na sustavnu izgradnju temeljnih koncepata tijekom poučavanja i pokazuje da će upravo njihovo razumijevanje biti predmetom ispitivanja na državnoj maturi.

U katalogu državne mature za 2016. godinu definirano je pet područja unutar Biologije: *Organiziranost živoga svijeta, Razmnožavanje i razvoj organizama, Tvari i energija u životnim procesima, Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu te Biološka pismenost* (Slika 1.).



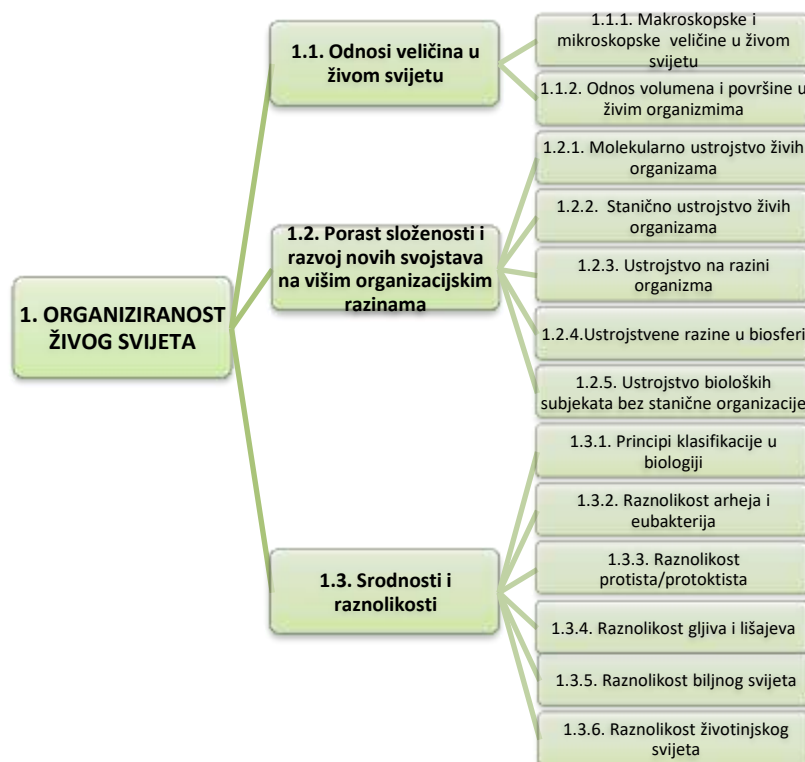
Slika 1. Područja za provjeru bioloških znanja (prilagodeno prema Radanović i sur., 2015)

Koncepti su u katalogu predstavljeni kao područja i potpodručja uz odgovarajuću raspodjelu bodova (Tablica 3.). Područja odgovaraju makrokonceptima koji sažimaju osnovna načela živoga svijeta i koji su osnova za sagledavanje temeljnih obrazaca (Radanović i sur., 2015.). Poveznice područja predstavljenih u katalogu iz biologije s kemijom preuzete su iz ispitnog kataloga iz biologije (Radanović i sur., 2015.).

Cilj područja *Organiziranost živog svijeta* je proučiti način organizacije živih bića na svim ustrojstvenim razinama, uočiti osnovne načine građe zajedničke svim organizmima te ih povezati s ulogama koje obavljaju određene strukture(Slika 2.).

Poveznice područja s kemijom su:

- pretvaranje mjernih jedinica
- gustoća i volumen
- utjecaja građe molekule na njezina kemijska i fizikalna svojstva i brzinu reakcije
- građa i svojstva molekule vode
- vrste, svojstva i kemijske reakcije organskih spojeva
- kapilarnost
- isparavanje
- difuzija i osmoza
- vrenje.

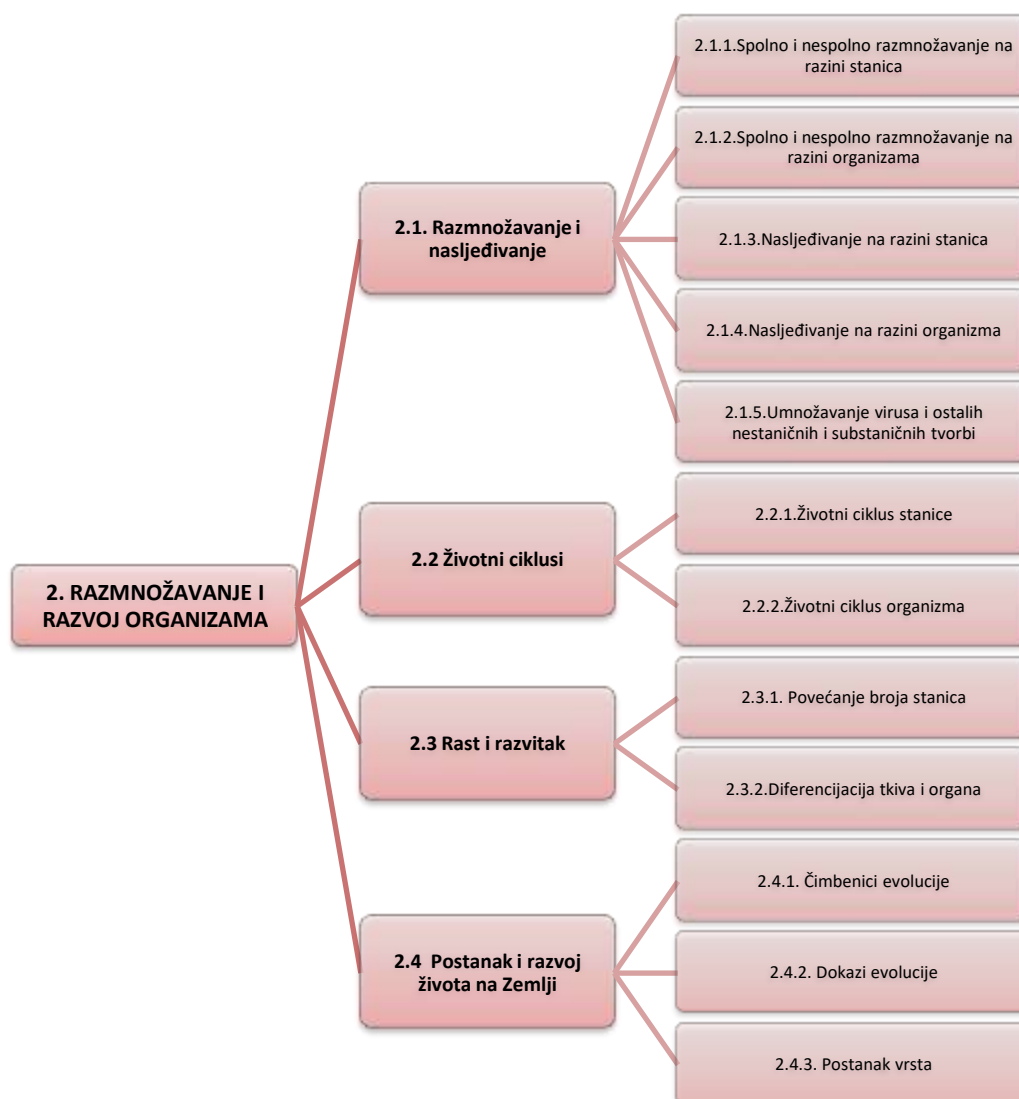


Slika 2. Shema – opis područja Organiziranost živoga svijeta (Radanović i sur., 2015.)

Cilj područja *Razmnožavanje i razvoj* organizma obuhvaća razmnožavanje i nasljeđivanje na razini stanice i organizma, životne cikluse te postanak i evoluciju života na Zemlji(Slika 3.).

Poveznice područja s kemijom su:

- biokatalizatori
- mutagene kemikalije
- kemijska evolucija
- izvori tvari na Zemlji.

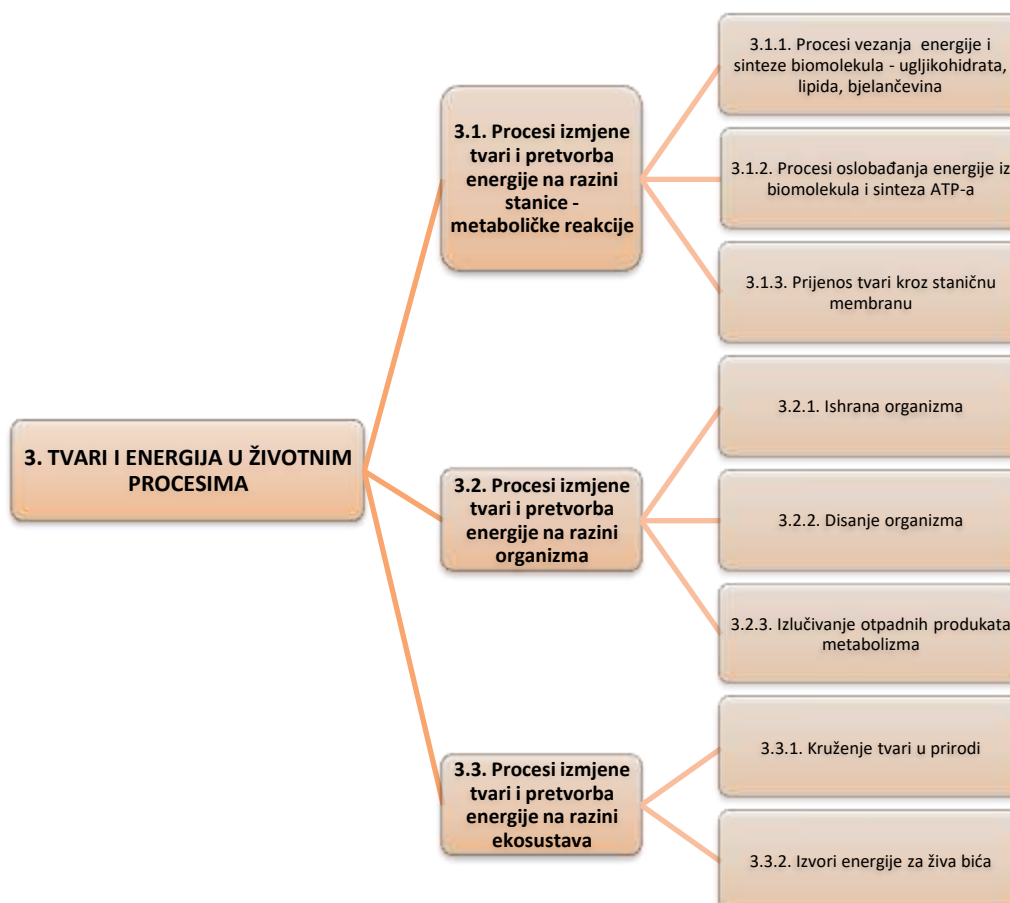


Slika 3. Shema – opis područja Razmnožavanje i razvoj organizama (Radanović i sur., 2015.)

Područje *Tvari i energija u životnim procesima* uključuje procese vezane uz pretvorbu energije i izmjenu tvari na razini stanice, organizma i ekosustava(Slika 4.).

Poveznice područja s kemijom su:

- utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije
- dobivanje etanola, mliječne, maslačne i octene kiseline
- elektrokemijski procesi
- difuzija i osmoza
- energetske promjene pri razgradnji / stvaranju tvari
- pH-vrijednost
- puferi.

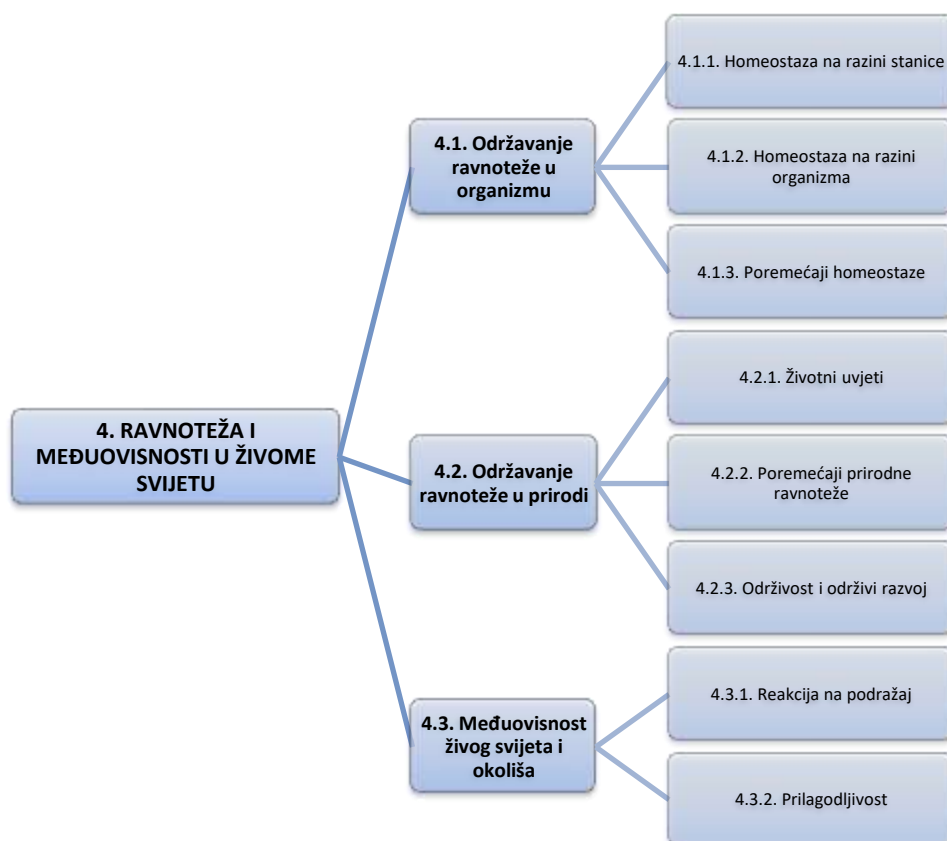


Slika 4. Shema – opis područja Tvari i energija u životnim procesima (Radanović i sur., 2015.)

Područje *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* proučava koncepte vezane uz održavanje homeostaze na razini stanice i organizma, načine prilagodbe živih bića na promjene okolišnih uvjeta i reagiranja na podražaje (Slika 5.).

Poveznice područja s kemijom su:

- otopine
- koncentracija otopina
- difuzija i osmoza
- osmotski tlak
- topljivost plinova
- pH- vrijednost
- gustoća.



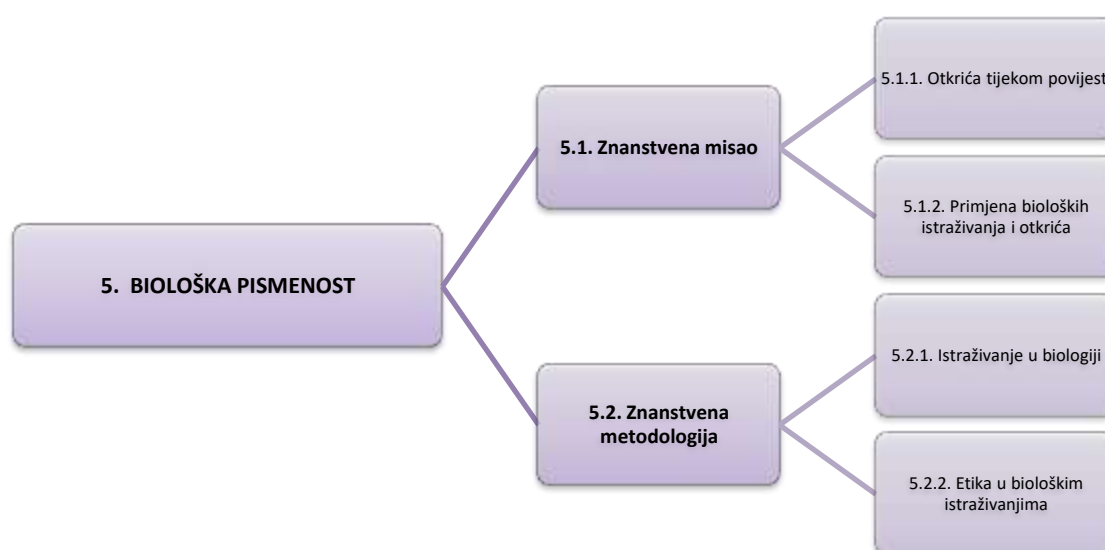
Slika 5. Shema – opis područja Ravnoteža i međuovisnostu živome svijetu (Radanović i sur., 2015.)



Cilj područja *Biološka pismenost* je upoznati učenike s osnovnim načelima i pravilima znanstvenog istraživanja, znanstvenom metodologijom, znanstvenim načinom zaključivanja i potaknuti razvoj prirodoslovne pismenosti (Slika 6.).

Poveznice područja s kemijom su:

- opisivanje promjene na temelju opažanja
- očitavanje i analiza vrijednosti iz grafičkoga ili tabličnog prikaza.



Slika 6. Shema – opis područja Biološka pismenost (Radanović i sur., 2015.)

Tablica 3. Raspodjela bodova u ispitu prema potpodručjima (Radanović i sur., 2015.)

ISHOD	Broj bodova
1.1. Odnosi veličina u živome svijetu	2
1.2. Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama	12
1.3. Srodnosti i raznolikosti	4
2.1. Razmnožavanje i nasljeđivanje	10
2.2. Životni ciklusi	8
2.3. Rast i razvitak	2
2.4. Postanak i razvoj života na Zemlji	8
3.1. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice – metaboličke reakcije	8
3.2. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini organizma	7
3.3. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini ekosustava	3
4.1. Održavanje ravnoteže u organizmu	10
4.2. Održavanje ravnoteže u prirodi	12
4.3. Međuovisnost živoga svijeta i okoliša	10
5.1. Znanstvena misao	1
5.2. Znanstvena metodologija	3
UKUPNO	100

### 1.3.3. Načini provjere znanja učenika

Heywood (1977) navodi tri vrste zadataka: zadaci esejskog tipa, objektivnog tipa i zadaci koji zahtijevaju rješavanje problema. Različiti zadaci pogodni su za ispitivanje različitih obrazovnih ciljeva i njihovo pažljivo kombiniranje daje ispitivaču najbolju sliku o znanju učenika. Sve vrste zadataka imaju istodobno i prednosti i nedostatke koje treba dobro poznavati kako bi se zadaci u ispitima znanja primjereno upotrijebili (Tablica 4.).

Tablica 4. Osobine različitih vrsta zadataka u ispitima znanja (Vizek Vidović i sur., 2014.)

ZADACI	ESEJSKOG TIPA	OBJEKTIVNOG TIPA	RJEŠAVANJE PROBLEMA
Što mjere	Razumijevanje, rješavanje nekih vrsta problema, kompleksne vještine	Činjenično znanje, razumijevanje	Razumijevanje problema, vještinu rješavanja problema
Obuhvat gradiva	Ograničen obuhvat	Velik obuhvat	Velik obuhvat
Utjecaj na učenje	Potiče učenje većih jedinica, organizaciju i integraciju ideja	Potiče učenje specifičnih činjenica, može poticati razumijevanje	Potiče učenje specifičnih činjenica, može poticati razumijevanje
Sastavljanje pitanja	Potrebno malo pitanja, relativno laka priprema	Veliki broj pitanja čije je sastavljanje teško i vremenski zahtjevno	Osrednji broj pitanja, sastavljanje teško i vremenski zahtjevno
Kontrola odgovora	Onemogućava varanje, pogađanje svedeno na minimum	Moguće prepisivanje i pogađanje	Pogađanje svedeno na minimum
Ispravljanje i ocjenjivanje	Subjektivno, sporo, teško i nekonzistentno	Objektivno i brzo, lako	Objektivno, brzina zavisi o kriteriju

Ispiti na državnoj maturi iz biologije sastavljeni su od od niza zadataka objektivnog tipa. Zadaci objektivnog tipa su zadaci u kojima je točan odgovor jednoznačno određen i mogu se objektivno procijeniti (Vizek Vidović i sur., 2014.).

U ispitima na državnoj maturi nalaze se sljedeći zadaci objektivnog tipa:

- zadaci višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom
- zadaci kratkog odgovora.

#### 1.3.3.1. Zadaci otvorenog tipa

Ispiti na državnoj maturi iz biologije sadrže pitanja otvorenog tipa na koja su učenici trebali odgovoriti jednom riječju ili obrazložiti svojim riječima neki problem. U ovu skupinu spadaju pitanja dosjećanja i dopunjavanja. Riječ je o dva slična, ali po nekim osobinama ipak različita oblika zadatka objektivnog tipa. U zadacima dosjećanja učenik treba kratko, jednom riječju ili kraćom rečenicom, odgovoriti na postavljeno pitanje.

Prema Vizek Vidović i sur. (2014.) zadaci dosjećanja koriste se najčešće za provjeru poznavanja činjenica, no moguće ih je sastaviti i tako da provjeravaju razumijevanje pojmova i ideja.

Glavna prednost ovakve vrste zadataka je njihovo jednostavno sastavljanje i to što gotovo u potpunosti isključuju mogućnost učeničkog pogađanja točnih odgovora. Nedostaci ovog tipa zadataka leže u ispravljanju, koje je složenije nego kod ostalih zadataka objektivnog tipa.

### 1.3.4. Struktura ispita

Ispit državne mature sastavljen je od dvije ispitne cjeline. Prva ispitna cjelina sadrži zadatke višestrukog izbora i zadatke povezivanja odnosno zadatke zatvorenog tipa čijim je uspješnim rješavanjem na ispitu 2014. i 2015. godine bilo moguće ostvariti 60 % (Pongrac Štimac i sur., 2010.) , odnosno na ispitu 2016. 50% od ukupnih bodova (Radanović i sur., 2015. ) (Tablica 5.).

**Tablica 5. Usporedba struktura prve ispitne cjeline na ispitima državne mature iz biologije održane 2014., 2015. i 2016. godine**

GODINA	VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BROJ BODOVA	UDIO U UKUPNOME BROJU BODOVA
2014.	Zadaci višestrukoga izbora	36	36	36%
	Zadaci povezivanja	8	24	24%
2015.	Zadaci višestrukoga izbora	36	36	36%
	Zadaci povezivanja	8	24	24%
2016.	Zadaci višestrukoga izbora	50	50	50%

Druga ispitna cjelina sadrži pitanja otvorenog tipa, zadatke kratkog odgovora i dopunjavanja. koji su nosili 40 % u ispitima 2014. i 2015. (Pongrac Štimac i sur., 2010), odnosno 50 % od ukupnog broja bodova na ispitu 2016. godine (Radanović i sur., 2015) (Tablica 6.).

**Tablica 6. Usporedba struktura druge ispitne cjeline na ispitimadržavne mature iz biologije održane 2014., 2015. i 2016. godine**

GODINA	VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BROJ BODOVA	UDIO U UKUPNOME BROJU BODOVA
2014.	Zadaci kratkoga odgovora i dopunjavanja	40	40	40%
2015.	Zadaci kratkoga odgovora i dopunjavanja	40	40	40%
2016.	Zadaci kratkoga odgovora i dopunjavanja	50	50	50%

## 2. Cilj istraživanja

Istraživanja provedena u hrvatskim osnovnim i srednjim školama (Baranović(2007.); Lukša(2011.); Garašić(2012.) ) ukazuju da je u školama prisutan problem akumulativnog učenja koje se temelji na usvajanju velike količine podataka bez povezivanja te da je u nastavi potrebno integriranje gradiva biologije sa gradivom drugih prirodoslovnih predmeta (kemija, fizika, matematika). Cilj istraživanja je analizirati uspješnost rješavanja pitanja interdisciplinarnog karaktera u ispitima državne mature iz biologije održane 2014., 2015. i 2016. godine za čije je uspješno rješavanje, osim bioloških, potrebno razumijevanje kemijskih koncepata.

U svrhu ostvarenja navedenog cilja, istraživanjem se želi ispitati sljedeće:

- uspješnost upotrebe kemijskih koncepata u zadacima iz biologije kao interdisciplinarne potpore za objašnjenje bioloških koncepata
- korelacija ukupne uspješnosti na ispitu pojedinog odgovora učenika u ovisnosti prema utvrđenim klasama riješenosti
- sposobnost mladih nastavnika za uspješno uočavanje konceptualnih razlika pri interpretaciji odgovora učenika
- razlike u rješavanju pitanja s provedenih ispita državne mature iz biologije uz koncepte osmoze, difuzije, metabolizma i transpiracije u ovisnosti prema planiranom pristupu učenika ispitima državne mature.

### 3. Materijali i metode

Za istraživanje su korišteni ispiti sa Državne mature iz biologije održane u ljetnom roku 2014., 2015. i 2016. godine (NCVVO(2014); NCVVO(2015); NCVVO(2016)) te odgovarajući ispitni katalogi iz biologije iz 2014. i 2015. (Pongrac Štimac i sur., 2010) i 2016. godine (Radanović i sur., 2015.) te kemije (NCVVO (2014).; NCVVO (2015).; NCVVO (2016.)). Analiza je provedena na reprezentativnom uzorku od po 250 učenika koji je radnoj skupini ustupio NCVVO (Radanović i sur., 2017 a i b). Reprezentativni uzorak uključio je učenike strukovnih škola i gimnazija u postotnom udjelu u skladu s udjelom u cijeloj populaciji pristupnika koji su pristupili izbornom predmetu Biologija na ljetnom roku državne mature 2014. , 2015. i 2016.godine. Odabrano je 11 pitanja od kojih je jedno iz 2014., četiri iz 2015. i šest iz 2016. godine za koja je uz znanje biologije potrebna primjena ili razumijevanje kemijskih koncepata. Analizirani su odgovori na pitanja otvorenog tipa čije bi rješavanje bilo olakšano poznavanjem kemijskih koncepata i pitanja za koja je moguće provesti integraciju u nastavi biologije i kemije.

U pripremi objašnjenja odgovora učenika korišteni su udžbenici iz biologije za 1. razred (Bogut i sur., 2015.), 2. razred (Habdija 1997.), 3. razred( Lukša i Mikulić, 2009.) i kemije za 2. razred (Habuš i sur., 2009.) i 4. razred (Stričević i Sever, 2011.) srednje škole.

Interpretacija kvalitete pitanja preuzeta je iz analize koju je provela stručna skupina (Radanović i sur., 2017. a i b). Procjena kvalitete pitanja provedena je prema elementima i kriterijima za procjenu kvalitete pitanja (Radanović i sur., 2017. b ) (Tablica 7.).

**Tablica 7. Elementi i kriteriji za procjenu kvalitete pitanja (Radanović i sur.,2017. b)**

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

Usporedba kvalitete pitanja ispita 2016. u usporedbi s ispitima 2014. i 2015. godine provedena je izjednačavanjem skala (Radanović i sur., 2017. b) zbog razlike u metodologiji

korištenoj pri analizi pitanja(izjednačavanje skala = vrijednost sa 5. stupanjskom skalom x 3/5).

Pri određivanju točnosti, razine razumijevanja te problema i miskoncepcija iskazanih u učeničkim odgovorima pojedinih zadataka viših kognitivnih razina otvorenog tipa (Tablica 8., 9. i 10.) korištena je pitanjima prilagođena metodologija (Radanović i sur., 2017. a i b).

**Tablica 8. Kodiranje točnosti odgovora učenika(Radanović i sur., 2017. b.)**

<b>TOČNOST (T)</b>	<b>KOD</b>
napredno razmišljanje	8
potpuno traženi odgovor	7
djelomično točno	6
krivo ili nespretno napisano,ali točno razmišljanje	5
ispravljeno u točno	4
reproduktivno,djelomično točno	3
točno ispravljeno u netočno	2
prenesen dio pitanja	1
netočno	0
nema odgovora	9

**Tablica 9. Kodiranje razine razumijevanja u odgovorima učenika(Radanović i sur., 2017. b)**

<b>RAZINA RAZUMIJEVANJA(RR)</b>	<b>KOD</b>
besmisleno	0
konceptualno nerazumijevanje	1
reprodukcija	2
prepoznavanje	3
primjena	4
djelomično konceptualno razumijevanje	5
konceptualno razumijevanje	6
nema odgovora	9

**Tablica 10. Kodiranje problema i miskoncepcija u odgovorima učenika(Radanović i sur.,2017. b)**

<b>PROBLEMI I Miskoncepcije(PIM)</b>	<b>KOD</b>
moguća miskoncepcija	3
problem pri učenju ili poučavanju	2
problem zbog memoriranja	1
točno ili djelomično točno razmišljanje	0
nema odgovora	9

Svaki odgovor na pitanje otvorenog tipa analiziran je metodologijom specifičnog kodiranja biološkog značenja (Radanović i sur.,2017. b) kako bi bilo moguće kvantificirati odgovore te procijeniti razumijevanje učenika na temelju njihovih odgovora(Tablica 11.).

**Tablica 11. Primjer specifičnog kodiranja učeničkih odgovora (Radanović i sur., 2017. b)**

SK 55.3	
KOD	BIOLOŠKA INTERPRETACIJA ODGOVORA
1	Učenik točno prepoznaje ograničavajući čimbenik reakcije (odgovor je saharoza/šećer)
2	Učenik nedovoljno precizno navodi ograničavajući čimbenik reakcije (odgovor je koncentracija reaktanata/produkata)
3	Učenik smatra da je ograničavajući čimbenik reakcije kvasac i/ili (topla) voda
4	Učenik smatra da je ograničavajući čimbenik reakcije koncentracija plinova (O <sub>2</sub> ili CO <sub>2</sub> )
5	Učenik smatra da je energija (svjetlosna, toplinska) ključan ograničavajući čimbenik reakcije
6	Učenik smatra da je volumen posude (balona, boce) ograničavajući čimbenik reakcije
7	Učenik ističe uvjete rada (vrijeme, temperatura) kao ograničavajući čimbenik reakcije
8	Nema odgovora

Pri interpretaciji rezultata korelativne povezanosti (Tablica 12.) korištena je skala prema Hopkinsu (2000).

**Tablica 12. Interpretacija korelativne povezanosti (Hopkins, 2000.)**

Koeficijent korelacije	Opis korelacije
<b>0,0 – 0,1</b>	trivijalna, vrlo mala, nebitna, malena, praktički nula
<b>0,1 – 0,3</b>	mala, niska, manja
<b>0,3 – 0,5</b>	umjerena, srednja
<b>0,5 – 0,7</b>	velika, visoka, glavna
<b>0,7 – 0,9</b>	vrlo velika, vrlo visoka, izrazita
<b>0,9 - 1</b>	gotovo ili praktično ; savršena; potpuna, beskonačna

U analizi ispita iz 2014. i 2015. godine sudjelovalo je osmero procjenjivača, a devet procjenjivača u analizi ispita iz 2016. godine. Procjenjivači su se razlikovali po radnom iskustvu te radnom mjestu (osnovna škola, srednja škola, fakultet, Agencija za odgoj i obrazovanje). Slaganje među procjenjivačima ispitano je FleissKappa koeficijentom ( $\kappa$ ) uz interpretaciju prema tablici 13. (Landis i Koch, 1977).

**Tablica 13. Interpretacija slaganja između procjenjivača prema FleissKappa koeficijentu ( $\kappa$ ) (Landis i Koch, 1977.)**

FleissKappa koeficijent ( $\kappa$ )	Interpretacija rezultata
<b>1 – 0,81</b>	izvršno slaganje
<b>0,61 do 0,80</b>	značajno slaganje
<b>0,40 do 0,21</b>	slabo slaganje
<b>0,20 do 0</b>	gotovo nikakvo ili nikakvo slaganje

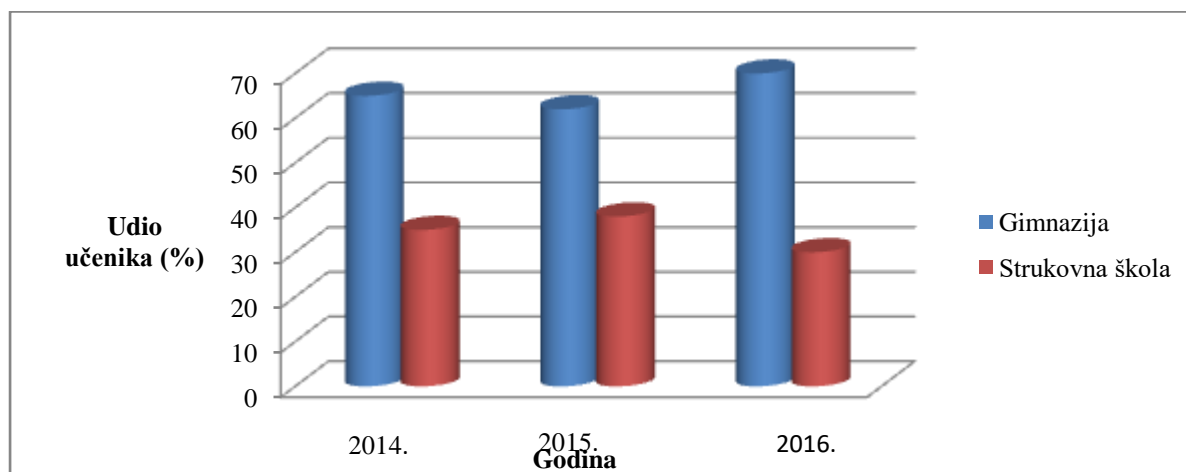
Provedena je i usporedba specifičnog kodiranja procjenjivača s različitim radnim iskustvom koji su sudjelovali u stručnoj procjeni pitanja sa državne mature kao članovi stručne skupine i mladog nastavnika.

U drugom dijelu istraživanja provedena je provjera u četiri 4. razreda triju gimnazija (opća, jezična i prirodoslovna) u Zagrebu i uključila je ukupno 105 učenika. Učenici su zamoljeni da navedu planiraju li na ispit državne mature iz biologije ili iz kemije. Provjera je sastavljena od tri pitanja provedenih ispita koja su imala slabiji postotak riješenosti ili uz koja je utvrđen najveći postotak učenika s miskoncepcijama na ljetnim rokovima državne mature 2014., 2015. i 2016. godine te dva pitanja s ljetnog roka 2017. godine (NCVVO(2017)) , od kojih jedno ispituje isti koncept kao pitanje slabije riješenosti iz 2014. godine (Prilog 3.). Odgovori učenika na provjeri su kodirani prema razini razumijevanja i uspoređeni rezultati učenika u školama međusobno, rezultati učenika koji planiraju pristupiti ispitu iz biologije i ostalih učenika te rezultati učenika koji su rješavali pojedina pitanja na ljetnom roku državne mature odgovarajuće godine s rezultatima ovogodišnjih ispitanika. Prije provedbe provjere, tražene su suglasnosti ravnatelja škole (Prilog 1.) i roditelja (Prilog 2).



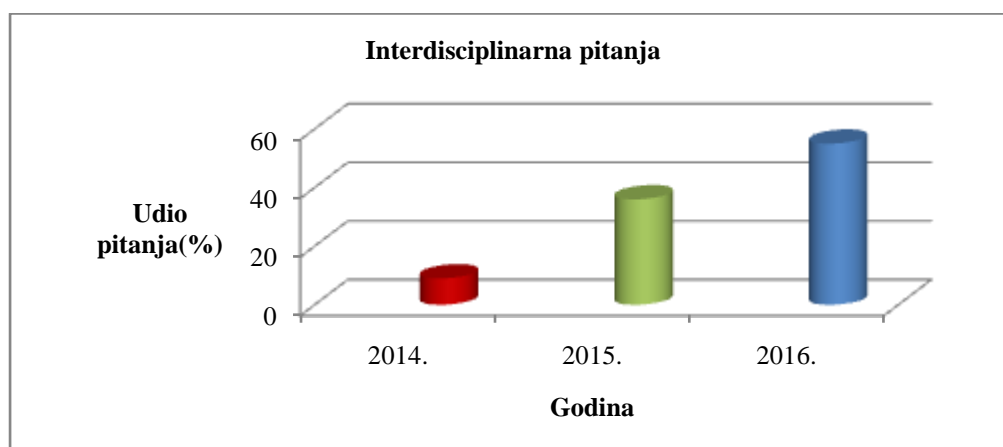
#### 4.Rezultati

Analiza je provedena na po 250 pisanih ispita državne mature iz biologije održane na ljetnom roku 2014., 2015. i 2016. godine što ukupno čini 750 pisanih ispita. Sve tri godine najveći broj učenika bio je gimnazijskog srednjoškolskog usmjerenja(70%), manje je bilo učenika strukovnih škola(Slika 7.).



Slika 7. Usporedba udjela učenika gimnazijskog i strukovnog srednjoškolskog usmjerenja koji su pristupili na ljetni rok državne mature iz biologije 2014., 2015. i 2016. godine

Za potrebu ovog istraživanja odabrano je jedno interdisciplinarno pitanje koje pri rješavanju zahtjeva poznavanje kemije iz 2014., četiri pitanja iz 2015. te šest iz 2016. godine(Slika 8.). Analizirana je jedna ispitna čestica za 48. pitanje iz 2014., po jedna ispitna čestica za 45., 48. i 51. pitanje iz 2015. te dvije čestice za 55. pitanje i po jedna čestica za 57., 58., 60. i 66. pitanje iz 2016. godine.



Slika 8. Zastupljenost interdisciplinarnih pitanja na ljetnom roku državne mature iz biologije 2014., 2015. i 2016. godine

Na ispitu 2014. godine najveći je broj učenika pripadao osmoj (raspon od 71-80%) i devetoj klasi (raspon od 81-90%), 2015. drugoj, četvrtoj i šestoj klasi uspješnosti (rasponi od 11-20%, 31-40% odnosno 51-60%).2016. najveći je broj učenika pripadao klasi 50%, a veliki dio učenika je ostvario riješenost uz klase 60% i 70%. Procjena riješenosti pitanja iznosi 58,23% za 2014., 55,48% za 2015. te 47,99% za 2016.godinu.

Pitanje 48.4. iz 2015. godine je izdvojeno jer je u uvodnom dijelu zadataka ponuđen tekst koji je suvišan i ne pomaže učenicima pri rješavanju te oduzima vrijeme.

## 4.1. Analiza ispita državne mature iz biologije

### 48. pitanje 2013. / 2014.godine

48. Žitarice koje su posijane u jesen ili ovlaženo sjeme koje se držalo na niskoj temperaturi u hladnjaku nekoliko tjedana pri normalnim će temperaturama proklijati i procvjetati u prosjeku za sedam tjedana. Sjemenkama žitarica koje nisu izložene hladnoći bit će potrebno od 14 do 18 tjedana da procvatu.

48.4. Koja skupina tvari stimulira klijanje i prekid dormancije?

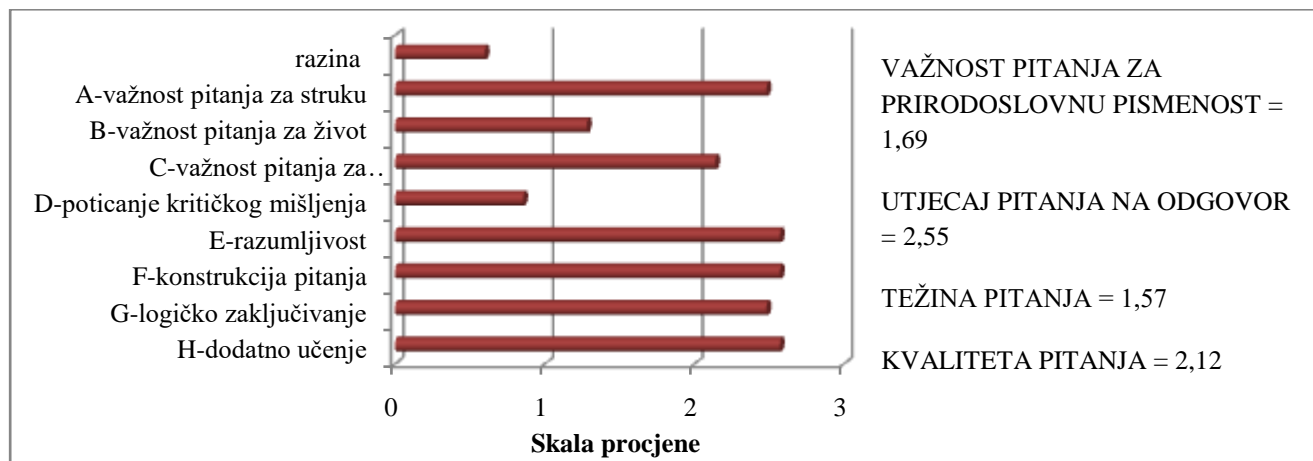
Očekivani odgovor: **Biljni hormoni.**

Zadatak povezuje biološki koncept *Biljni hormoni* koji se obrađuje u 3. razredu kao dio jedinice *Razvojni procesi fiziologije bilja* te kemijski koncept *Aminokiseline i proteini* koji se obrađuje u 4. razredu na organskoj kemiji (Tablica 14.).

**Tablica 14. Biološki i kemijski koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 48.4. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2014.**

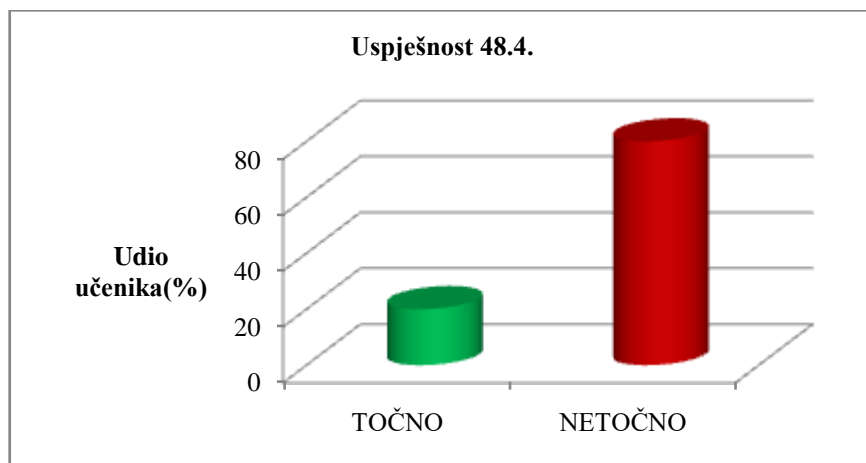
PODRUČJE	KONCEPT	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD
Biologija	Biljni hormoni	Fiziologija bilja- Razvojni procesi	3.	Objasniti osnovne etape i procese na kojima se temelji razvitak biljaka te objasniti utjecaj vanjskih i unutarnjih čimbenika na te procese-objasniti djelovanje biljnih hormona kao regulatora rastabiljaka
Kemija	Građa aminokiselina	Aminokiseline i proteini	8.,4.	Shematski prikazati strukture biološki važnih molekula (šećeri, masti, aminokiseline, proteini)

Kvaliteta pitanja je vrlo dobra, a konstrukcija pitanja slabo utječe na odgovor. Pitanje slabo potiče kritičko mišljenje, a važno je za struku i propisani program. Kognitivna razina je I. i ispituje se reproduktivno znanje (Slika 9).



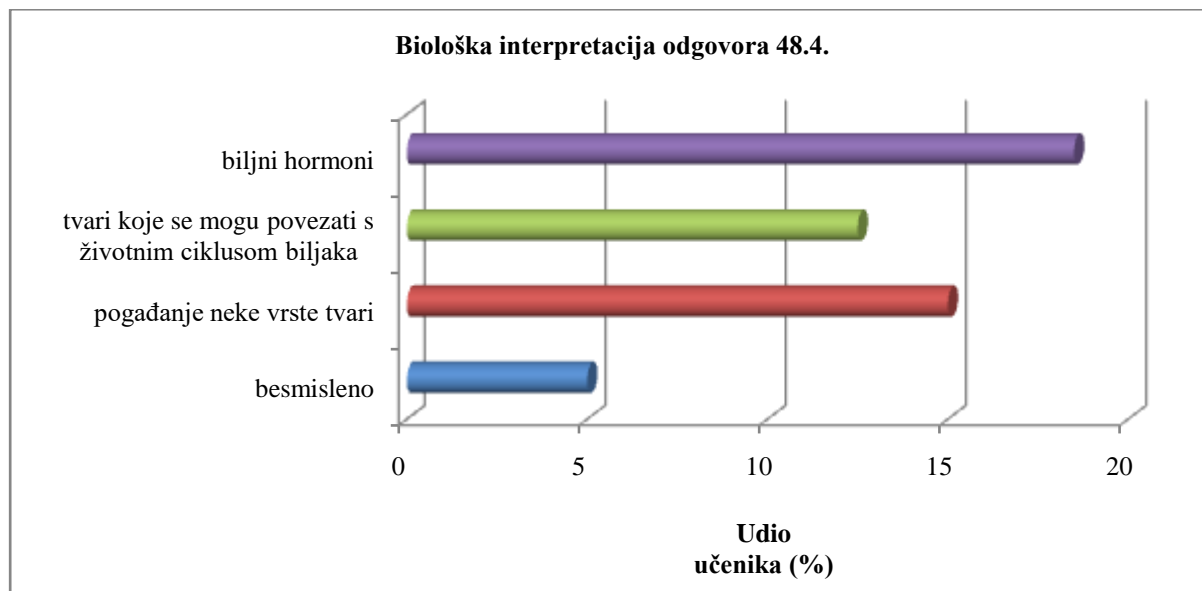
**Slika 9. Procjena kvalitete čestice 48.4. na državnoj maturi iz biologije 2014.godine**

Zadatak je riješilo 51% učenika (Slika 13), od kojih je 18,5% ponudilo točan odgovor-biljni hormoni. Ostali odgovori svode se na pogađanje ili navođenje tvari koje imaju veze sa rastom i razvojem biljaka (Slika 10.).



**Slika 10. Prikaz uspješnosti učenika pri rješavanju ispitne čestice 48.4.**

Za točan odgovor na pitanje dovoljno je činjenično znanje prisjećanja naziva tvari koje sudjeluju u procesu, odnosno reprodukcija činjenice da biljni hormoni potiču rast i prekidaju dormanciju kako je i odgovorio najveći broj učenika (Slika 11.). Biljni hormon auksin sintetizira se iz aminokiseline triptofana, etilen iz metionina, a giberelini i abscizinska kiselina iz mevalonske kiseline i imaju različite učinke.



**Slika 11. Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 48.4.**

Analizom je utvrđeno da se pitanjem ne ostvaruju ishodi navedeni u katalogu iz biologije jer se učenike ne traži da objasne na koji način biljni hormoni utječu na životni ciklus biljaka.

U strukovnim školama poljoprivrednog usmjerenja veća je mogućnost za integraciju opisanih koncepata tijekom primjerice laboratorijskih vježbi za dokazivanje djelovanja hormon na rast biljke.

#### 45. pitanje 2014./2015.godine

45. Stanice pokožice ljubičastoga crvenog luka stavimo u vodovodnu vodu i promatramo pod povećanjem 60 puta. Uočavamo jednolično ljubičasto obojenu tekućinu unutar stanice. Kapaljkom dodamo zasićenu otopinu saharoze na stakalce te je filtrirnim papirom provučemo kroz preparat.

Promatramo promjene koje se događaju u stanicama. Voda počinje izlaziti iz stanice zbog razlike u koncentraciji otopina u stanici i izvan nje. Stanična membrana odvaja se od stanične stijenke, a smanjuje se volumen vakuole i citoplazme.

45.4. Što bi se dogodilo ako se stanica luka umjesto u zasićenu otopinu saharoze stavi u zasićenu otopinu natrijeva klorida?

Očekivani odgovor: **Ponovno bi se dogodila plazmoliza jer je zasićena otopina natrijeva klorida hipertonična u odnosu na vodovodnu vodu.**

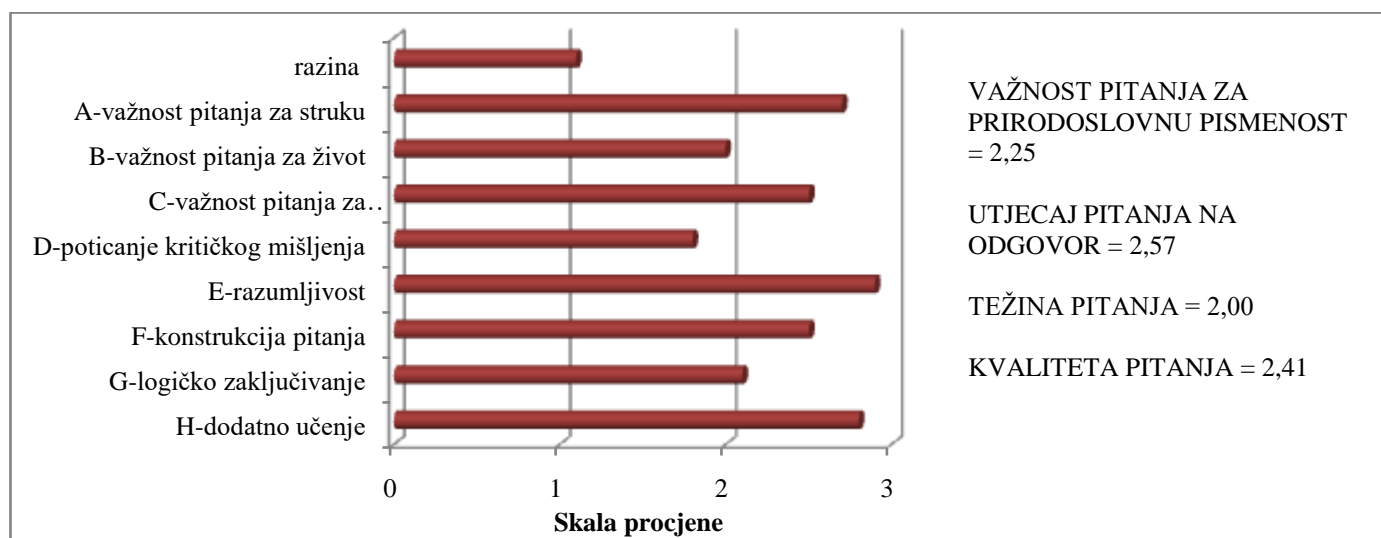
Zadatak obuhvaća biološki koncept *Osmoza* koji se obrađuje u 1. razredu u nastavnoj temi *Prijenos tvari kroz membranu* kao primjer oblika pasivnog prijenosa te ponavlja prilikom obrade teme *Promet vode u biljkama* kada se objašnjava glavni način primanja vode korijenovim dlačicama biljaka uz bubrenje. Kemijski koncept *Osmoza* obrađuje se u 2. razredu srednje škole kao koligativno svojstvo otopina (Tablica 15. ).

**Tablica 15. Biološki i kemijski koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 45.4. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2015.**

PODRUČJE	KONCEPT	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD
Biologija	Osmoza	Prijenos tvari kroz membranu	1.	Razlikovati prokariotsku od eukariotske stanice te objasniti građu i ulogu glavnih organela i struktura eukariotske stanice (biljne i životinjske)- usporediti načine prolaska tvari kroz membranu (pasivno,aktivno – Na/K crpka)
		Promet vode u biljkama	3.	Objasniti osnovne procese vezane uz promet vode u biljci-protumačiti mehanizme primanja vode u biljci(osmoza, bubrenje, difuzija)

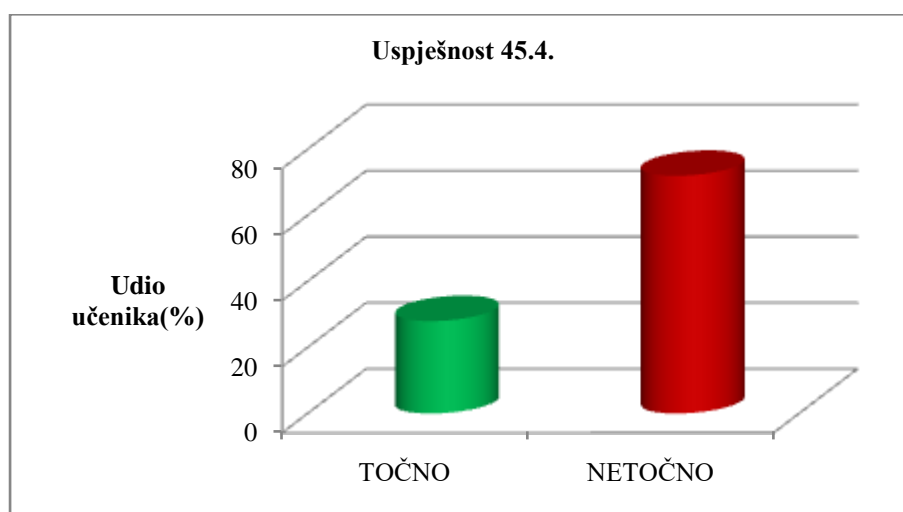
Kemija	Osmoza	Otopine i koloidni sustavi	2.	Analizirati navedena fizikalna svojstva otopina i razlikovati nezasićene, zasićene i prezasićene otopine  Objasniti što su koligativna svojstva i navesti primjere (promjena tlaka pare, sniženje leđišta, povišenje vrelišta, osmotski tlak)
--------	--------	----------------------------	----	---

Pitanje je procijenjeno kao važno za struku i propisani program te za prirodoslovnu pismenost. Konstrukcija pitanja slabo utječe na odgovor, a kvaliteta pitanja je vrlo dobra. Indeks težine iznosi 2 što znači da je pitanje srednje teško. Kognitivna razina pitanja je II., ispituje se konceptualno razumijevanje i primjena znanja (Slika 12.).

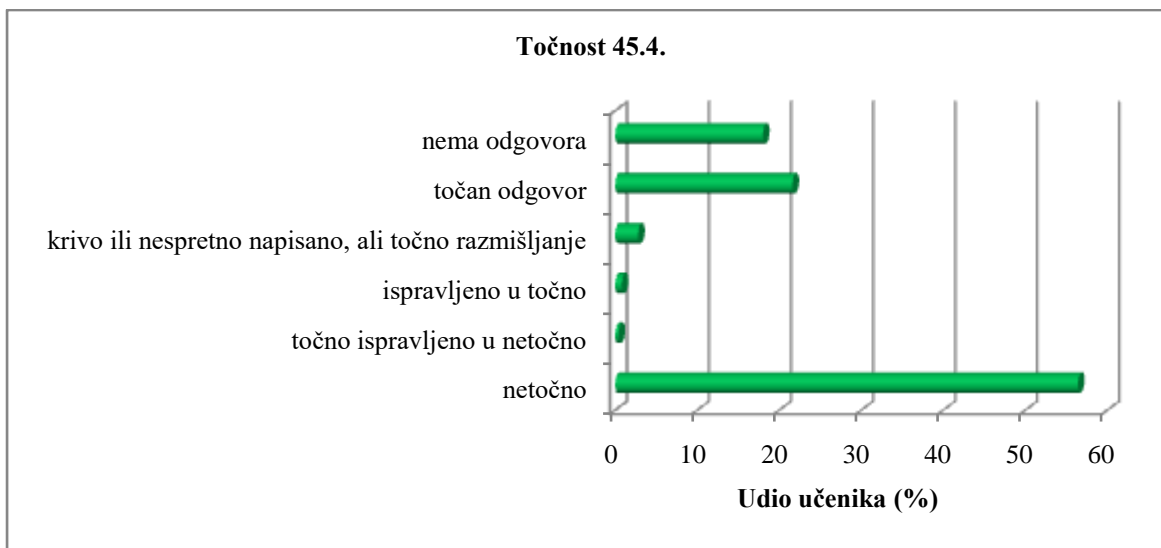


Slika 12. Procjena kvalitete čestice 45.4. na državnoj maturi iz biologije 2015.godine

Pitanje je točno riješilo 28% učenika (Slika 13. i 14.).

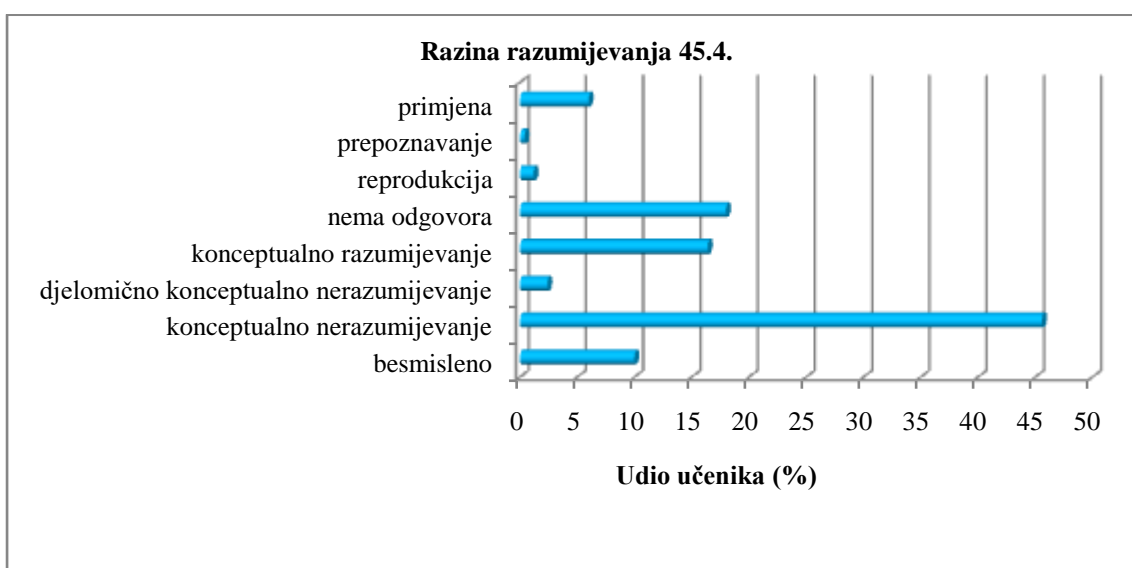


Slika 13. Prikaz uspješnosti učenika pri rješavanju ispitne čestice 45.4.



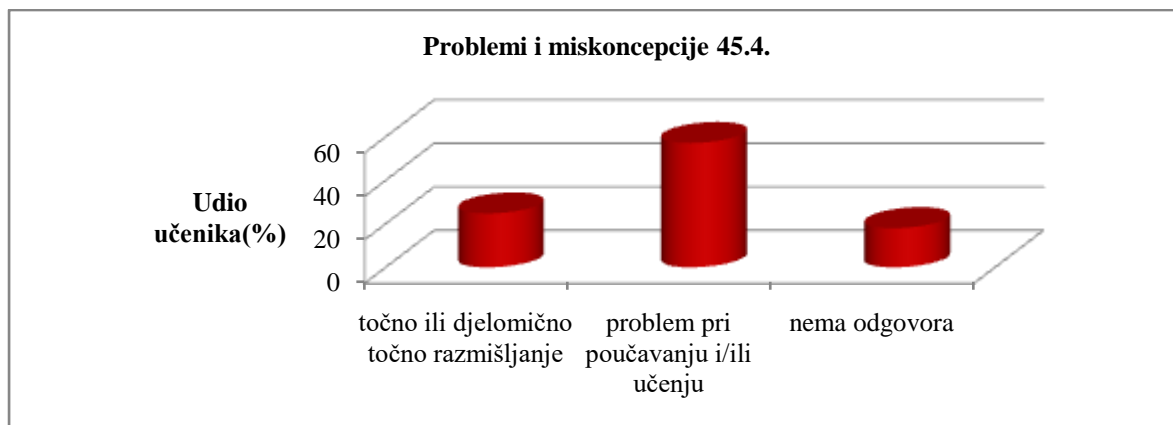
**Slika 14. Prikaz točnosti uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 45.4.**

Samo 13% učenika potpuno objašnjava da je uzrok smjera kretanja vode iz stanice u hipertoničnu otopinu izjednačenje koncentracije otopina, vjerojatno zbog konstrukcije pitanja koje ispituje samo smjer procesa, ne i uzrok. Konceptualno se razumijevanje zato nije moglo potpuno utvrditi jer je dio učenika ponudio samo točan smjer procesa(Slika 15.).



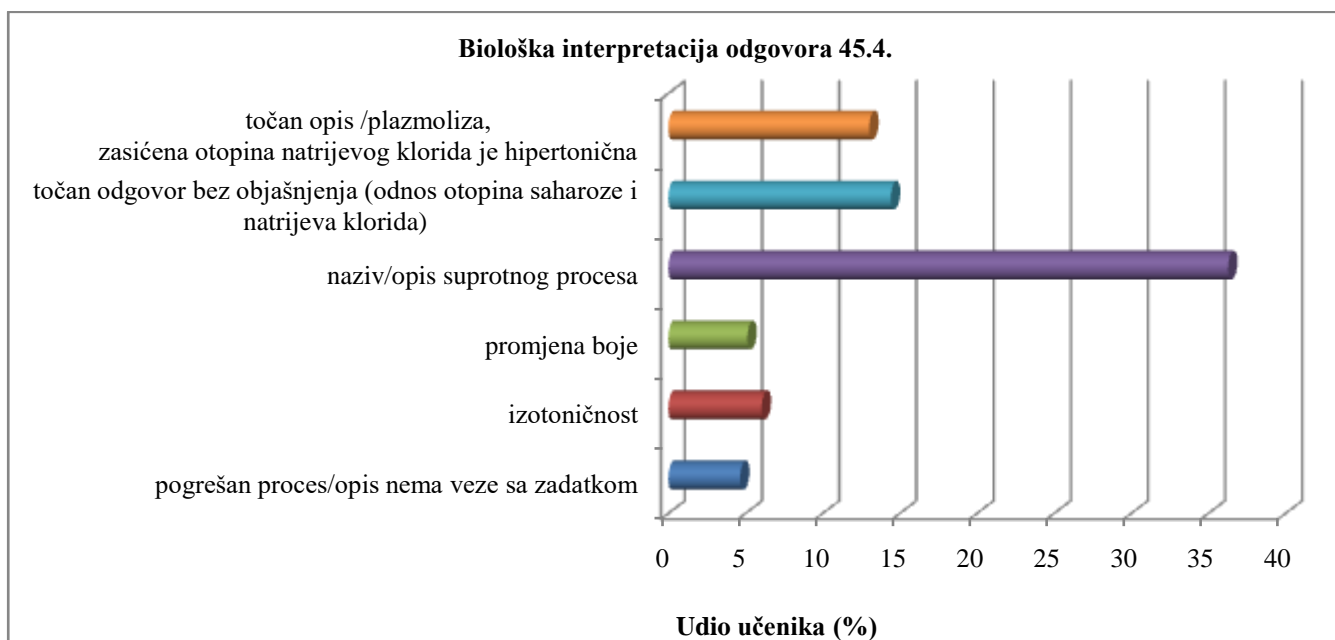
**Slika 15. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 45.4.**

Kod 57 % učenika utvrđeni su problemi povezani s učenjem i/ili poučavanjem uglavnom vezani uz netočno određivanje odnosa toničnosti otopine natrijeva klorida i saharoze(Slika 16).



**Slika 16. Prikaz udjela učenika s problemima i miskonceptijama utvrđenim za ispitnu česticu 45.4.**

Gotovo polovica učenika pokazuje konceptualno nerazumijevanje te navode sljedeće odgovore : „izgubilo bi boju“ ili „odumrla bi; nestala bi“(Slika 17).



**Slika 17. Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 45.4.**

Pitanje je od učenika zahtjevalo da iz uvodnog teksta zaključuje o toničnosti otopine saharoze u odnosu na toničnost stanice. Kako bi koncept osmoze bio jasan, potrebno je razumjeti proces difuzije, razlikovati otopine s obzirom na koncentraciju tvari (hipertonična, izotonična i hipertonična) te objasniti kako razlika koncentracije otopljene tvari utječe na smjer kretanja vode kroz membranu.

Difuzija je proces spontanog miješanja čestica jedne tvari s drugom, a osmoza proces u kojem molekule otapala difundiraju kroz polupropusnu membranu iz razrijeđenije u koncentriraniju otopinu. Cilj difuzije i osmoze je izjednačavanje koncentracije.



Ako je učenik razumio svrhu osmoze, mogao je zaključiti da će se, kako bi se koncentracije otopina izjednačile, voda kretati u smjeru koncentriranije otopine, odnosno otopine saharoze. Isti odnos toničnosti otopina vrijedi uz proces u slučaju zasićene otopine natrijeva klorida koja je u odnosu na stanicu hipertonična pa je smjer kretanja vode također usmjeren iz stanice u otopinu natrijeva klorida.

#### 48. pitanje 2014. / 2015. godine

48. Slika prikazuje zatvorenu puč.

48.2. Što se događa s intenzitetom fotosinteze uslijed zatvaranja puči?

Očekivani odgovor: **Intenzitet fotosinteze se smanjuje.**

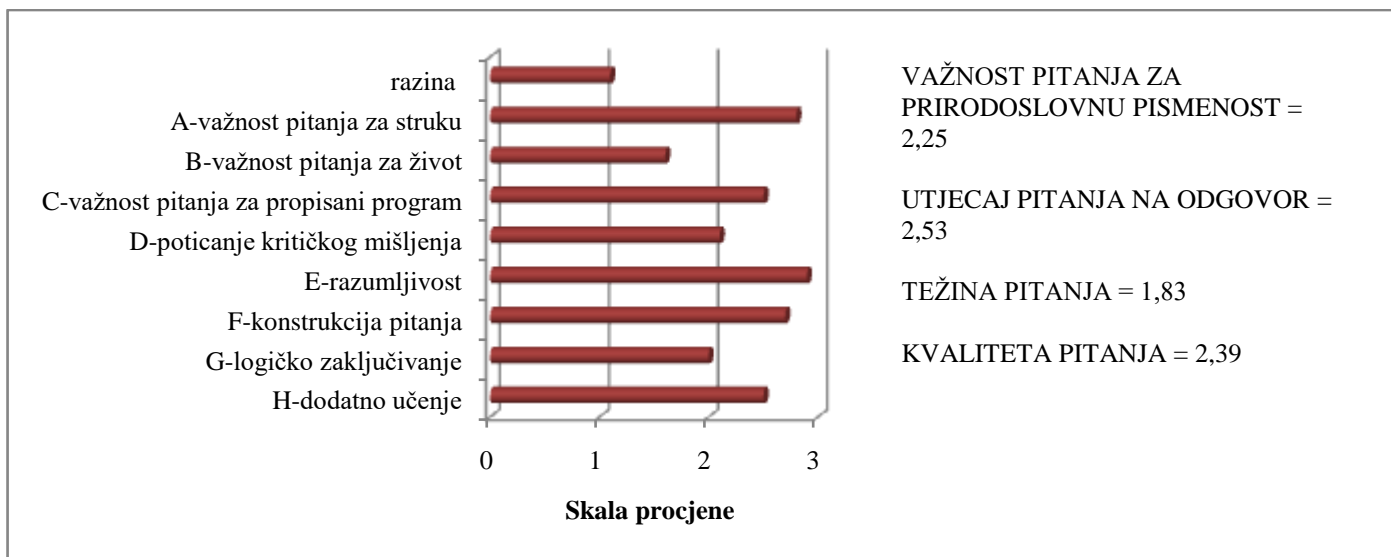
Zadatak II. razine konceptualno povezuje koncept *Mehanizam gibanja puči* i kemijski koncept *Osmoza i osmotski tlak*.

Mehanizam gibanja puči proučava se pri obradi nastavne teme **Promet vode u biljkama** u 3. razredu, a kemijski koncept *Osmoza* u 2. razredu kao primjer koligativnog svojstva otopina (Tablica 16. ).

**Tablica 16. Biološki i kemijski koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 48.2. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2015.**

PODRUČJE	KONCEPT	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD
Biologija	Mehanizam gibanja puči	Promet vode u biljkama	3.	Objasniti osnovne procese vezane uz promet vode u biljci -protumačiti mehanizme primanja vode u biljci (osmoza, bubrenje, difuzija) -objasniti mehanizam otvaranja puči
Kemija	Osmoza i osmotski tlak	Otopine i koloidni sustavi	2.	Objasniti što su koligativna svojstva i navesti primjere (promjena tlaka pare, sniženje ledišta, povišenje vrelišta, osmotski tlak)

Procjenom je utvrđena vrlo dobra kvaliteta (3,98), velika važnost za struku (4,67) i propisani program (4,17), a manja za život (2,67). Pitanje je srednje težine, a konstrukcija pitanja slabo utječe na odgovor (Slika 18.).

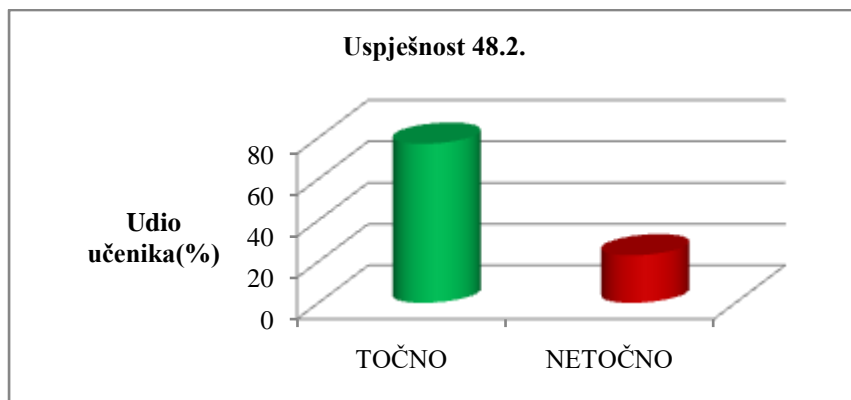


**Slika 18. Procjena kvalitete čestice 48.2. na državnoj maturi iz biologije 2015.godine**

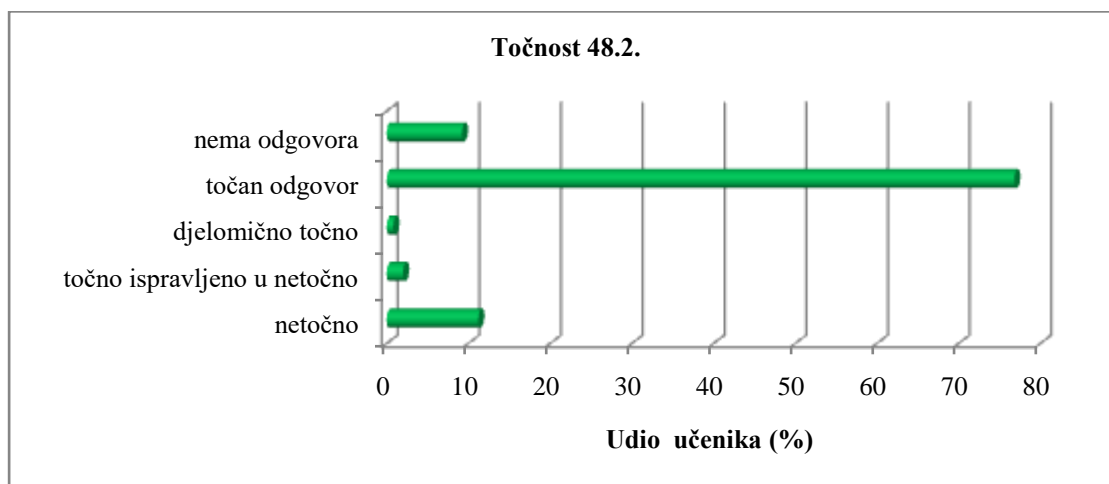
Za razumijevanje mehanizma otvaranja puči potrebno je poznavati građu puči i način utjecaja svjetlosti na intenzitet fotosinteze te kako razlika u koncentraciji otopina (u ovom slučaju koncentracija otopljenih tvari u stanicama zapornicama i stanicama susjedicama) utječe na smjer kretanja vode tijekom procesa osmoze.

Učenici bi trebali razumijeti da tijekom dana u stanicama zapornicama u puči, zbog procesa fotosinteze, raste koncentracija šećera i iona, a time i osmotski tlak. Zbog porasta osmotskog tlaka, dolazi do osmoze vode u stanice zapornice i porasta turgorskog tlaka u njima. Veći turgorski tlak dovodi do otvaranja puči. Prekid fotosinteze dovodi do pada koncentracije otopljenih tvari i osmotskog tlaka. Voda tada prelazi u stanice susjedice, smanjuje se turgor u stanicama zapornicama, a puči se zatvaraju.

Pitanje je konstruirano na način da, uz odgovor, ne zahtjeva objašnjenje što je učenicima omogućilo odgovaranje metodom pogađanja pa je veliki postotak učenika točno odgovorio (Slika 19. i 20.).

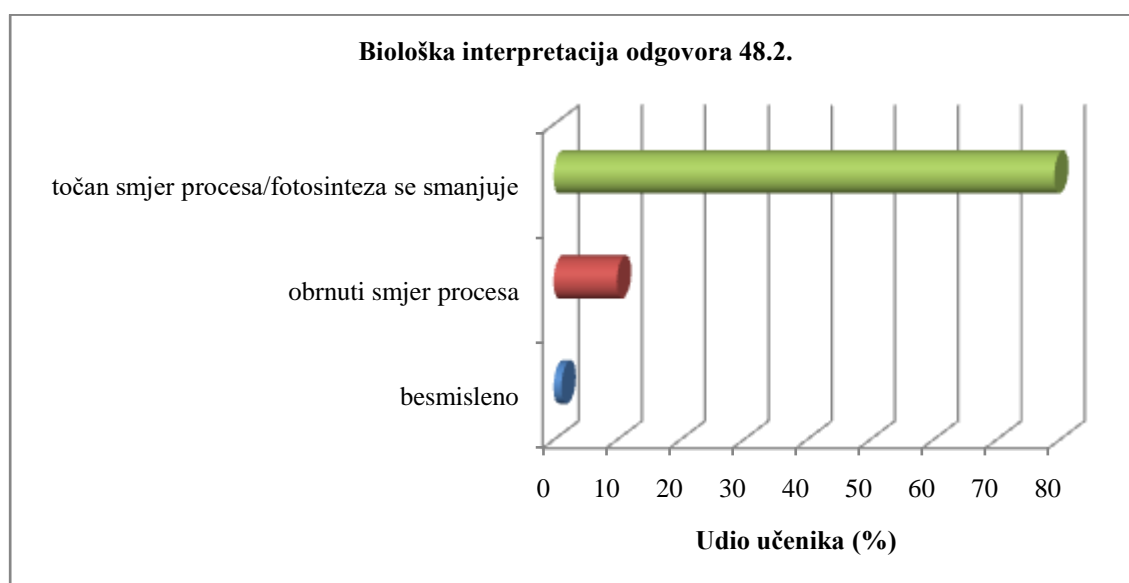


Slika 19. Prikaz uspješnosti učenika pri rješavanju ispitne čestice 48.2.



Slika 20. Prikaz točnosti uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 48.2.

Najveći broj učenika ponudio je točan smjer procesa, odnosno da dolazi do smanjenja intenziteta fotosinteze(Slika 21.)



Slika 21. Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 48.2.

#### 49. pitanje 2014. / 2015. godine

49. Slika prikazuje unutarnje organe zeca.



49.1. Navedite jednu osobinu probavnoga sustava zeca koja upućuje na zaključak da je zec biljožder.

Očekivani odgovor: **Dugačko crijevo.**

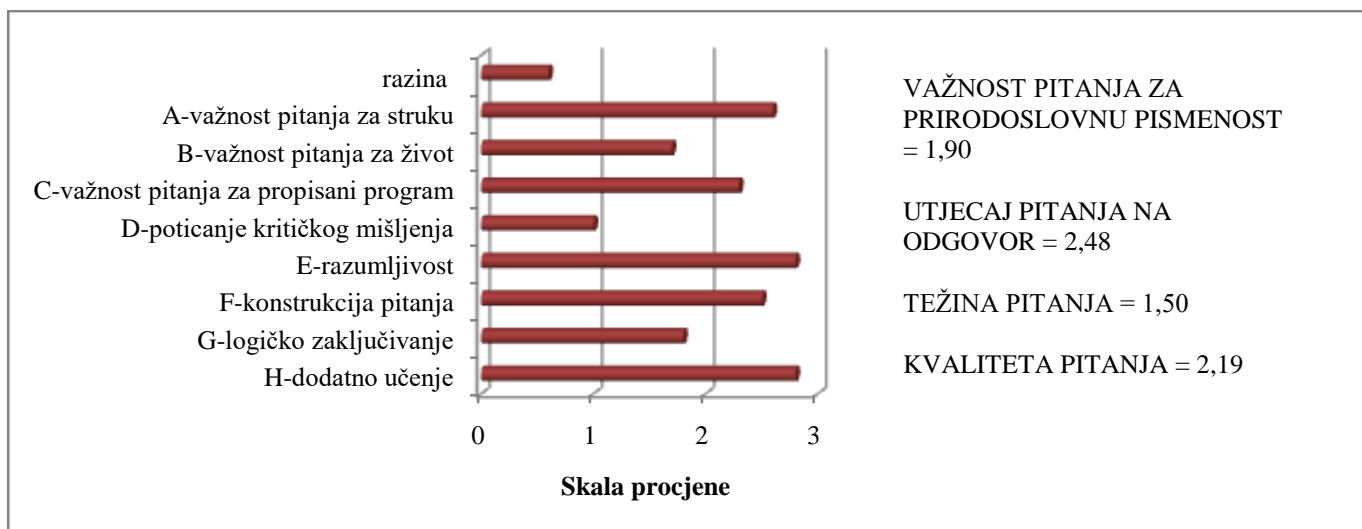
Čestica 49.1. pitanje je I. razine koje ispituje povezanost kemijske strukture celuloze sa specifičnom građom probavnog sustava biljojeda.

Celuloza se obrađuje u 1. razredu kao primjer polisaharida kod obrade nastavne teme **Ugljikohidrati**, a probavilo biljojeda se proučava na primjeru zeca pri obradi nastavne teme **Sisavci** u 2. razredu. Kemijski koncept **Polisaharidi** spominje se u 4. razredu pri učenju teme **Ugljikohidrati** na organskoj kemiji (Tablica 17.)

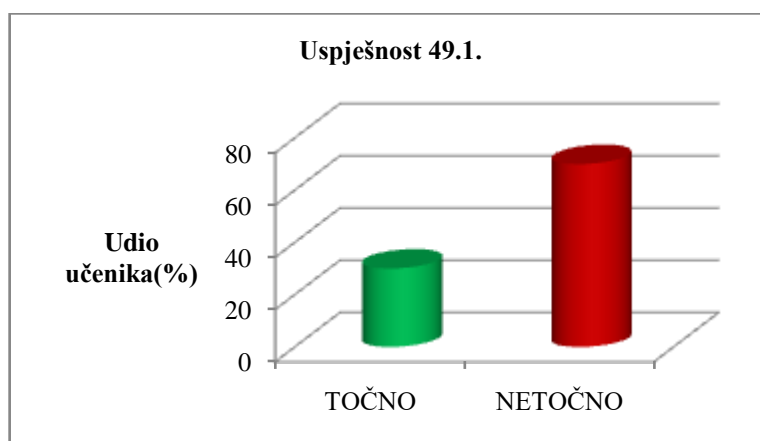
**Tablica 17. Biološki i kemijski koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 49.1. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2015.**

PODRUČJE	KONCEPT	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD
Biologija	Polisaharidi	Ugljikohidrati	1.	Objasniti kemijski sastav živih bića te objasniti osnovnu strukturu i ulogu anorganskih i organskih spojeva u njima -analizirati najčešće ugljikohidrate: monosaharide, disaharide, polisaharide (celuloza, hitin, glikogen, škrob)
	Probavni sustav	Sisavci	2.	Analizirati povezanost tjelesne građe i funkcije životinja s načinom života
Kemija	Polisaharidi	Ugljikohidrati	8.,4.	Navesti, objasniti i opisati temeljne karakteristike molekula ugljikovodika, alkohola, aldehida, ketona, etera, karboksilnih kiselina i njihovih derivata i amina  Shematski prikazati strukture biološki važnih molekula (šećeri, masti, aminokiseline, proteini)

Kvalitetom je vrlo dobro pitanje srednje težine. Pitanje je važno za struku i propisani program, a manje za život te zahtjeva dodatno učenje (Slika 22.).

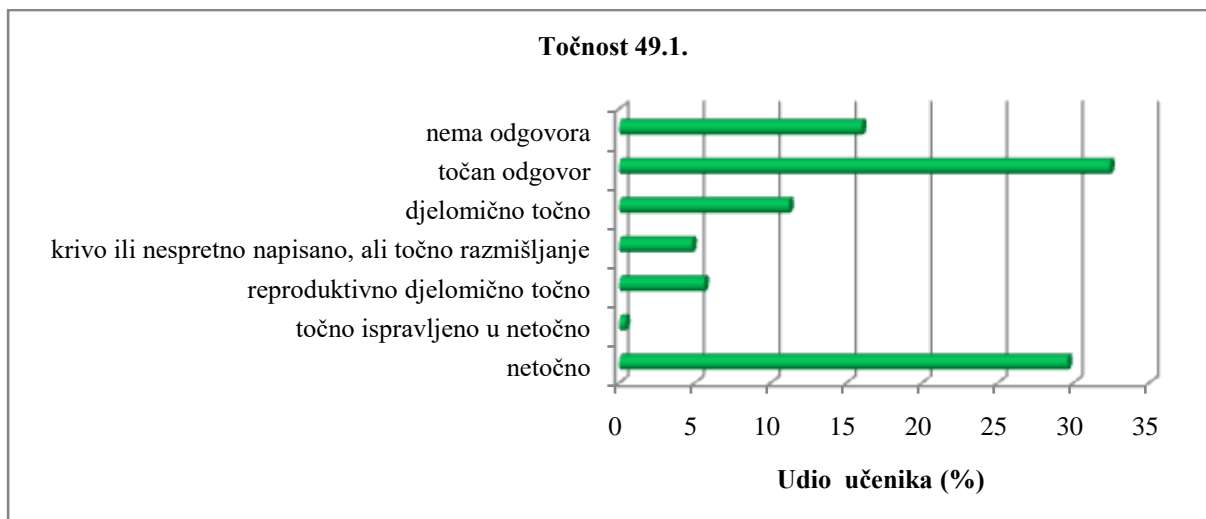


Slika 22. Procjena kvalitete čestice 49.1. na državnoj maturi iz biologije 2015. godine

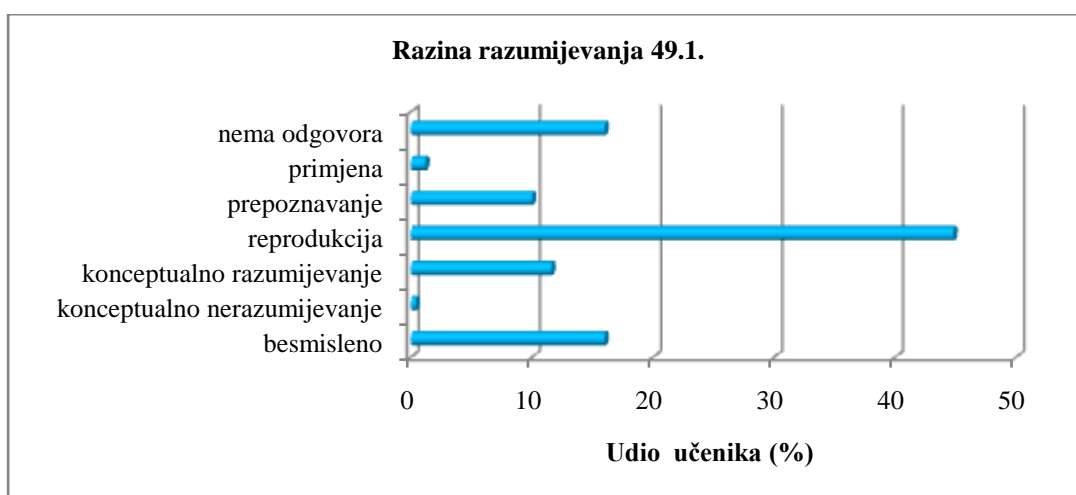


Slika 23. Prikaz uspješnosti učenika pri rješavanju ispitne čestice 49.1.

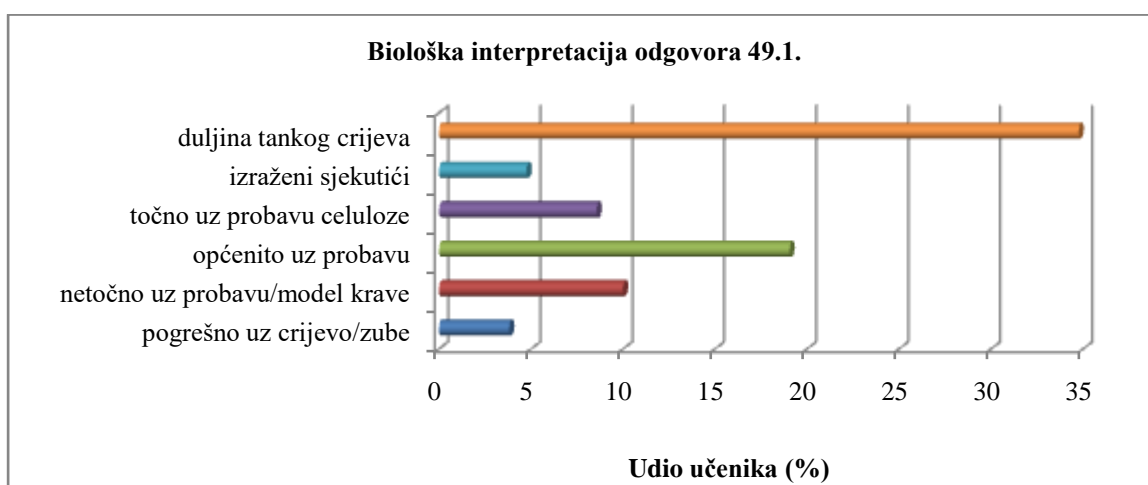
70% učenika je netočno odgovorilo na pitanje (Slika 23. i 24.). Kako bi razumijeli specifičnu građu probavnog sustava zeca, učenici bi trebali poznavati kemijsku građu složene molekule celuloze. Pitanje je reproduktivno i za točno odgovaranje dovoljno je činjenično znanje. Najveći dio učenika odgovara reproduktivno (45%) (Slika 25). Dio učenika ponudio je općenite prilagodbe nevezane za probavilo zeca (prilagođena usna šupljina, prohodno probavilo) ili besmislene odgovore (jede mrkvu, peristaltika) (Slika 26.). Pitanje je moglo biti sastavljeno na način da učenici usporede sliku probavnog sustava biljojeda i mesojeda i objasne kako kemijski sastav hrane određuje izgled probavila.



Slika 24. Prikaz točnosti uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 49.1.



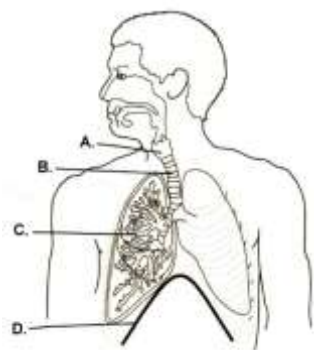
Slika 25. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 49.1.



Slika 26. Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 49.1.

## 51. pitanje 2014. / 2015. godine

51. Slika prikazuje dišni sustav čovjeka.



51.3. Koji je uzrok difuzije kisika iz alveola u krv?

Očekivani odgovor: **Razlika u parcijalnom tlaku kisika; parcijalni tlak kisika je viši u alveolarnom zraku nego u krvi pa postoji koncentracijski gradijent zbog kojeg kisik difundira u krv.**

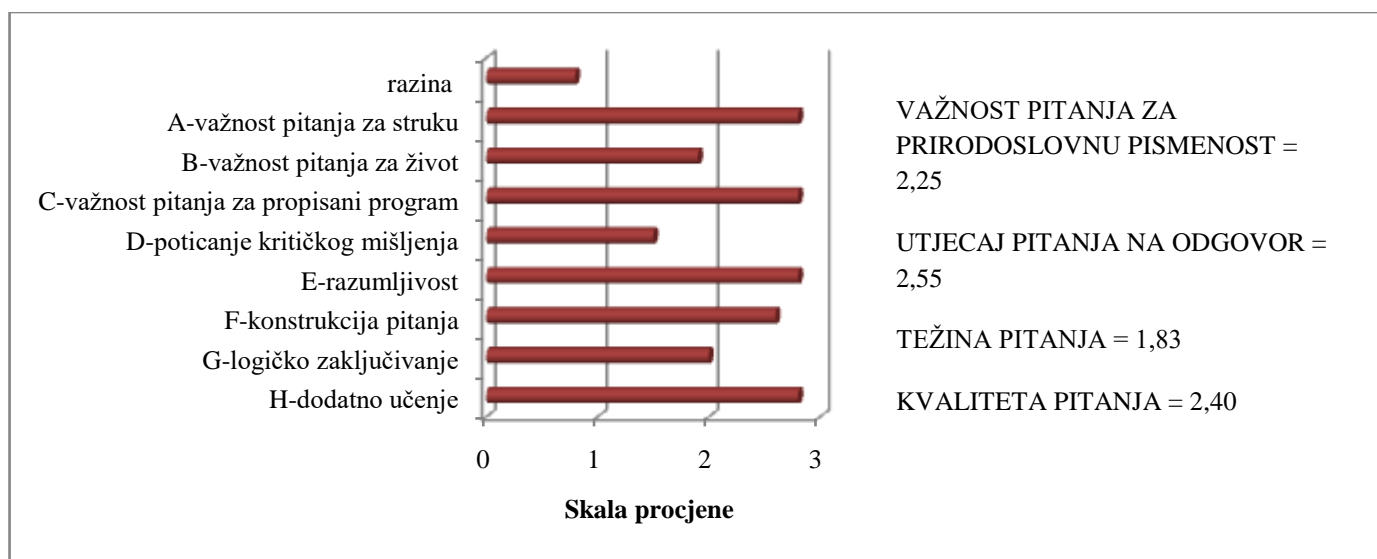
Zadatak 51.3. srednje je teško pitanje I. razine kojim se ispituju biološki koncept *Difuzije* i koncept *Izmjena plinova* u dišnom sustavu čovjeka te kemijski koncept *Difuzije*. Difuzija se uči u 1. razredu kao primjer pasivnog prijenosa tvari kroz biomembranu i u 3. razredu kod obrade izmjene plinova pri obradi teme **Dišni sustav** kao način kojim se izmjenjuju plinovi između čovjeka i okoline. Difuzija se na nastavi kemije obrađuje u 2. razredu kao primjer koligativnog svojstva otopine (Tablica 18.).

**Tablica 18. Biološki i kemijski koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 51.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2015.**

PODRUČJE	KONCEPT	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD
Biologija	Difuzija	Prijenos tvari kroz biomembranu	1.	Razlikovati prokariotsku od eukariotske stanice te objasniti građu i ulogu glavnih organela i struktura eukariotske stanice (biljne i životinjske)- usporediti načine prolaska tvari kroz membranu (pasivno, aktivno – Na/K crpka)
	Izmjena plinova	Dišni sustav	8.,3.	Objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada dišnog sustava - objasniti mehanizam izmjene plinova u plućima te između krvi i stanica - objasniti povezanost plućnoga i staničnoga disanja

Kemija	Difuzija	Otopine i koloidni sustavi	2.	Objasniti što su koligativna svojstva i navesti primjere (promjena tlaka pare, sniženje leđišta, povišenje vrelišta, osmotski tlak)
--------	----------	----------------------------	----	---

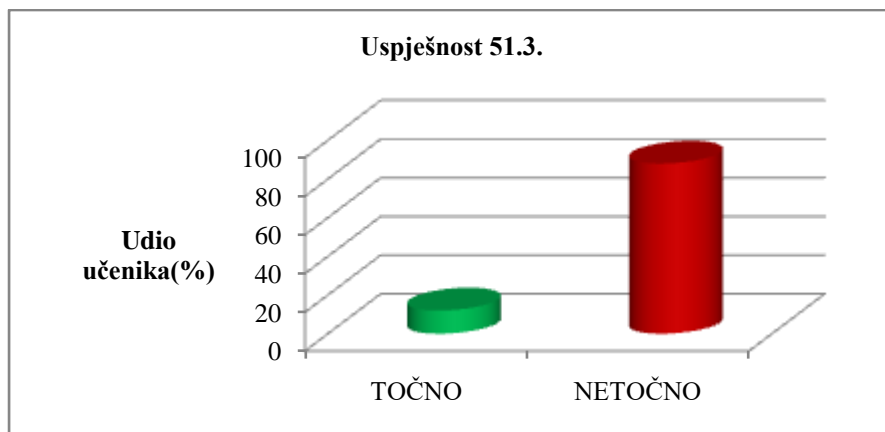
Pitanje je važno za struku i propisani program, vrlo dobre je kvalitete i slabog utjecaja konstrukcije pitanja na odgovor (Slika 27.).



**Slika 27. Procjena kvalitete čestice 51.3. na državnoj maturi iz biologije 2015. godine**

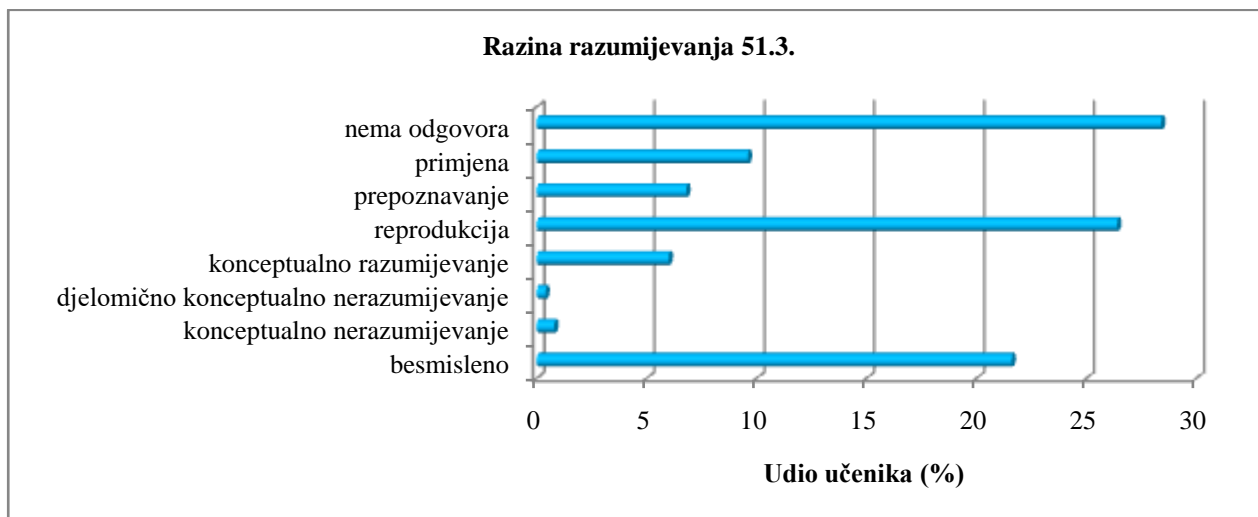
Izmjenu plinova u plućima učenici će potpuno razumjeti ako razumiju svrhu procesa difuzije- izjednačenje koncentracija otopina različitih koncentracija otopljenih tvari. Isto se načelo primjenjuje na protok kisika i ugljikova dioksida u tijelu. Udahnuti zrak ulazi u pluća i u alveole u kojima se povećava parcijalni tlak kisika (i koncentracijski gradijent) zbog čega dolazi do difuzije kisika u krv. Istovremeno zbog koncentracijskog gradijenta dolazi do otpuštanja ugljikova dioksida iz krvi u alveolu. Proces difuzije odvija se stalno kako bi se izjednačili parcijalni tlakovi kisika i ugljikova dioksida između alveola i krvnih kapilara. Na pitanje je točno odgovorilo samo 12% učenika (Slika 28.)





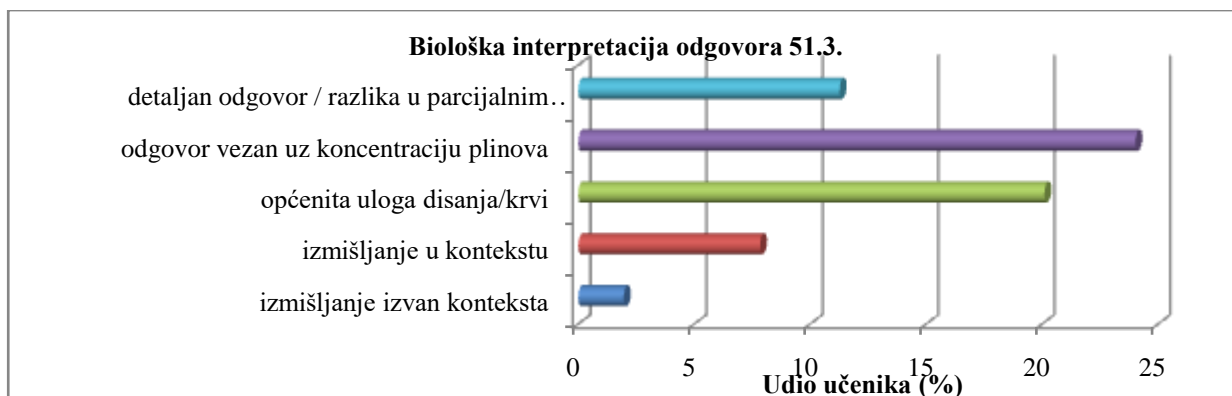
Slika 28. Prikaz uspješnosti učenika pri rješavanju ispitne čestice 51.3.

Konceptualno razumijevanje pokazalo je samo 6% učenika(Slika 29.).



Slika 29. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 51.3.

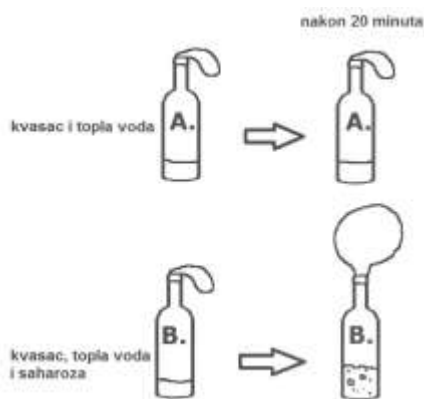
Zbog nedovoljno precizno postavljenog pitanja ili zbog nepažljivog čitanja teksta pitanja, dio učenika je opisivao općenite uloge krvi (opskrba svih stanica kisikom, razmjena plinova) (Slika 30.).



Slika 30.Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 51.3.

## 55. pitanje 2015. / 2016.godine

55. Ana i Mislav proučavali su kvasac pri različitim životnim uvjetima. U boce označene slovima A. i B. stavili su kvasac i toplu vodu. U bocu označenu slovom B. Dodali su još i saharozu. Na otvor boca stavili su balone. U 20. minuti uočili su promjenu prikazanu na slici. Nakon 45 minuta primijetili su da se balon na boci označenoj slovom B. prestao puniti plinom. Kada su skinuli balone s boca, intenzivan se miris širio samo iz boce označene slovom B.



55.1. Koji se proces događa u boci koja je na slici označena slovom B. ?

Očekivani odgovor: **Alkoholno vrenje / fermentacija.**

Pitanje 55.1. povezuje biologiju i kemiju u nastavnim temama *Stanično disanje* te *Kemijske promjene* (Tablica 19.; Tablica 20.). Alkoholno vrenje se uči u sklopu nastavne teme *Stanično disanje* na biologiji u 1. razredu kao način razgradnje glukoze u anaerobnim uvjetima djelovanjem kvašćevih gljivica. Kemijske se promjene uče u 7. i 1. razredu.

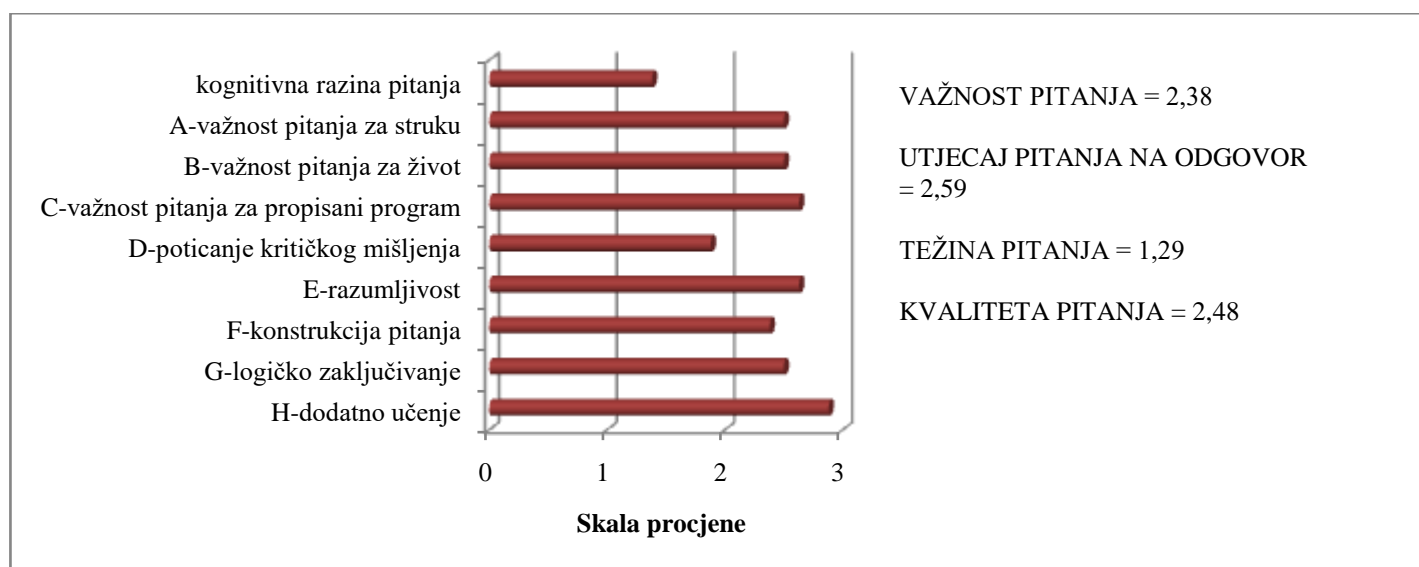
**Tablica 19. Biološki koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 55.1. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.**

KONCEPT 1	KONCEPT 2	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice -metaboličke reakcije	Procesi oslobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a	Stanično disanje	1.	Analizirati procese vrenja kao procese kojima anaerobni mikroorganizmi dolaze do energije - opisati procese vrenja i uvjete u kojima se odvijaju: alkoholno vrenje, mliječno-kiselno vrenje, maslačno vrenje, octeno vrenje (na razini općih jednadžba vrenja)  Objasniti stanično disanje kao proces kojim aerobni organizmi dolaze do energije

**Tablica 20. Područja i potpodručja kemije i teme Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 55.1. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.**

PODRUČJE	POTPODRUČJE	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Prikupljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata	Metode i tehnika rada	Kemijske promjene	7.,1.	Opisati promjene na temelju navedenih opažanja

Zadatak 55.1. prve je kognitivne razine, odnosno ispituje reproduktivno znanje i težinom se ubraja u lakše zadatke. Pitanje je procijenjeno kao srednje važno, dobre kvalitete sa slabim utjecajem pitanja na odgovor (Slika 31.).

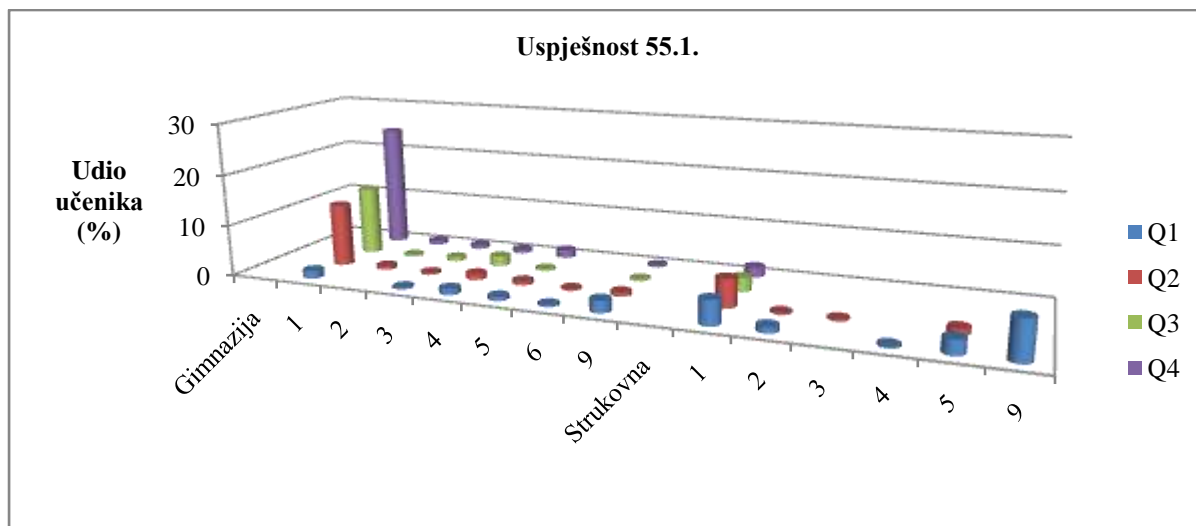


**Slika 31. Procjena kvalitete čestice 55.1. na državnoj maturi iz biologije 2015.godine**

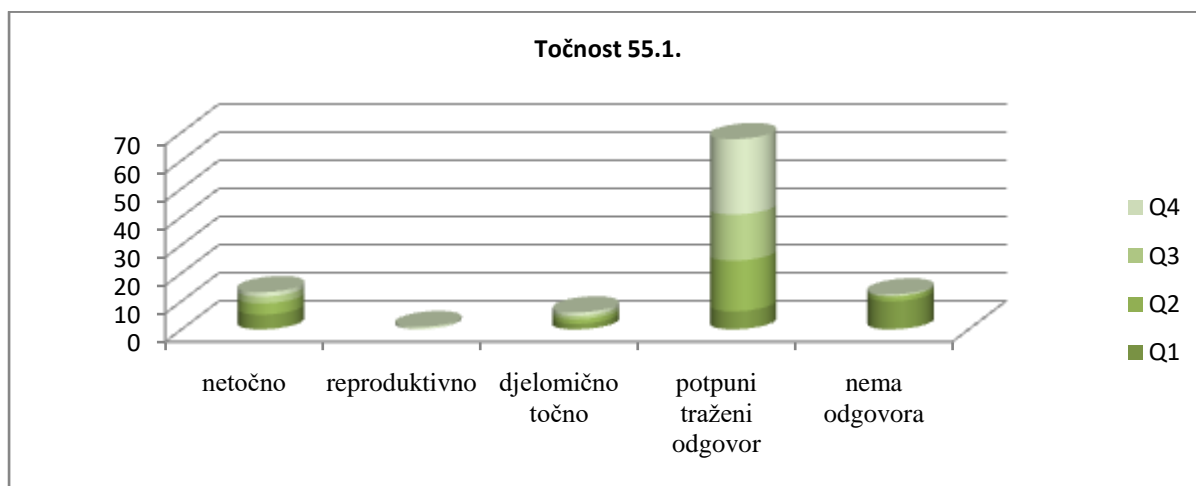
Iz uvodnog teksta učenici su na temelju opažanja nakon izvedenog pokusa mogli zaključiti da je tek nakon dodatka saharoze u bocu s kvascem i toplom vodom došlo do promjene te da je nastala plinovita tvar uz pojavu intenzivnog mirisa. Koristeći se činjenicom da kvaščeve gljivice pomoću enzima razgradnjom šećera dolaze do energije te da je iz šećera moguće proizvesti alkohol, učenici su mogli prepoznati da je riječ o alkoholnom vrenju.

Osim biološkim i kemijskim znanjem, učenici su se mogli prisjetiti primjera alkoholnog vrenja u svakodnevnom životu pri izradi kruha i kolača.

68% učenika su ponudili potpuno traženi odgovor (Slika 33.), a zadatak su uspješnije riješili učenici gimnazijskog usmjerenja (Slika 32.).

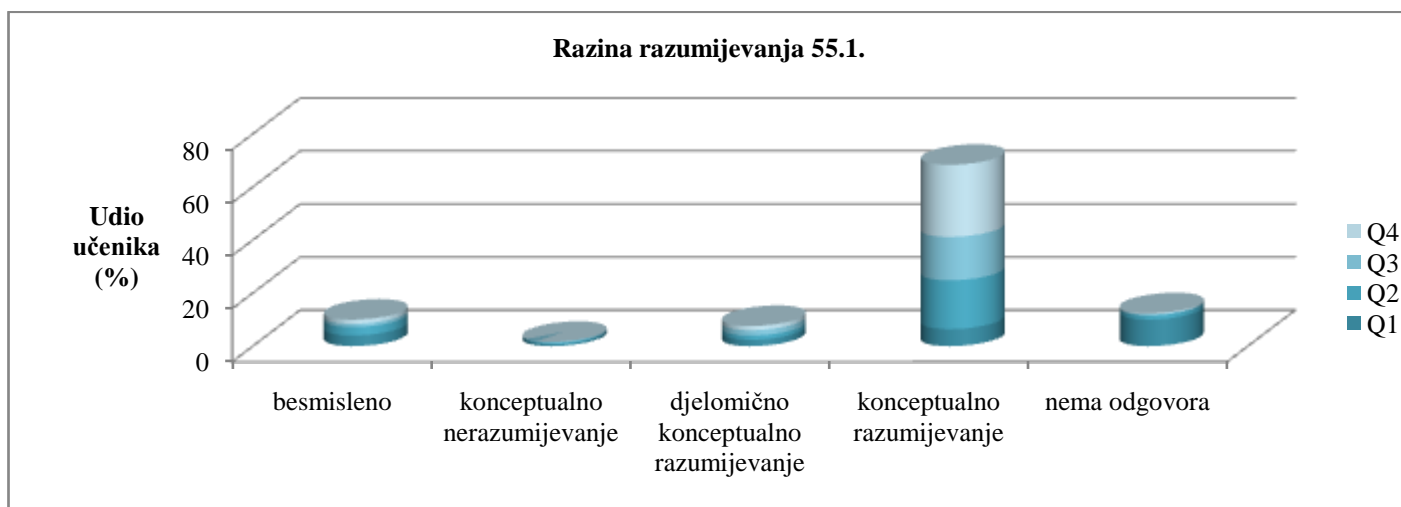


Slika 32. Prikaz uspješnosti učenika gimnazijskog i strukovnog usmjerenja pri rješavanju ispitne čestice 55.1. po klasama riješenosti



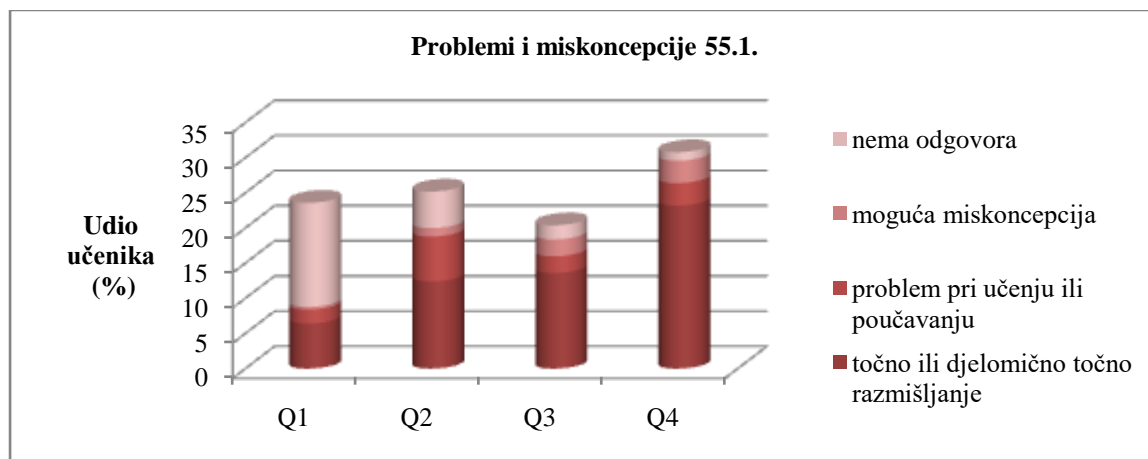
Slika 33. Prikaz točnosti uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 55.1.

Kod najvećeg dijela učenika utvrđeno je konceptualno razumijevanje (Slika 34.).

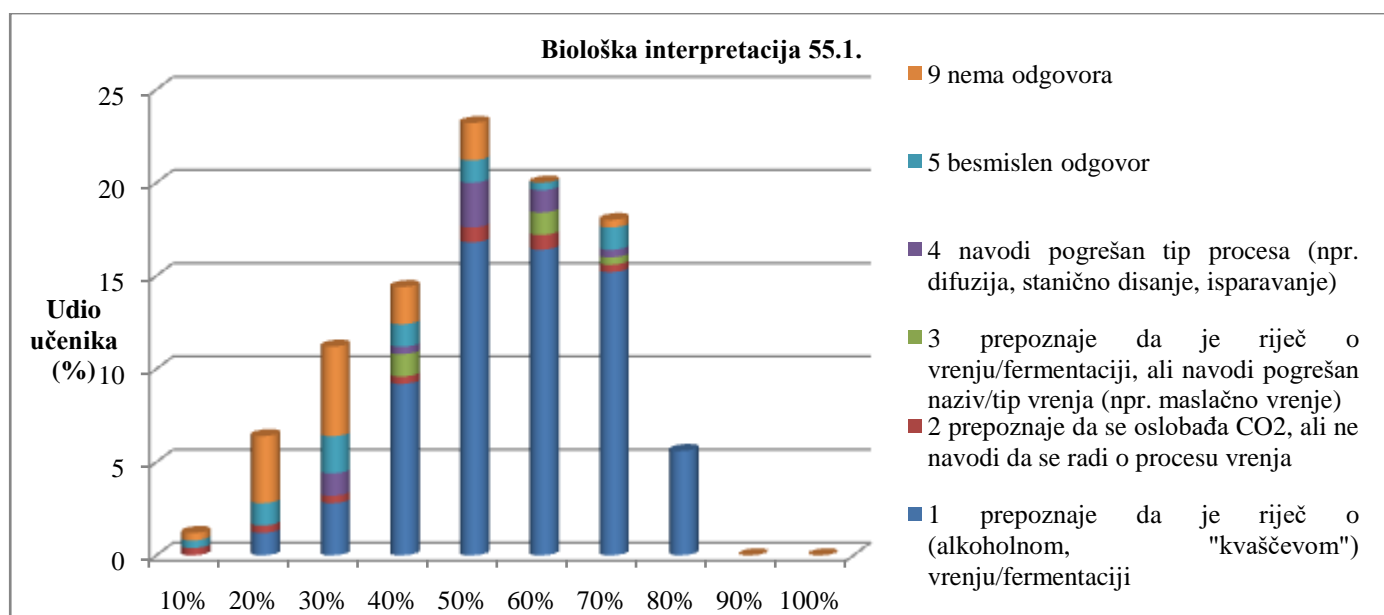


Slika 34. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 55.1.

Kod 7% učenika utvrđena je miskoncepcija (Slika 35.) jer učenici prepoznaju da je riječ o vrenju, ali navode krive nazive kao što su octeno i maslačno vrenje ili imenuju krive procese (difuzija, isparavanje) (Slika 36.).



Slika 35. Prikaz udjela učenika s problemima i miskoncepcijama po klasamariješenosti utvrđenim za ispitnu česticu 55.1.



Slika 36. Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama za ispitnu česticu 55.1.

55.3. Što je ograničavajući čimbenik procesa prikazanoga na slici?

Očekivani odgovor: **Saharoza/šećer.**

Zadatak 55.3. sadržajno povezuje temu *Stanično disanje* koja se obrađuje na nastavi biologije u 8. razredu te u 1. razredu kao način dobivanja energije iz glukoze kod aerobnih organizama u nastavnoj cjelini *Energija i životni procesi* i teme *Kemijske promjene* i *Kinetika kemijskih reakcija* koje se obrađuju na nastavi kemije u 7. te 1. i 2. razredu (Tablica 21.; Tablica 22. ).

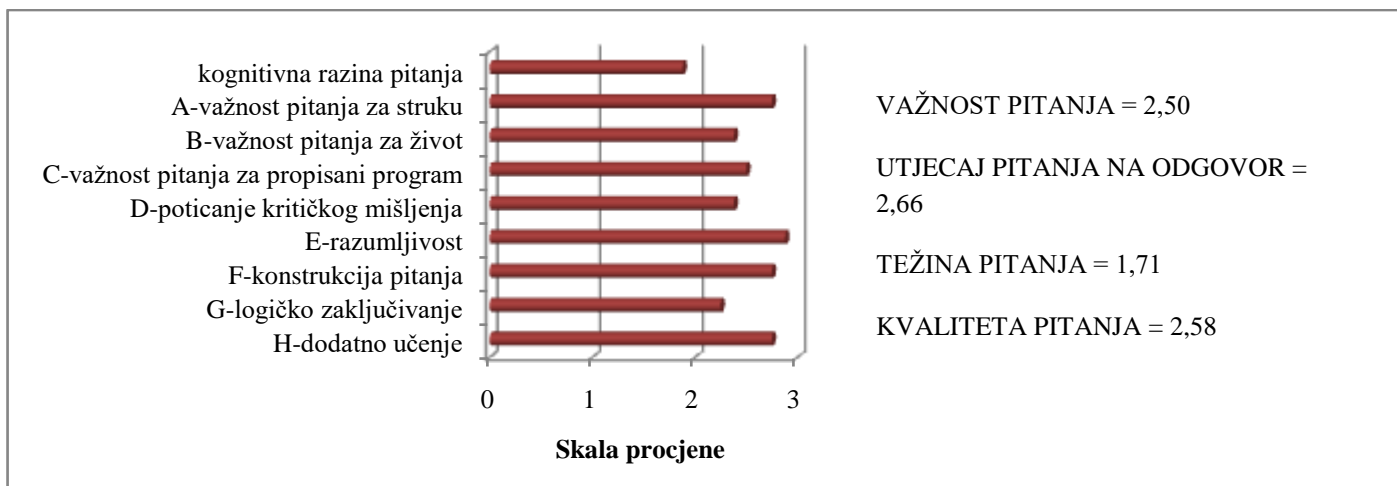
**Tablica 21. Biološki koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 55.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.**

KONCEPT 1	KONCEPT 2	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice -metaboličke reakcije	Procesi oslobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a	Stanično disanje	1.	Analizirati procese vrenja kao procese kojima anaerobni mikroorganizmi dolaze do energije opisati procese vrenja i uvjete u kojima se odvijaju: alkoholno vrenje, mliječno-kiselno vrenje, maslačno vrenje, octeno vrenje (na razini općih jednadžba vrenja)  Objasniti stanično disanje kao proces kojim aerobni organizmi dolaze do energije

**Tablica 22. Područja i potpodručja kemije i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 55.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.**

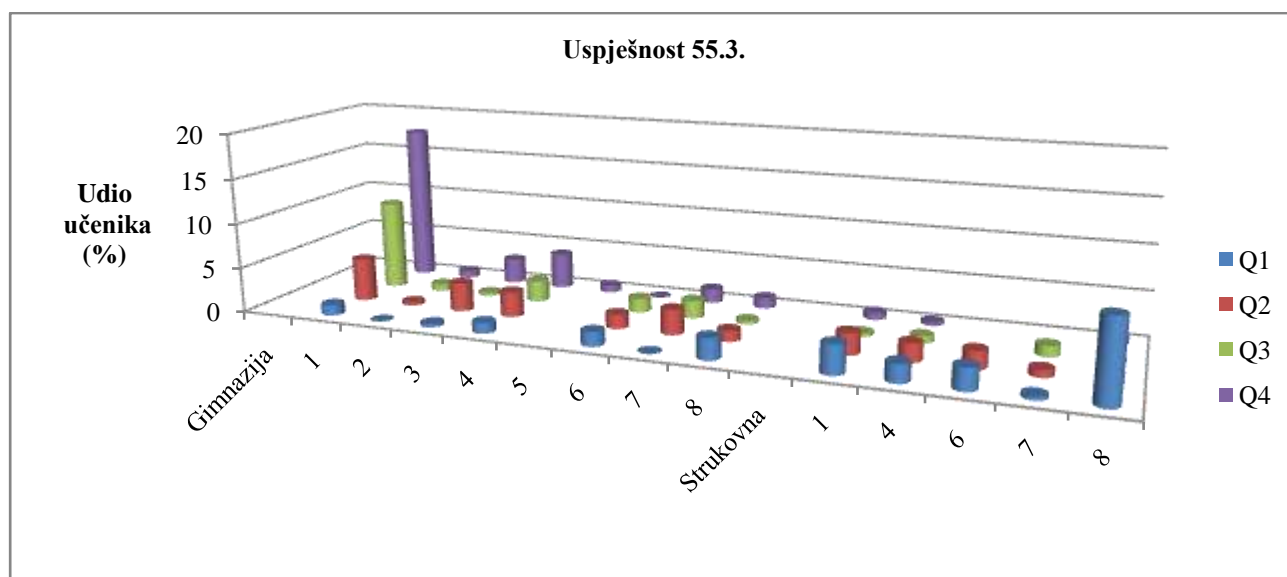
PODRUČJE	POTPODRUČJE	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Kemijske promjene	Stehiometrija kemijskih reakcija	Kemijske promjene	7.,1.	Odrediti mjerodavni reaktant i reaktant u suvišku na temelju podataka o količini reaktanata u reakcijskome sustavu
Brzina kemijskih reakcija	Čimbenici koji utječu na brzinu kemijske reakcije	Kinetika kemijskih reakcija	7.,2.	Razlikovati sljedeće pojmove: kataliza, katalizator i inhibitor  Opisati utjecaj katalizatora na brzinu kemijske reakcije  Opisati ulogu enzima u organizmu

Zadatak 55.3. procijenjen je kao vrlo važan zadatak dobre kvalitete II. kognitivne razine (Slika 37.) .



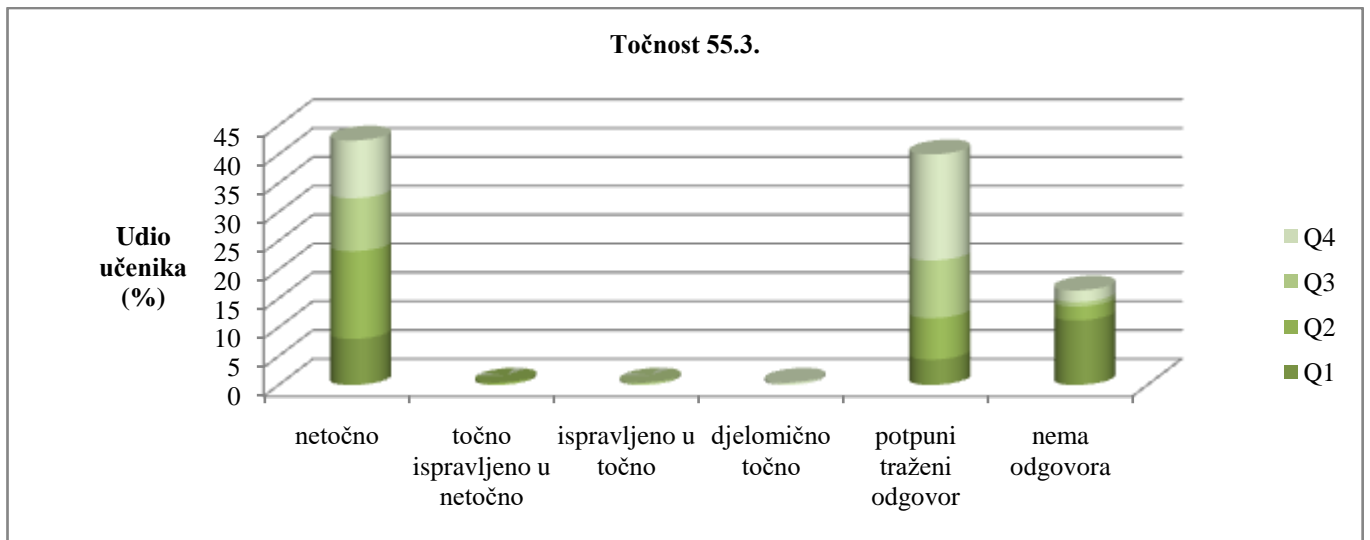
Slika 37. Procjena kvalitete čestice 55.3. na državnoj maturi iz biologije 2015.godine

Zadatak učenika bio je odrediti reaktante i produkte kemijske reakcije (saharoza je reaktant, a produkti su alkohol etanol, plin ugljikov dioksid i energija u obliku ATP-a) te poznavati pojam mjerodavni reaktant kao reaktant čija množina određuje množinu nastalih produkata (u ovom slučaju plina ugljikova dioksida). 34% učenika gimnazijskog usmjerenja uspješno je odredilo mjerodavni reaktant (Slika 38.)



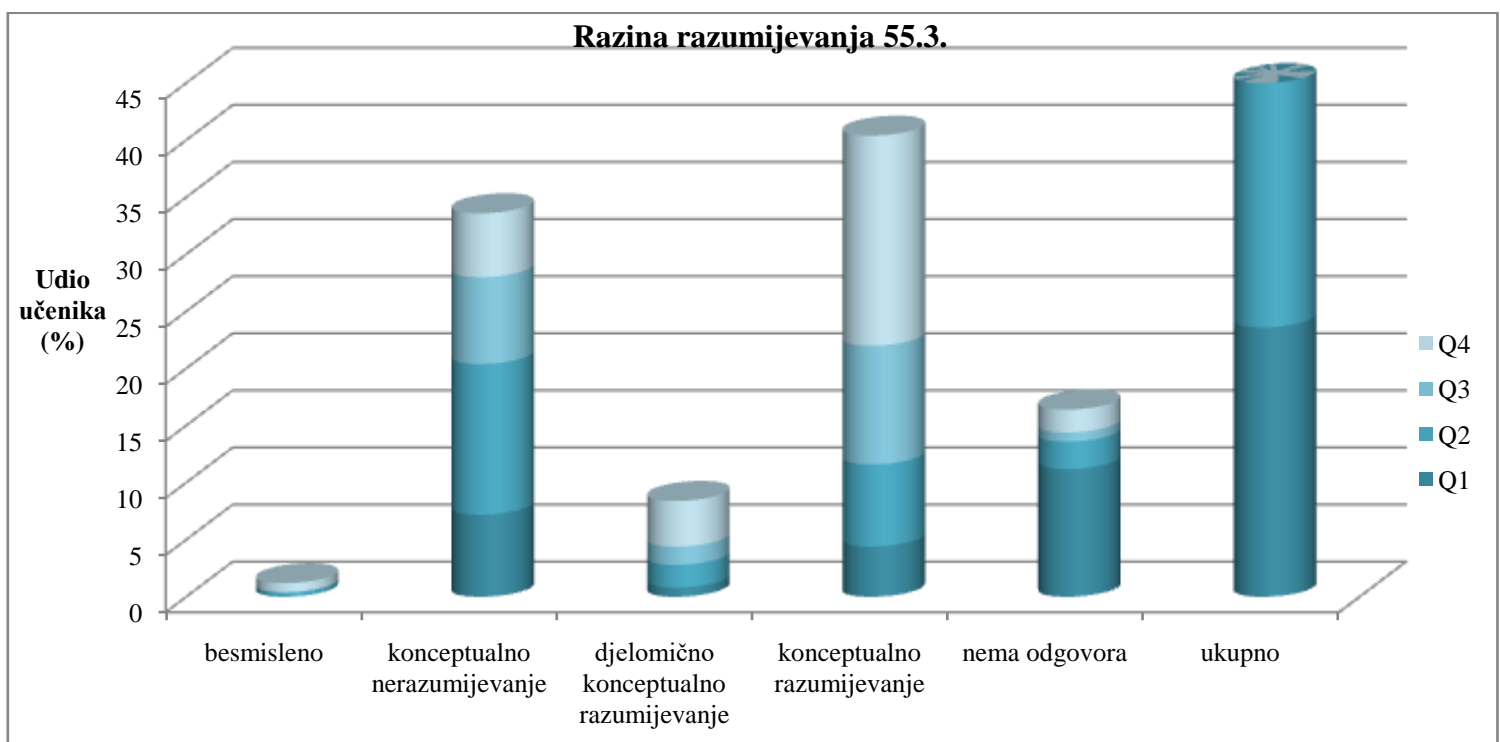
Slika 38. Prikaz uspješnosti učenika gimnazijskog i strukovnog usmjerenja pri rješavanju ispitne čestice 55.3. po klasama riješenosti

Približno jednak postotak (40%) učenika je riješilo netočno ili ponudilo potpuno traženi odgovor (Slika 39.).



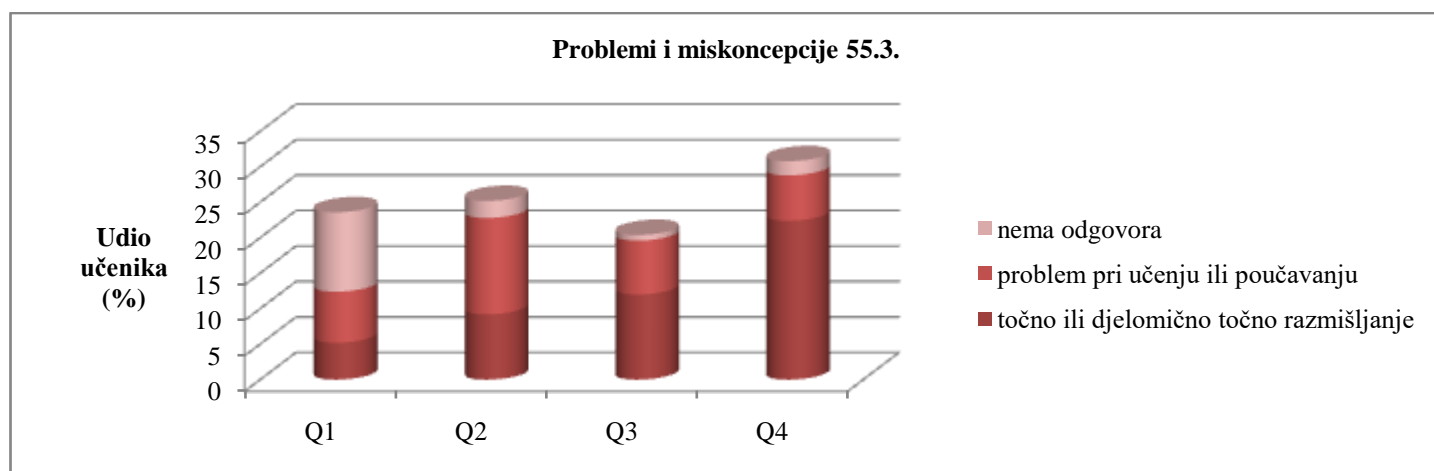
**Slika 39. Prikaz točnosti uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 55.3.**

Konceptualno razumijevanje pokazalo je 40% učenika od kojih je polovica iz skupine najuspješnijih učenika (Slika 41.). Točno ili djelomično točno razmišljanje je utvrđeno kod približno 50% učenika (Slika 40.).



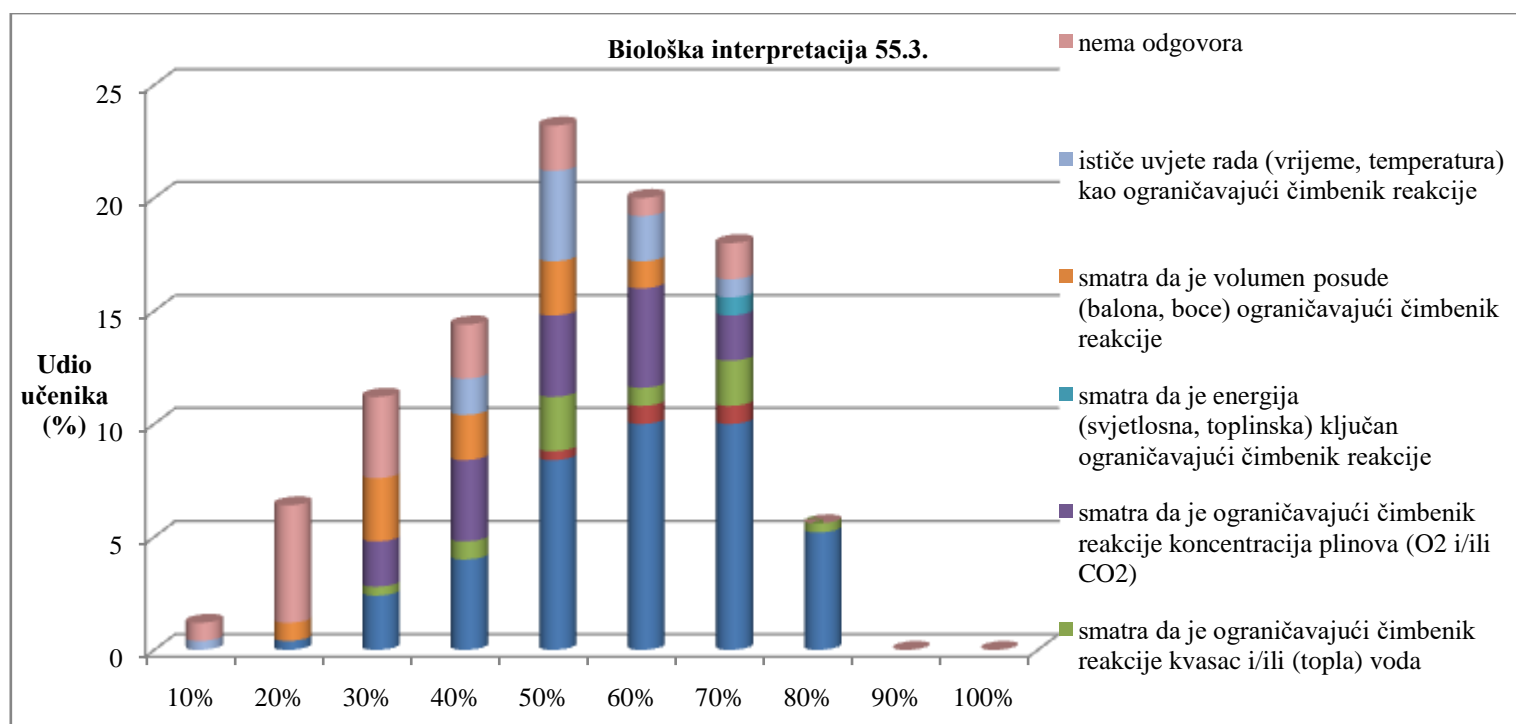
**Slika 40. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 55.3.**





**Slika 41. Prikaz udjela učenika s problemima i miskoncepcijama po klasama riješenosti utvrđenim za ispitnu česticu 55.3.**

Iz biološke interpretacije odgovora može se zaključiti da velik broj učenika ne zna odrediti produkte i reaktante reakcije i ne razumije pojam mjerodavni reaktant (navode svjetlost, volumen boce i sl.) što ukazuje na slabu korelaciju među navedenim temama u srednjim školama (Slika 42.).



**Slika 42. Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama za ispitnu česticu 55.3.**

### 57. pitanje 2015. / 2016. godine

57. Nakon intenzivnoga treninga mladić je osjetio višednevnu bol u rukama i nogama.

57.1. Nedostatak kojega je reaktanta uzrokovao pojavu boli?

Očekivani odgovor: **Kisika.**

Koncepti koje povezuje pitanje 57.1. su *Stanično disanje* u nastavi biologije i *Stehiometrija kemijskih reakcija* te *Metode i tehnike rada* u nastavi kemije. Stanično disanje spominje se u 8. razredu te u 1. razredu kao način na koji aerobni organizmi dobivaju energiju iz glukoze (Tablica 23. ; Tablica 24.). Tijekom obrade teme *Kemijske promjene* u 7. i 1. razredu stehiometrija kemijskih reakcija koristi se za opis kemijske promjene iz reaktanata u produkte na temelju opažanja.

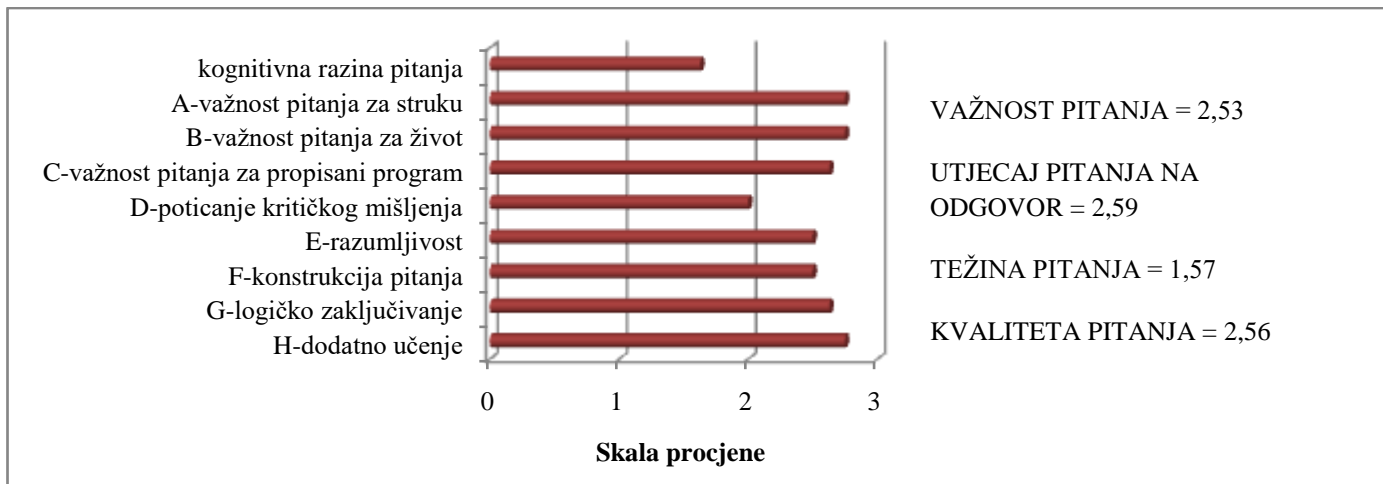
**Tablica 23. Biološki koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 57.1. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.**

KONCEPT 1	KONCEPT 2	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice -metaboličke reakcije	Procesi oslobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a	Stanično disanje	8.,1.	Analizirati procese vrenja kao procese kojima anaerobni mikroorganizmi dolaze do energije opisati procese vrenja i uvjete u kojima se odvijaju: alkoholno vrenje, mliječno-kiselosteno vrenje, maslačno vrenje, octeno vrenje (na razini općih jednadžba vrenja)  Objasniti stanično disanje kao proces kojim aerobni organizmi dolaze do energije

**Tablica 24. Područja i potpodručja kemije i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 57.1. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.**

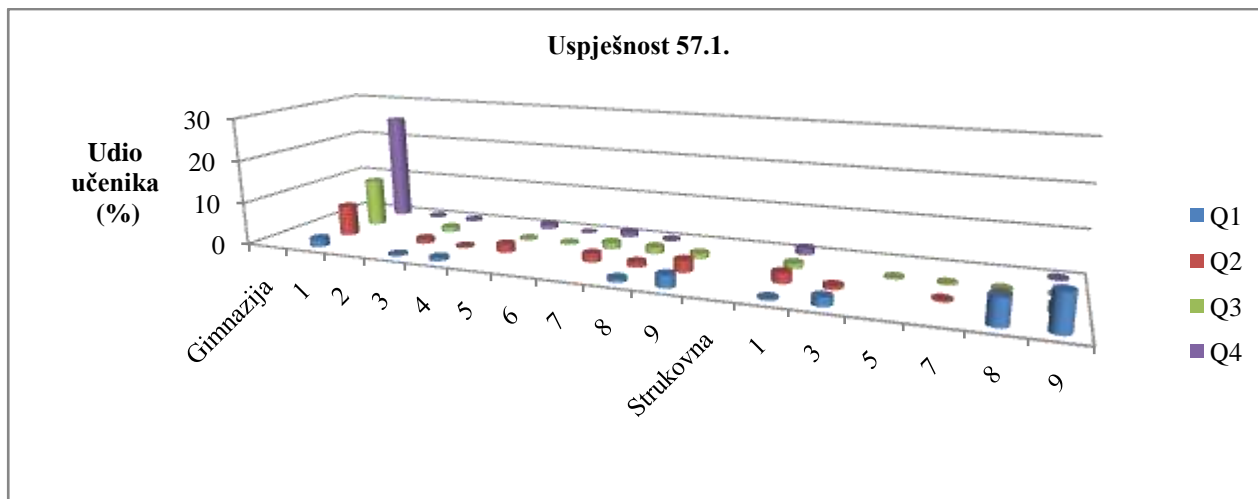
PODRUČJE	POTPODRUČJE	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Kemijske promjene	Stehiometrija kemijskih reakcija	Kemijske promjene	7.,1.	Odrediti mjerodavni reaktant i reaktant u suvišku na temelju podataka o količini reaktanata u reakcijskom sustavu
Prikupljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata	Metode i tehnike rada	Kemijske promjene	7.,1.	Opisati promjene na temelju navedenih opažanja

Procjenom je utvrđeno da je čestica 57.1. kvalitetom dobro pitanje II. kognitivne razine. Konstrukcija pitanja slabo utječe na odgovor, a pitanje je jednako važno za struku i za život (Slika 43.).

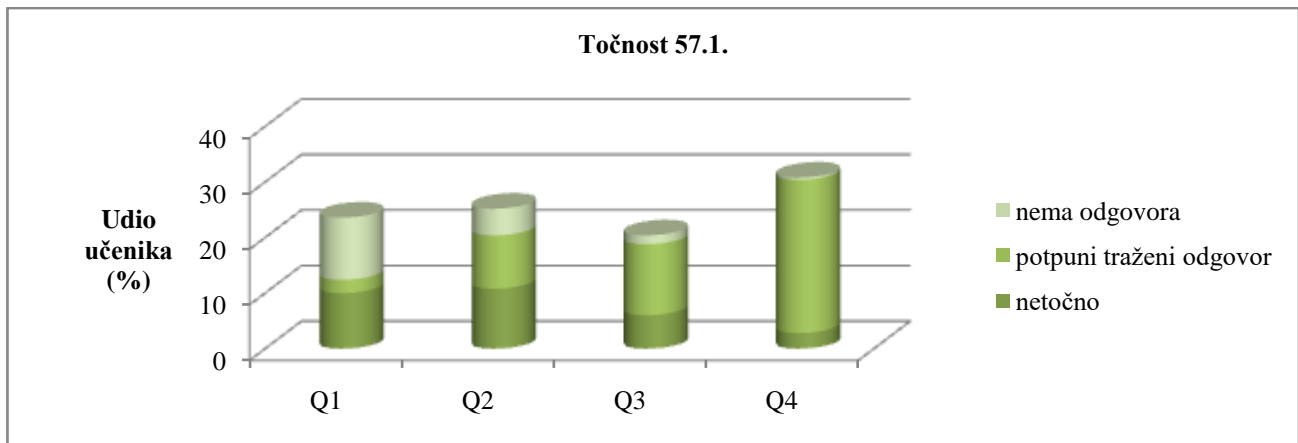


Slika 43. Procjena kvalitete čestice 57.1. na državnoj maturi iz biologije 2016. godine

Kako bi učenici mogli odrediti mjerodavni reaktant, potrebno je znanje o procesu razgradnje glukoze pri čemu produkti reakcije ovise o koncentraciji kisika. Tijekom fizičke aktivnosti dolazi do razgradnje glukoze u mišićima i oslobađanja energije pohranjene u kemijskim vezama. U slučaju dovoljne količine kisika, pirogroždana kiseline ulazi u ciklus staničnog disanja. Ako nema dovoljno kisika, primjerice tijekom povećane fizičke aktivnosti, pirogroždana kiselina se prevodi u mliječnu kiselinu koja izaziva bolove u mišićima. 52% učenika je točno odredilo kisik kao mjerodavni reaktant (Slika 44. i 45.).

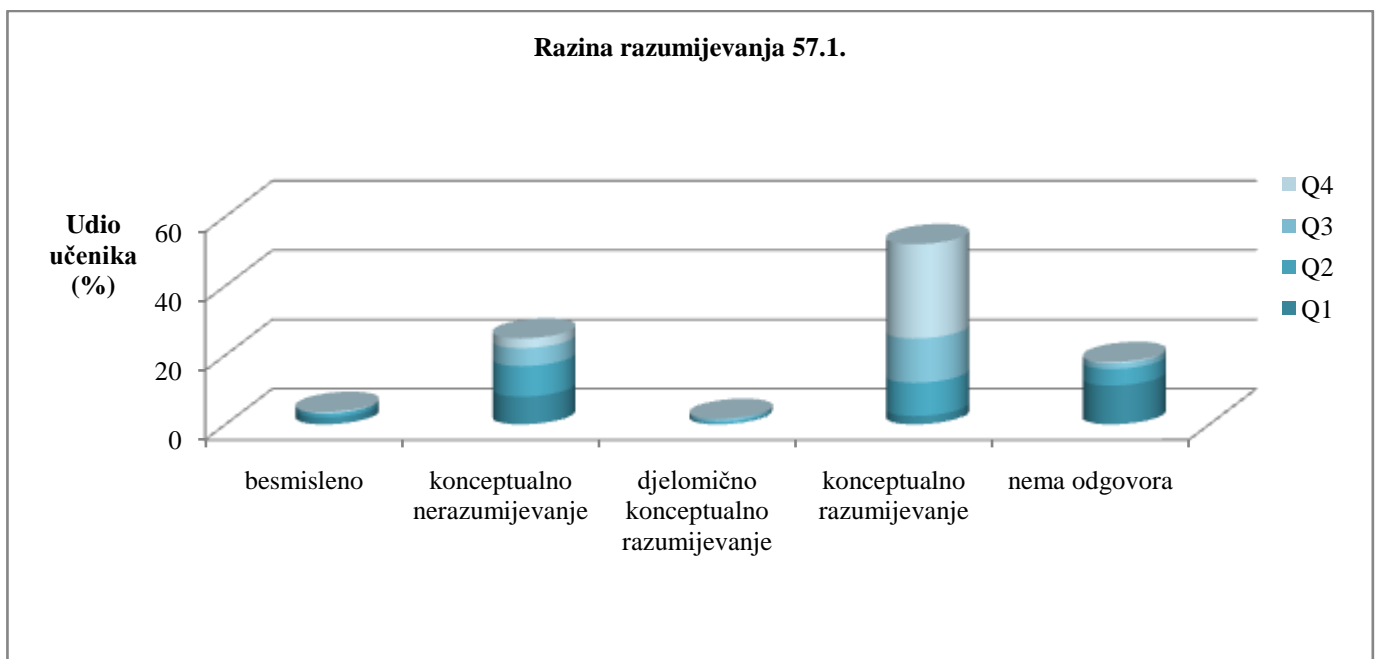


Slika 44. Prikaz uspješnosti učenika gimnazijskog i strukovnog usmjerenja pri rješavanju ispitne čestice 57.1. po klasama riješenosti

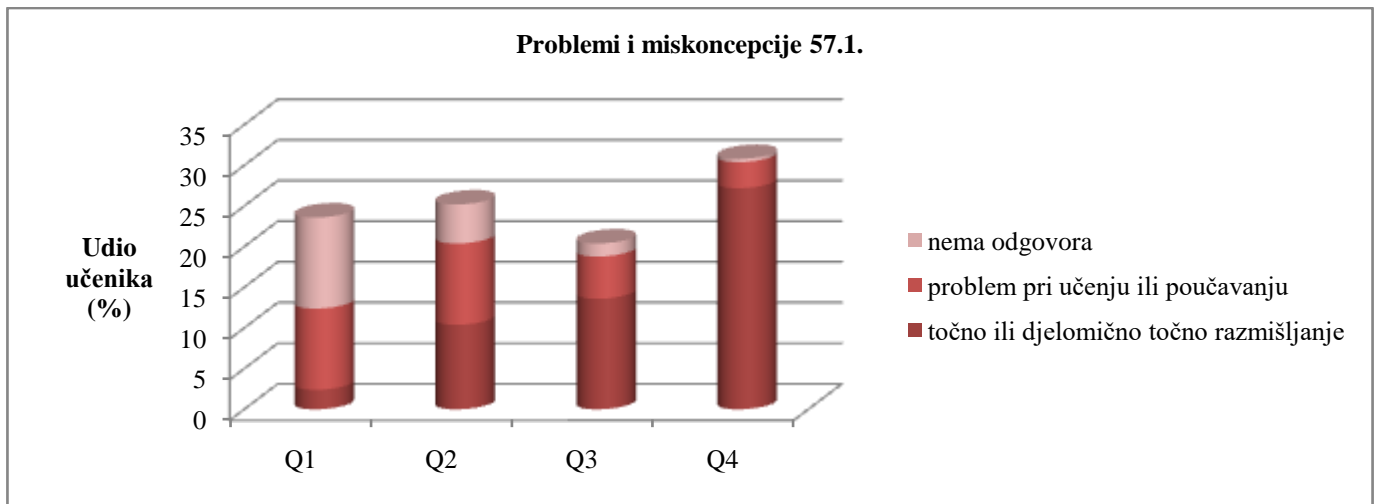


Slika 45. Prikaz točnosti uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 57.1.

Više od polovice učenika pokazalo je konceptualno razumijevanje (Slika 46.) i točno ili djelomično točno razmišljanje (Slika 47.).

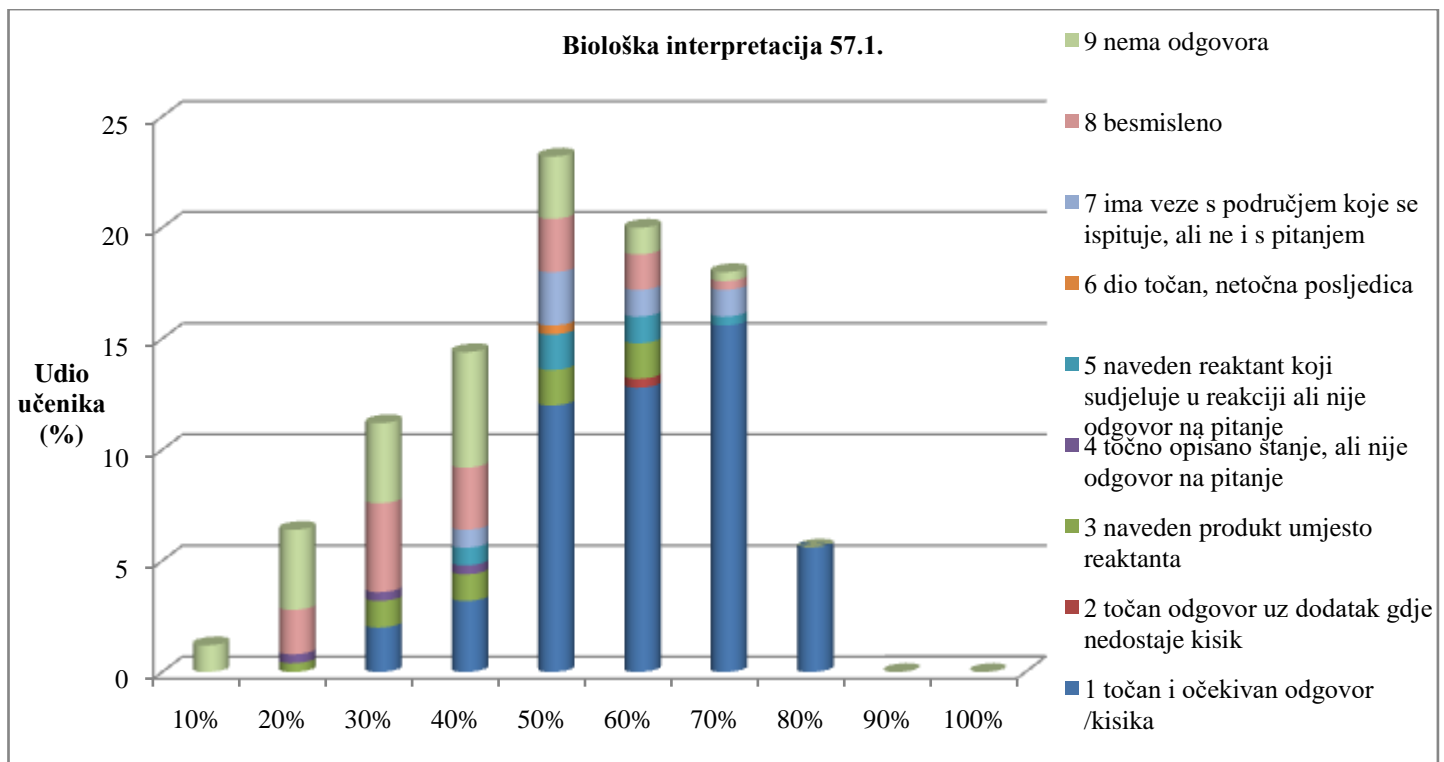


Slika 46. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 57.1.



**Slika 47. Prikaz udjela učenika s problemima i miskonceptijama po klasama riješenosti utvrđenim za ispitnu česticu 57.1.**

Dio učenika naveo je energiju u obliku ATP-a ili mliječnu kiselinu kao odgovor (6%). Učenici koji su netočno odgovorili navodili su nedostatak magnezija, kalcija ili kalija što je vjerojatno posljedica krivo povezanih informacija iz reklama za lijekove ili savjeta kao pomoć sportašima za opuštanje mišića sa biološkim i kemijskim sadržajem(Slika 48.)



**Slika 48. Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama za ispitnu česticu 57.1.**

### 58.pitanje 2015. / 2016. godine

58. Na travnjaku je tijekom prosinca bilo postavljeno umjetno klizalište. Nakon što je klizalište maknuto, primijećeno je da je trava, koja je bila prekrivena, požutjela, da su vlasi slomljene, a na dijelu tla uopće više nije bilo trave.

58.3. Koja se tvar **nije** mogla sintetizirati dok je trava bila prekrivena klizalištem?

Očekivani odgovor: **Glukoza/šećer.**

Pitanje 58.3. konceptualno povezuje biološku temu *Fotosinteza* i kemijske teme *Kemijska kinetika* i *Kemijske promjene*.

*Fotosinteza* se uči u osnovnoj školi u 6. i 7. te u 1. i 3. razredu srednje škole na biologiji kao primjer temeljnog metaboličkog procesa u biljkama. U 3. se razredu obrađuje utjecaj čimbenika poput vode, svjetlosti i temperature na intenzitet fotosinteze (Tablica 25.). Utjecaj čimbenika na brzinu reakcije u kemiji se analizira u 2. razredu u sklopu cjeline *Kemijska kinetika*, a opisati kemijske promjene na temelju opažanja obrađuje se najviše u 7. i 1. razredu (Tablica 26. ).

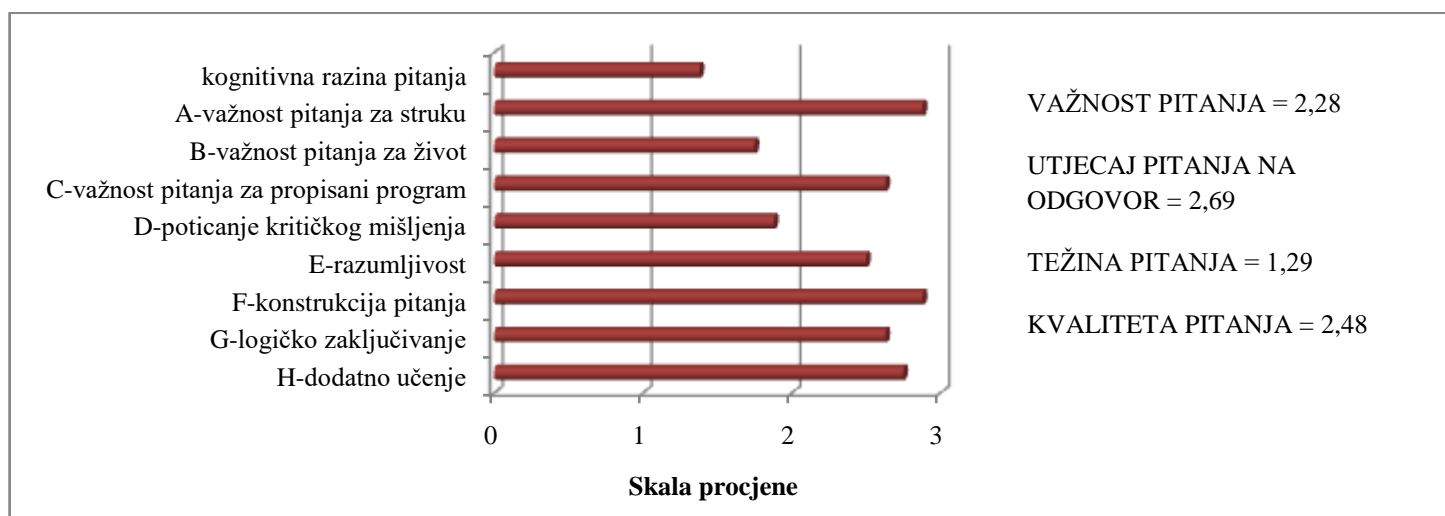
**Tablica 25. Biološki koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 58.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.**

KONCEPT 1	KONCEPT 2	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice -metaboličke reakcije	Procesi oslobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a	Fotosinteza	6.,7., i 1.,3.	Analizirati utjecaj vanjskih čimbenika na intenzitet fotosinteze (voda, svjetlost, temperatura i CO <sub>2</sub> )

**Tablica 26. Područja i potpodručja kemije i teme Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 58.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.**

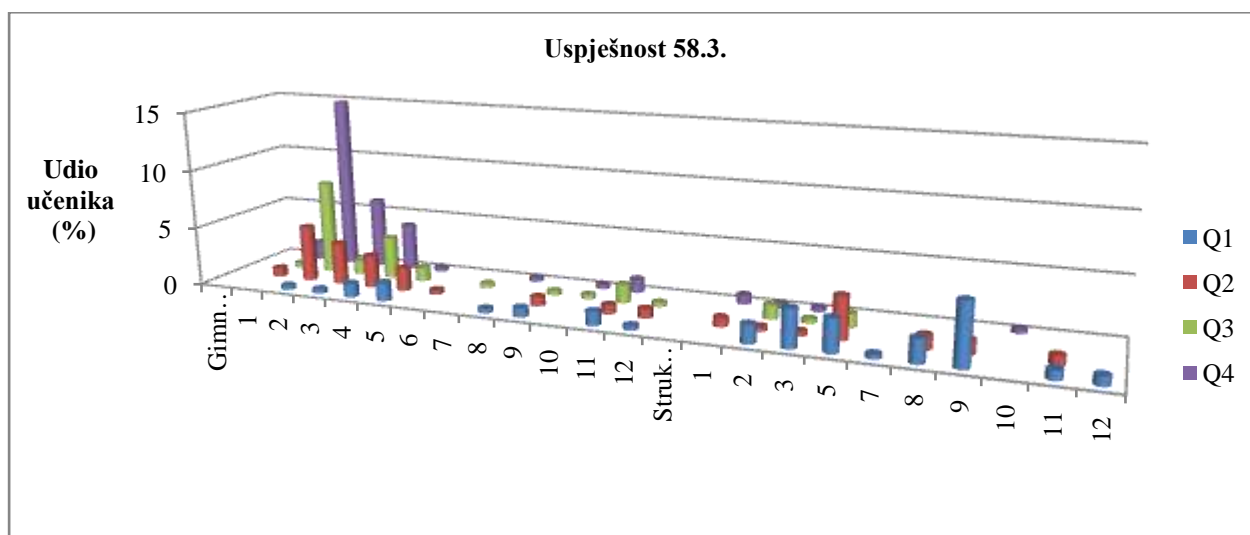
PODRUČJE	POTPODRUČJE	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Brzina kemijskih reakcija	Čimbenici koji utječu na brzinu kemijske reakcije	Kemijska kinetika	2.	Analizirati utjecaje različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije
Prikupljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata	Metode i tehnike rada	Kemijske promjene	7.,1.	Opisati promjene na temelju navedenih opažanja

Zadatak je procijenjen kao pitanje srednje važnosti, dobre kvalitete i slabog utjecaja pitanja na odgovor. Pitanje je važno za struku i propisani program (Slika 49.).

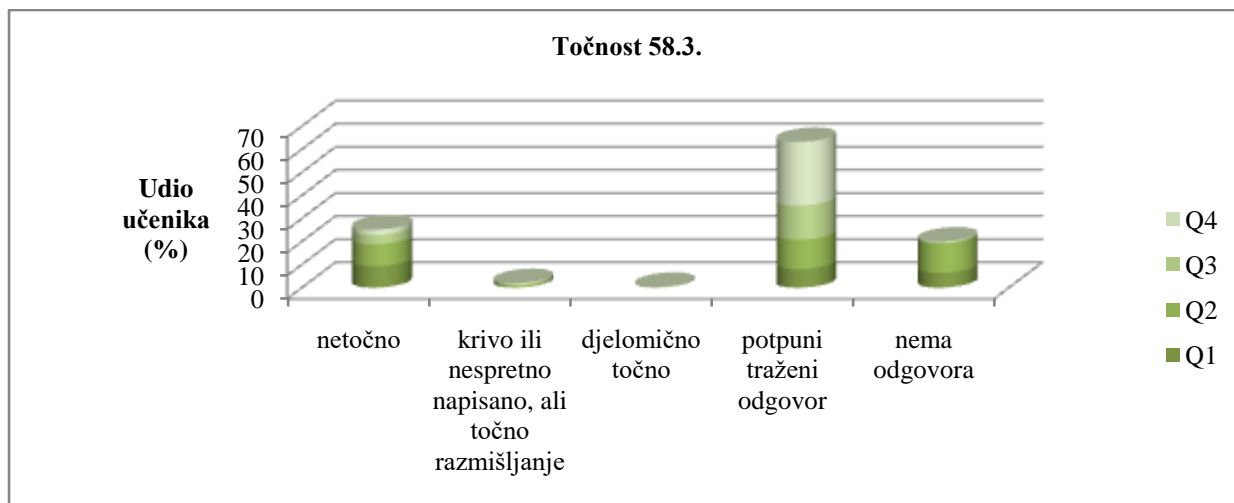


Slika 49. Procjena kvalitete čestice 58.3. na državnoj maturi iz biologije 2016.godine

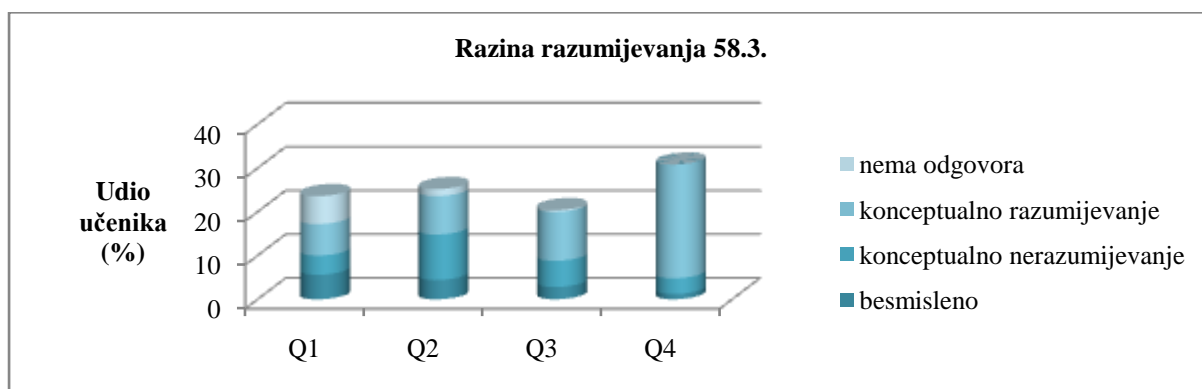
Za pokretanje i tijek fotosinteze potrebna je svjetlost određene valne duljine. Uz prisutnost svjetlosti i klorofila, biljke iz anorganskih spojeva (ugljikov dioksid i voda) sintetiziraju organske spojeve, kisik i vodu. Iz uvodnog teksta iščitava se da je na travnjaku promijenjen okolišni uvjet- količina svjetlosti koja utječe na stopu fotosinteze. Smanjena količina svjetlosti zaustavlja fotosintezu i onemogućuje sintezu navedenih tvari. Potpuno traženi odgovor ponudilo je 63% učenika (Slika 50. i 51.)



Slika 50. Prikaz uspješnosti učenika gimnazijskog i strukovnog usmjerenja pri rješavanju ispitne čestice 58.3. po klasama riješenosti

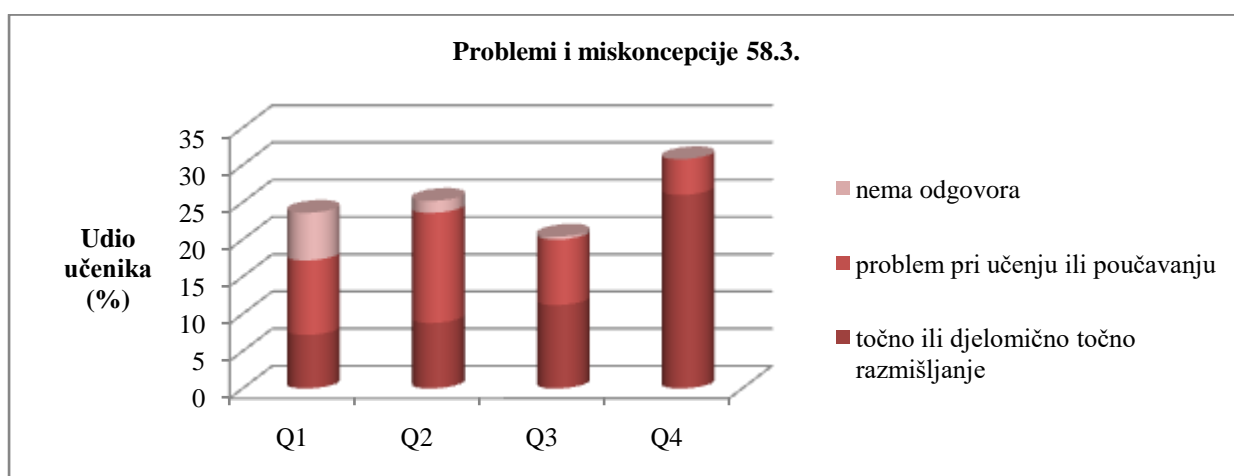


Slika 51. Prikaz točnosti uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 58.3.



Slika 52. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 58.3.

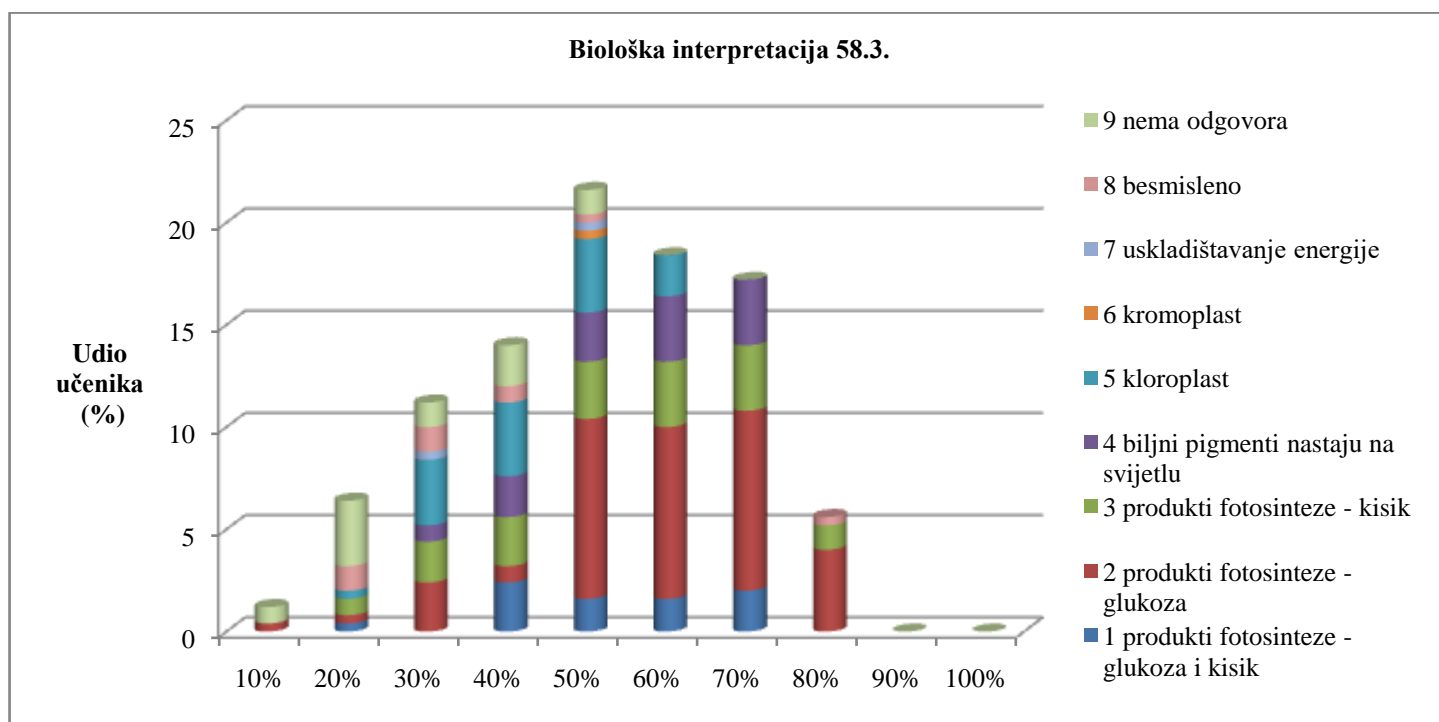
Problem pri učenju ili poučavanju utvrđen je kod 38%, a konceptualno nerazumijevanje kod 24% učenika (Slika 52. i 53.).



Slika 53. Prikaz udjela učenika s problemima i miskoncepcijama po klasama riješenosti utvrđenim za ispitnu česticu 58.3.



Zbog nedovoljno preciznog pitanja učenici su uz točan odgovor glukoza (34%) navodili i ostale produkte fotosinteze-kisik i vodu. Kod 25% učenika koji su kao odgovor naveli klorofil, kloroplast i kromoplast vidljivo je prepoznavanje fotosinteze i uloge klorofila u procesu, ali nedovoljno poznavanje cijelog procesa i mogućih utjecaja na njega(Slika 54.).



Slika 54. Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama za ispitnu česticu 58.3.

### 60. pitanje 2015. / 2016. godine

60. Posebnosti anatomije, fiziologije i metabolizma ptica uglavnom su posljedica zahtjeva letenja. Jedna je od prilagodba u anatomiji ptica trtična ili lojna žlijezda čijom izlučevinom ptice podmazuju perje. Najbolje je razvijena u vodenih ptica.

60.1. Jednom rečenicom objasnite važnost trtične žlijezde za letenje vodenih ptica.

Očekivani odgovori: **Loj sprječava da se perje namoči pa ptica može lakše letjeti; loj omogućava da perje ostane suho.**

Zadatak 60.1. konceptualno povezuje biološku temu *Lipidi* i *Ptice* te kemijsku temu *Karboksilne kiseline i njihovi derivati* (Tablica 27. i Tablica 28. ). *Lipidi* se obrađuju u 1. razredu kao primjer biološki važnih molekula, a spominju se kod teme *Ptice* u 7. i 2. razredu gdje je loj izlučevina trtične žlijezde koja je razvijena kod ptica kao prilagodba za let. Pojam lipidi odnosno masti obrađuje se u 8. i 4. razredu kao primjer derivata karboksilnih kiselina.

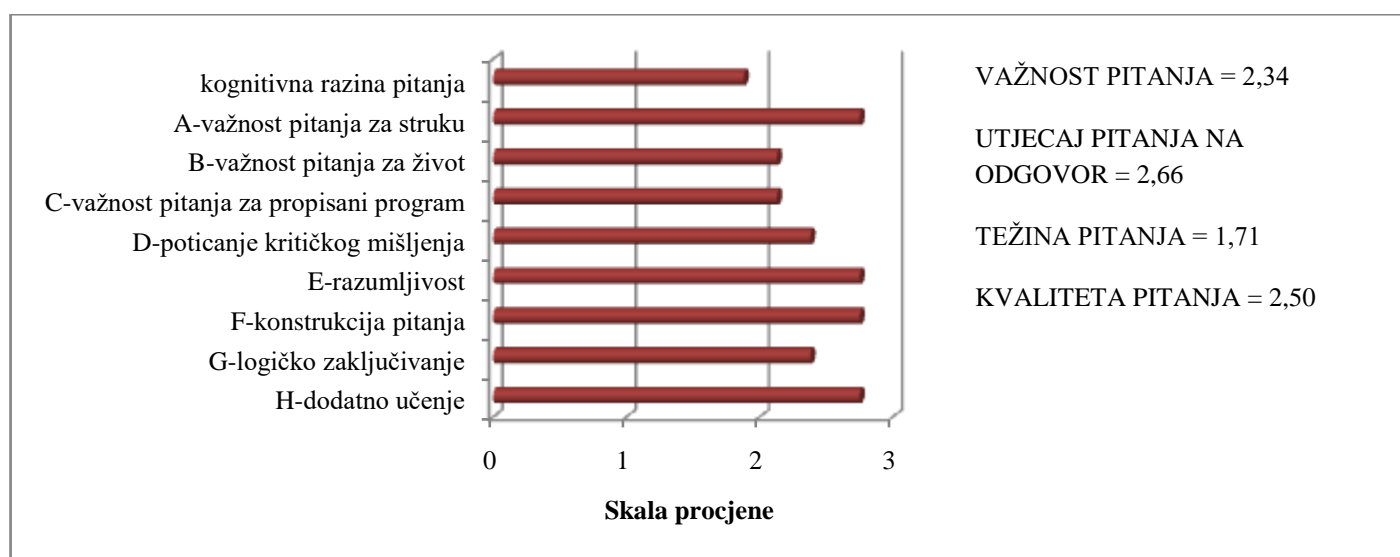
Tablica 27. Biološki koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 60.1. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.

KONCEPT 1	KONCEPT 2	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Porast složenosti i razvoj novih svojstava višim organizacijskim razinama	Molekularno ustrojstvo živih Organizama	Lipidi	1.	Analizirati građu i Svojstva biološki Važnih spojeva na primjerima
Međuovisnost živoga svijeta i okoliša	Prilagodljivost	Ptice	7. i 2.	Analizirati prilagodbe organizama za kretanje na kopnu, vodi i zraku

Tablica 28. Područja i potpodručja kemije i teme Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 60.1. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.

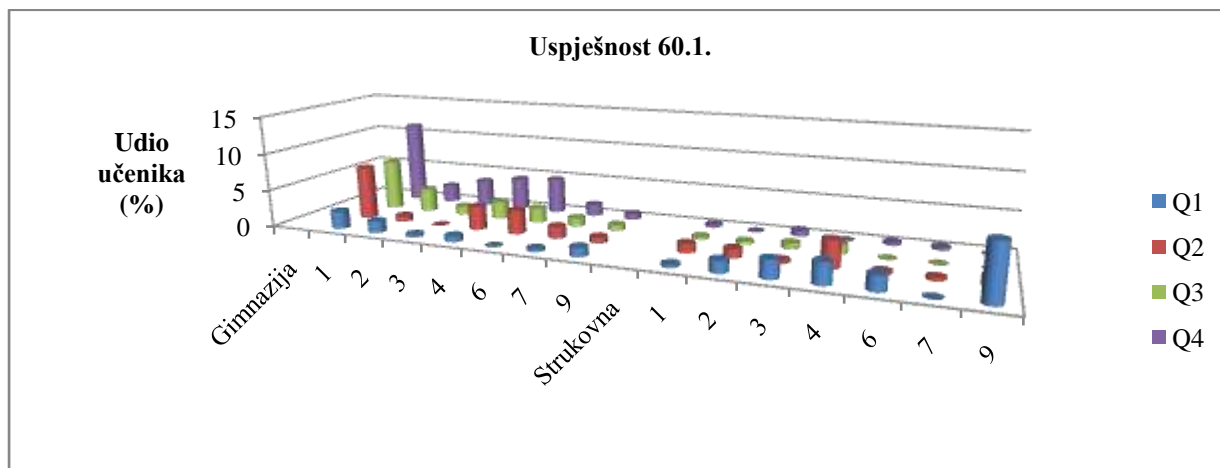
PODRUČJE	POTPODRUČJE	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Tvari	Građa tvari	Karboksilne kiseline i njihovi derivati	8. i 4.	Povezati fizikalna i kemijska svojstva organskih spojeva sa strukturom njihovih molekula i vrstom funkcijske skupine

Pitanje je dobre kvalitete, slabog utjecaja pitanja na odgovor i velike važnosti za struku. Kognitivna razina pitanja je II. i njime se ispituje razumijevanje i primjena znanja (Slika 55.).



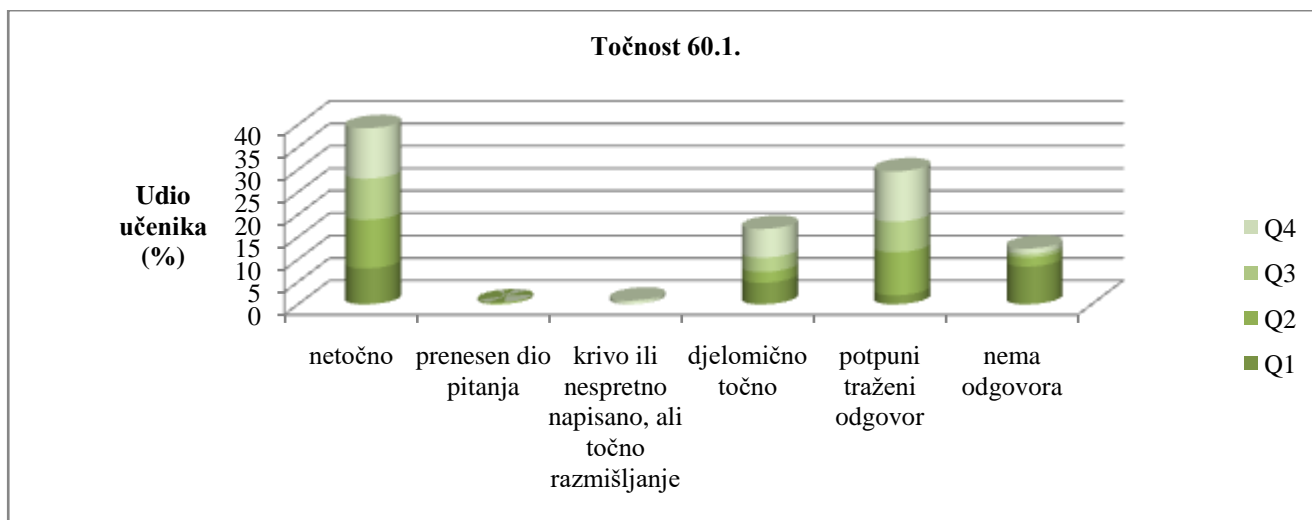
Slika 55. Procjena kvalitete čestice 60.1. na državnoj maturi iz biologije 2016. godine

Pitanje 60.1. zahtijevalo je povezivanje kemijske strukture lipida sa njegovim fizikalnim svojstvima (topljivost lipida u vodi). Lipidi su esteri alkohola glicerola i triju viših masnih kiselina. Struktura lipida sadrži polarni dio koji potječe od alkohola i nepolarni dio iz masnih kiselina. Zbog nepolarnog dijela, lipidi se ne miješaju s polarnim tvarima, u ovom slučaju s vodom koja je polarna. Lipidi su prema tome hidrofobne tvari jer se ne miješaju s vodom.



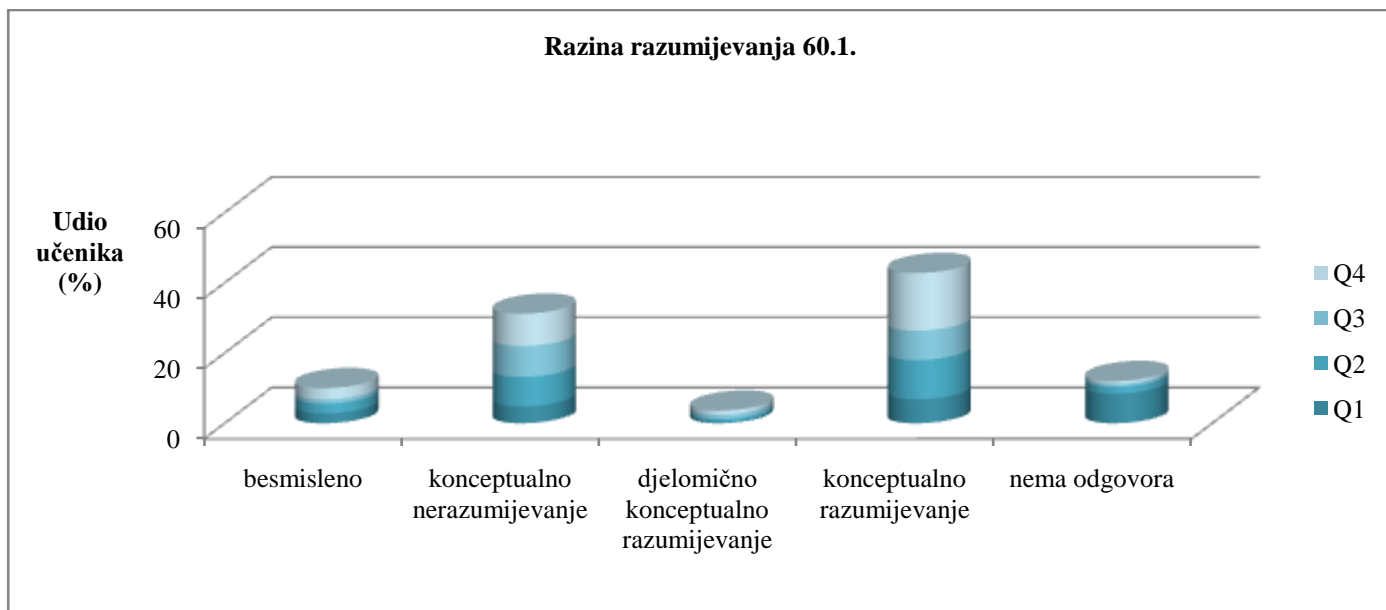
Slika 56. Prikaz uspješnosti učenika gimnazijskog i strukovnog usmjerenja pri rješavanju ispitne čestice 60.1. po klasama riješenosti

Na pitanje se moglo odgovoriti reproduktivno pa je dio učenika odgovorio netočno (Slika 56. i 57.), vjerojatno metodom pogađanja.



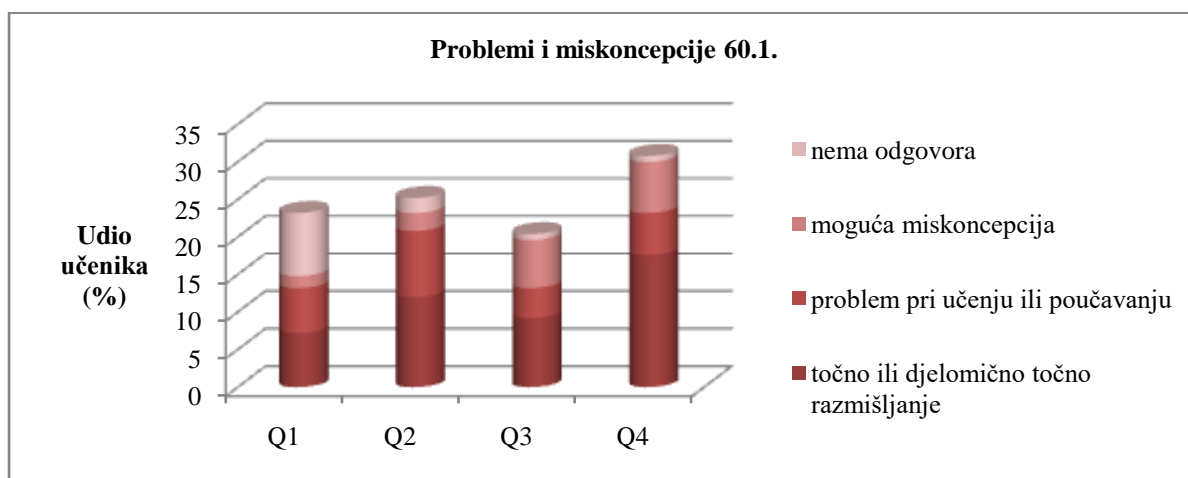
Slika 57. Prikaz točnosti uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 60.1.

Konceptualno nerazumijevanje zabilježeno je kod učenika koji su zbog nepažljivog čitanja teksta previdjeli da je riječ o ulozi loja kod vodenih ptica pa su nudili odgovore poput: „Omogućuje lakši prodor ptice u vodu.“ ili „Trtična žlijezda im je važna zbog regulacije topline“ (Slika 58.).

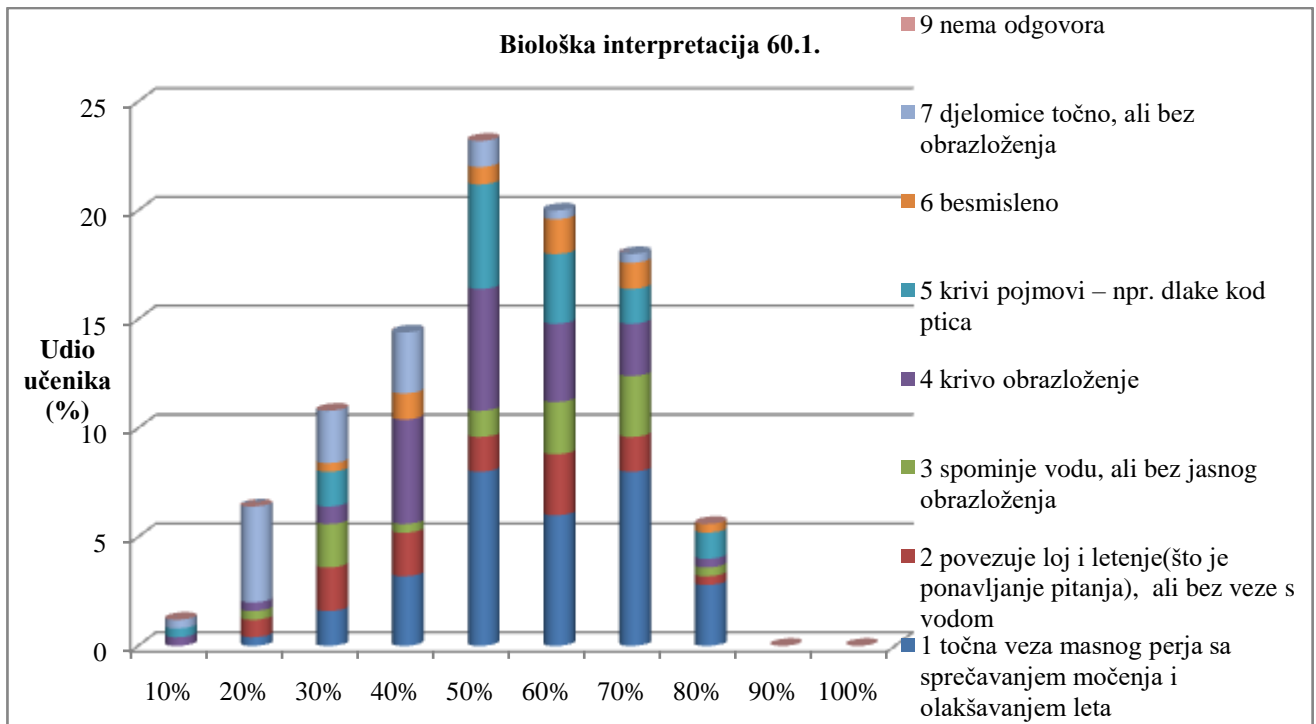


**Slika 58. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 60.1.**

Miskonceptije su prisutne kod 17% učenika, a probleme s učenjem ili pri poučavanju ima 24% učenika(Slika 59.) koji su loj povezivali s lakšim plivanjem, sprječavanjem isušivanja perja ili s regulacijom topline(Slika 60.).



**Slika 59. Prikaz udjela učenika s problemima i miskonceptijama po klasama riješenosti utvrđenim za ispitnu česticu 60.1.**

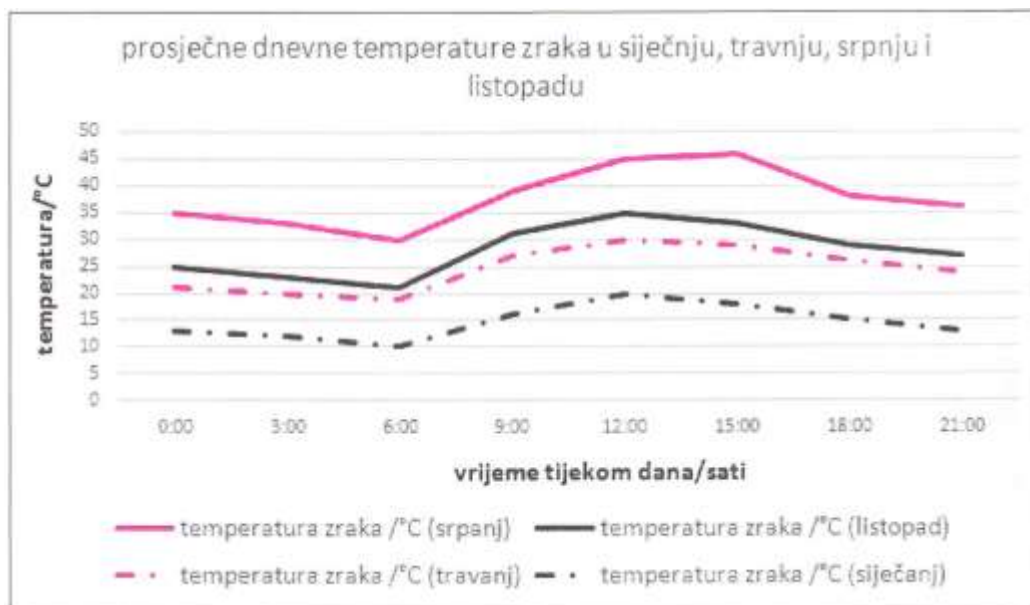


Slika 60. Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 60.1.

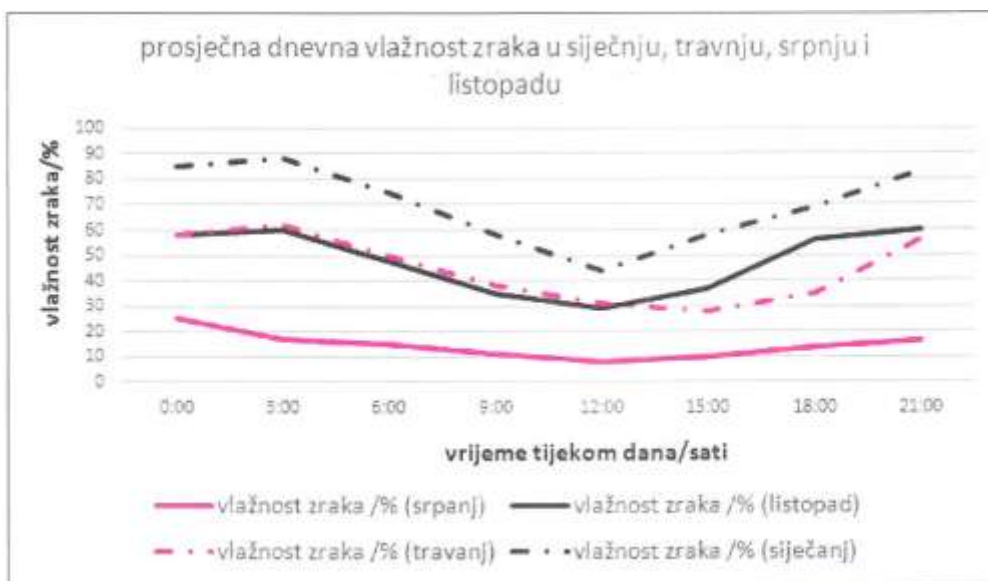
### 66. pitanje 2015. / 2016. godine

66. Slike A. i B. prikazuju životne uvjete jednoga područja. Podatci na slikama A. i B. odnose se na prosječne dnevne vrijednosti temperature i vlažnosti zraka tijekom navedenih mjeseci.

A.



B.



66.3 Na temelju podataka na prikazanim slikama A. i B. zaključite kakav će biti intenzitet transpiracije tijekom siječanjskoga jutra. Jednom rečenicom objasnite odgovor.

Očekivani odgovor: **Pri uvjetima niske temperature i visoke vlažnosti, intenzitet transpiracije će biti smanjen.**

Koncepti koje povezuje pitanje 66.3. su *Homeostaza na razini organizma* koja se za biljke obrađuje u 3. razredu na primjeru transpiracije i kemijski koncept *Agregacijska stanja tvari* koji se obrađuje u 1. razredu u sklopu nastavne teme *Tvari* (Tablica 29. i 30.). *Energija i kemijske promjene* je tema koja se obrađuje na nastavi kemije u 2. razredu i bitna je za razvoj vještina kao što su očitavanje podataka te analiza vrijednosti na grafičkom prikazu koji se ispituju navedenim pitanjem.

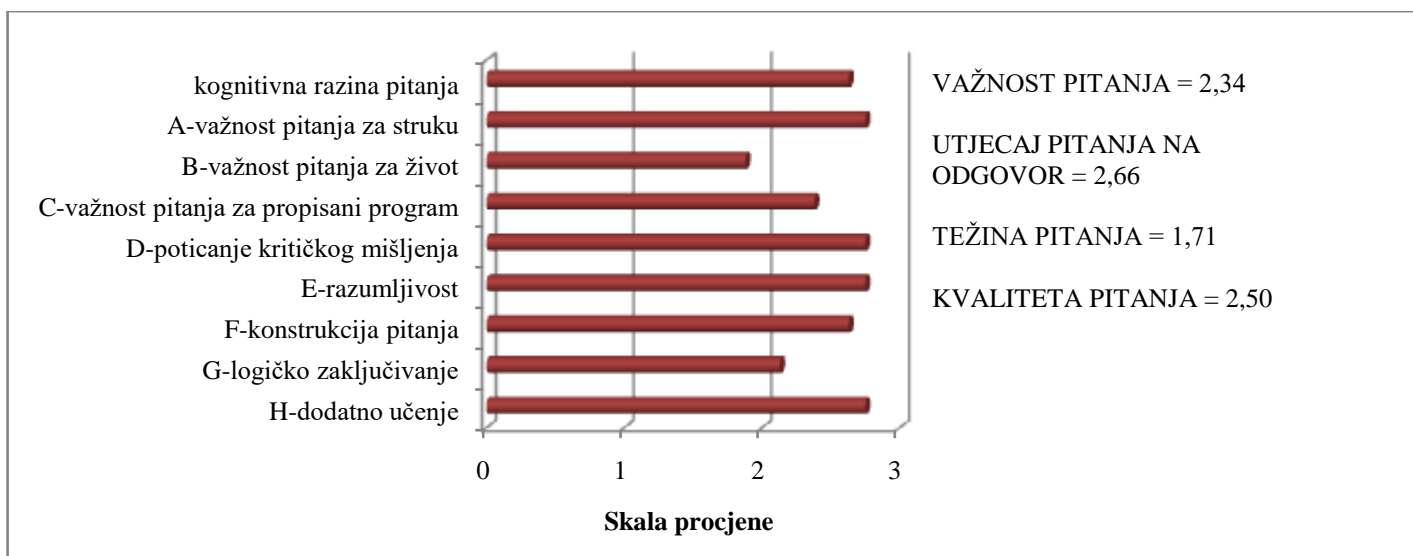
Tablica 29. Biološki koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 66.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.

KONCEPT 1	KONCEPT 2	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Održavanje ravnoteže u organizmu	Homeostaza na razini organizma	Promet vode u biljkama	3.	Analizirati mehanizme održavanja homeostaze u biljnome organizmu

Tablica 30. Područja i potpodručja kemije i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituje čestica 66.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2016.

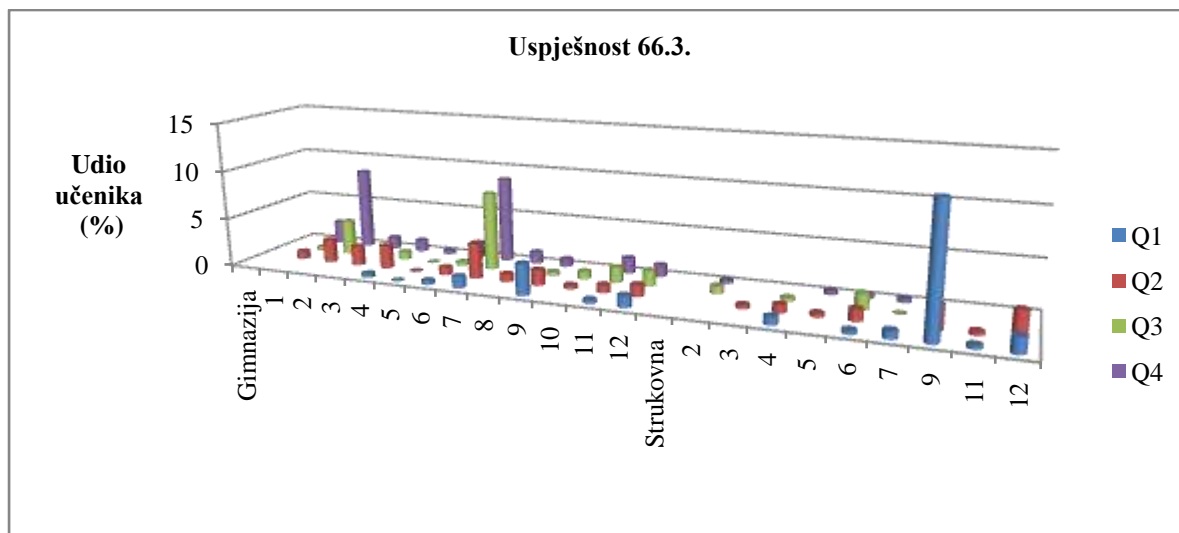
PODRUČJE	POTPODRUČJE	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Tvari	Svojstva tvari	Tvari	7.,1.	Procjeniti utjecaj temperature na odabrano fizikalno svojstvo fluida (npr. gustoću, viskoznost, volumen)
Prikupljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata	Grafički prikazi	Energija i kemijske promjene	2.	Očitati podatke iz grafičkoga ili tabličnoga prikaza Analizirati vrijednosti na grafičkome prikazu

Zadatak 66.3. III. je kognitivne razine i ispituje rješavanje problema. Srednje je važnosti, potiče logičko zaključivanje i važno je za struku (Slika 61.).

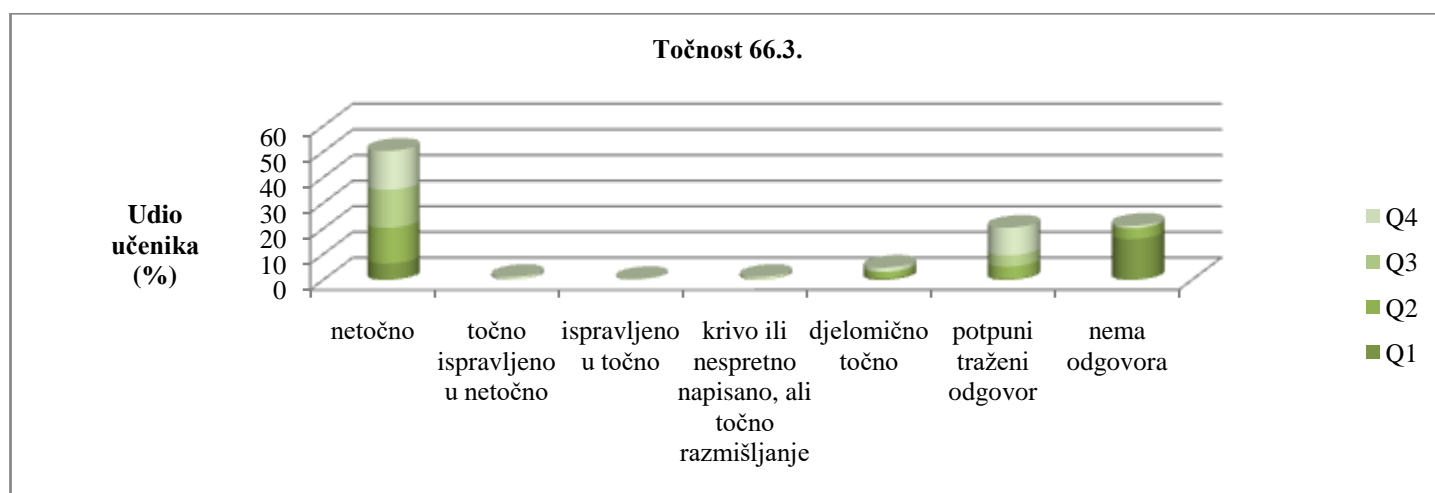


Slika 61. Procjena kvalitete čestice 66.3. na državnoj maturi iz biologije 2016. godine

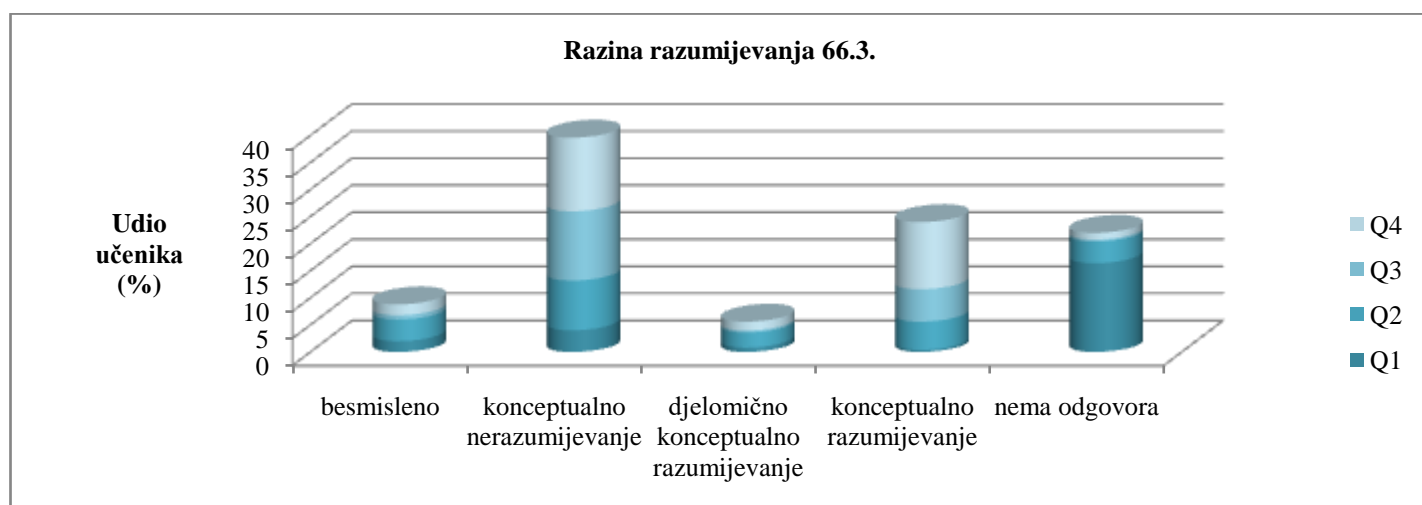
Zadatak 66.3. ispituje utjecaj temperature i količine vlage u zraku na transpiraciju. Transpiracija je isparavanje vode iz biljke i pasivan je proces jer se voda kreće u smjeru pada svoje koncentracije. Navedeni proces služi i za regulaciju temperature listova. Točan odgovor su ponudili učenici koji su uspješno očitali podatke s grafa i analizirali njihovo značenje (Slika 62. i 63.). Iz grafa se očitava da je u siječnju niska temperatura i velika količina vlage u zraku. Transpiracija će pri tim uvjetima biti niska jer biljka ne treba snižavati temperaturu listova, a količina vode u zraku je veća nego u biljci.



Slika 62. Prikaz uspješnosti učenika gimnazijskog i strukovnog usmjerenja pri rješavanju ispitne čestice 66.3. po klasama riješenosti



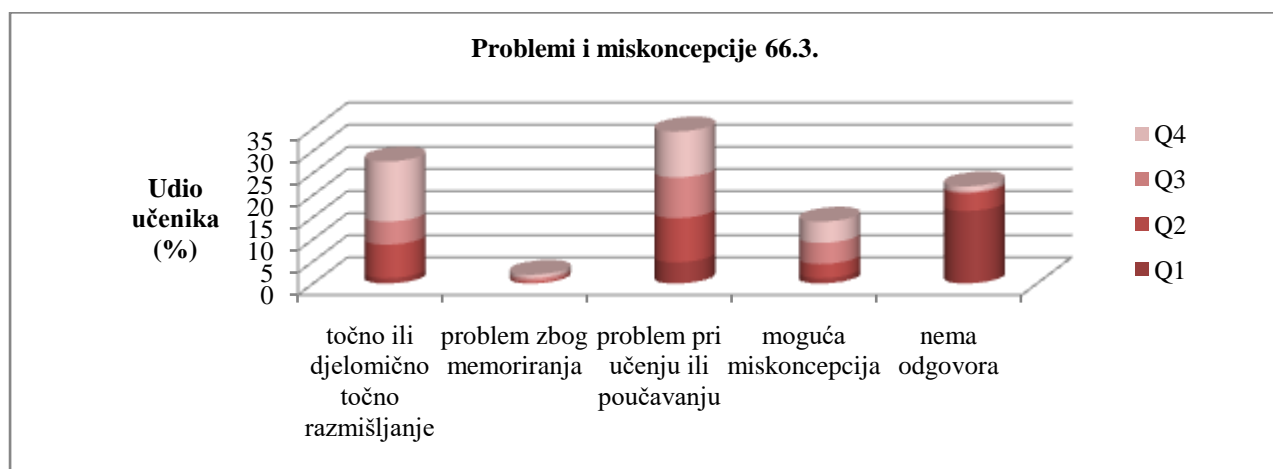
Slika 63. Prikaz točnosti uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 66.3.



Slika 64. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama riješenosti za ispitnu česticu 66.3.

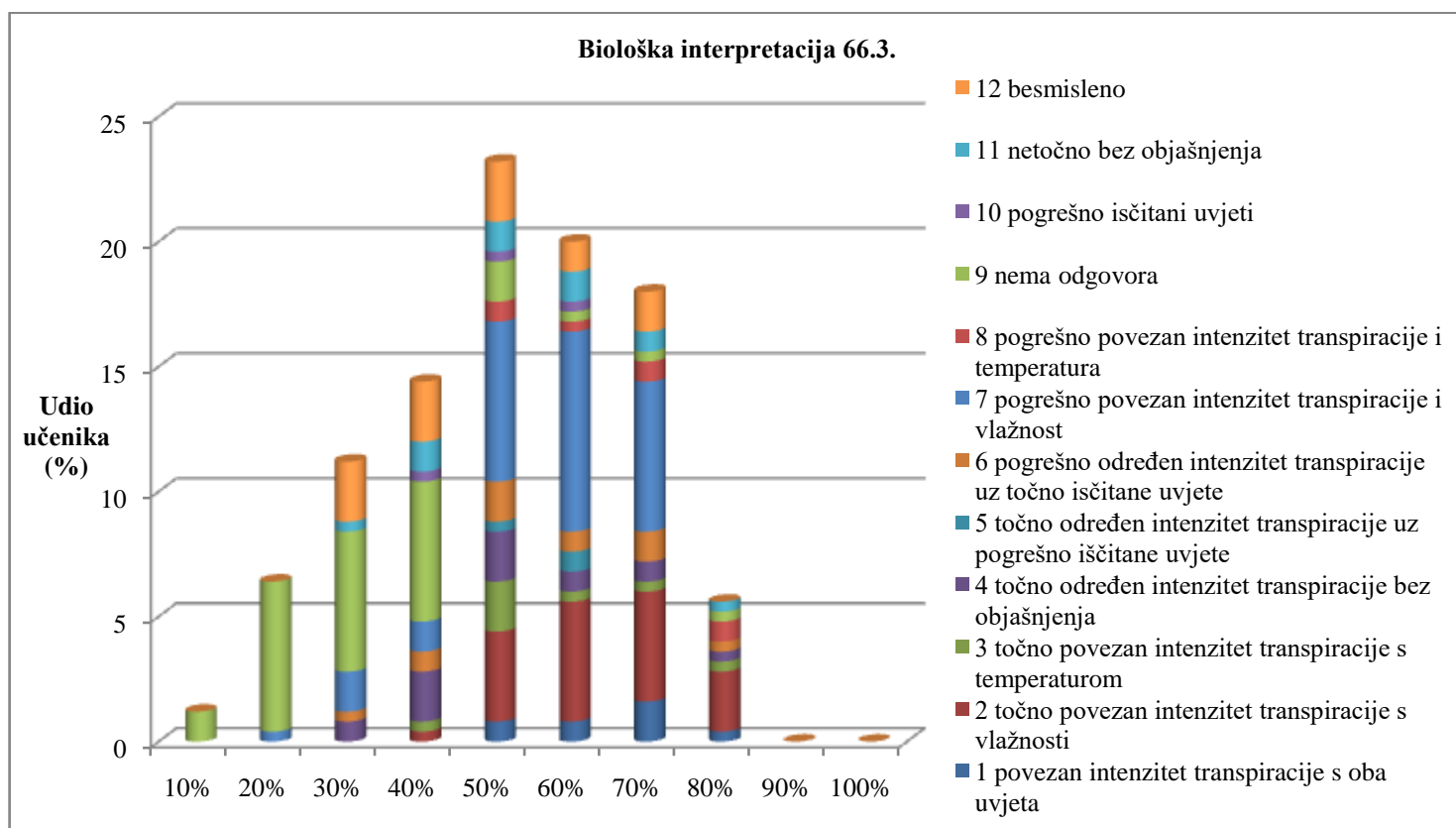


Konceptualno nerazumijevanje je prisutno kod 40% učenika(Slika 64.), a problemi pri učenju i/ ili poučavanju te miskoncepcije kod 48% učenika(Slika 65.) koji su krivo odredili utjecaj okolišnih uvjeta na intenzitet transpiracije.



Slika 65. Prikaz udjela učenika s problemima i miskoncepcijama po klasama riješenosti utvrđenim za ispitnu česticu 66.3.

Podatke iz grafa su točno očitali i povezali oba uvjeta sa stopom transpiracije 4% učenika, a samo 2% učenika krivo očitava podatke s grafa(Slika 66.).

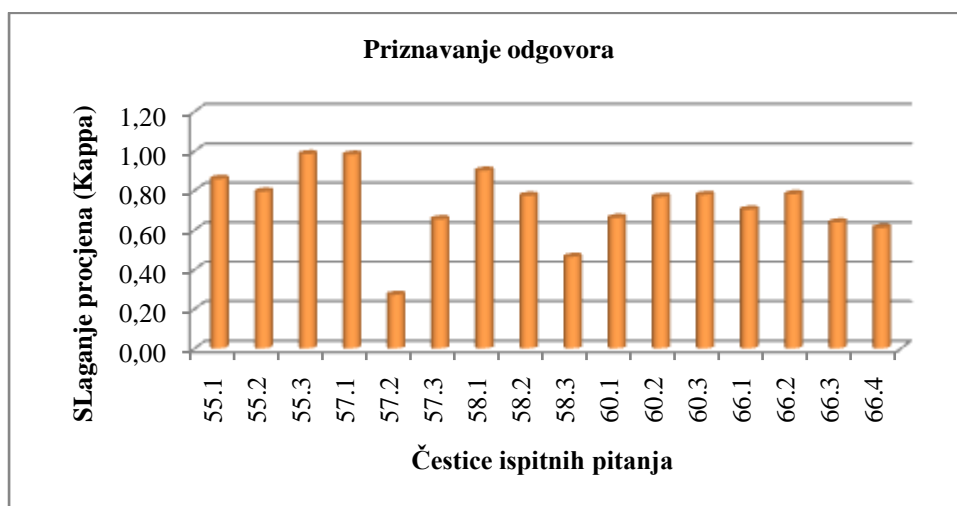


Slika 66.Prikaz biološke interpretacije uz detaljno kodiranje odgovora učenika po klasama za ispitnu česticu 66.3.

## 4.2. Usporedba procjene pitanja po elementima između mladog nastavnika i iskusnih procjenjivača

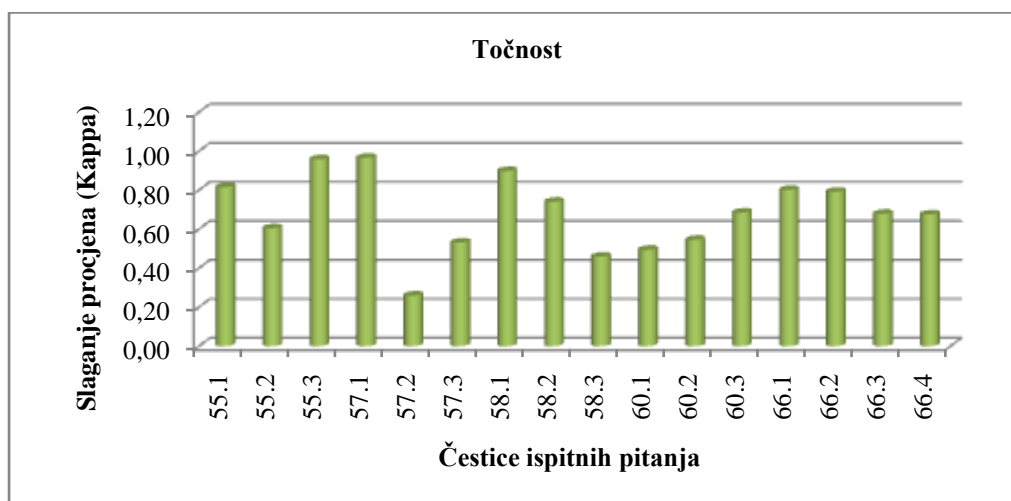
Usporedbom mediana kao srednje vrijednosti procjena odgovora učenika prema kriterijima za pojedine elemente procjene koje su izradili iskusni nastavnici biologije i procjena mladog nastavnika biologije analizirane su razlike u interpretaciji odgovora učenika.

U elementu procjene *priznavanje odgovora* od 16 procijenjenih čestica, kod 10 čestica utvrđeno je jako, a kod 4 potpuno slaganje prema FleissKappa koeficijentima (Slika 67).



Slika 67. Prikaz slaganja procjena prema FleissKappa koeficijentima između nastavnika različitog radnog iskustva u elementu procjene *priznavanje odgovora* za analizirane čestice ispitnih pitanja

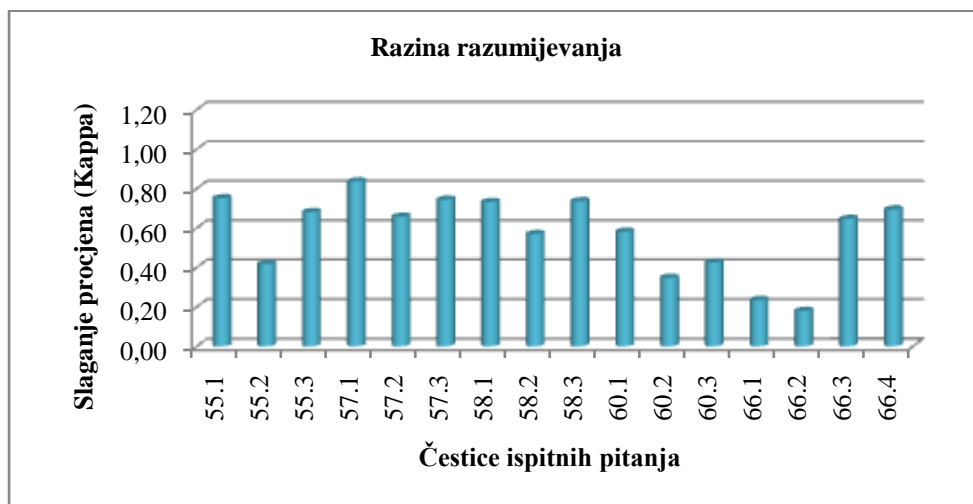
Jako slaganje utvrđeno je kod 7 čestica, a potpuno kod 4 u elementu procjene *točnost* (Slika 68.)



Slika 68. Prikaz slaganja procjena prema FleissKappakoeficijentima između nastavnika različitog radnog iskustva u elementu procjene *točnost* za analizirane čestice ispitnih pitanja

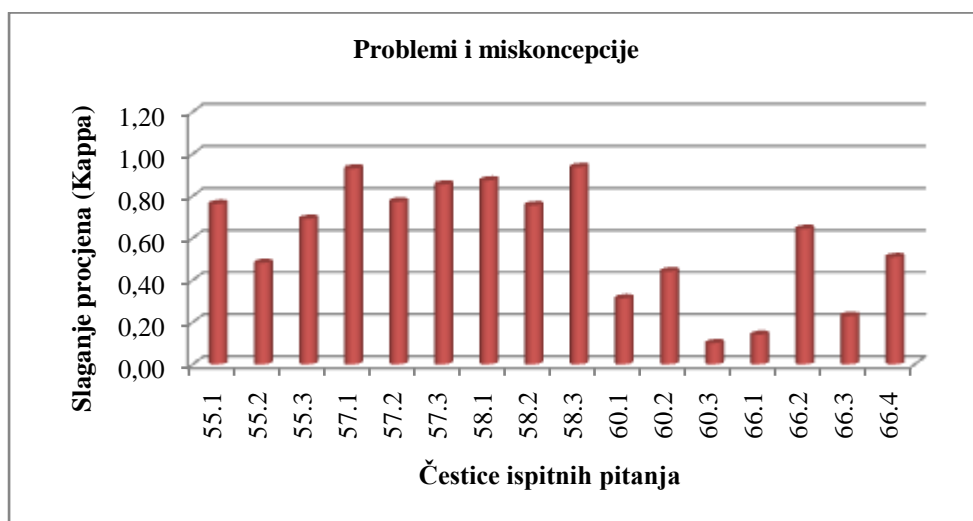
Srednje slaganje je prisutno kod 4 čestice u elementu *točnost*, a kod 1 čestice u elementu *priznavanje odgovora*. U oba elementa 1 čestica ima uočljivo slaganje po FleissKappa koeficijentu (Slika 67. i 68.).

Slaganje među procjenjivačima je manje u elementima *razina razumijevanja*, *problemi i miskonceptije* i *specifično kodiranje* gdje je više čestica s uočljivim i slabim slaganjem među procjenjivačima (Slika 69., 70. i 71.).



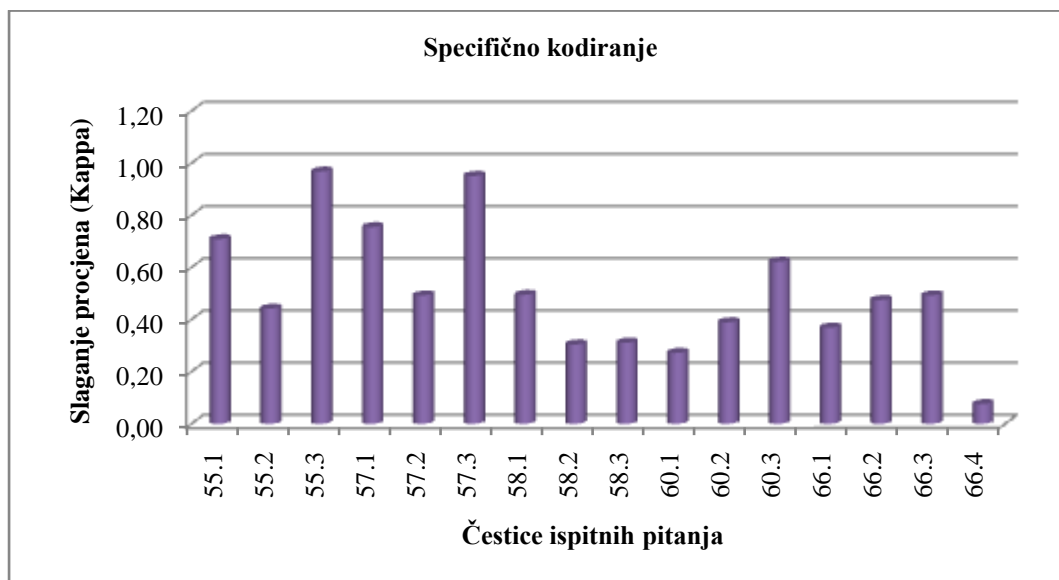
Slika 69. Prikaz slaganja procjena prema FleissKappa koeficijentima između nastavnika različitog radnog iskustva u elementu procjene *razina razumijevanja* za analizirane čestice ispitnih pitanja

Za element procjene *razina razumijevanja* zabilježena je 1 čestica s potpunim, 8 sa jakim, 4 sa srednjim te 3 s uočljivim slaganjem (Slika 69.) dok su za element *problemi i miskonceptije* 4 čestice s potpunim slaganjem, 5 jakim, 3 srednjim te po dvije za uočljivo slaganje (Slika 70).



Slika 70. Prikaz slaganja procjena prema FleissKappa koeficijentima između nastavnika različitog radnog iskustva u elementu procjene *problemi i miskonceptije* za analizirane čestice ispitnih pitanja

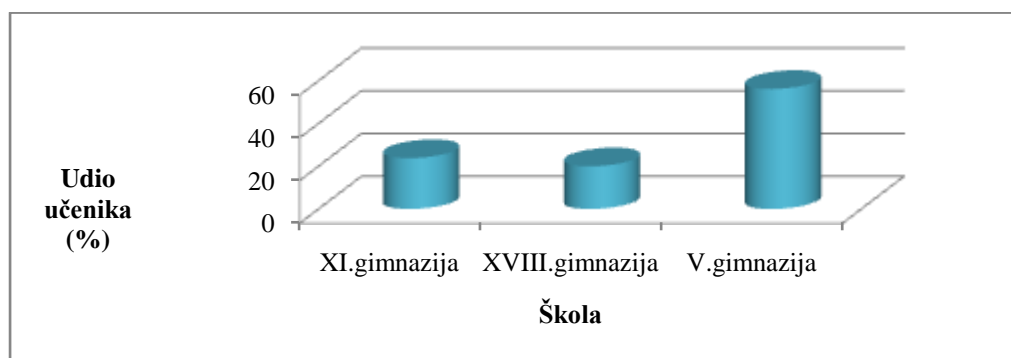
Element procjene *specifično kodiranje* je element s najvećim razilaženjem u slaganju procjena mladog nastavnika u odnosu na iskusne nastavnike biologije kao procjenjivače. Dvije su čestice s potpunim slaganjem, tri jakim, po pet čestica sa srednjim i uočljivim te jedna sa slabim slaganjem (Slika 71.).



**Slika 71.** Prikaz slaganja procjena prema FleissKappa koeficijentima između nastavnika različitog radnog iskustva u elementu procjene *specifično kodiranje* za analizirane čestice ispitnih pitanja

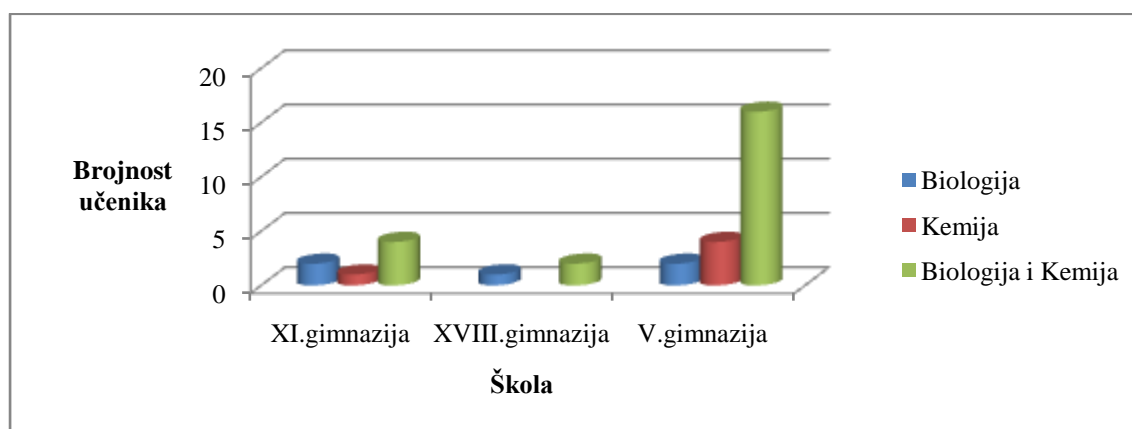
### 4.3. Rezultati pisanih provjera provedenih u srednjim školama 2017. godine

Analizirani su učnički odgovori na ispitima sastavljenim od pitanja na državnim maturama održanim 2014., 2015., 2016. i 2017. godine prema odabranim ishodima iz Kataloga za državnu maturu iz Biologije. Provjerom je ispitano 105 učenika četvrtih razreda triju zagrebačkih srednjih škola: XI. gimnazija, XVIII. gimnazija te V. gimnazije (Slika 72).



Slika 72. Prikaz udjela učenika koji su sudjelovali u provjeri 2017. godine po školama

Od ispitivane populacije učenika, ukupno 5 učenika planira pisati biologiju na državnoj maturi 2018. godine (Slika 73).



Slika 73. Prikaz brojnosti učenika u pojedinoj školi koji planiraju pisati biologiju, kemiju ili i biologiju i kemiju kao izborni predmet na državnoj maturi 2018. godine

Provjerom se željela utvrditi usvojenost koncepata na slučajnom uzorku učenika uz procjenu razine razumijevanja. Provjera je bila sastavljena od pitanja 45.4. i 51.3. iz 2015. kod kojih je bila slabija riješenost (manje od 30%) te pitanja 66.3. iz 2016. gdje je procjenom utvrđeno da gotovo polovica ispitivane populacije ima problema u učenju ili moguće miskoncepcije. Pitanja 58. i 64. bila su na ljetnom roku državne mature 2017. godine, a provjeravaju koncepte uz koje su uočeni problemi pri rješavanju kod pristupnika na državnoj maturi iz Biologije. Pitanje 58. ispituje biološke i kemijske koncepte kao pitanje 45.4. iz 2015. godine.

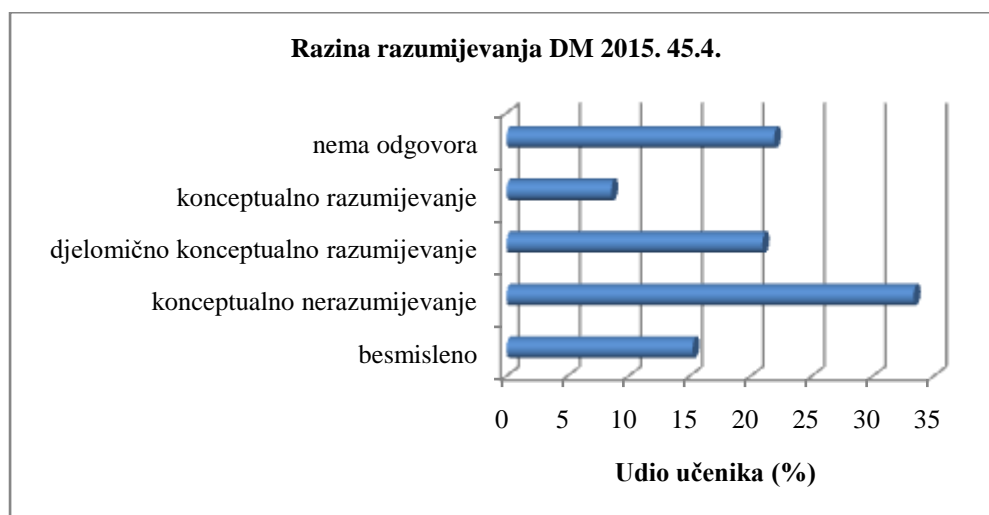
#### 45. pitanje 2014. / 2015. godine

45. Stanice pokožice ljubičastoga crvenog luka stavimo u vodovodnu vodu i promatramo pod povećanjem 60 puta. Uočavamo jednolično ljubičasto obojenu tekućinu unutar stanice. Kapaljkom dodamo zasićenu otopinu saharoze na stakalce te je filtrirnim papirom provučemo kroz preparat.

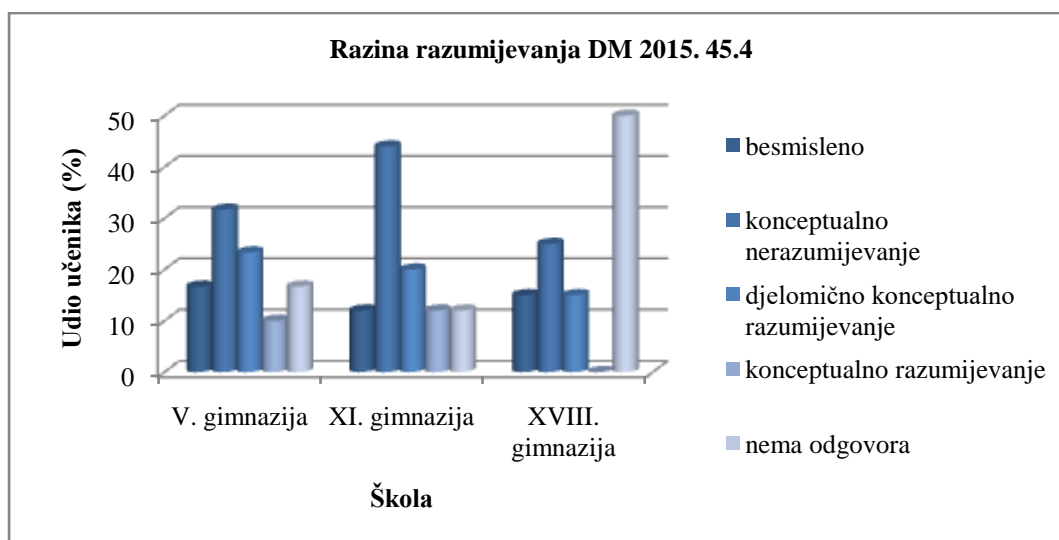
Promatramo promjene koje se događaju u stanicama. Voda počinje izlaziti iz stanice zbog razlike u koncentraciji otopina u stanici i izvan nje. Stanična membrana odvaja se od stanične stijenke, a smanjuje se volumen vakuole i citoplazme.

45.4. Što bi se dogodilo ako se stanica luka umjesto u zasićenu otopinu saharoze stavi u zasićenu otopinu natrijeva klorida? Jednom rečenicom objasnite svoj odgovor.

Pitanje 45.4. ispituje biološki i kemijski koncept *Osmoza* (Tablica 15.). Na provjeri najveći je postotak učenika pokazao konceptualno nerazumijevanje ponudivši sljedeće odgovore: natrijev klorid bi izlazio iz stanice, voda bi ulazila u stanicu i ona bi pukla. Uz pitanje o smjeru procesa, u provjeri je dodana uputa učenicima da objasne svoj odgovor. Na provjeri je također zabilježen najveći postotak učenika s konceptualnim razumijevanjem (Slika 74.). Najviše učenika XVII. gimnazije nije ponudilo nikakav odgovor na pitanje (Slika 75).

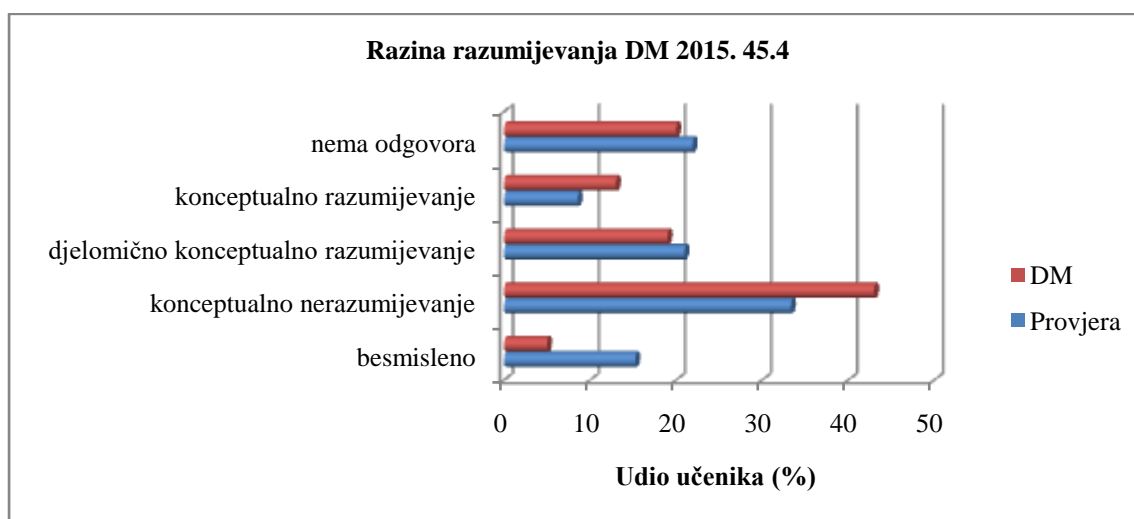


Slika 74. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika na provjeri 2017. za ispitnu česticu 45.4.



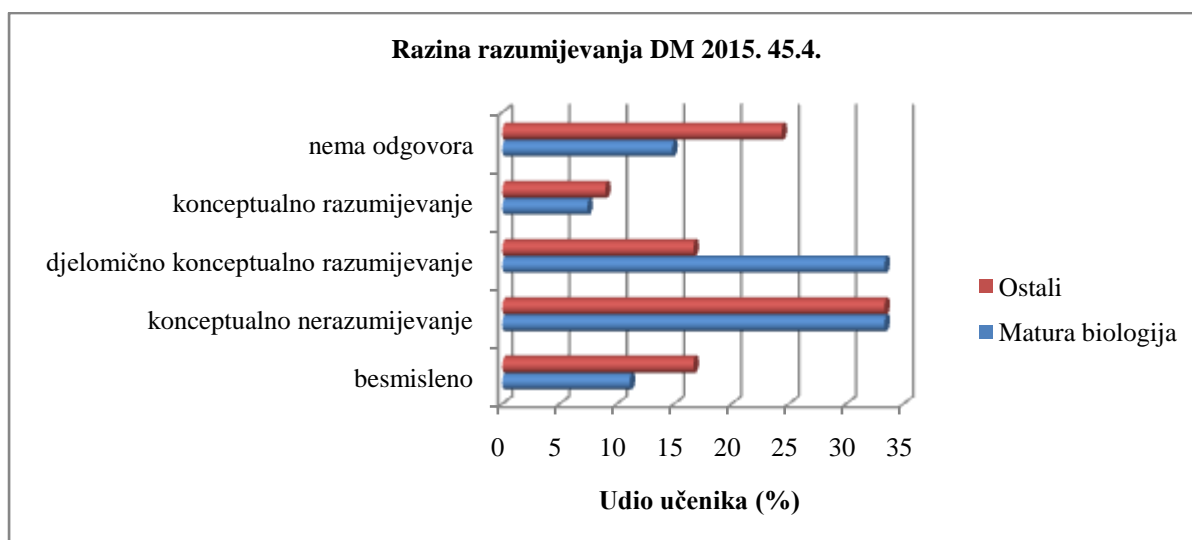
Slika 75. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po školama za ispitnu česticu 45.4. na provjeri provedenoj 2017. godine

Na državnoj maturi 2015. zabilježeno je kod više učenika s konceptualnim nerazumijevanjem, a na provjeri je bilo više učenika s djelomičnim konceptualnim razumijevanjem (Slika 76.).



Slika 76. Prikaz usporedbe razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika na ispitu državne mature 2015. i provjeri provedenoj u srednjim školama 2017. godine za ispitnu česticu 45.4.

Učenici koji planiraju pisati biologiju na maturi 2018. godine su pokazali konceptualno razumijevanje u podjednakom postotku kao ostatak učenika te djelomično konceptualno razumijevanje u dva puta većem postotku od ostatka učenika na provjeri (Slika 77.).

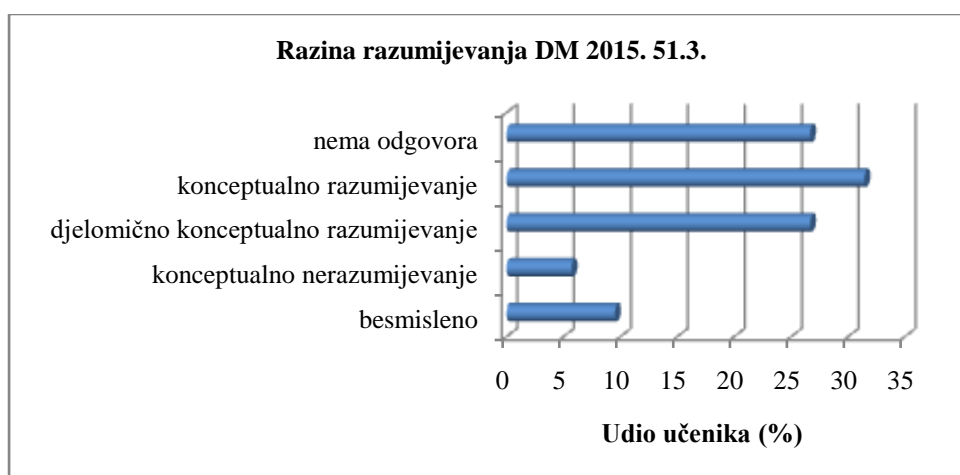


**Slika 77. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 45.4. na provjeri provedenoj 2017. godine kod učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na maturi 2018. godine i ostalih učenika**

### 51. pitanje 2014. / 2015. godine

51.3. Koji je uzrok difuzije kisika iz alveola u krv? Jednom rečenicom objasni svoj odgovor.

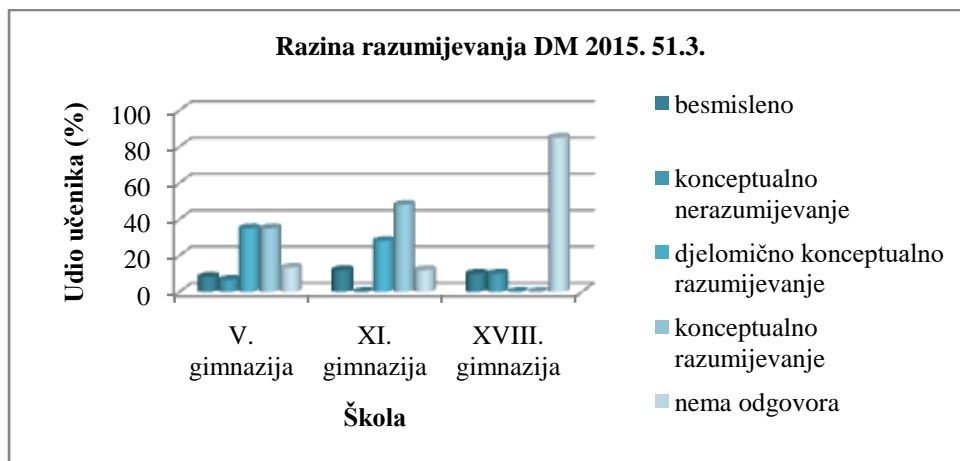
Pitanje 51.3. ispituje kemijski koncept *Difuzija* te biološke koncepte *Difuzija* i *Izmjena plinova* (Tablica 18.). Na provjeri su, uz odgovor o uzroku difuzije kisika, učenici trebali dodati objašnjenje. Analizom rezultata provedene provjere, utvrđeno je da učenici u najvećem postotku pokazuju konceptualno i djelomično konceptualno razumijevanje (Slika 78.).



**Slika 78. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika na provjeri 2017. za ispitnu česticu 51.3.**

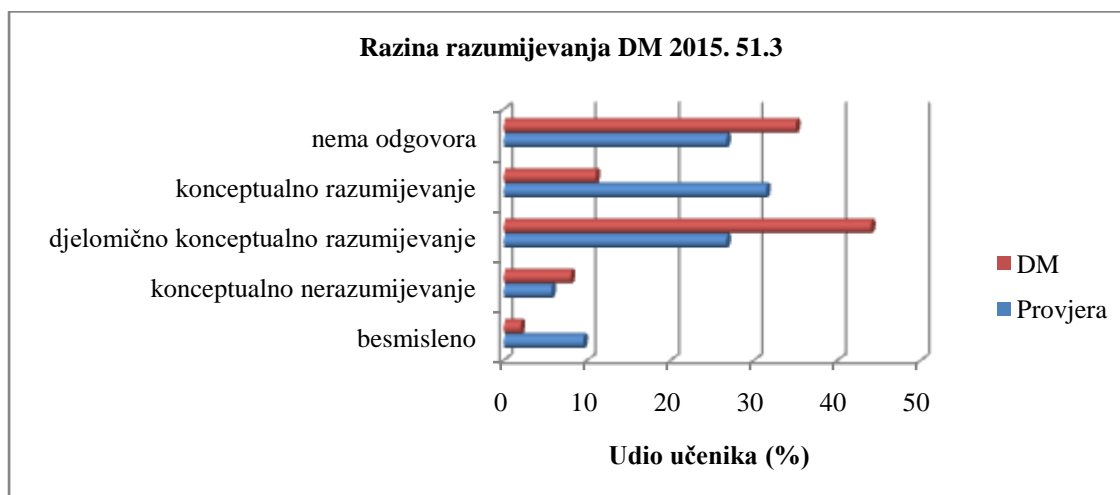
Učenici su na provjeri pokazali djelomično konceptualno i konceptualno razumijevanje, najviše u XI. gimnaziji (Slika 79.).





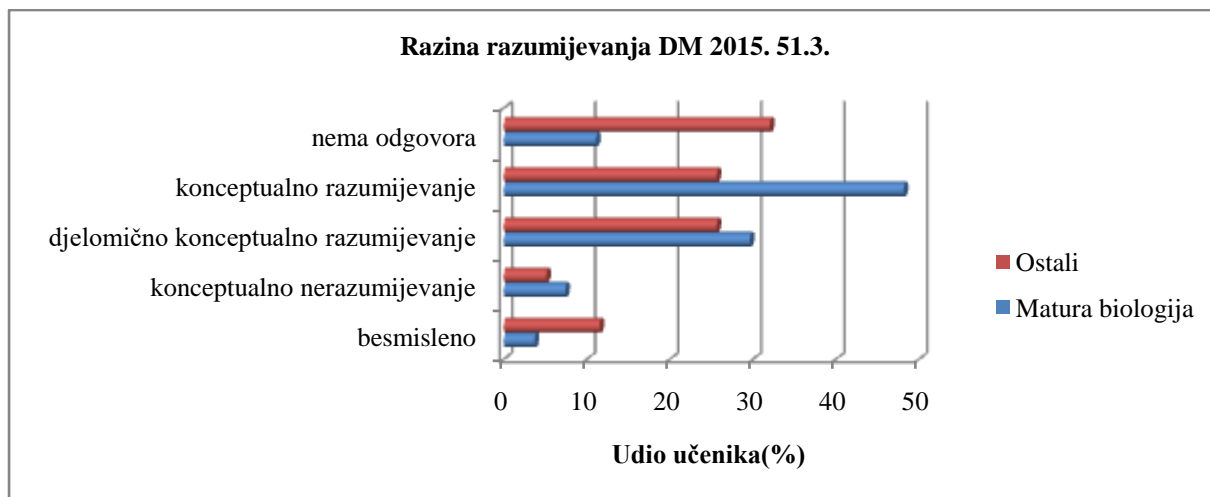
**Slika 79. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po školama za ispitnu česticu 51.3 na provjeri provedenoj 2017. godine**

Na provjeri je gotovo tri puta više učenika kod kojih je zabilježeno konceptualno razumijevanje(Slika 80.).



**Slika 80. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 51.3 na ljetnom roku državne mature 2015. i provjeri provedenoj 2017. godine**

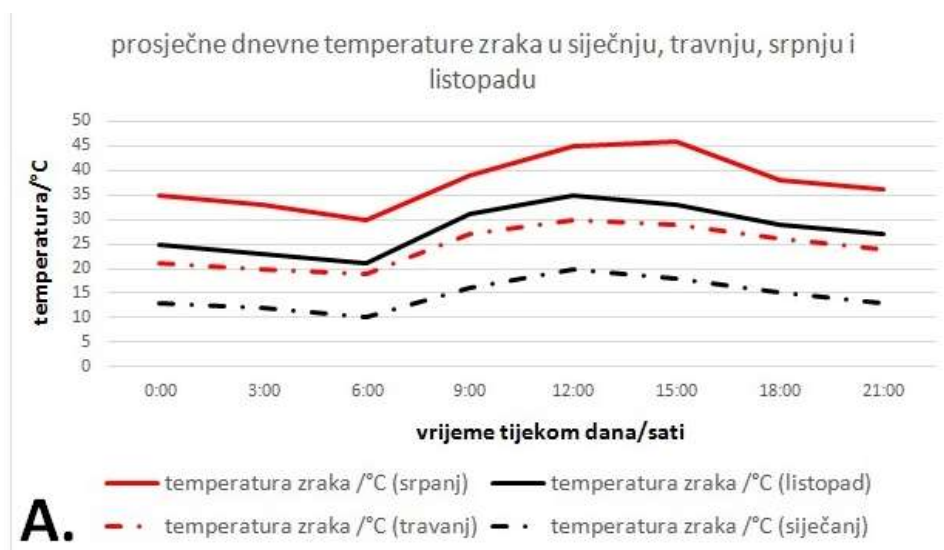
Gotovo polovica učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na državnoj maturi 2018. godine pokazali su konceptualno razumijevanje(Slika 81.).

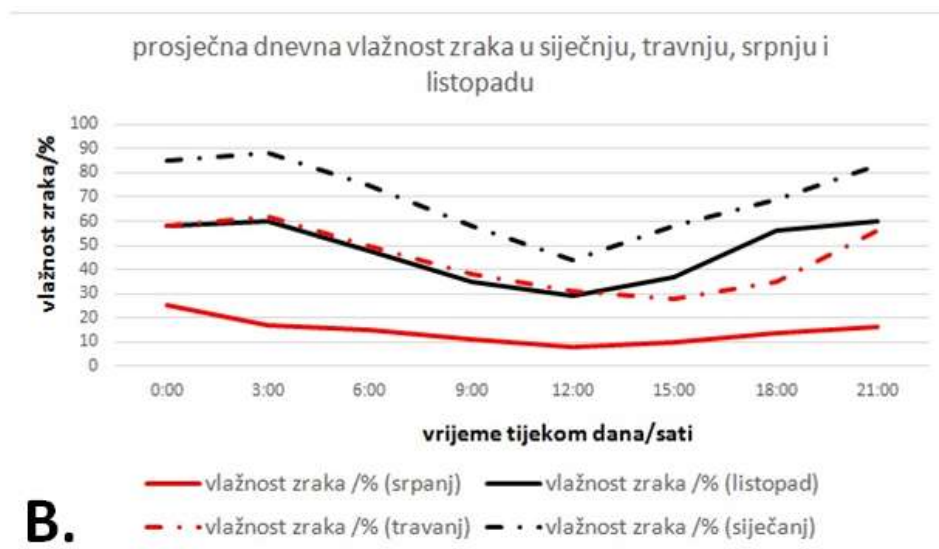


Slika 81. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 51.3. na provjeri provedenoj 2017. godine kod učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na maturi 2018. godine i ostalih učenika

### 66. pitanje 2015. / 2016. godine

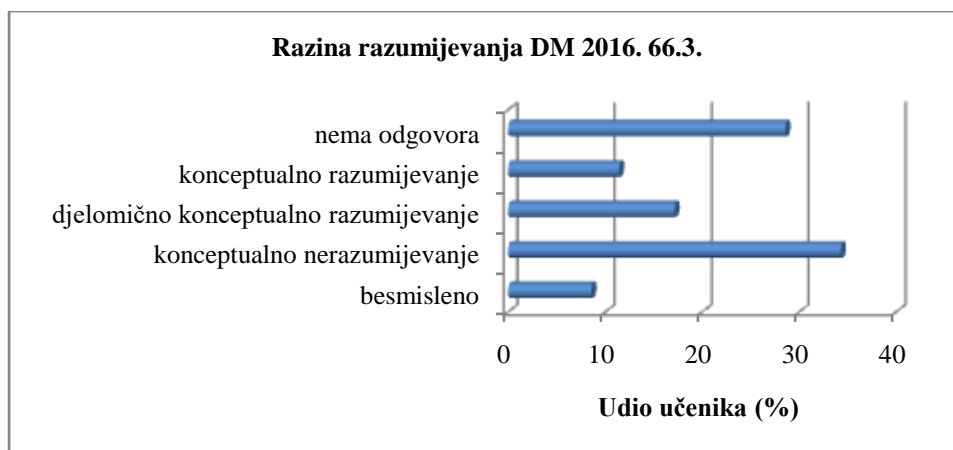
66. Slike A. i B. prikazuju životne uvjete jednog područja. Podatci na slikama A. i B. odnose se na prosječne dnevne vrijednosti temperature i vlažnosti zraka tijekom navedenih mjeseci.





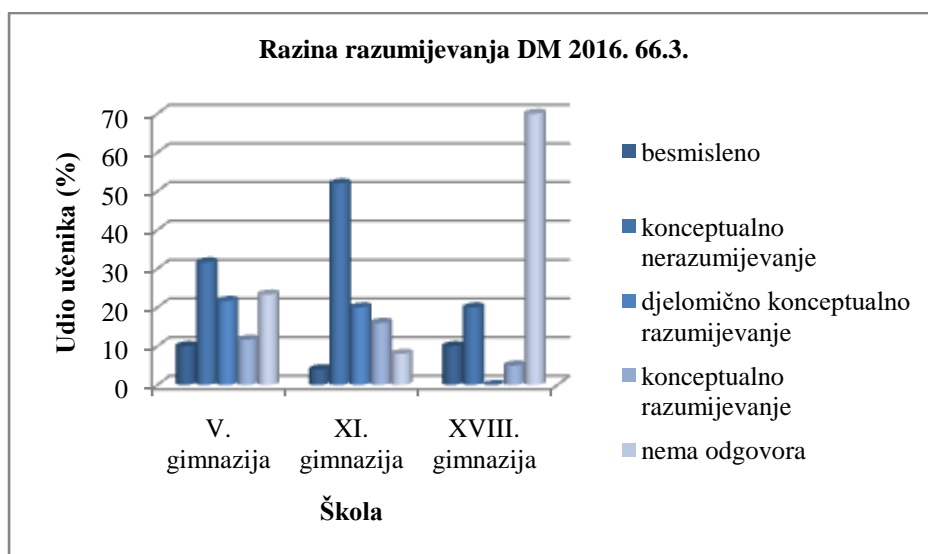
66.3. Temeljem podataka na prikazanim slikama zaključite kakav će biti intenzitet transpiracije tijekom siječanjskog jutra. Jednom rečenicom objasnite svoj odgovor.

Pitanje 66.3. povezuje biološki koncept *Promet vode u biljkama* s kemijskim konceptima *Tvari* te *Energija i kemijske promjene* (Tablica 29. i 30.). Iz rezultata analize iščitava se da je najveći broj učenika na provjeri kao i na ispitu državne mature (Slika 82.) pokazao konceptualno nerazumijevanje te su nudili sljedeće odgovore: „Visok intenzitet transpiracije, jer tada ima najviše vlage u zraku“; Intenzitet će biti jak jer vlaga opada pa biljke imaju vremena da višak odbace prije nego prime novu vlagu“.



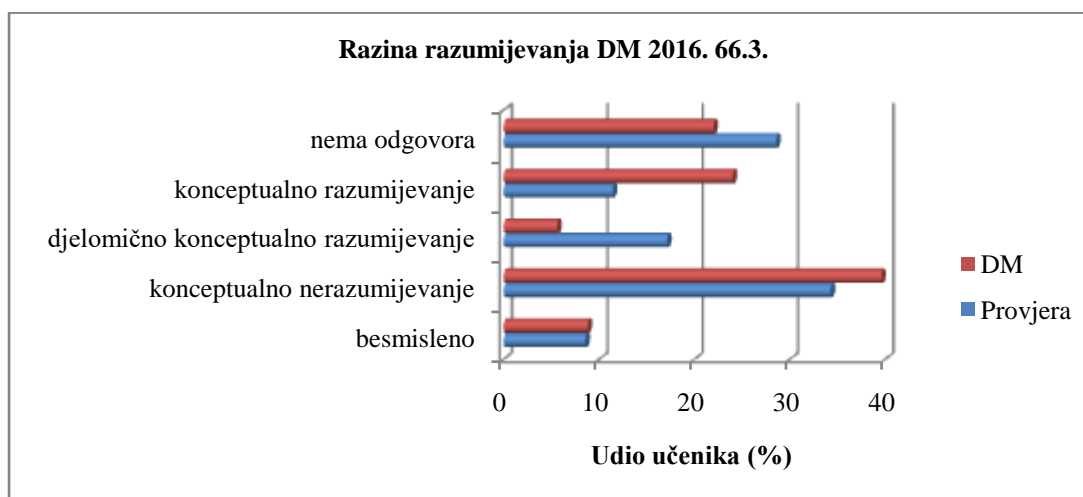
Slika 82. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika na provjeri 2017. za ispitnu česticu 66.3.

Najviše je učenika s konceptualnim nerazumijevanjem u XI. gimnaziji, a učenika koji nisu ponudili nikakav odgovor u XVII. gimnaziji (Slika 83.).



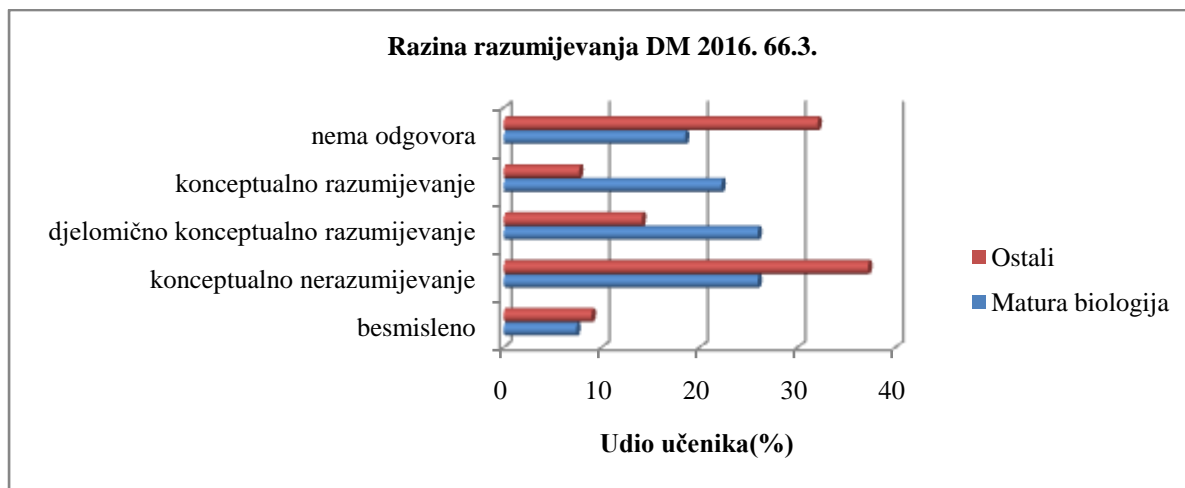
**Slika 83. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po školama za ispitnu česticu 66.3. na provjeri provedenoj 2017. godine**

Manje je učenika na provjeri u odnosu na državnu maturu kod kojih je zabilježeno konceptualno razumijevanje i više učenika koji nisu ponudili nikakav odgovor na pitanje(Slika 84.).



**Slika 84. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 66.3. na ljetnom roku državne mature 2016. i provjeri provedenoj 2017. godine**

Kod učenika koji planiraju pisati biologiju na državnoj maturi 2018. godine zabilježen je tri puta veći postotak učenika s konceptualnim razumijevanjem te veći postotak učenika s djelomičnim konceptualnim razumijevanjem u usporedbi s ostalim učenicima koji su ispitani na provjeri (Slika 85.).



Slika 85. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 66.3. na provjeri provedenoj 2017. godine kod učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na maturi 2018. godine i ostalih učenika

### 58. pitanje 2016. / 2017. godine

58. Izrezane su jednake kockice krumpira i potom su izvagane. Zatim su stavljene u vodene otopine šećera različitih koncentracija i nakon 24 sata ponovno su izvagane.

U tablici su navedeni rezultati mjerenja.

Uzorak	Masa (g) uzorka krumpira na početku pokusa	Masa (g) uzorka krumpira na kraju pokusa	Promjena mase uzorka krumpira (%)
A	2,77	3,47	+25,27
B	2,79	3,01	+7,89
C	2,41	2,40	0,01
D	2,35	1,99	-15,32
E	2,72	2,01	-26,10

Pitanje 58. povezuje biološku temu **Prijenos tvari kroz biomembranu** s kemijskom temom **Otopine i koloidni sustavi** koje se obrađuju na nastavi biologije u 1., odnosno nastavi kemije u 2. razredu srednje škole (Tablica 31. i 32. ).

Tablica 31. Biološki koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituju čestice čestica 58.1., 58.2., i 58.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2017.

KONCEPT 1	KONCEPT 2	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice -metaboličke reakcije	Prijenos tvari kroz staničnu membranu	Prijenos tvari kroz biomembranu	1.	Usporediti pasivne načine prolaska tvari kroz membranu s obzirom na vrstu tvari koja se prenosi

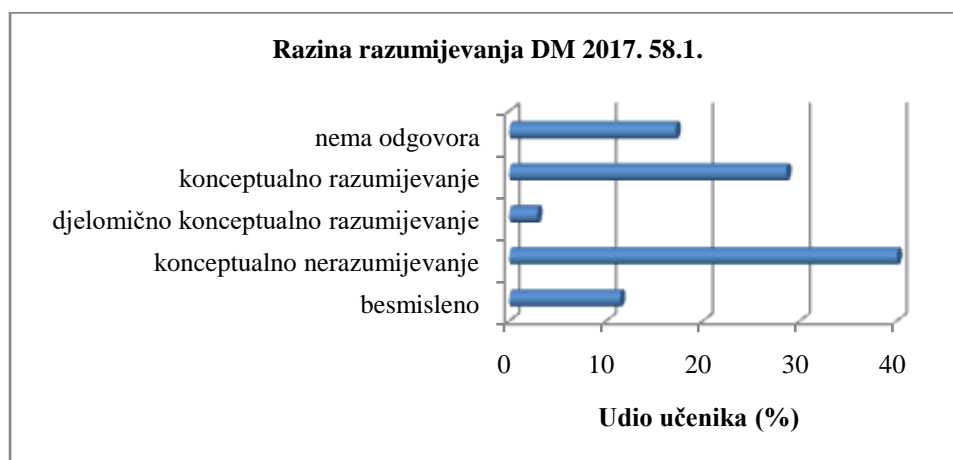
Tablica 32. Područja i potpodručja kemije i teme Nastavnom planu i programu koje ispituju čestice 58.1., 58.2., i 58.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2017.

PODRUČJE	POTPODRUČJE	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Tvari	Svojstva tvari	Otopine i koloidni sustavi	2.	Povezati sastav smjese s koligativnim svojstvima otopine
Prikupljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata	Grafički prikazi	Otopine i koloidni sustavi	2.	Očitati podatke iz grafičkoga ili tabličnoga prikaza Analizirati vrijednosti na grafičkome prikazu

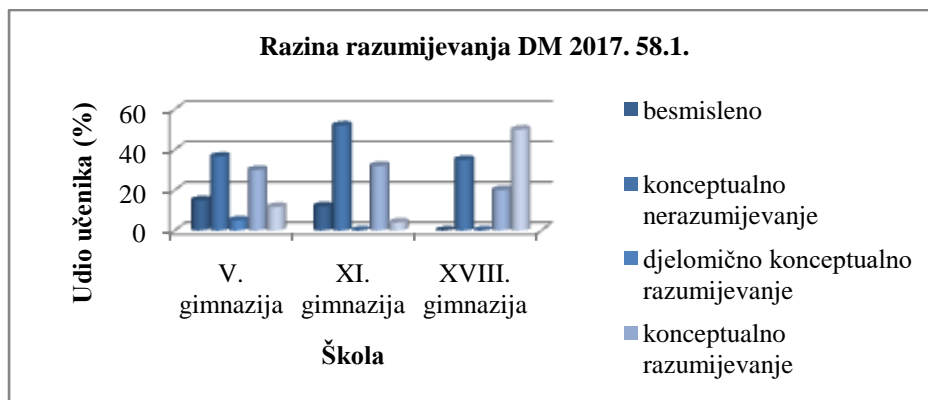
58.1. Kakve su otopine, s obzirom na koncentracije šećera, u koje su uronjeni uzorci krumpira A i B?

Objašnjenje:

Na provjeri zabilježen je veći postotak učenika s konceptualnim nerazumijevanjem za pitanje 58.1. od kojih je najviše učenika u XI. gimnaziji (Slika 86. i 86.).

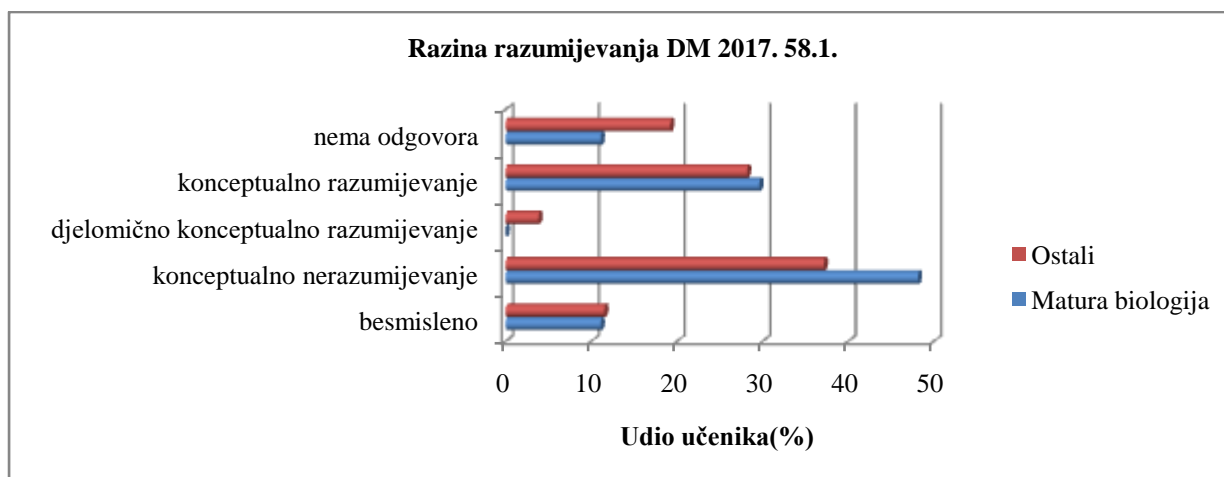


Slika 86. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika na provjeri 2017. za ispitnu česticu 58.1.



**Slika 87. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po školama za ispitnu česticu 58.1. na provjeri provedenoj 2017. godine**

U usporedbi s ostalim učenicima, učenici koji planiraju pisati biologiju na državnoj maturi, u većem su postotku pokazali konceptualno razumijevanje, ali i konceptualno nerazumijevanje (Slika 88).

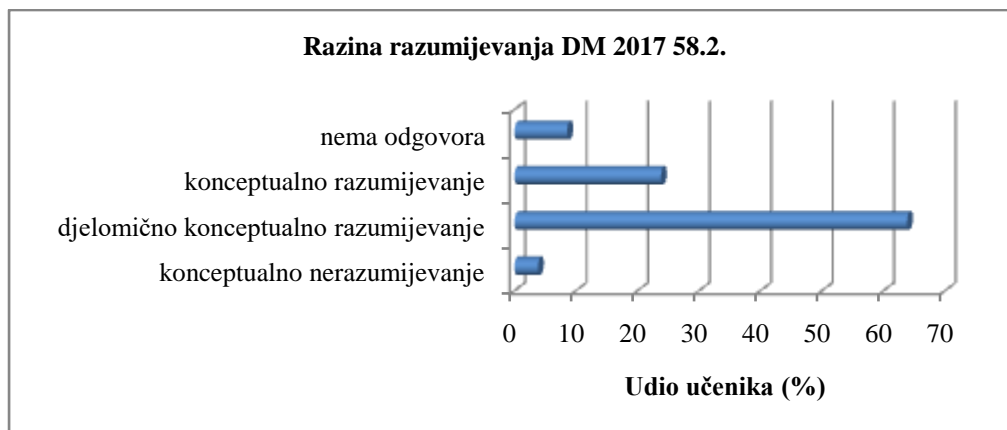


**Slika 88. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 58.1. na provjeri provedenoj 2017. godine kod učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na maturi 2018. godine i ostalih učenika**

58.2. Kojim je slovom označen uzorak krumpira koji je uronjen u vodenu otopinu šećera čija je koncentracija najbližnja citoplazmi stanica krumpira?

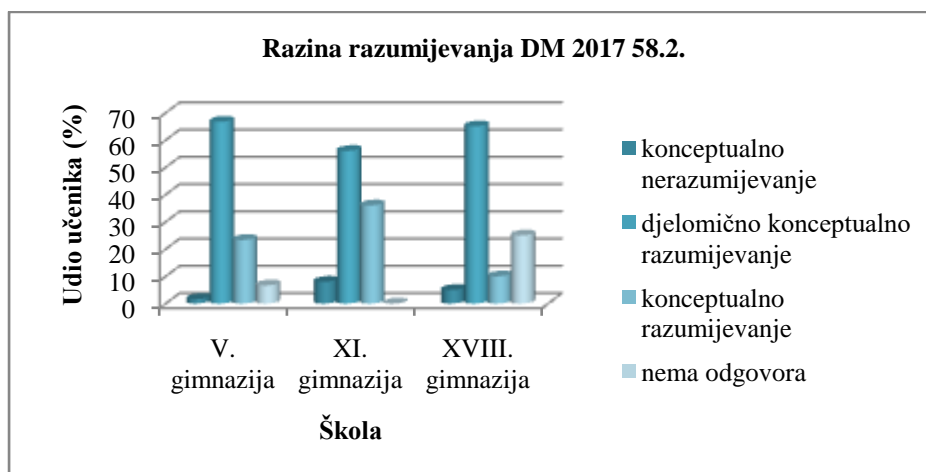
Jednom rečenicom objasnite svoj odgovor.

Uzorak je označen slovom:



**Slika 89. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika na provjeri 2017. za ispitnu česticu 58.2.**

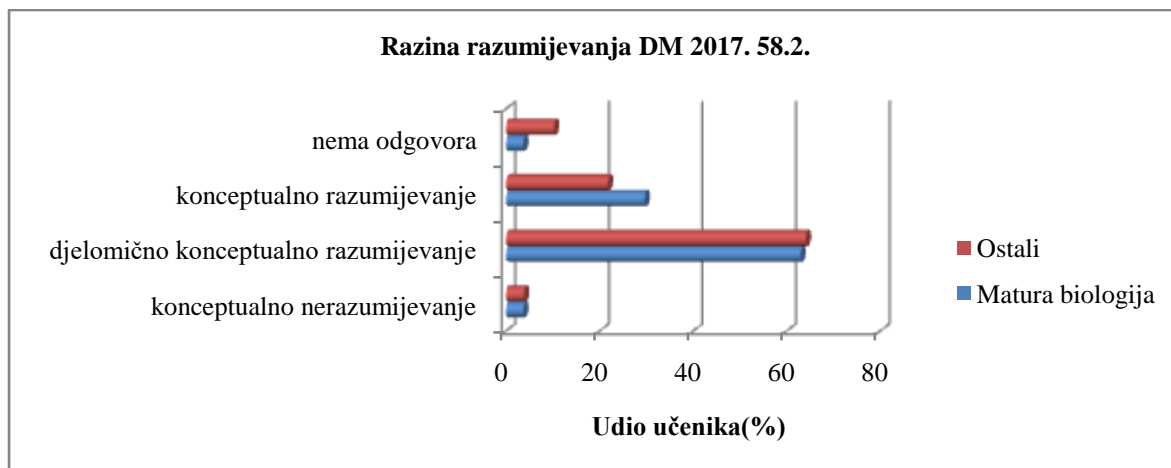
Više od polovice učenika pokazalo je djelomično konceptualno razumijevanje na provjeri(Slika 89.). Najviše je učenika s konceptualnim razumijevanjem u XI., a s djelomičnim konceptualnim razumijevanjem u V. gimnaziji(Slika 90.).



**Slika 90. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po školama za ispitnu česticu 58.2. na provjeri provedenoj 2017. godine**

Od ukupne populacije ispitanika, veći je udio učenika koji su pokazali konceptualno razumijevanje među učenicima koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na državnoj maturi(Slika 91.).



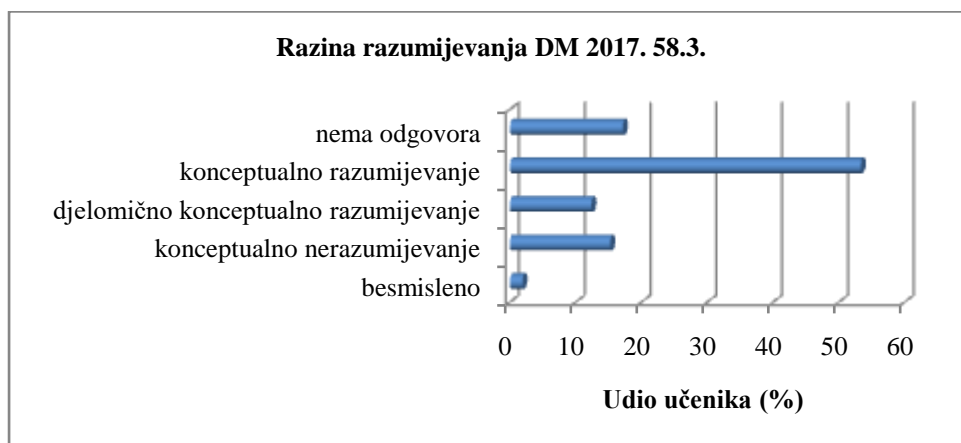


**Slika 91. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 58.2. na provjeri provedenoj 2017. godine kod učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na maturi 2018. godine i ostalih učenika**

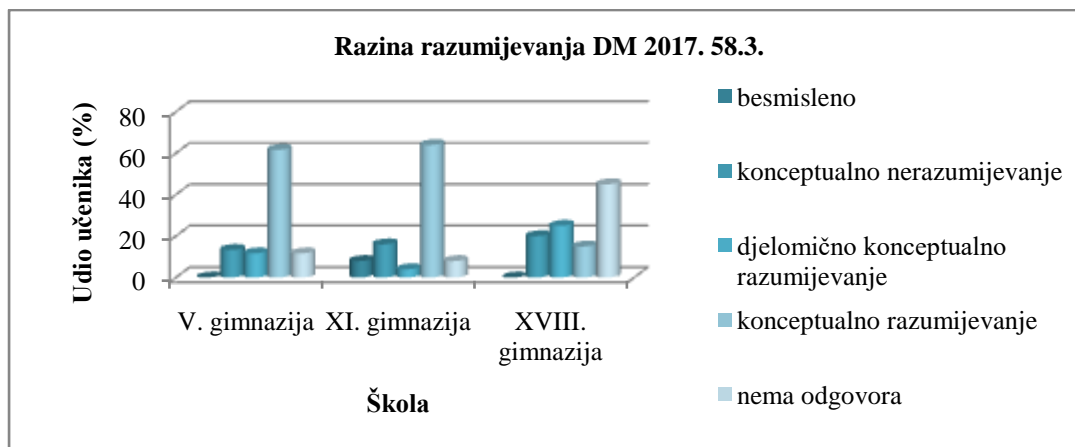
58.3. Izveden je novi pokus s uzorkom A čija je masa povećana za 25,27 % u prvome pokusu. Taj uzorak povećane mase stavljen je u vodenu otopinu šećera u kojoj je bio uzorak E.

Što će se dogoditi s masom uzorka A?

Učenici su na provjeri u najvećem postotku pokazali konceptualno razumijevanje (53%), pri čemu je bio podjednak udio učenika V. i XI. gimnazije(Slika 92. i 93.).

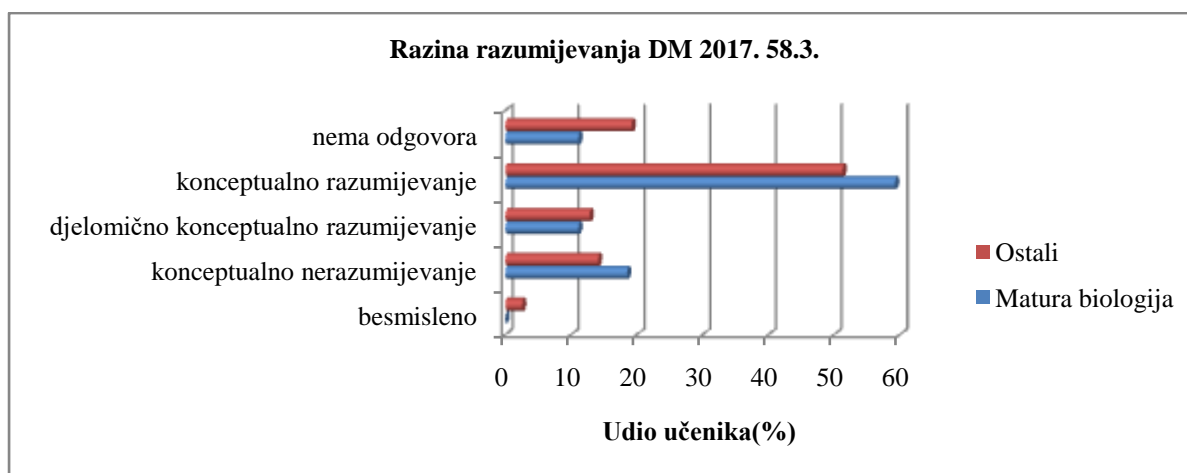


**Slika 92. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika na provjeri 2017. za ispitnu česticu 58.3.**



**Slika 93. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po školama za ispitnu česticu 58.3. na provjeri provedenoj 2017. godine**

Kod učenika koji planiraju pisati biologiju na državnoj maturi, utvrđen je veći postotak odgovora u kojem je vidljivo konceptualno razumijevanje, ali i odgovora koji ukazuju na konceptualno nerazumijevanje(Slika 94.).

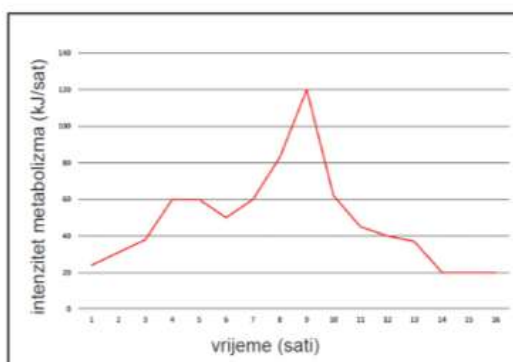


**Slika 94. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 58.3. na provjeri provedenoj 2017. godine kod učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na maturi 2018. godine i ostalih učenika**

#### 64. pitanje 2016. / 2017. godine

64. Mjerenjem potrošnje kisika može se mjeriti intenzitet metabolizma sisavaca. Intenzitet metabolizma izražava se u kJ po jednome satu. Utvrđeno je da se u hrčka mase 200 grama utroškom 1 L kisika oksidacijskim reakcijama oslobađa energija od 20 kJ. Hrčku mase 200 grama stavljeni su uređaji za mjerenje i pušten je u prirodu. Tijekom 15 sati prikupljeni su podatci o njegovoj aktivnosti.

Na slici je prikazana potrošnja energije tijekom mjenenoga razdoblja.



64.1. Kolika je potrošnja kisika u litrama zabilježena u 4. satu mjerjenja?

64.2. Zaokružite na slici dio krivulje koji se odnosi na vrijeme u kojemu je hrčak spavao.

64.3. U kojemu je razdoblju hrčka najvjerojatnije lovio neki grabežljivac?

Jednom rečenicom objasnite svoj odgovor.

Razdoblje u kojemu je hrčka lovio grabežljivac:

Objašnjenje:

Pitanje 64. konceptualno povezuje biološku temu *Energija i životni procesi* koja se obrađuje na nastavi u 1. razredu te kemijsku temu *Energija i kemijske promjene* koja se uči na nastavi kemije u 2. razredu srednje škole (Tablica 33. i 34.).

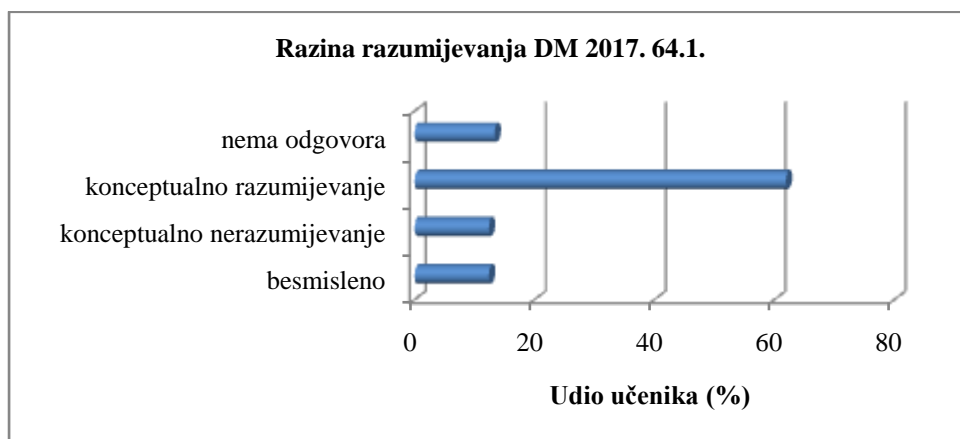
**Tablica 33. Biološki koncepti i teme u Nastavnom planu i programu koje ispituju čestice 64.1., 64.2. i 64.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2017.**

KONCEPT 1	KONCEPT 2	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice -metaboličke reakcije	Procesi osobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a	Energija i životni procesi	1.	Objasniti stanično disanje kao proces kojim aerobni organizmi dolaze do energije

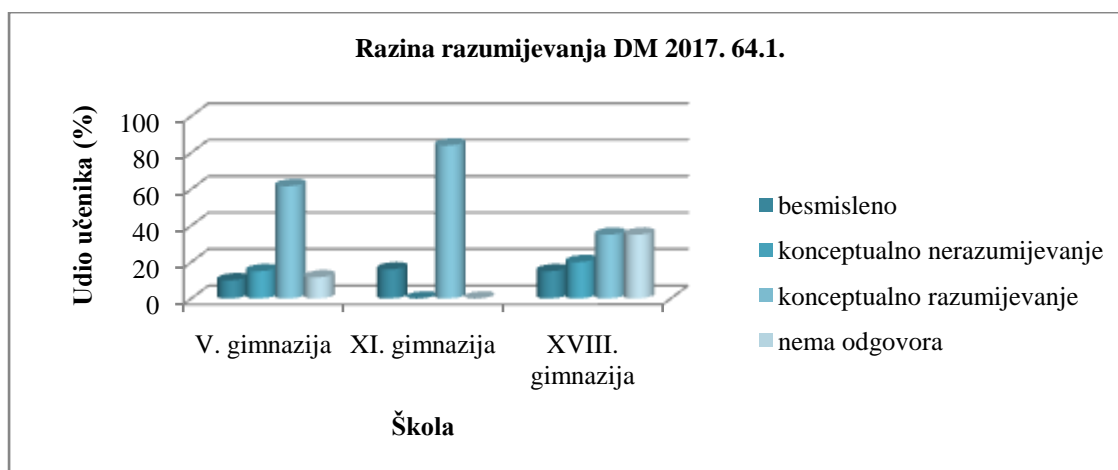
**Tablica 34. Područja i potpodručja kemije i teme Nastavnom planu i programu koje ispituju čestice 64.1., 64.2. i 64.3. u ispitu na državnoj maturi iz biologije 2017.**

PODRUČJE	POTPODRUČJE	TEMA U PIP-U	RAZRED	ISHOD UČENJA
Energija	Izmjena energije	Energija i kemijske promjene	2.	Navesti energijske promjene do kojih dolazi tijekom promjene agregacijskoga stanja ili tijekom kemijske reakcije
Prikupljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata	Grafički prikazi	Energija i kemijske promjene	2.	Očitati podatke iz grafičkoga ili tabličnoga prikaza Analizirati vrijednosti na grafičkome prikazu

Učenici su na provjeri pokazali konceptualno razumijevanje u velikom postotku (Slika 95.). Najveći udio tih učenika činili su učenici XI. gimnazije sa 84%. Kod učenika XVIII. gimnazije zabilježen je najmanji postotak učenika s konceptualnim razumijevanjem i najveći postotak učenika s konceptualnim nerazumijevanjem te onih koji nisu ponudili odgovor na pitanje(Slika 96.).

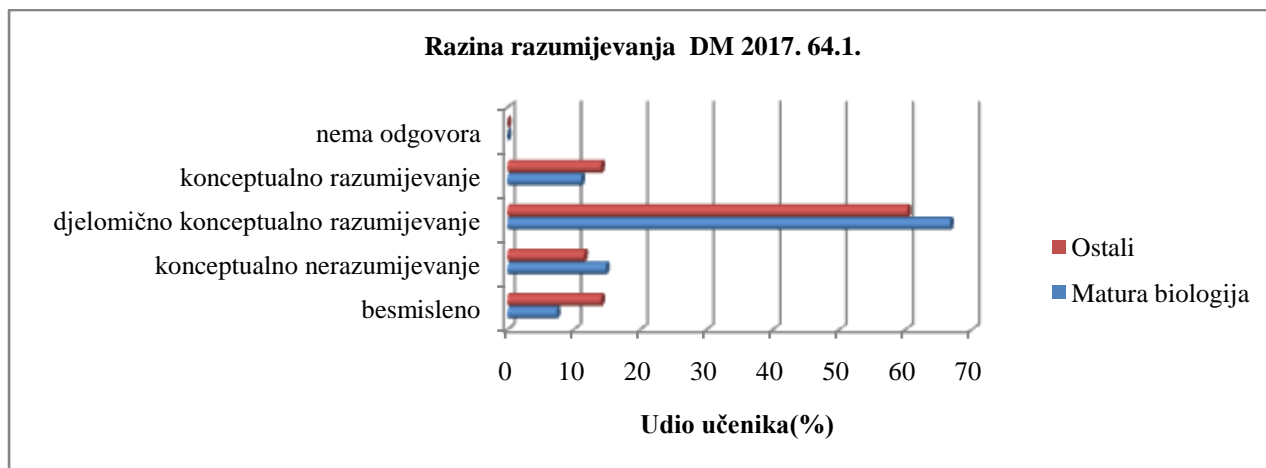


Slika 95. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 64.1.



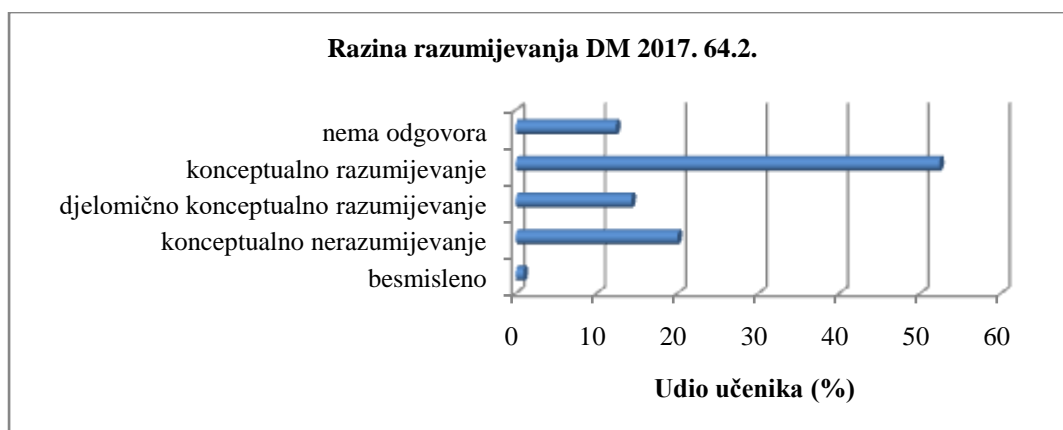
Slika 96. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po školama za ispitnu česticu 64.1. na provjeri provedenoj 2017. godine

Kod učenika koji će pisati biologiju na državnoj maturi zabilježen je veći udio odgovora koji ukazuju na djelomično konceptualno razumijevanje te konceptualno nerazumijevanje(Slika 97.).

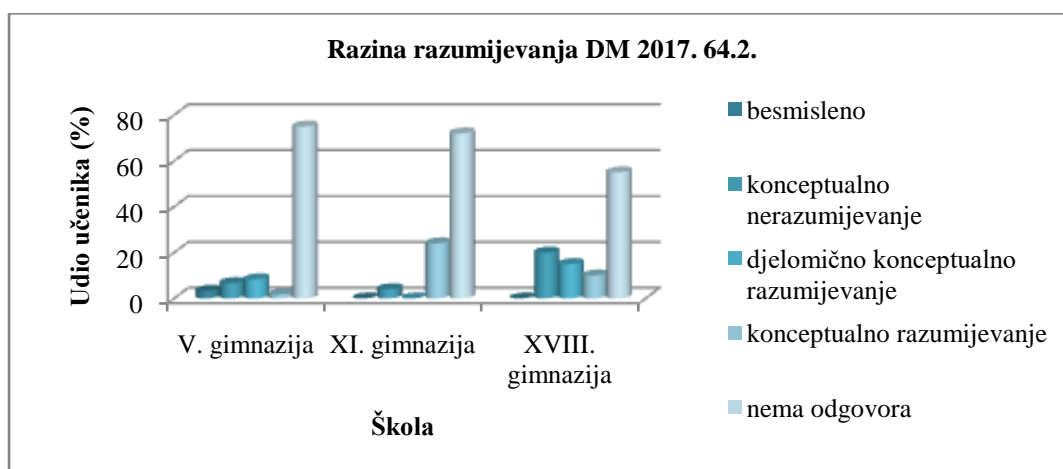


**Slika 97. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 64.1. na provjeri provedenoj 2017. godine kod učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na maturi 2018. godine i ostalih učenika**

Analizom je utvrđeno da je za pitanje 64.1. zabilježen najveći udio učenika s konceptualnim razumijevanjem, a najuspješniji su bili učenici XI. gimnazije(Slika 98. i 99.).

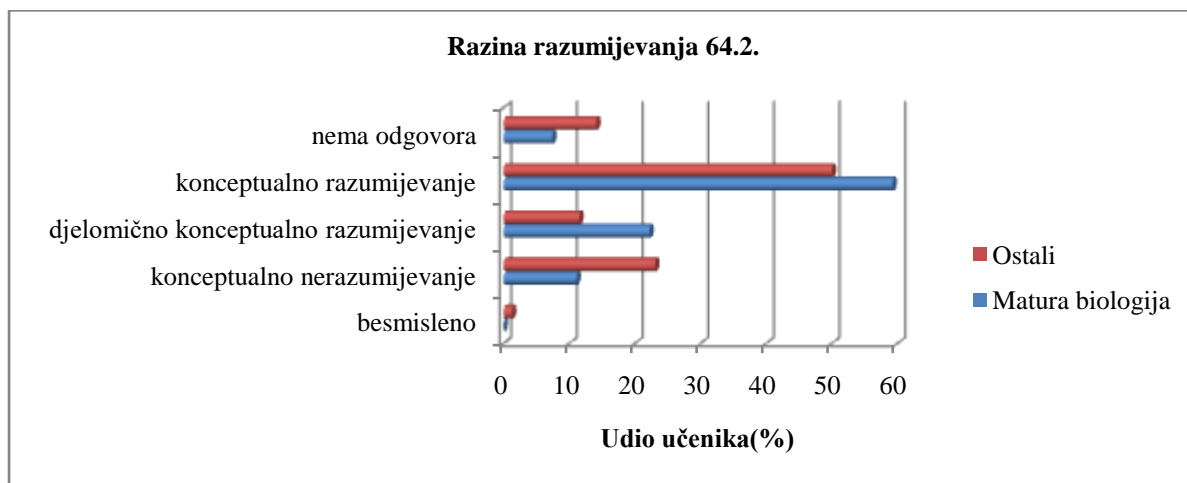


**Slika 98. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika na provjeri 2017. za ispitnu česticu 64.2.**



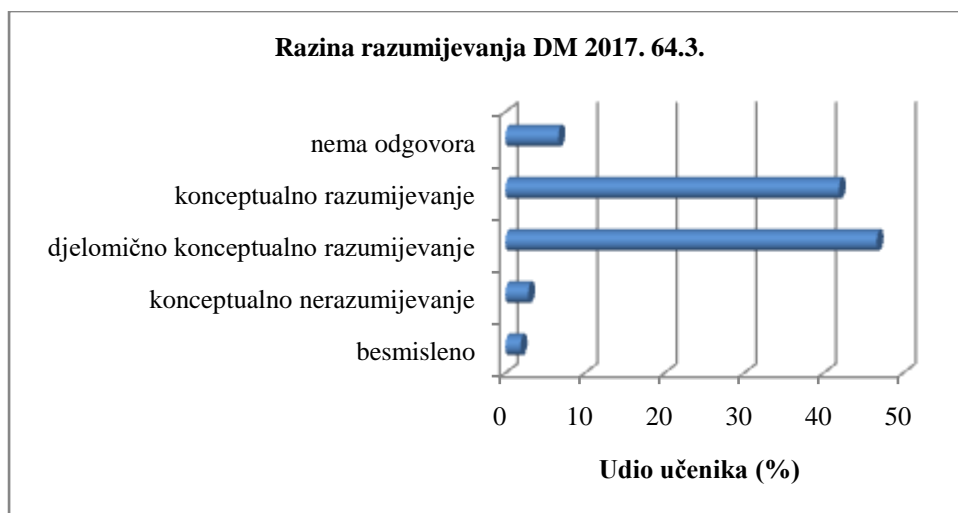
**Slika 99. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po školama za ispitnu česticu 64.2. na provjeri provedenoj 2017. godine**

U usporedbi s ostalim učenicima, učenici koji će pisati biologiju kao izborni predmet su pokazali djelomično konceptualno razumijevanje te konceptualno razumijevanje u većem postotku(Slika 100.).

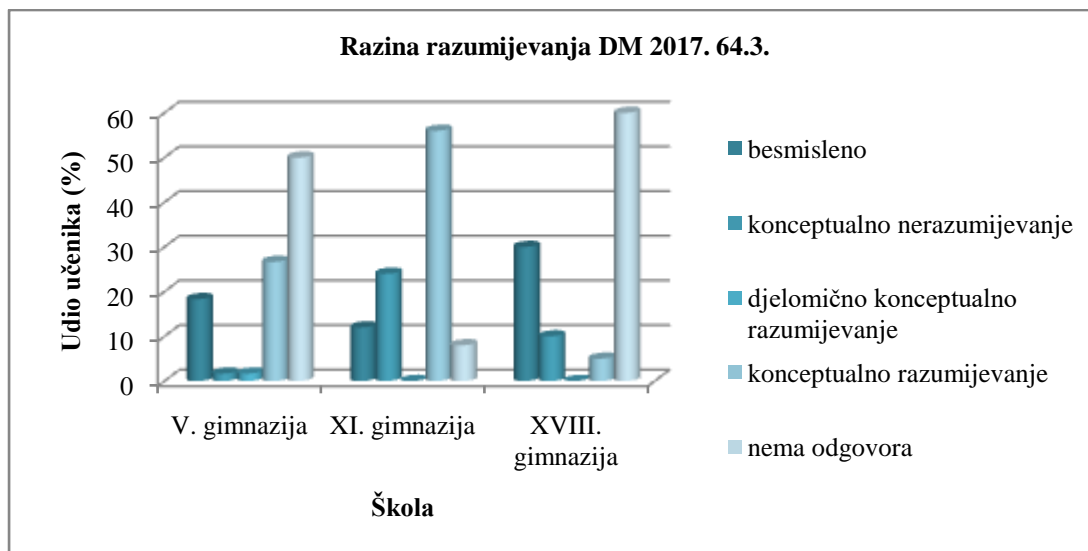


**Slika 100. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 64.2. na provjeri provedenoj 2017. godine kod učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na maturi 2018. godine i ostalih učenika**

Odgovaranjem na pitanje 64.3. najveći udio učenika je pokazao konceptualno i djelomično konceptualno razumijevanje (Slika 101.). Djelomično konceptualno razumijevanje zabilježeno je kod učenika koji nisu dovoljno precizno očitali podatke na grafu. Učenici XI. gimnazije su ponudili najveći postotak odgovora iz kojih je vidljivo konceptualno razumijevanje (Slika 102.).

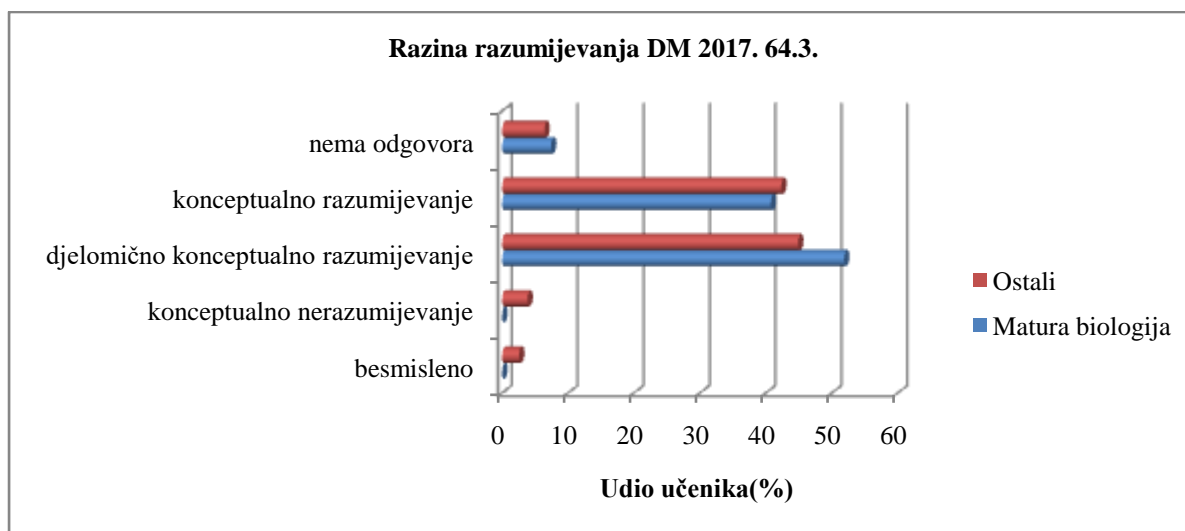


**Slika 101. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika na provjeri 2017. za ispitnu česticu 64.3.**



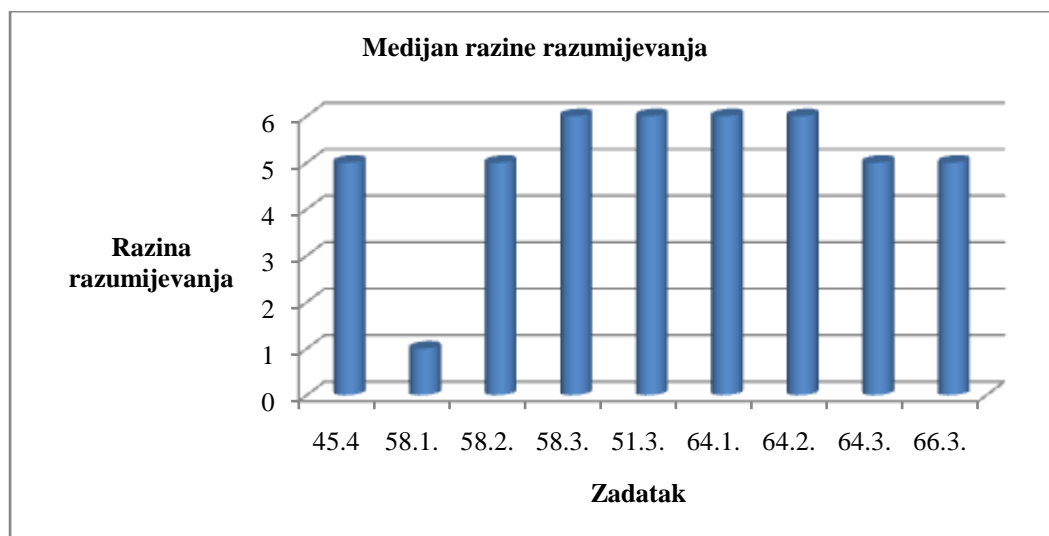
**Slika 102. Prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika po školama za ispitnu česticu 64.3. na provjeri provedenoj 2017. godine**

Učenici koji planiraju pisati biologiju na državnoj maturi 2018. su ponudili više odgovora sa djelomičnim konceptualnim razumijevanjem te manje s konceptualnim nerazumijevanjem (Slika 103.).



**Slika 103. Usporedni prikaz razine razumijevanja uz detaljno kodiranje odgovora učenika za ispitnu česticu 64.3. na provjeri provedenoj 2017. godine kod učenika koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na maturi 2018. godine i ostalih učenika**

Medijan ukupne razine razumijevanja učenika na provjeri ima najmanju vrijednost za pitanje 58.1., a najveću za pitanja 58.3., 51.3., 64.1. i 64.2..



Slika 104. Medijan ukupne razine razumijevanja učenika na provjeri 2017. za pojedini zadatak

Kruskal- Wallis testom utvrđena je statistički značajna razlika između učenika u ispitivanim školama za pitanja 58.1., 51.3., 64.2., 64.3., i 66.3., a u ukupnim rezultatima analize učeničkih odgovora nije utvrđena statistički značajna razlika (Tablica 35. i 36.).

Tablica 35. Ukupni rezultati analize učeničkih odgovora na provjeri 2017. godine Kruskal - Wallis testom po školama (Skupina 1 - XI. gimnazija, Skupina 2 - XVIII. gimnazija, Skupina 3 - V. gimnazija)

Skupina	n	Meanrank	Kruskal-Wallis H	df	p
1	25	47,90	2,8078	2	0,2546
2	21	61,60			
3	59	52,10			



Tablica 36. Rezultati analize učeničkih odgovora na provjeri 2017. godine Kruskal - Wallis testom po školama (Skupina 1 - XI. gimnazija, Skupina 2 - XVIII. gimnazija, Skupina 3 - V. gimnazija)

Pitanje	Skupina	n	Meanrank	Kruskal-Wallis H	df	p
45.4.	1	25	49,12	3,0913	2	0,2132
45.4.	2	21	63,00			
45.4.	3	59	51,08			
58.1.	1	25	45,26	10,4882	2	0,0053
58.1.	2	21	70,93			
58.1.	3	59	49,90			
58.2.	1	25	51,72	0,3017	2	0,86
58.2.	2	21	55,69			
58.2.	3	59	52,58			
58.3.	1	25	48,60	1,2496	2	0,5354
58.3.	2	21	57,81			
51.3.	3	59	53,15			
51.3.	1	25	49,46	16,1274	2	0,0003
51.3.	2	21	75,88			
58.2.	3	59	46,36			
64.1.	1	25	50,68	0,773	2	0,6794
64.1.	2	21	57,31			
64.1.	3	59	52,45			
64.2.	1	25	37,44	11,4828	2	0,0032
64.2.	2	21	63,90			
64.2.	3	59	55,71			
64.3.	1	25	67,20	14,4776	2	0,0007
64.3.	2	21	61,07			
64.3.	3	59	44,11			
53.2.	1	25	39,70	7,1263	2	0,0284
53.2.	2	21	55,29			
53.2.	3	59	57,82			
66.3.	1	25	43,76	9,244	2	0,0098
66.3.	2	21	69,36			
66.3.	3	59	51,09			

## 5. Rasprava

Prije analize rezultata dobivenih istraživanjem, u obzir treba uzeti sljedeće faktore:

- tijekom tri godine u kojima su provedeni ispiti na državnoj maturi iz biologije, katalozi za državnu maturu promijenjeni su u smjeru konceptualnog povezivanja prirodoslovnih predmeta
- ispitima su pristupili učenici različitih usmjerenja (gimnazija, strukovna škola, ostali) koji su se duže vrijeme pripremali za polaganje
- u analizi pitanja sudjelovalo je devet nastavnika različitog radnog staža i iskustva i njihove su procjene korištene kao srednje vrijednosti za usporedbu s procjenama i interpretacijom odgovora učenika kako ih procjenjuje mladi nastavnik biologije i kemije.

Prava integracijska pitanja moraju biti problemski postavljena na način da provjeravaju učeničke mogućnosti uporabe stečenih sposobnosti i znanja, a ne smiju biti koncipirana tako da potiču reproduciranje napamet naučenih pojmova i definicija (Vicković i sur., 2010). U skladu s promjenom Kataloga državne mature za biologiju od sadržajnog prema konceptualnom načinu provjere znanja, najviše je integracijskih pitanja odabrano iz 2015. / 2016. godine. Osim pitanja za čije je rješavanje potrebno poznavanje i razumijevanje kemijskih koncepata, analizirana su i ona pitanja čije rješavanje, uz sadržajno znanje iz biologije, olakšava poznavanje kemijskih koncepata.

Analizom je utvrđeno da većina interdisciplinarnih pitanja povezuje gradivo biologije prvog i trećeg razreda s gradivom kemije te da ispituju I. i II. kognitivnu razinu obrazovnih postignuća.

Procjenom prema *FleissKappa* koeficijentima utvrđene su razlike između iskusnih nastavnica i mladog nastavnika. U kategorijama metrijska analiza i točnost koeficijenti ukazuju na jako slaganje, dok u kategoriji razina razumijevanja uz jako slaganje prevladava i srednje i uočljivo slaganje. Najveće je neslaganje u kategorijama problemi i miskonceptije te specifično kodiranje gdje koeficijenti ukazuju na slabo slaganje među procjenjivačima s višegodišnjim radnim iskustvom i početnicima. Mladi nastavnici pokazuju manje slaganje u tim kategorijama zbog nedostatka iskustva u sastavljanju ispitnih pitanja i procjeni učeničkih odgovora kao odraza primjene bioloških znanja stečenih tijekom studija.

Pitanja koja ispituje III. kognitivnu razinu u području botanike lošije su riješena. U istraživanjima drugih autora ističu se problemi s usvojenošću koncepata vezanih uz biljke (Tunnicliffe i Reiss, 2000; Roth, 1985; Barman i sur., 2006). Ovi problemi s usvojenošću koncepata vezanih uz raznolikost, ali i ustrojstvo živih bića unutar područja botanike, u skladu su s rezultatima koje su učenici postigli i na državnoj maturi 2009. i 2010. godine (Lukša, 2011). Sve navedeno ukazuje na postojanje ozbiljnih problema s poučavanjem botanike, pa onda i s usvojenošću koncepata u ovom području (Lukša, 2011). Prema istraživanju Garašić (2012) ovaj rezultat može se povezati i s vrlo niskim interesom učenika prema temama koje su vezane uz botaniku.

Pitanja koja ispituju povezanost procesa osmoze sa prijenosom vode u biljci te difuzije i izmjene plinova u dišnom sustavu čovjeka iako ispituju različite kognitivne razine (I. i II. kognitivna razina), konstruirana su na način da je učeniku moguće odgovoriti reproduktivno ili pogađanjem i nije vidljivo razumijevanje smisla navedenih procesa. Mali postotak učenika je uz točan odgovor objasnio smisao procesa u navedenim organizmima. Jedan od razloga zbog kojeg učenici imaju poteškoće s konceptima osmoze i difuzije je taj što ti koncepti zahtijevaju od učenika da vizualiziraju i razmisle o kemijskim procesima na molekularnoj razini (Odom i Barrow, 2007). Tekkaya (2003) ističe da se miskoncepcije o difuziji i osmozi ne mogu lako ukloniti koristeći se tradicionalnim metodama poučavanja zbog interdisciplinarnosti prirode tema. Christianson i Fisher (1999) kao i Odom i Kelly (2001) navode da difuzija i osmoza nisu povezane samo s biologijom, već se manifestiraju i u kemijskim fenomenima kao što su otopina, otapanje, razrjeđivanje i polupropusnost. Navedeni razlozi upućuju nastavnike biologije da omoguće učenicima razumijevanje koncepata difuzije i osmoze uz njihovu primjenu u svakodnevnom životu (Artun i Coştu, 2012).

Pitanja koja za interpretaciju odgovora traže poznavanje jednadžbi kemijskih reakcija alkoholnog vrenja i mliječno-kiselog vrenja ukazuju da veliki broj učenika ima problema s prepoznavanjem i razlikovanjem reaktanata i produkata u reakciji. Dio učenika imao je poteškoće s rješavanjem određenih pitanja uz koja su ponuđeni dugački uvodni tekstovi.

Prema Garašić (2012) i Lukša (2011) uvodni tekstovi ne bi trebali biti predugački i sadržavati informacije nepotrebne za rješavanje zadatka. Za dio pogrešnih odgovora može se reći da su posljedica površnog čitanja onoga što se zapravo pita (Garašić, 2012) što je vidljivo na primjeru pitanja u kojem su učenici previdjeli podatak iz teksta da se ispituje

važnost trtične žlijezde kod vodenih ptica pa su zbog površnog čitanja nudili općenite odgovore, nevezano za specifičnost ptica. Ovakav zaključak ide u prilog sastavljanja pitanja prema modelu PISA testiranja, gdje se koristi zajednički uvod u službi kontekstualizacije za više pitanja u nizu, premda se za neka pitanja i u PISA testiranju jasno vidjelo da je slaba riješenost posljedica poteškoća u čitanju i razumijevanju pročitano­g teksta (Braš-Roth i sur., 2008).

Miskonceptije su utvrđene kod pitanja gdje se traži primjena njihovog znanja što potvrđuju istraživanja Michaela i suradnika (2009) koji ističu da učenici često pokazuju učenje bez razumijevanja stvarnog koncepta što se posebno vidi u zadacima koji od učenika traže primijenu znanja. Učenici prema opisu pokusa prepoznaju da je riječ o vrenju, ali navode pogrešan naziv ili pogrešan proces. Veći udio učenika gimnazijskog usmjerenja s opisanim odgovorima vjerojatnom je povezano s više praktične nastave u strukovnim školama ili boljim povezivanjem koncepata sa svakodnevnim životom. Analiza učeničkih odgovora ukazuje da učenici ne povezuju perje ptice, masti i hidrofobnost što je posljedica nedovoljno precizno postavljenog pitanja te površnog čitanja teksta. Dio učenika ne poznaju pojam *transpiracija* pa posljedično ne mogu povezati podatke s grafičkog prikaza s intenzitetom transpiracije, a mali dio učenika pogrešno očitava uvjete s grafa.

Među pitanjima iz provjere provedene u srednjim školama, pitanja 45.4. i 66.3., koja ispituju koncept osmoze, odnosno transpiracije i isparavanja, su izdvojena kao pitanja na kojima je najviše učenika pokazalo konceptualno nerazumijevanje. U usporedbi s ostalim učenicima na provjeri, učenici koji planiraju pisati biologiju kao izborni predmet na državnoj maturi, ponudili su više odgovora u kojima je zabilježeno konceptualno razumijevanje. Učenici opće i prirodoslovne gimnazije su podjednako uspješno pokazali konceptualno razumijevanje na provjeri.

Kruskal – Wallis testom utvrđena je statistički značajna razlika između učenika na provjeri za pitanja koja ispituju koncepte osmoze, difuzije, energije i transpiracije.

Rezultati dobiveni istraživanjem mogu poslužiti nastavnicima kao smjernica pri izradi kvalitetnijih ispita za provjeru znanja ili za državnu maturu iz biologije. Uočene nedostatke u konstrukciji pitanja moguće je primijeniti kako bi pitanja uspješnije provjeravala koncepte koji su zajednički kemiji i biologiji.

## 6. Zaključak

Na osnovu provedenih analiza uspješnosti učenika pri rješavanju pitanja u kojima je za odgovor potrebno povezati znanja kemije i biologije doneseni su slijedeći zaključci:

- veći je broj interdisciplinarnih pitanja na ispitu iz državne mature iz biologije održanog 2016.godine u skladu s promjenom kataloga sa sadržajnog na konceptualni način provjere znanja, pri čemu od jedanaest analiziranih pitanja, sedam pitanja ispituje I. kognitivnu razinu, tri ispituju II. kognitivnu razinu, a jedno pitanje III. kognitivnu razinu, a najviše interdisciplinarnih pitanja povezuje gradivo biologije prvog i trećeg razreda srednje škole s gradivom kemije
- slaganje u procjenama odgovora iskusnih nastavnika i maldog nastavnika manje je u elementima procjene *problemi i miskoncepcije te specifično kodiranje* što je posljedica nedostatka iskustva mladih nastavnika u procjeni učeničkih odgovora kada se traži specifična interpretacija u skladu s konceptom koji se provjerava
- iz odgovora na pitanja koja ispituju koncepte difuzije i osmoze koji su zajednički biologiji i kemiji, vidljivo je da su ti koncepti učenicima nejasni, a pitanja teška
- veliki dio učenika površno čita tekst zadatka, a uvodni tekstovi često ne daju potrebne informacije ili otežavaju rješavanje
- najviše je učenika s miskoncepcijama kod pitanja koja ispituju utjecaj okolišnih uvjeta na transpiraciju te povezivanja hidrofobnosti sa lipidima i životom vodenih ptica
- najveći je broj učenika u provjeri tijekom nastave biologije pokazao konceptualno nerazumijevanje vezano uz koncepte osmoze i transpiracije, ali učenici koji planiraju pisati biologiju su u većem broju ponudili odgovore za koje je utvrđeno konceptualno razumijevanje u odnosu na ostale učenike.

## 7. Literatura

1. Artun H., Coştu B. (2012): Effect of the 5E Model on Prospective Teachers' Conceptual Understanding of Diffusion and Osmosis: A Mixed Method Approach. Springer Science + Business Media, LLC 2012.
2. ASOO (2014): Novi strukovni kurikulumi u eksperimentalnoj provedbi od 2013./14., <http://www.asoo.hr/default.aspx?ID=1374> , preuzeto 25.10.2017.
3. Baranović B. (2007): Europska iskustva i nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje u Hrvatskoj (Uvod u raspravu o rezultatima istraživanja). *Metodika*, (1332-7879) 8 (2007), 2; 294-305.
4. Barman C. R. , Stein M., McNair S., Barman N. S. (2006): Students' Ideas About Plants & Plant Growth. *The American Biology Teacher*. Vol. 68 (2): 73-79.
5. Braš Roth M., Gregurović M., Markočić Dekanić A., Markuš, M. (2008): PISA 2006, Prirodoslovne kompetencije za život. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar, Zagreb.
6. Bogut I., Đumlija S., Lukačević K., Ilić M. M. (2015) : *Biologija 1 – udžbenik za prvi razred gimnazije*. Alfa, Zagreb.
7. Braš Roth M., Markočić Dekanić A., Markuš Sandrić M. (2017): PISA 2015., Prirodoslovne kompetencije za život. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar, Zagreb.
8. Chistianson R. G., Fisher K. M. (1999): Comparison of student learning about diffusion and osmosis in constructivist and traditional classrooms. *International Journal of Science Education* 21: 687–698.
9. Garašić D. (2012): Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja. Zagreb, Prirodoslovno-matematički fakultet, 05.07. 2012., str. 348.
10. Garašić D., Radanović I.; Lukša Ž. (2013.): Usvojenost makrokoncepta biologije tijekom učenja u osnovnoj školi i gimnaziji. *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu* ,Zagreb. Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, 211-239.
11. Habuš A., Stričević D., Liber S. (2009) : *Opća kemija 2 – udžbenik za drugi razred gimnazije*. Profil, Zagreb.
12. Habdija I. (1997) : *Biologija 2 – životinjski svijet(svezak B) – udžbenik za drugi razred gimnazije*. Profil, Zagreb.

13. Heywood J. (1977): Assessment in higher education, [http://books.google.hr/books?id=4bn83L0gURQC&pg=PA417&lpg=PA417&dq=Heywood,+J.+%281977%29.+Assessment+in+higher&source=bl&ots=STTtTspmUw&sig=lnBKOgWSGT14NRY\\_1nV\\_JNjSqZM&hl=hr&ei=UvnPToqbJeyO4gTo9vBD&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CB4Q6AEwAA#v=onepage&q=Heywood%2C%20J.%20%281977%29.%20Assessment%20in%20higher&f=false](http://books.google.hr/books?id=4bn83L0gURQC&pg=PA417&lpg=PA417&dq=Heywood,+J.+%281977%29.+Assessment+in+higher&source=bl&ots=STTtTspmUw&sig=lnBKOgWSGT14NRY_1nV_JNjSqZM&hl=hr&ei=UvnPToqbJeyO4gTo9vBD&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CB4Q6AEwAA#v=onepage&q=Heywood%2C%20J.%20%281977%29.%20Assessment%20in%20higher&f=false) , pristupljeno 05.10.2017.
14. Hopkins W. G. (2000): A new view of statistics, <http://sportsci.org/resource/stats/>, pristupljeno 17.10.2017.
15. Hrvatski jezični portal (2017): Novi Liber, Srce, <http://hjp.znanje.hr/>, pristupljeno 24.10.2017.
16. Landis J. R., Koch, G. G. (1977): The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33: 159-174.
17. Lukša Ž. (2011): Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji/ doktorska disertacija. Zagreb, Prirodoslovno-matematički fakultet, 06.07.2011., str. 310.
18. Lukša Ž., Mikulić S., (2009) : Život 3 – udžbenik biologije za 3.razred gimnazije. Školska knjiga, Zagreb.
19. Lukša Ž. (2009): Koncepti i miskoncepcije u biologiji, [http://www.azoo.hr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2722:materijali-sa-strunih-skupova-ciklus-nastave-biologije-&catid=270:biologijapriroda](http://www.azoo.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=2722:materijali-sa-strunih-skupova-ciklus-nastave-biologije-&catid=270:biologijapriroda), pristupljeno 31.05.2017.
20. Maresić I. (2009): Metodički pristup koreliranim sadržajima u prirodoslovlju, [www.phy.hr/~dandroic/nastava/diplome/drad\\_igor\\_maresic.pdf](http://www.phy.hr/~dandroic/nastava/diplome/drad_igor_maresic.pdf), pristupljeno 31.05.2017.
21. Michael J., Modell H., McFarland J., Cliff W. (2009): The „Core“ principles of physiology; what should students understand? . *Advances in Physiology Education*. Vol.33; str. 10 – 16, <http://advan.physiology.org/content/33/1/10>, preuzeto 26.10.2017.
22. Ministarstvo prosvjete i športa - MPSŠ (1995.). Okvirni nastavni program za gimnazije. Glasnik Ministarstva prosvjete i športa br. 11, Zagreb, 17. 10. 1995.
23. MZOŠ (2006.). Nastavni plan i program za osnovnu školu. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Zagreb. Nakladnik Dragan Primorac, urednici Dijana Vican i Ivan Milanović Litre.

24. MZOŠ (2010): Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje - NOK. preuzeto [http://www.azoo.hr/images/stories/dokumenti/Nacionalni\\_okvirni\\_kurikulum.pdf](http://www.azoo.hr/images/stories/dokumenti/Nacionalni_okvirni_kurikulum.pdf), preuzeto 25.10.2017.
25. NCVVO (2014): Državna matura iz biologije 2013./2014., ljetni rok. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, <https://www.ncvvo.hr/dm-2013-2014-ljetni-rok-jesenski/>, pristupljeno 31.05.2017.
26. NCVVO (2015): Državna matura iz biologije 2014./2015., ljetni rok. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, <https://www.ncvvo.hr/dm-2014-2015-ljetni-rok/>, pristupljeno 31.05.2017.
27. NCVVO (2016): Državna matura iz biologije 2015./2016. ljetni rok. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, <https://www.ncvvo.hr/drzavna-matura-2015-2016-ljetni-rok/>, pristupljeno 31.05.2017.
28. NCVVO (2017): Državna matura iz biologije 2016./2017. ljetni rok. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, <https://www.ncvvo.hr/drzavna-matura-2016-2017-ljetni-rok/>, preuzeto 01.10.2017.
29. NCVVO (2014) : Ispitni katalog za državnu maturu u školskoj godini 2013. / 2014., [http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni\\_katalozi\\_13-14/Hrvatski/IK-kem.pdf](http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni_katalozi_13-14/Hrvatski/IK-kem.pdf), preuzeto 19.08.2017.
30. NCVVO (2015) : Ispitni katalog za državnu maturu u školskoj godini 2014. / 2015., [http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni\\_katalozi\\_14-15/Hrvatski/IK-kem.pdf](http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni_katalozi_14-15/Hrvatski/IK-kem.pdf), preuzeto 19.08.2017.
31. NCVVO (2016) : Ispitni katalog za državnu maturu u školskoj godini 2015. / 2016., [http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni\\_katalozi\\_15-16/Hrvatski/KEM\\_IK\\_16.pdf](http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni_katalozi_15-16/Hrvatski/KEM_IK_16.pdf), preuzeto 19.08.2017.
32. NCVVO (2017) : Ispitni katalog za državnu maturu u školskoj godini 2016. / 2017., <https://s3-eu-central-1.amazonaws.com/hr-ncvvo-www-s3static/wp-content/uploads/2016/09/31120723/KEMIJA-2017.pdf>, preuzeto 27.08.2017.
33. Odom A. L., Barrow L. (2007): High School Biology Students' Knowledge and Certainty about Diffusion and Osmosis Concepts, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1949-8594.2007.tb17775.x/abstract>, preuzeto 22.05.2017.



34. Odom A. L., Kelly P. V. (2001) : Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. *SciEduc* 85:615- 635.
35. Pongrac Štimac Z., Alujević I., Ančić V., Maguire I., Milović M., Rašan M., Ruščić M., Sirovina D., Bulić-Jakuš F., Buljan-Culej J., Jugović I., Nagy B. (2010.). Ispitni katalog za državnu maturu u školskoj godini 2010./2011. NCVVO, Zagreb, [http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni\\_katalozi\\_10-11/Izborni/IK-bio.pdf](http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni_katalozi_10-11/Izborni/IK-bio.pdf), preuzeto 05.07.2017.
36. Radanović I., Ćurković N., Bastić M., Leniček S., Furlan Z., Španović P., Valjak M., (2010): Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, Izvješće o projektu – Biologija. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb.
37. Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henriksson H., Hemmo V. (2007): *ScienceEducation NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: EuropeanCommission, Directorate-General for ResearchScience, Economy and Society.
38. Radanović I., Garašić D., Lukša Ž., Pongrac Štimac Ž., Bastić M., Kapov S., Karakaš D., Lugarić S., Vidović M. (2015): Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije, str. 92., <https://www.ncvvo.hr/wp-content/uploads/2015/08/BIOLOGIJA-2016.pdf> , preuzeto 25.10.2017.
39. Radanović I., Lukša Ž., Begić V., Bastić M., Gotlibović G., Kapov S., Pavunec S., Toljan M. (2017 a): Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije školskih godina 2013./2014. i 2014./2015. NCVVO Zagreb, 101 str.
40. Radanović I., Lukša Ž., Pongrac Štimac Z., Garašić D., Bastić M., Kapov S., Kostanić LJ., Sertić Perić M., Toljan M. (2017 b): Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije u školskoj godini 2015./2016. NCVVO Zagreb, 212 str.
41. Roth K. (1985): *Food for Plants. Teacher'sGuide. Research Series No. 153*. East Lansing, MI: Michigan State University, Institute for Research on Teaching, January, 1985. <https://education.msu.edu/irt/PDFs/ResearchSeries/rs153.pdf>, preuzeto 04.10.2017.
42. Stričević D., Sever B., (2011) : *Temelji organske kemije - udžbenik iz kemije za četvrti razred gimnazije*. Profil, Zagreb.

43. Tekkaya, C. (2003) : Remediating high school students' misconceptions concerning diffusion and osmosis through concept mapping and conceptual change. *ResSciTechnolEduc* 1: 5 – 16.
44. Tunnicliffe S., D. , Reiss M., J. (2000): Building a model of the environment: how do children see plants? *Journal of Biological Education* 34: 172-177.
45. Vicković I., Vrkljan P., Čurković N. (2010): Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, Izvješće o projektu – Integracija nastavnih sadržaja iz biologije, fizike i kemije. NCVVO, Zareb.
46. Vizek Vidović V., Vlahović-Štetić V., Rijavec M., Miljković D. (2014) : Psihologija obrazovanja. IEP-Vern, Zagreb.
47. Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi, Narodne novine, br. 87/08, 86/09, 92/10, 105/10, 90/11, 5/12, 16/12, 86/12, 126/12, 94/13, 152/14, 07/17., <https://www.zakon.hr/z/317/Zakon-o-odgoju-i-obrazovanju-u-osnovnoj-i-srednjoj-%C5%A1koli>, preuzeto 25.10.2017.

## 8. PRILOZI

### Prilog 1. Obrazac za suglasnost ravnatelja škole



Izv. prof. dr. sc. Ines Radanović  
Tel: +385 61 89 701  
Email: ines.radanovic@biol.pmf.hr

Zagreb, 25. rujna 2017.

Poštovani,

najljepše Vas molim da dozvolite apsolventici smjera profesor biologije i kemije Sari Brandić tijekom rujna 2017. provedbu istraživanja vezanog uz izradu njenog diplomskog rada.

Pisanom provjerom će ispitati kvalitetu znanja učenika pri rješavanju zadataka provedenih ispita državne mature iz biologije. Pisane provjere će provesti nastavnice Biologije na uzorku od oko 30 učenika Vaše škole.

Istraživanja će se provoditi u skladu s najvišim standardima kompetentnosti i etičnosti znanstvenih istraživanja te odredbama Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Poduzimati će se sve potrebne mjere zaštite prava i dobrobiti sudionika. Istraživanje će se provoditi u skladu s općim zakonima.

Unaprijed zahvaljujem

  
Ines Radanović



Binovačev trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska, Tel: +385 (0)1 5189 701, Fax: +385 (0)1 4826 260, Email: [ecol@biol.pmf.hr](mailto:ecol@biol.pmf.hr),  
Web: <https://nastava.biol.pmf.hr/hr> OIB: 28163265527 IBAN: HR5823600001101522208

## Prilog 2. Obrazac za suglasnost roditelja učenika

Poštovani roditelji,

molimo Vas da svojim potpisom potvrdite suglasnost za sudjelovanje Vašeg djeteta u istraživanju za potrebe izrade diplomskog rada apsolventice Sare Brandić u sklopu Integriranog preddiplomskog i diplomskog studija biologije i kemije na Biološkom odsjeku Prirodoslovno matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

U istraživanju će učenici rješavati pitanja s provedenih ispita državne mature iz biologije. Rezultati istraživanja će se koristiti za potrebe usavršavanja nastave.

DA

NE

\_\_\_\_\_  
potpis roditelja

## Prilog 3. Provjera provedena u školama u rujnu 2017. godine

Učenik \_\_\_\_\_ Škola \_\_\_\_\_ Razred \_\_\_\_\_

Planiram polagati ispit državne mature iz BIOLOGIJE      da    ne

KEMIJE      da    ne

DM 2015.

45. Stanice pokožice ljubičastoga crvenog luka stavimo u vodovodnu vodu i promatramo pod povećanjem 60 puta. Uočavamo jednolično ljubičasto obojenu tekućinu unutar stanice. Kapaljkom dodamo zasićenu otopinu saharoze na stakalce te je filtrirnim papirom provučemo kroz preparat.

Promatramo promjene koje se događaju u stanicama. Voda počinje izlaziti iz stanice zbog razlike u koncentraciji otopina u stanici i izvan nje. Stanična membrana odvaja se od stanične stijenke, a smanjuje se volumen vakuole i citoplazme.

45.4. Što bi se dogodilo ako se stanica luka umjesto u zasićenu otopinu saharoze stavi u zasićenu otopinu natrijeva klorida? Jednom rečenicom objasnite svoj odgovor.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

DM 2017.

58. Izrezane su jednake kockice krumpira i potom su izvagane. Zatim su stavljene u vodene otopine šećera različitih koncentracija i nakon 24 sata ponovno su izvagane.

U tablici su navedeni rezultati mjerenja.

Uzorak	Masa (g) uzorka krumpira na početku pokusa	Masa (g) uzorka krumpira na kraju pokusa	Promjena mase uzorka krumpira (%)
A	2,77	3,47	+25,27
B	2,79	3,01	+7,89
C	2,41	2,40	0,01
D	2,35	1,99	-15,32
E	2,72	2,01	-26,10

58.1. Kakve su otopine, s obzirom na koncentracije šećera, u koje su uronjeni uzorci krumpira A i B?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

58.2. Kojim je slovom označen uzorak krumpira koji je uronjen u vodenu otopinušećera čija je koncentracija najsličnija citoplazmi stanica krumpira?

Jednom rečenicom objasnite svoj odgovor.

Uzorak je označen slovom: \_\_\_\_\_

Objašnjenje:

---

---

---

58.3. Izveden je novi pokus s uzorkom A čija je masa povećana za 25,27 % uprvome pokusu. Taj uzorak povećane mase stavljen je u vodenu otopinušećera u kojoj je bio uzorak E.

Što će se dogoditi s masom uzorka A?

---

---

---

DM 2015.

51.3. Koji je uzrok difuzije kisika iz alveola u krv? Jednom rečenicom objasni svoj odgovor.

---

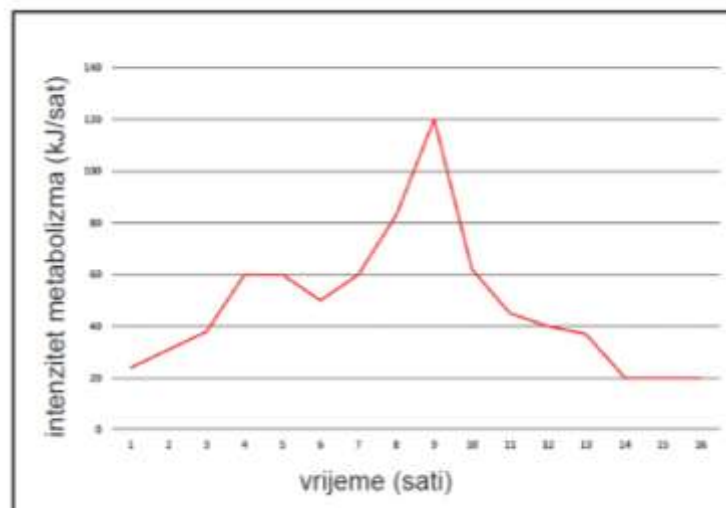
---

---

DM 2017.

64. Mjerenjem potrošnje kisika može se mjeriti intenzitet metabolizma sisavaca. Intenzitet metabolizma izražava se u kJ po jednome satu. Utvrđeno je da se hrčka mase 200 grama utroškom 1 L kisika oksidacijskim reakcijama oslobađa energija od 20 kJ. Hrčku mase 200 grama stavljeni su uređaji za mjerenje i puštenje u prirodu. Tijekom 15 sati prikupljeni su podaci o njegovoj aktivnosti.

Na slici je prikazana potrošnja energije tijekom mjerenoga razdoblja.



64.1. Kolika je potrošnja kisika u litrama zabilježena u 4. satu mjerenja?

---

---

---

64.2. Zaokružite na slici dio krivulje koji se odnosi na vrijeme u kojemu je hrčak spavao.

64.3. U kojemu je razdoblju hrčka najvjerojatnije lovio neki grabežljivac?

Jednom rečenicom objasnite svoj odgovor.

Razdoblje u kojemu je hrčka lovio grabežljivac: \_\_\_\_\_

Objašnjenje:

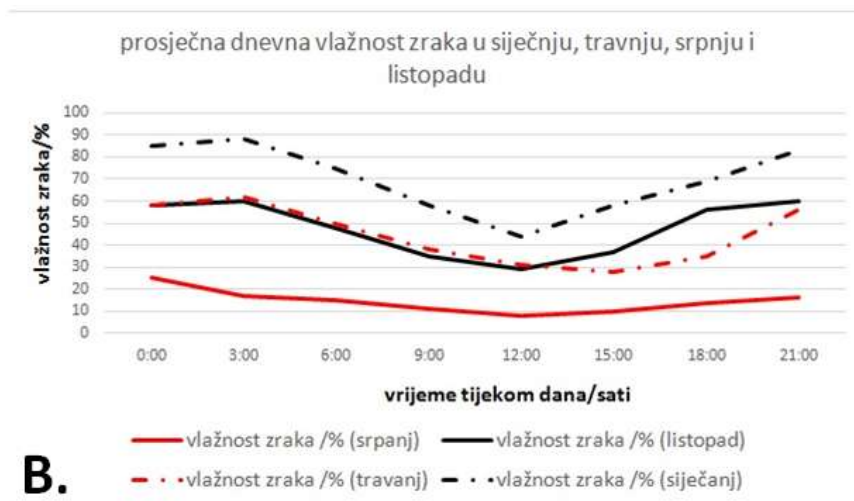
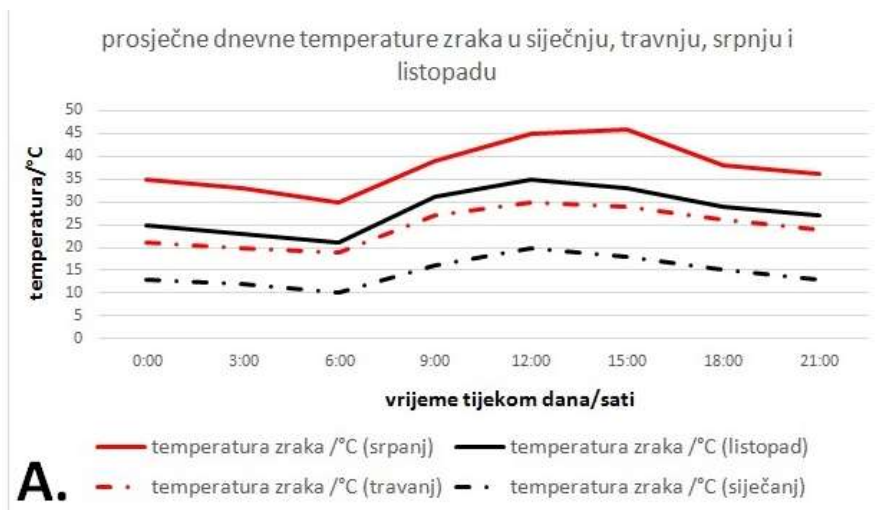
---



---

DM 2016.

66. Slike A. i B. prikazuju životne uvjete jednog područja. Podatci na slikama A. i B. odnose se na prosječne dnevne vrijednosti temperature i vlažnosti zraka tijekom navedenih mjeseci.



66.3. Temeljem podataka na prikazanim slikama zaključite kakav će biti intenzitet transpiracije tijekom siječanjskog jutra. Jednom rečenicom objasnite svoj odgovor.

---

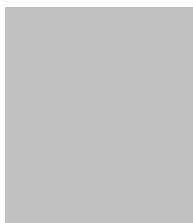


---

## Prilog 4. Životopis

### OSOBNJE INFORMACIJE

Sara Brandić



📍 Šubićeva 12, Zagreb, 10 000 Zagreb (boravište)

Lošinjskih brodograditelja 54 A, Mali Lošinj, 51550 (prebivalište)

☎️ 📠 099 198 4863

✉️ [sarci.brandic@gmail.com](mailto:sarci.brandic@gmail.com)



Spol Žensko | Datum rođenja 02/04/1994 | Državljanstvo Hrvatsko

### RADNO ISKUSTVO

(2009.-2012.)

Recepcionist u kampu (tijekom srednjoškolskog obrazovanja)

-odgovaranje na telefonske upite

-zaprimanje rezervacija

-izrada pomoćnih evidencija

(2008.-2009.)

Trgovac (tijekom srednjoškolskog obrazovanja)

-rad s kupcima

-zaprimanje robe

### OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

(2012.-

Integrirani preddiplomski i diplomski studij biologije i kemije

Visoka stručna  
sprema

Prirodoslovno– matematički fakultet u Zagrebu

(u tijeku je izrada diplomskog rada nakon čije će obrane biti stečen naslov mag.educ. biol. et chem)

(2008.-2012.)

Srednja škola Ambroza Haračića, Mali Lošinj

Srednja stručna sprema

Opća gimnazija

## OSOBNJE VJEŠTINE

Materinski jezik Hrvatski

Ostali jezici	RAZUMIJEVANJE		GOVOR		PISANJE
	Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
Engleski	C2	C2	C2	C2	
Talijanski	B1	B1	B1	B1	B1
Njemački	B1	B1	B1	B1	B1

Komunikacijske vještine ▪ dobre komunikacijske vještine stečene tijekom rada na recepciji

Organizacijske / rukovoditeljske vještine ▪ nemam iskustva u rukovodećim poslovima

Poslovne vještine ▪ dobre organizacijske vještine stečene tijekom sudjelovanja na manifestaciji Noć biologije  
▪ komunikativnost stečena na praksi u osnovnoj i srednjoj školi

Digitalna kompetencija

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

Vozačka dozvola -

## DODATNE INFORMACIJE

Projekti • sudjelovanje na manifestaciji Noć biologije