

# Primjena istraživačkog učenja pri poučavanju učenika gimnazije o transportu vode u biljci

---

**Babić, Paula**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*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:217:845955>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-03**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Paula Babić**

**Primjena istraživačkog učenja pri poučavanju učenika gimnazije  
o transportu vode u biljci**

**Diplomski rad**

**Zagreb, 2018.**

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

## *Zahvala*

*Zahvaljujem se mentorici prof. Ines Radanović na svim savjetima, ljubaznosti, uloženom vremenu i trudu, te srdačnosti i prijateljskom pristupu tijekom izrade ovog diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se prof. Zrinki Pongrac- Štimac te svim učenicima koji su mi pomogli u izradi ovog rada.*

*Veliko hvala i dr. Mariji Babić na savjetima te tehničarki Zdenki Ivančić na pomoći u pripremi pribora potrebnog za provedbu nastave.*

*Posebno se želim zahvaliti svojoj roditeljima Mileni i Vinku te sestrama Antoneli i Andrei na podršci tijekom ovog petogodišnjeg puta.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu

Diplomski rad

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

### PRIMJENA ISTRAŽIVAČKOG UČENJA PRI POUČAVANJU UČENIKA GIMNAZIJE O TRANSPORTU VODE U BILJCI

Paula Babić

Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

Cilj ovog istraživanja je identificirati probleme s kojima se učenici susreću prilikom analiziranja grafički prikazanih podataka vezanih uz transport vode u biljci te utvrditi hoće li primjena istraživačkog pristupa u poučavanju pozitivno utjecati na uklanjanje problema. Provedeno je inicijalno testiranje te je na osnovu uočenih problema pripremana nastava uz zadatke tijekom kojih su učenici istraživanjima uz pripremu grafičkih prikaza dolazili do zaključaka i ostvarili neophodno učenje, koje je provjereno završnom provjerom. Analizom odgovora utvrđeno je da učenici znaju pročitati vrijednosti s grafičkog prikaza, ali se problemi pojavljuju kad trebaju objasniti donesene zaključke i ponuditi objašnjenje odgovora. Utvrđene su i miskoncepcije prilikom čitanja grafičkih prikaza vezanih uz transport vode u biljci. Nakon provedbe istraživačkog poučavanja učenici su u prosjeku bolje rješavali pitanja s grafičkim prikazima. Visoka razina angažiranosti učenika pri rješavanju istraživačkih zadataka odrazila se na uspjeh u rješavanju radnog listića uz pokuse te na riješenost druge provjere nakon provedbe istraživačke nastave. Angažiranost učenika ukazuje na visoku motiviranost za sudjelovanjem u ovakvim aktivnostima. Rezultati dobiveni istraživanjem ukazuju na potrebu ispravljanja greški počinjenih tijekom istraživanja kako bi se dobila jasnija slika utjecaja istraživačke nastave na uspjeh učenika.

(stranica 75, slika 47, tablica 5, literaturnih navoda 96, jezik izvornika: hrvatski)

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

**Ključne riječi:** grafički prikazi, transpiracija, prirodoslovna pismenost

**Voditelj:** Prof. dr. sc. Ines Radanović, izv. prof.

**Povjerenstvo:** prof. dr. sc. Ines Radanović, izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner, izv. prof. dr. sc. Vesna Petrović Peroković.

**Rad prihvaćen:** 19.09.2018

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Division of Biology

Graduation thesis

### IMPLEMENTATION OF INQUIRY BASED LEARNING IN TEACHING HIGH SCHOOL STUDENTS ABOUT WATER TRANSPORT IN PLANTS

Paula Babić

Rooseveltova trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

The aim of this study is to identify the problems students encounter when analyzing graphically presented data related to water transport in the plant and to determine whether the use of inquiry-based learning will eliminate the problems. Initial testing was carried out and based on the problems noted, the course was prepared with the tasks during which the students came to the conclusions of the inquiry and the preparation of the graphic representations and accomplished the necessary learning, which was verified by the final examination. The analysis showed that students can read values from graphs, but have problems when they have to explain the conclusions. Also, the analysis showed that some students have misconception related to water transport in the plants. After the implementation of the inquiry-based learning students were better in dealing with graphs. The high level of engagement of students in solving inquiry tasks reflected on the success in solving the worksheets with experiments and on solving the second exam after the implementation of the inquiry-based teaching. Student's engagement shows high motivation for participating in such activities. The results of the study point the need to correct the mistakes made during the study to gain a clearer picture of the impact of the inquiry-based teaching on student success.

75 pages, 47 figures, 5 tables, 96 references, (original in Croatian language)

Thesis deposited in Central Department of Biology, Rooseveltov trg 6

**Keywords:** graphs, transpiration, scientific literacy

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

**Reviewers:** Dr. sc. Ines Radanović, Assoc. prof., Dr. sc. Jasna Lajtner, Assoc. prof., prof.; Dr. sc. Vesna Petrović Peroković, Assoc. prof.

**Thesis accepted:** 19.09.2018.

# SADRŽAJ

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Prirodoslovna pismenost</i>	2
1.1.1	<i>Biološka pismenost</i>	3
1.2	<i>Prirodoznanstveni pristup</i>	3
1.3	<i>Istraživačka nastava</i>	4
1.3.1	<i>Prednosti istraživačke nastave</i>	6
1.4	<i>Predkonceptije, miskoncepcije, alternativne koncepcije</i>	7
1.4.1	<i>Utvrđivanje miskoncepcija</i>	8
1.5	<i>Prirodoslovne kompetencije</i>	9
1.5.1	<i>Interpretacija grafički prikazanih podataka</i>	10
1.6	<i>Transport vode kroz biljku</i>	10
1.7	<i>Cilj ovog istraživanja</i>	11
<b>2</b>	<b>MATERIJALI I METODE</b>	<b>12</b>
2.1	<i>Kriteriji bodovanja prve provjere</i>	12
2.2	<i>Provedba istraživačke nastave</i>	14
2.3	<i>Kriteriji bodovanja druge provjere</i>	15
2.4	<i>Obrada rezultata</i>	17
<b>3</b>	<b>REZULTATI</b>	<b>20</b>
3.1	<i>Analiza riješenosti provjera</i>	20
3.2	<i>Analiza klasa riješenosti pismenih provjera</i>	23
3.3	<i>Analiza riješenosti prve provjere</i>	24
3.3.1	<i>Analiza riješenosti pitanja uz grafičke prikaze na prvoj provjeri</i>	27
3.4	<i>Analiza riješenosti druge provjere</i>	37
3.4.1	<i>Analiza riješenosti pitanja uz grafičke prikaze na drugoj pismenoj provjeri</i>	40
3.5	<i>Analiza srednje riješenosti zadatak s grafičkim prikazima na radnim listovima</i>	48
3.6	<i>Analiza angažiranosti učenika</i>	51
3.7	<i>Analiza uspješnosti učenja</i>	59
<b>4</b>	<b>RASPRAVA</b>	<b>61</b>

4.1	<i>Metodički značaj</i>	64
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČCI</b>	<b>66</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>67</b>
<b>7</b>	<b>PRILOZI</b>	<b>75</b>



## 1 UVOD

Prirodoslovno područje se temelji na prirodnim znanostima (biologija, fizika, kemija, geografija, i geologija), a glavni cilj prirodoslovnog obrazovanja je uspostaviti prirodoznanstveno opismenjeno društvo (MZOŠ, 2010). Biologija je ključna znanost u rješavanju najvećih izazova današnjice (nejednolika raspodjela hrane, nedostatak pitke vode, smanjenje bioraznolikosti, pojava i širenje bolesti), a za aktivno sudjelovanje i rješavanje tih problema nužna su biološka znanja (Begić i sur., 2016). Stoga, učenjem i poučavanjem Biologije treba poticati znatiželju i motivaciju učenika za učenje te ih osposobljavati za samostalne aktivnosti učenja i istraživanja kao i za primjenu stečenih znanja i vještina u svakodnevnom životu (Begić i sur., 2016). Nekada se nastava temeljila na predavanjima nastavnika kao primarnom načinu prenošenja znanja (Woodlief, 2007). Prema današnjim saznanjima takav tip nastave ne može biti dobar poticaj stjecanja znanja budući da nije prikladan za razvijanje kritičkog i stvaralačkog mišljenja i u potpunosti je neadekvatan u pripremi za cjeloživotno učenje (Arbunić i Kostović-Vranješ, 2007). Tradicionalni oblici nastave doveli su do brojnih miskoncepcija učenika o osnovnim prirodoslovnim načelima. Prema Lukši i suradnicima, (2013) istraživanja stvarnih i očekivanih miskoncepcija kod gimnazijalaca i osnovnoškolaca pokazuje veliku podudarnost što ukazuje na njihovu tvrdokornost, trajnost te zahtjevnost u ispravljanju. Razlozi navedenom su nedovoljno učinkovite metode poučavanja odnosno slaba primjena strategija i tehnika aktivnog učenja u nastavi kao i rijetko korištenje istraživačke nastave (NCES, 2014; Mestre, 2001). Jedan od načina je promjena u poučavanju iz tradicionalnog u suvremeni pristup, u kojem će prevladati učeničko otkrivanje umjesto izlaganja nastavnika, samostalno rješavanje problema te stvaralačko mišljenje (De Zan, 2015). Prema Boriću i Škugoru (2014) u nastavi usmjerenoj na učenika nastavnik je mentor, suradnik i organizator, koji zanimljivim metodičkim scenarijima potiče razvoj kognitivne, afektivne i psihomotoričke domene učenja. Danas se u školama primjenjuju razne metode i tehnike poučavanja s ciljem razumijevanja i usvajanja koncepta pa se tako želi unaprijediti i nastava biologije. Minner i suradnici, (2010) ističu kako nastavne strategije koje aktivno uključuju učenike u proces učenja poput učeničkih istraživanja povećavaju konceptualno razumijevanje učenika. Međutim, velika količina nastavih sadržaja propisana važećim dokumentima (MZOŠ, 1995; MZOŠ, 2006) onemogućava organizaciju nastavnog procesa koji uključuje istraživačko i iskustveno učenje.

Osnovnoškolski i srednjoškolski sustav odgoja i obrazovanja u Hrvatskoj do sredine dvadesetog stoljeća karakterizira usmjerenost na sadržaje propisane nastavnim planom i programom (MZOŠ, 1995; 2006). S početkom prošlog desetljeća pokušavaju se uvesti određene promjene u obliku pomaka od sadržajne usmjerenosti prema odgojno obrazovnim ishodima te se naglasak stavlja na razvoj kompetencija (MZOŠ, 2010). Prema Prijedlogu nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Biologija (Begić i sur., 2016) najveći napredak u poučavanju prirodoslovnih predmeta može se ostvariti prirodoznanstvenim pristupom. Takav pristup poučavanju razvija istraživačke kompetencije te vještine i stavovi koje će učenici moći primijeniti u svakodnevnom životu (Begić i sur., 2016).

### **1.1 Prirodoslovna pismenost**

U suvremenom društvu potrebne su nove kompetencije s naglaskom na razvoju inovativnosti, stvaralaštva, rješavanju problema, razvoju analitičkog i kritičkog mišljenja, poduzetnosti, informatičkoj pismenosti, socijalnih i drugih kompetencija (MZOŠ, 2011). Sukladno potrebama suvremenog društva, Europska komisija je definirala okvir od osam ključnih kompetencija koje se smatraju nužnim za uspjeh u društvu znanja (Letina, 2016). Među navedenim kompetencijama navodi se i prirodoznanstvena kompetencija koja se često naziva i prirodoslovna pismenost (Letina, 2016). Pojam prirodoslovne pismenosti utemeljuje Hurd 1952 godine. Hurd (1952) ističe prirodoslovnu pismenost kao osnovni cilj prirodoslovnog obrazovanja kojem je potrebna nova kvaliteta prilagođena znanstvenom dobu.

Prirodoslovna pismenost se smatra ključnom kompetencijom u modernom društvu koje se sve više suočava s globalnim problemima poput nedostatka vode, onečišćenje zraka, prekomjernog crpljenja prirodnih bogatstava i mnogim drugim problemima (Braš Roth i sur., 2017). Da bi pojedinci mogli odlučiti kako se ponašati u vezi s navedenim problemima potrebne su im kompetencije znanstvenog objašnjavanja pojava, vrednovanja i osmišljavanja znanstvenih istraživanja te interpretacija znanstvenih podataka i dokaza (NCVVO, 2015). Za prirodoslovnu pismenost postoji više definicija, a većina definicija je određuje kao jedinstveni skup znanja i razumijevanja međuodnosa znanosti, društva i tehnologije, prirode znanosti i različitih znanstvenih područja (Roberts, 1983, 2007; Rutherford i Ahlgren, 1990; NRC, 1996; OECD, 2007; 2009; Osborne i Dillon, 2008). Nacionalni okvirni kurikulum (MZOŠ, 2011) pod pojmom prirodoslovne pismenosti podrazumijeva razumijevanje i usvajanje cjeloživotnog obrazovanja, znanstvenih metoda i koncepta te korištenje znanja i vještina stečenih obrazovanjem za stvaralačko rješavanje problema. Prema projektu PISA prirodoslovna

pismenost se definira kao sposobnost korištenja, prepoznavanja pitanja i izvođenja zaključaka temeljenih na dokazima, a prirodoslovno pismena osoba posjeduje sposobnost i želju za aktivnim sudjelovanjem u argumentiranoj raspravi o prirodnim znanostima i tehnologijama (Braš Roth i sur., 2017). Mnoga istraživanja ističu važnost oblikovanja prirodoslovne pismenosti učenika u što ranijoj fazi odgoja i obrazovanja, jer se interes učenika za znanost i prirodoslovlje najučinkovitije razvija u nižim fazama odgoja i obrazovanja. (Letina prema Barton, 1994; Bybee, 1997a, 1997b). Isto tako, kao razlog se navodi i činjenica da nadograđivanje i daljnje oblikovanje prirodoslovne pismenosti neće biti uspješno ako čvrsti temelji prirodoznanstvene pismenosti nisu dobro postavljeni u najranijoj dobi (OECD, 1996). Budući da se prirodoslovna pismenost razvija postupno, Ergül i suradnici (2011) ističu kako prvo valja započeti razvojem osnovnih znanstvenih vještina praćenja, mjerenja i klasificiranja, a kasnije s formuliranjem hipoteza, kontroliranjem varijabli i eksperimentiranjem.

### **1.1.1 Biološka pismenost**

Biološka pismenost dio je prirodoslovne pismenosti i obuhvaća razumijevanje i shvaćanje biologije kao znanstvene discipline koja se temelji na eksperimentu te na opisivanju i tumačenju pojava i procesa u živom svijetu (Begić i sur., 2016). Biološka pismenost obuhvaća upoznavanje učenika s osnovnim principima znanstvenog istraživanja, znanstvenom metodologijom te znanstvenim istraživanjem s ciljem razvoja prirodoslovne pismenosti. Ove kompetencije su nužne u suvremenom društvu koje je zahvaćeno velikim tehnološkim i znanstvenim promjenama (Radanović i sur., 2015).

## **1.2 Prirodoznanstveni pristup**

Pri izradi novog kurikulumu nastavnog predmeta Biologija primijenjen je konceptualni pristup koji se bazira na dubini, a ne na širini znanja te doprinosi razumijevanju pojava i procesa (Begić i sur., 2016), razvijanju sposobnosti rješavanja problema umjesto memoriranja i reproduciranja velike količine podataka s ciljem da se učenje i poučavanje Biologije usmjeri na razumijevanju najvažnijih ideja (Braš Roth i sur., 2017). U kurikulumu su definirana četiri makrokoncepta: *Energija u živom svijetu*, *Procesi i međuovisnosti u živom svijetu*, *Organiziranost živog svijeta* te *Prirodoznanstveni pristup* koji doprinosi razvoju biološke pismenosti (Begić i sur., 2016).

Prirodne znanosti se danas smatraju temeljem svega što nas okružuje te predstavljaju sastavni dio našeg svakodnevnog života (od najjednostavnijih otvarača do najnaprednijih

svemirskih letjelica) (Braš Roth i sur., 2017). Stoga bi danas svatko trebao znati misliti kao znanstvenik. Pritom se misli da bi svaki pojedinac trebao biti sposoban interpretirati dokaze, izvoditi zaključke te biti svjestan da su znanstvene istine promjenjive tijekom vremena u skladu s novim otkrićima i spoznajama (Braš Roth i sur., 2017). Prirodoznanstveni pristup predstavlja preduvjet za razumijevanje svijeta koji nas okružuje budući da povezuje sve prirodne znanosti. Prirodoznanstveni pristup se temelji na promatranju i tumačenju pojava i procesa u prirodi (Radanović i sur., 2015). Odgojno-obrazovni proces temeljen na prirodoznanstvenom pristupu potiče: razvijanje organiziranog i objektivnog pristupa u rješavanju problema, razvijanje vještina i stavova koje će učenici koristiti u svakodnevnom životu te doprinosi razvoju samopouzdanja i osjećaja odgovornosti. Glavni cilj prirodoznanstvenog pristupa je razvijanje i razumijevanje složenih znanstvenih koncepta (Ristić Dedić, 2013). Unatoč tome prirodoznanstveni pristup nije dovoljno implementiran u obrazovanju već je nastava uglavnom ograničena na tradicionalan pristup koji se bazira na prenošenju sadržaja i znanja (Rocard i sur., 2007). Osborne i Dillon (2008) također u svom istraživanju potvrđuju da je dominantan pristup u prirodoslovnom obrazovanju i dalje usmjeren na prijenos znanja uz izraženu orijentiranost na sadržaje. Neki elementi prirodoznanstvenog pristupa su se pokušali uvesti u osnovne škole u Republici Hrvatskoj 2005. godine Hrvatskim nacionalnim obrazovnim standardom (HNOS), ali je to naišlo na neuspjeh jer se nije napravilo rasterećenje nastavnog programa (MZOŠ, 2006).

### **1.3 Istraživačka nastava**

Znanstvena i tehnološka revolucija koja prati dinamično kretanje suvremenog svijeta stavlja današnjeg čovjeka u brojne problemske situacije koje mora znati, umjeti i htjeti uspješno rješavati (Poljak, 1982). Veliki zahtjevi suvremenog društva su stvorili potrebe za obrazovnim pojedincima koji će se uspješno nositi s izazovima 21. stoljeća. Kao odgovor na potrebe suvremenog društva svi nacionalni obrazovni dokumenti razvijenih zemalja ističu potrebu za istraživačkim pristupom u učenju i poučavanju jer su mnoga istraživanja potvrdila pozitivan utjecaj na obrazovna postignuća učenika kao i na razvoj prirodoslovne pismenosti (Rocard, 2007; Hackling i Prain, 2005).

Suvremena nastava prirodoslovlja zahtijeva primjenu tehnika aktivnog učenja i poučavanja kao što je istraživačko učenje kojim se razvijaju kompetencije viših razina (Bevin i Price, 2016).

Istraživačka nastava proizlazi iz prirodne znatiželje za otkrivanjem i spoznajom svijeta u kojem živimo. Istraživačka nastava se temelji na interesu i znatiželji učenika stoga bi istraživanja trebala biti orijentirana na istraživanje problema iz učenikova svakidašnjeg života (Adams i Phillips, 1991). Tako bi se mogli zainteresirati učenici koji nemaju primarno zanimanje za teorijske sadržaje prirodnih znanosti. Prema (NRC, 1996. ) učenje uvijek treba polaziti od iskustva, bilo da se radi o životnom iskustvu ili o iskustvenom učenju u školi.

Osnovna ideja istraživačkog pristupa u poučavanju je da učenici do sadržaja prirodoslovlja dolaze putem kojim dolaze znanstvenici u istraživanju te da kritički promišljaju o svijetu te da razumiju prirodu i principe znanosti (Dewey, 1910). U istraživačkoj nastavi, nastavnikova uloga je praćenje istraživačkog procesa, komunikacija s grupama i pomoć kad je potrebna. Također je bitno istaknuti da je vrijeme u istraživačkoj nastavi fleksibilno jer su uvijek moguće nepredviđene situacije, koje nastavnik treba iskoristiti kako bi učenike potaknuo na raspravu u svrhu razvijanja mišljenja učenika (Perković Krijan, 2016). Među stručnjacima ne postoji jednoznačan naziv za istraživačku nastavu. Nepostojanje jednoznačnog naziva dovelo je do različitih shvaćanja ovog oblika rada u nastavi pa postoji mnogo definicija ovog učenja. Osim neujednačenog naziva pregledom literature engleskog govornog područja ustanovljeni su i različiti nazivi koji se prema obilježjima mogu svrstati u istraživačku nastavu: inquiry, inquiry learning, inquiry teaching, inquiry based learning. Isto tako, u literaturi na hrvatskom jeziku koja se bavi metodikom i didaktikom postoje različiti nazivi istraživačke nastave: istraživački orijentirana (usmjerena) nastava, istraživački pristup nastavi, istraživačko učenje (Perković Krijan, 2016).

Rocard i sur. (2007) definira istraživačko učenje kao jasno strukturirano iskustveno učenje koje se oslanja na induktivnoj metodici i istraživačkom pristupu. Prema Colburn (2010) istraživački usmjerena nastava je način rada u kojoj su učenici uključeni u praktične otvorene aktivnosti usmjerene na učenika. Kostović-Vranješ (2015) pod istraživačkom nastavom podrazumijeva učeničko proučavanje i rješavanje problema kako bi otkrili pravilnost, zakonitost i svojstva promatranih objekata koji su im do tada bili nepoznati u svrhu razvijanja istraživačkih vještina i shvaćanja. Prema (Bognar i Matijević, 2005) istraživačka nastava jest vrsta nastave u kojoj se učenici u situaciji da samostalnim istraživanjem dolaze do novih spoznaja. Prema (Bybee, 2010) istraživačka nastava se definira kao nastavna strategija kojom učenici stječu znanja i razumijevanje znanstvenih koncepata, principa i činjenica te odražava duh znanstvenog istraživanja (Bybee, 2006) jer učenici do novih znanja i sadržaja dolaze

sljedeći iste procese kao i znanstvenici te tako upoznaju prirodu i dinamičnost znanosti (Uno, 1990). Bitno je istaknuti da se praktične aktivnosti ne bi trebale poistovjećivati s istraživačkom nastavom, iako istraživačka nastava gotovo uvijek sadrži praktične aktivnosti (Williams Rossi, 2009).

Može se zaključiti da se istraživačka nastava sastoji od različitih aktivnosti koje u određenoj mjeri odražavaju duh znanstvenih istraživanja. Ciljevi istraživačke nastave osim samostalnog stjecanja znanja obuhvaćaju i razumijevanje metoda, procesa i prirode znanosti te razvijanje različitih sposobnosti i znanstvenih vještina kroz iskustvo sudjelovanja u istraživanju (Perković Krijan, 2016).

### **1.3.1 Prednosti istraživačke nastave**

Prednosti istraživački usmjerene nastave su višestruke, a očituje se u tome što su u središtu nastavnog procesa učenici koji su aktivni sudionici istraživanja. Odnosno, učenici kroz istraživački usmjerenu nastavu razvijaju sposobnost kritičkog mišljenja opažanjem, postavljanjem pitanja, oblikovanjem hipoteze, prikupljanjem podataka, analiziranjem i tumačenjem rezultata te uočavanjem uzorka i posljedica (Letina, 2016). Prema Ristić Dedić (2013) istraživačka nastava ima važnu ulogu u poticanju znatiželje učenika. Hackling i Prain (2005) su proučavanjem istraživačkog pristupa u nastavi zaključili da takav pristup osim što pozitivno utječe na razvoj prirodoslovne pismenosti, pozitivno utječe i na učeničke stavove o prirodoslovlju i znanosti. Isto tako, primjena istraživačke nastave pozitivno utječe na obrazovna postignuća učenika (Rocard, 2007) na razvoj znanstvenih vještina (Ergül i sur., 2011) na razvoj razumijevanja načina funkcioniranja znanosti (Khishfee i Abd-El-Khlicka, 2002) te na poticaje učeničke suradnje (Wolf i Fraser, 2008). Isto tako mnogi autori istraživačku nastavu ističu kao najučinkovitiju strategiju za prevladavanje miskoncepcija (NCES, 2004; Mestre, 2001). Sve navedene prednosti istraživačke nastave omogućuju oblikovanje prirodoslovne pismenosti (kompetencije) učenika.

Unatoč navedenom, razna istraživanja pokazuju da se u većini zemalja istraživačka nastava ne provodi dovoljno u nastavi (Rocard i sur., 2007). Razlozi nedovoljno korištenog istraživačkog pristupa su višestruki, a najčešće se navode nedovoljna opremljenost odgojno obrazovnih ustanova, organizacijski problemi, neprikladno obrazovanje nastavnika, ali i dominantni tradicionalni pristup u poučavanju znanosti (Anderson, 2002). Tome u prilog idu i mnoga istraživanja, koja su pokazala da u hrvatskom obrazovnom sustavu dominira

tradicionalni pristup poučavanju u kojem je učitelj u središtu nastavnog procesa (Baranović, 2006; Škugor, 2013). Isto tako, (Matijević i Radovanović, 2011) ističu da su nastavne aktivnosti u školama uglavnom prilagođene nastavi usmjerenoj na nastavnike budući da primjena istraživačka nastava podrazumijeva odgovarajuće uvjete u školi/učionici. Potrebni uvjeti za primjenu istraživačke nastave podrazumijeva odgovarajući pribor i materijal, odgovarajuću količinu vremena, a Fabijanić (2014) i Lukša (2014) ističu važnost pripreme i edukacije nastavnika za uspješnu provedbu istraživačke nastave. Često se korištenje istraživačkog učenja svodi na povremene demonstracijske pokuse ili na izvođenje pokusa po receptu bez korištenja istraživačkih vještina i viših kognitivnih procesa (Ristić Dedić, 2013). Mnoga istraživanja također potvrđuju da se pokusi u nastavi uglavnom provode prema protokolu s ciljem potvrde ili ilustracije nastavnikove tvrdnje te se od učenika ne zahtijeva kritičko mišljenje (Bevince i Price, 2016). Isto tako, Chinn i Malhorta (2002) ističu da se korištenje pokusa u nastavi svodi na potvrđivanje predstavljenog znanstvenog sadržaja te ne stavlja učenika u ulogu autentičnog istraživača. Prema, Dolencu (2000) naglasak u istraživačkoj nastavi treba biti na istraživanju, a ne na demonstraciji i ilustraciji.

#### **1.4 Predkonceptije, miskoncepcije, alternativne koncepcije**

Prema Wood (2009) u poučavanju učenika je sve važnije razvijati konceptualno razumijevanje koje je trajnije i efikasnije od pamćenja nepovezanih informacija. Učenici nisu prazne ploče (Benbow Mably, 2002) već kad uđu u učionicu imaju neke predkonceptije vjerojatno i miskoncepcije vezane uz određeno nastavno gradivo koje će se obrađivati. Prema Lukši i suradnicima, (2013) učenici iz učionice mogu izaći s istim ili čak novim miskoncepcijama. Zbog svega navedenog u poučavanju s ciljem postizanja konceptualnog razumijevanja je od velike važnosti utvrditi učeničke predkonceptije te identificirati moguće učeničke miskoncepcije koje bi mogle ometati učenje (Lukša i sur., 2013).

Prema Lukša (2011) koncept se definira kao ideja ili predodžba koja nastaje na temelju iskustva ili informacija, a sažima zajedničke pojave. Za velike ideje u području biologije koristi se izraz makrokoncepti koji se mogu razraditi na niže razine, koncepte. Dok se koncepcija (lat. conceptio) definira kao način razmatranja nekih pojava ili kao prvotna predodžba (Hrvatski jezični portal, 2010). Koncepti se mogu stalno mijenjati i nadopunjavati, jer čovjek cijeli život stječe nova iskustva i spoznaje (Bransford i sur., 2000). Prilikom stvaranja koncepta može doći do pogreške stoga se često spominju pojmovi: predkonceptija, alternativna koncepcija, miskoncepcija (Lukša, 2011).

Duit i Treagust (2003) ističu kako većina učenika na nastavu dolazi s predkonceptijama koje mogu u velikoj mjeri ograničavati i onemogućavati razumijevanje novih koncepta u nastavi. Prema Krsniku (2008) predkonceptije se definiraju kao učeničke ideje nastale prije učenja nekog koncepta u školi, a najčešće nisu u skladu sa znanstvenim konceptijama. Dok Mestre (2001) predkonceptije opisuje kao poimanje znanstvenih konceptija prije spoznaje znanstvenih činjenica. Predkonceptije ne nastaju slučajno već su svome tvorcu razumljive i smislene (Mestre, 2001).

Prema (Wandersee i sur. 1994) alternativne konceptije su načini razumijevanja znanstvenih činjenica koje nisu u skladu sa znanstvenim pojavama, a nastaju kao posljedica svakodnevnog iskustva izvan okvira formalnog obrazovanja. Alternativne konceptije isto kao i predkonceptije predstavljaju prepreku u učenju te usvajanju ispravnih znanstvenih činjenica.

Prema Lukša i sur. (2013) miskoncepcije su sve predodžbe učenika koje nisu u skladu sa znanstvenim spoznajama, a nastale su prije nastavnog procesa ili kao njegova posljedica. Fisher (1985) ističe kako se iste miskoncepcije pojavljuju kod velikog broja ljudi, vrlo su otporne na promjene, posebice u predavačkoj tradicionalnoj nastavi, a mogu nastati kao rezultat pogrešnog tumačenjem udžbeničkog gradiva ili iz teorija koje su u znanosti prevladane. U prilog navedenom ide i istraživanje Dikmeneli i suradnika (2009) u kojem ističu da su udžbenici čest izvor miskoncepcija zbog preopćenitih generalizacija, prevelikih pojednostavljenja te zastarjelih koncepta i pojmova.

#### **1.4.1 Utvrđivanje miskoncepcija**

Miskoncepcije s kojima učenici dolaze na nastavu postaju barijera pri usvajanju novih koncepta stoga je identificiranje miskoncepcija od iznimne važnosti u nastavi biologije (Vitharana, 2015). Postoji mnogo metoda za utvrđivanje miskoncepcija uporabom pitanja otvorenog tipa, dvoslojnih pitanja, konceptualnih crteža, metodom intervjua, Vennovih dijagrama ili pak pitanjima višestrukog izbora pri čemu su miskoncepcije korištene kao distraktori (Lukša i sur., 2013). Identificirane miskoncepcije variraju ovisno o gradivu, spolu, učeničkoj motivaciji i interesu (Wescott i Cunningham, 2005). Prije usvajanja novog nastavnog gradiva od izuzetne važnosti je ispitati učenike kako bi se utvrdile njihove predkonceptije i miskoncepcije. Često se dogodi da kad se od učenika traži obrazloženje na točno odgovoreno pitanje da se utvrdi postojanje miskoncepcije (Lukša i sur., 2013). Prema Tanneru i Allenu (2005) učenički netočni odgovori su najbolji alat u kreiranju poučavanja. Važno je da nastavnici



budu svjesni postojanja učeničkih predkonceptija i miskonceptija jer prema Modellu i suradnicima (2005) samo nastavnici koji poznaju miskonceptije s kojima se susreću njihovi učenici mogu pomoći učenicima da ih zamijene ispravnim konceptima.

Istraživanja pokazuju kako učenici teško mijenjaju stečene miskonceptije, stoga Strike i Posner (1985) ističu kako za uklanjanje miskonceptija mora postojati nezadovoljstvo učenika s postojećim konceptima. Nezadovoljstvo s postojećim konceptima će otvoriti put izgradnji novih koncepata, a novi koncepti moraju biti plodonosni, uvjerljivi i razumljivi. Nekoliko je istraživanja pokazalo da se utvrđivanjem učeničkih miskonceptija i promjenom pristupa u poučavanju baziranom na iskustvenom učenju uz otkrivanje i istraživanje, može povećati vjerojatnost smanjenja učeničkih miskonceptija (Michael i sur., 2002; Modell, 2000; Modell i sur., 2005).

## **1.5 Prirodoslovne kompetencije**

Međunarodni program za procjenu znanja i vještina učenika, skraćeno PISA, procjenjuje tri temeljne prirodoslovne kompetencije: znanstveno objašnjavanje pojava, vrednovanje i osmišljavanje znanstvenih istraživanja, interpretacija znanstvenih podataka i dokaza. Istraživanja je pokazalo da hrvatski učenici ostvaraju ispodprosječne rezultate u sve tri kompetencije kao i da su rezultati hrvatskih učenika iz prirodoslovne pismenosti značajno ispod prosjeka OECD-a (Braš Roth i sur., 2017). Kao razlozi neuspjeha hrvatskih učenika navode se sljedeći razlozi (Braš Roth i sur., 2017):

- a) dominantni tradicionalni načina poučavanja i provjeravanja znanja s pretežitom reproduktivnim zadacima
- b) nezastupljenosti prirodoznanstvenog pristupa u aktualnim nastavnim programima; iako, su mnoga istraživanja pokazala njegov pozitivan utjecaj na razvoj prirodoslovne pismenosti
- c) sadržajno i činjenicama opterećena nastava
- d) nedostatak korelacije među predmetima
- e) vrlo slaba primjena grafičkih prikaza u nastavi biologije.

Isto tako, analizom ispita državne mature iz biologije 2016. godine, utvrđena je slabija riješenost u odnosu na prijašnje godine iz razloga jer je ispit prvi put sastavljen s naglaskom na konceptualnom razumijevanju, a slabiji uspjeh učenika uočen je posebice u zadacima vezanim uz interpretaciju grafički prikazanih podataka (Radanović i sur., 2017). Slaba riješenost zadatka na državnoj maturi iz biologije 2016., u kome se od učenika tražilo da analizom grafičkih

prikaza zaključuje o tijeku transpiracije u specifičnoj problemskoj situaciji (Radanović i sur., 2017) je poticaj za ovo istraživanje.

### **1.5.1 Interpretacija grafički prikazanih podataka**

U znanosti se vještina snalaženja u grafičkim prikazima smatra glavnom značajkom znanstvene pismenosti (Harsh i Schmittharsh, 2016). Unatoč tome utvrđeno je da učenici svih dobi pokazuju nesnalaženje u analiziranju i interpretaciji grafički prikazanih pitanja (Glazer, 2011) s čime su u skladu i problemi u analizi podataka, utvrđeni PISA istraživanjem (Bybee i sur., 2009) i kod učenika u RH (Braš Roth i sur., 2017). Budući da je grafički prikaz podataka ključna značajka znanstvene pismenosti potrebno je u nastavi što više koristiti grafičke prikaze podataka te postavljati pitanja koja traže njihovo tumačenje, analizu, zaključivanje i usporedbu. Bowen i Roth (2005) ističu da učenici trebaju razvijati grafičke vještine istraživanjem stvarnih problema.

### **1.6 Transport vode kroz biljku**

Rezultati mnogih istraživanja pokazuju kako su učenicima jako problematični koncepti gibanja vode kroz biljku. Teškoće u razumijevanju koncepta transporta vode kroz biljku su možda posljedica nedovoljne povezanosti za životnim iskustvom, budući da učenici ne mogu direktno vidjeti kako korijen upija vodu, gibanje vode u stabljici te gubitak vode kroz puči (Yip, 2003). Isto tako, poteškoće su možda posljedica činjenice da mnoga literatura vezana uz biljke sadrži mnogo grešaka te preopćenitih generalizacija (Hershey, 2004), ali i nezainteresiranosti učenika za nastavne sadržaje vezane uz biljke (Garašić, 2012).

## 1.7 Cilj ovog istraživanja

Cilj ovog istraživanja je identificirati probleme s kojima se susreću učenici pri analiziranju i tumačenju grafički prikazanih podataka vezanih uz transport vode u biljkama. U svrhu ostvarenja cilja istraživanja potrebno je napraviti sljedeće korake:

- Analizirati odgovore učenika kako bi se identificirali problemi i utvrdile predkonceptije vezane uz transport vode kroz biljke
- Utvrditi moguće probleme i miskonceptije pri analiziranju i tumačenju grafičkih prikaza
- Ukloniti miskonceptije učenika i poboljšati zaključivanje uz analizu grafičkih prikaza istraživačkim pristupom u učenju i poučavanju
- Analizirati odgovore učenika nakon provedene završne provjere kako bi se utvrdilo jesu li miskonceptije uklonjene te snalaze li se učenici bolje u analiziranju i interpretaciji grafički prikazanih podataka.

Rad će doprinijeti utvrđivanju miskonceptija i problema s kojima se učenici susreću pri interpretaciji grafički prikazanih podataka, a omogućit će nastavnicima kvalitetnije planiranje poučavanja.

## 2 MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno u dva odjela 3. razreda V. gimnazije na uzorku od 48 učenika. Učenici 3.f razreda se školuju prema programu koji uključuje povećan broj sati matematike (za 1 sat) i povećan broj sati informatike (za 1 sat) kroz sve četiri godine, dok se učenici 3.g razreda školuju prema programu koji uključuje učenje dva strana jezika bez povećanja sati informatike i matematike. U svrhu identificiranja miskoncepcija učenika vezanih uz interpretaciju i analiziranje grafički prikazanih podataka vezanih uz transport vode kroz biljku provedena je inicijalna pisana provjera koja je sadržavala pitanja otvorenog tipa i pitanja uz grafičke prikaze, kako bi se utvrdila početna sposobnost učenika u interpretaciji podataka i predkoncepcije učenika uz transport vode u biljci. Od učenika se tražilo da odgovore na pitanja te obrazlože svoje odgovore. U svrhu otklanjanja uočenih problema i miskoncepcija učenike se vodilo tijekom nastave koja se bazirala na istraživačkim zadacima kroz niz projektnih zadataka uz pripremu i analiziranje grafičkih prikaza. Nastava za potrebe prenošenja rezultata istraživanja provedena je uz primjenu tehnika aktivnog učenja u skladu s Nastavnim planom i programom za srednju školu, usmjerenim prema ostvarivanju ishoda učenja (tablica 1) ispitnog kataloga državne mature iz Biologije (Radanović i sur., 2015). Nakon provedbe nastave provedena je završna pisana provjera uz pitanja otvorenog tipa i grafičke prikaze, kako bi se utvrdilo u kojoj mjeri je istraživački pristup pomogao učenicima u kvalitetnijoj interpretaciji rezultata prikazanih grafičkim prikazima i njihovom konceptualnom razumijevanju.

Tablica 1 Ishodi učenja prema katalogu državne mature iz biologije 2016. godine

Makrokoncept	Koncept	Ishodi (IK DM)
BIOLOŠKA PISMENOST	Znanstvena metodologija	Primijeniti osnovna načela i značajke znanstvenog rada.
		Analizirati numerički i grafički prikazane rezultate istraživanja.
ORGANIZIRANOST ŽIVOG SVIJETA	Homeostaza na razini organizma	Analizirati mehanizme održavanja homeostaze u biljnom organizmu.

### 2.1 Kriteriji bodovanja prve provjere

Prvu pismenu provjeru je pisalo 42 učenika. Prva pismena provjera je sadržavala šest pitanja s potpitanjima (prilog 1). Isto tako, provjera je sadržavala i tri pitanja s grafičkim prikazima s potpitanjima kojima se ispitivalo čitanje grafičkih prikaza te sposobnost interpretacije tih podataka odnosno donošenja točnih zaključaka na osnovu izvučenih podataka s grafičkog prikaza. Osim grafičkih prikaza pismena provjera je sadržavala i pitanja otvorenog

tipa vezana uz koncept transporta vode kroz biljku, a najviše pitanja je vezano uz proces transpiracije.

U prvom pitanju su učenici trebali predvidjeti što će se dogoditi u plastičnoj vrećici kojom je zamotana grančica biljke s listovima te obrazložiti svoj odgovor. Točno odgovoreno pitanje i točno ponuđeno objašnjenje je bodovano s 2 boda, točno ponuđen odgovor bez objašnjenja je bodovan s 1 bodom. Polovičan odgovor i objašnjenje se bodovalo s pola boda.

U drugom pitanju je bilo potrebno strjelicama točno označiti smjer vode u biljci: ulaz, tijek i izlaz. Svaki točno ucrtan smjer se bodovao s pola boda.

Treće pitanje se sastojalo od tri potpitanja otvorenog tipa. Svaki točno ponuđen odgovor se bodovao s jednim bodom pa je u 3. pitanju maksimalno bilo moguće ostvariti 3 boda. Nepotpuni odgovori su se bodovali s pola boda, a netočni s 0 bodova.

Četvrto pitanje je uključivalo grafički prikaz na osnovu kojeg su učenici trebali donijeti zaključak o intenzitetu transpiracije u određenom razdoblju dana te ponuditi objašnjenje. Isto tako, učenici su u 4. pitanju trebali su povezati intenzitet transpiracije s otvorenošću puči te ponuditi točno objašnjenja. Stoga je za sva točno riješena pitanja bilo moguće maksimalno ostvariti četiri boda, budući da se svaki točan odgovor bodovao s jednim bodom. Polovični odgovori su bodovani s pola boda, a netočni s nula bodova.

Peto pitanje je također uključivalo grafički prikaz te se točno čitanje vrijednosti s grafa i točno objašnjenje bodovalo s dva boda. Točno čitanje vrijednosti s grafičkog prikaza bez objašnjenja se bodovalo s jednim bodom. Polovični odgovori su bodovani s pola boda, a netočni odgovori s nula bodova.

U šestom pitanju, koje je također sadržavalo dva grafička prikaza, podatke s ta dva grafička prikaza učenici su trebali povezati s intenzitetom transpiracije. U ovom pitanju je bilo moguće maksimalno dobiti dva boda. Jedan bod se dodjeljivao za točnu interpretaciju grafičkog prikaza, a još jedan bod se dodjeljivao za točno ponuđeno objašnjenje. Polovični odgovori su se bodovali s pola boda, a netočni s nula bodova.

## 2.2 Provedba istraživačke nastave

Istraživačka nastava je provedena početkom šestog mjeseca u trajanju od tjedan dana. Učenike 3. f i 3. g razreda se prethodno podijelilo u 13 grupa po 3-6 učenika. Svim učenicima su se podijelili radni listići koji su sadržavali upute za rad, tablice u kojima su trebali zapisivati rezultate mjerenja te zadatke i pitanja koja su učenici trebali riješiti nakon obavljenih pokusa (prilog 3). Zatim je svaka grupa došla u dogovoreno vrijeme kako bi postavili pokuse. Učenici su tijekom provedbe istraživačke nastave svaki dan dolazili u kabinet iz biologije kako bi obavili mjerenja uz pokuse te bilježili rezultate na radni listić. Sljedeći korak u provedbi ove istraživačke nastave uključivao je prikazivanje rezultata grafički, izvođenje zaključka te raspravu o dobivenim rezultatima s članovima grupe, ali i drugih grupa, budući da su pojedini zadaci zahtijevali suradnju više grupa. Zatim je slijedilo izlaganje grupa s ciljem sistematizacije svih dobivenih rezultata te donesenih zaključaka. Tijekom provedbe istraživačke nastave nastavnikova uloga je bila da prati rad svake grupe, usmjerava ih i po potrebi ispravlja njihove greške. Za vrijeme provedbe istraživačke nastave pratila se aktivnost učenika, vrijeme koje su proveli u istraživanju, preciznost u mjerenju, bilježenje rezultata, grafički prikazani podaci te ispunjavanje radnog listića prema kriterijima opisanim u tablici 2.

**Tablica 2 Skala za procjenu angažiranosti učenika tijekom provedbe istraživačke nastave**

<b>Aktivnost uz istraživanje</b>	<b>KOD</b>
Učenik aktivno sudjeluje u izvedbi pokusa (dolazi u dogovoreno vrijeme, obavlja mjerenja, bilježi rezultate pokusa, ispunjava radni listić).	3
Učenik dolazi u dogovoreno vrijeme, ali većinu vremena ne obavlja zadane zadatke.	2
Učenik većinu puta nije došao u dogovoreno vrijeme te ne obavlja zadane zadatke.	1
Učenik ne dolazi u dogovoreno vrijeme i ne sudjeluje u izvedbi pokusa.	0
<b>Vrijeme provedeno u izvedbi istraživanja</b>	<b>KOD</b>
Učenik dolazi svaki dan u dogovoreno vrijeme.	3
Učenik ne dolazi svaki dan u dogovoreno vrijeme, ali većinu puta je došao.	2
Učenik većinu puta nije došao u dogovoreno vrijeme.	1
Učenik ne dolazi u dogovoreno vrijeme i ne sudjeluje u izvedbi istraživanja.	0
<b>Preciznost u mjerenju</b>	<b>KOD</b>
Učenik je vrlo pažljiv i precizan pri izvedbi mjerenja. Slijedi upute nastavnika.	3
Učenik je većinu vremena pažljiv pri izvedbi mjerenja uz manje pogreške, većinu vremena slijedi upute nastavnika.	2
Učenik je jako nepažljiv i neprecizan pri mjerenju. U potpunosti ignorira upute nastavnika.	1
Učenik ne sudjeluje u izvedbi mjerenja	0
<b>Bilježenje rezultata</b>	<b>KOD</b>
Učenik svakodnevno bilježi i fotografira rezultate pokusa.	2
Učenik ne bilježi i ne fotografira rezultate pokusa svakodnevno, ali većinu puta je zabilježio rezultate pokusa.	1
Učenik većinu puta ne bilježi rezultate pokusa jer je zaboravio radni listić ili nije došao u dogovoreno vrijeme.	0
<b>Grafički prikazani podaci</b>	<b>KOD</b>
Grafički prikazani podaci su točno prikazani i zaključak donesen na temelju grafičkog prikaza je točan	3
Grafički prikazani podaci su točno prikazani, ali zaključak donesen na temelju grafičkog prikaza je nepotpun, netočan ili djelomično točan.	2
Grafički prikazani podaci su netočno prikazani i zaključak donesen na temelju grafičkog prikaza je netočan.	1
Učenici nisu prikazali rezultate pokusa grafički ni donijeli zaključak na temelju grafičkog prikaza.	0
<b>Ispunjavanje radnog listića u pokus</b>	<b>KOD</b>
Učenik je ispunio radni listić i točno odgovorio na sva pitanja i zadatke u radnom listiću.	4
Učenik je ispunio radni listić uz manje greške prilikom odgovaranja na pitanja i rješavanje zadataka.	3
Učenik je ispunio radni listić uz puno greška prilikom odgovaranja na pitanja.	2
Učenik je ispunio radni listić, ali je na većinu pitanja i zadataka krivo odgovorio.	1
Učenik nije ispunio radni listić.	0
<b>Suradnja s drugim članovima u grupi te s članovima drugih grupa</b>	<b>KOD</b>
Učenici su podijelili poslove u grupi te svi aktivno sudjeluju u izvedbi pokusa. Učenici surađuju i s članovima drugih grupa, uspoređuju rezultate pokusa te donese zaključke na temelju napravljenih pokusa.	2
Učenici su unutar grupe podijelili poslove, ali ne surađuju s drugim grupama.	1
Jedan ili dva učenika sudjeluje u izvedbi pokusa dok ostali učenici zabušavaju ili se uopće nisu pojavili u dogovoreno vrijeme. Ne surađuju ni s članovima drugih grupa.	0

### 2.3 Kriteriji bodovanja druge provjere

Druga pisana provjera sadrži osam pitanja otvorenog tipa i grafičke prikaze vezane uz koncept transporta vode u biljkama (prilog 2). Pitanjima koja su uključivala grafičke prikaze se htjelo provjeriti jesu li se učenici poboljšali u čitanju, interpretaciji, analiziranju grafički prikazanih podataka u odnosu na prvu provjeru nakon provedbe istraživačke nastave. Svih osam pitanja sadrži i potpitanja. Princip bodovanja je isti kao i u prvoj pisanoj provjeri te se svako

točno odgovoreno potpitanje unutar pitanja boduje s jednim bodom, polovični odgovori se boduju s pola boda, a netočni s nula bodova.

U prvom pitanju se od učenika tražilo da na temelju grafičkog prikaza zaključite kako intenzitet transpiracije ovisi o temperaturi. Točna interpretaciju grafičkog prikaza i točno ponuđeno objašnjenje se bodovalo s dva boda, točna interpretacija grafičkog prikaza bez objašnjenja bodovana je s jednim bodom, polovični odgovori su bodovani s pola boda, a netočni odgovori s nula bodova.

U drugom zadatku je bilo moguće ostvariti tri boda. Učenici su trebali zaključiti u kojim uvjetima je najbolje uzgajati tropsko bilje te objasniti svoj odgovor. Točno ponuđen odgovor i objašnjenje je bodovano s dva boda, točan odgovor bez objašnjenja ili s netočnim objašnjenjem se bodovao s 1 bodom, polovični odgovori su bodovani s pola boda a netočni s nula bodova. Jedan bod se mogao dobiti za točno ponuđeno objašnjenje zašto sobno bilje nije uputno ostavljati blizu radijatora ili kamina.

U trećem pitanju učenici su trebali na temelju grafičkog prikaza zaključiti kako intenzitet transpiracije ovisi o broju listova te povezati svoj odgovor s podacima u tablici koji su prikazivali broj puči pojedinih biljnih vrsta. Točna interpretacija grafičkog prikaza s točno povezanim podacima u tablici je bodovana s dva boda, točna interpretacija grafičkog prikaza bez povezivanja odgovora s podacima u tablici je bodovana s jednim bodom, dok su kao i u prethodnim pitanjima polovični odgovori bodovani s pola boda, a netočni s nula bodova. Isto tako su učenici trebali predvidjeti kako površina lista utječe na intenzitet transpiracije te ponuditi objašnjenje. Točno ponuđen odgovor i objašnjenje je bodovano s dva boda, točan odgovor bez objašnjenja ili s netočnim objašnjenjem se bodovao s 1 bodom, polovični odgovori su bodovani s pola boda a netočni s nula bodova.

U četvrtom pitanju su učenici na temelju grafičkog prikaza trebali zaključiti zašto je intenzitet transpiracije najveći u 12 h s obzirom na fiziološke potrebe biljke. Točan odgovor je bodovan s jednim bodom, polovičan odgovor s pola boda, a netočan s 0 bodova. Isto tako se od učenika tražilo da zaključite zašto ćemo tijekom toplog sunčanog dana osvježene pronaći pod stablom. Točan odgovor je bodovan s jednim bodom, polovičan s pola bodova, a netočan s nula bodova. U petom pitanju se od učenika tražilo da zaključite što je odgovorno za pojavu da cvjetni pupoljci procvjetaju kad se stave u vodu. Točan odgovor je bodovan s jednim bodom, polovičan s pola bodova, a netočan s nula bodova. U šestom pitanju se od učenika tražilo da zaključite



kakav utjecaj imaju šećer, izbjeljivač i limunov sok imaju na život cvijeća u vazi, te zašto je potrebno podrezati cvjetnu stapku pod vodom prije stavljanja u vaz. Svako točno odgovoreno potpitanje unutar šestog zadatka je bodovano s jednim bodom, polovični odgovori s pola boda, a netočni odgovori s nula bodova.

U sedmom pitanju 7a) b) su učenici na temelju opisne pojave prepoznati kapilarnost te ponuditi objašnjenje iste. Isto tako. 7. c) d) pitanjem se učenike pitalo da na temelju grafičkog prikaza zaključe kako visina vode u cjevčici ovisi o radijusu cjevčice te obrazlože svoj odgovor. U sedmom pitanju 7e) f) se od učenika tražilo da navedu kakvog su promjera provodne žile kod biljka, također su trebali obrazložiti svoj odgovor. Svako točno odgovoreno potpitanje unutar sedmog pitanja je bodovano s jednim bodom, polovični odgovori s 0,5 bodova, a netočni odgovori s 0 bodova. U osmom pitanju se od učenika tražilo da na temelju dva grafička prikaza na kojima je prikazana promjena mase menzure s reznicama zaključe u kojoj menzuri se nalazi ulje te obrazlože svoj odgovor. Točan odgovor je bodovan s jednim bodom, polovičan odgovor s pola boda, a netočan s 0 bodova.

## 2.4 Obrada rezultata

Odgovori s obje pismene provjere su unijeti u Microsoft Excel (2016.). Izračunat je postotak riješenosti prve i druge pismen provjere te ukupni postotak riješenosti obje provjere zajedno. Zatim su učenici prema uspjehu u rješavanju prve i druge pisane te prema ukupnom rješavanju provjera svrstani u klase prema tablici. Učenici su svrstani u klase (tablica 3) i s obzirom na njihovu angažiranost koja se pratila prema kriterijima, koji su opisani u tablici 2, prema riješenosti dijela provjera vezanih uz grafičke prikaze te prema riješenosti radnih listova uz istraživačke aktivnosti.

**Tablica 3** Definiranje klase riješenosti prema uspjehu rješavanja provjera te angažiranosti učenika tijekom provedbe istraživačke nastave

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

Odgovori učenika uz koje je utvrđena riješenost manja od 25% analizirani su s obzirom na stupanj točnosti, razinu razumijevanja te utvrđivanja problema i miskoncepcija (tablica 4) prema Radanović i sur. (2016, 2017) tako da se svakom odgovoru dodjeli kod koji će omogućiti interpretaciju rezultata. Prvo se odredi točnost zadataka na razine točno i netočno tako da se za točan odgovor doda kod 1, a za netočan odgovor kod 0. U svrhu dodatne analize i interpretacije učeničkih odgovora u kontekstu konceptualnog razumijevanja korištena je metodologija specifičnog kodiranja biološkog značenja točnih odnosno netočnih odgovora (Radanović i sur., 2016, 2017)

Tablica 4 Skala korištena pri kodiranju odgovora

Metrijska analiza	MA	Točnost	T	Razina razumijevanja	RR	Problemi i miskoncepcije	PIM
točno	1	napredno razmišljanje	8	Besmisleno	0	moguća miskoncepcija	3
netočno	0	potpuno traženi odgovor	7	konceptualno nerazumijevanje	1	problem pri učenju ili poučavanju	2
		djelomično točno	6	reprodukcija	2	problem zbog memoriranja	1
		krivo ili nespreno napisano, ali točno razmišljanje	5	prepoznavanje	3	točno ili djelomično točno razmišljanje	0
		ispravljeno u točno	4	Primjena	4	nema odgovora	9
		reproduktivno, djelomično točno	3	djelomično konceptualno razumijevanje	5		
		točno ispravljeno u netočno	2	konceptualno razumijevanje	6		
		prenesen dio pitanja	1	nema odgovora	9		
		Netočno	0				

Razlika frekvencije u uspješnosti rješavanja provjera prema ukupnom postotku riješenosti utvrdit će se pomoću  $\chi^2$  testa u svrhu utvrđivanja napretka u učenju pojedinog učenika, a ujedno će pomoći i u utvrđivanju miskoncepcija (Lukša i sur., 2016). Povezanosti varijabli utvrdit će se uz pomoć Spearmanovog koeficijenta korelacije ( $\rho$ ) za povezanost uspješnosti pri rješavanju inicijalne i završne provjere, kao povezanosti s aktivnostima učenika tijekom rješavanja projektnih zadataka, a neparametrijskim testovima utvrditi će se uspješnost učenja. F-test je korišten za utvrđivanje varijacije između rezultata prve i druge pisane provjere te uspješnosti u provedbi istraživanja, kao i varijacija odgovora unutar određenog pitanja kod pitanja kod kojih su utvrđeni problemi pri rješavanju, dok je z testom provjeren napredak u učenju svakog pojedinog učenika na osnovu rezultata rješavanja pisanih provjera. Zbog otvorenih pitanja u provjeri znanja korišten je standardizirani Cronbah Alpha ( $\alpha$ ) kao mjera pouzdanosti provjere (Chang, 2014). Kod interpretacije rezultata korelativne povezanosti koristiti će se skala prema Hopkinsu (2000) (tablica 5). Analize će se provesti uz pomoć

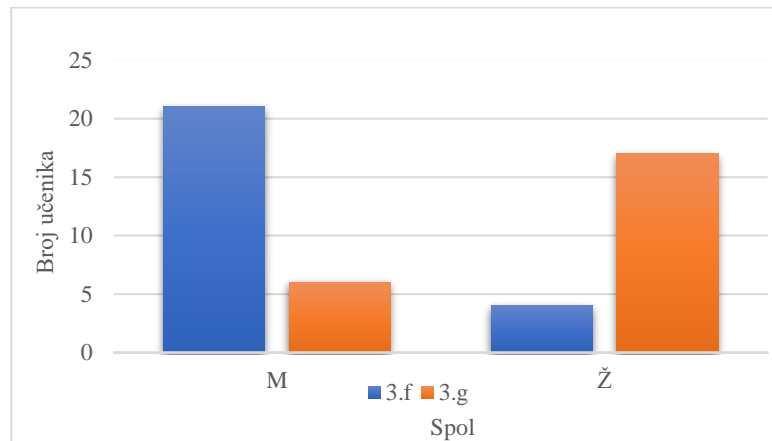
Micorsoft Excel proračunskih tablica, programskog paketa SPSS te on-line StatsToDo (Chang, 2014).

**Tablica 5 Skala korelacije prema Hopkinsu**

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

### 3 REZULTATI

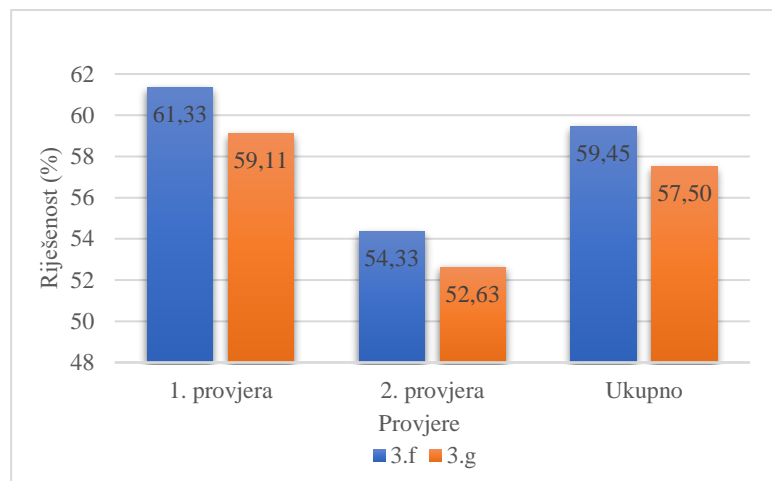
Istraživanje je provedeno u dva razredna odjela trećeg razreda V. gimnazije. U istraživanju je sudjelovalo 48 učenika, 25 učenika i učenica 3.f razreda i 23 učenika i učenice 3.g razreda. U oba razreda dominiraju djevojke pa spolnu strukturu 3.f razreda čini 21 učenika i četiri učenice, a spolnu strukturu 3.g razreda čini šest učenika i 17 učenica (slika 1).



Slika 1 Spolna struktura uzorka

#### 3.1 Analiza riješenosti provjera

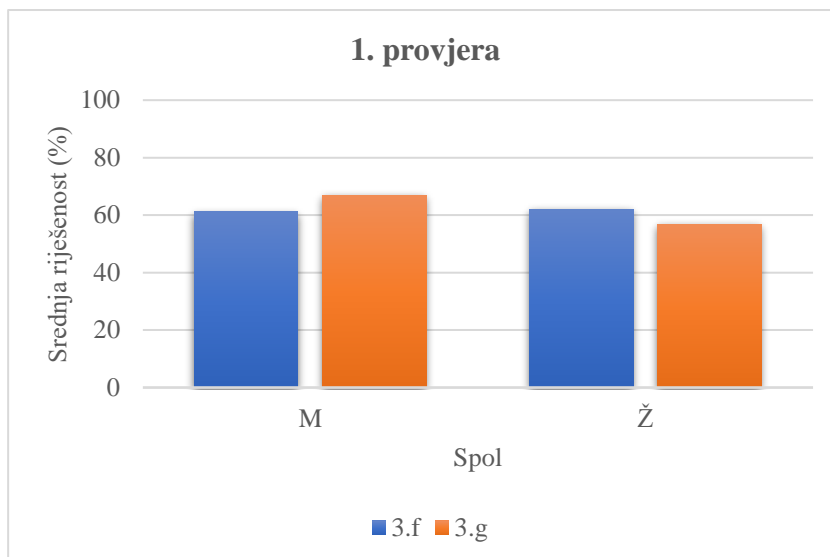
Učenici i učenice 3. f razreda su provjere riješili s ukupnom riješenosti 59,45%. Pritom su učenici i učenice 3.f razreda bili uspješniji u rješavanju prve provjere s riješenosti 61,33% dok su rješavanjem druge pismene provjere ostvarili riješenost 54,33%. Učenici i učenice 3.f razreda su uspješnije riješili i prvu i drugu pismenu provjeru od učenika i učenica 3.g razreda kod kojih je ukupna riješenost provjera iznosila 57,50%. Pritom su učenici i učenice 3.g razreda kao i učenici i učenice 3.f razreda bili uspješniji u rješavanju prve pismene provjere s riješenosti 59,11% dok su rješavanjem druge provjere ostvarili riješenost 52,63% (slika 2).



**Slika 2 Riješenost prve i druge provjere učenika 3.f i 3.g razreda**

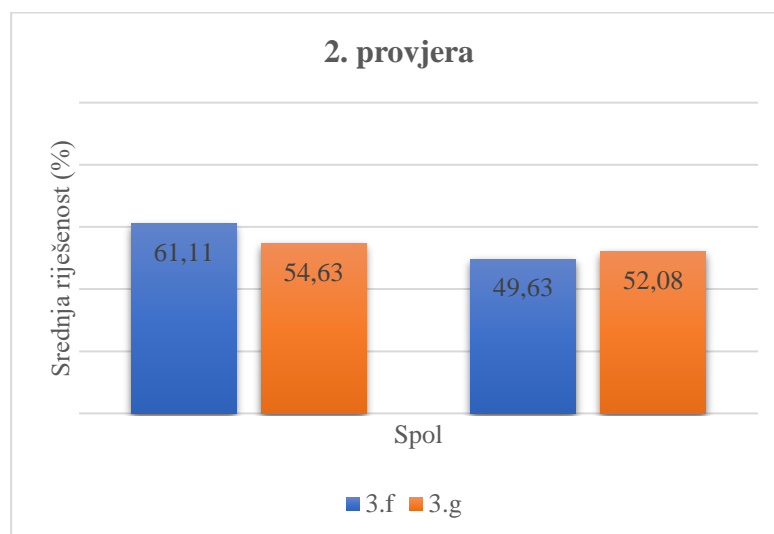
Za obje provjere utvrđena je slabija međusobna povezanost između pitanja, pri čemu je prva provjera uravnoteženija ( $\alpha = 0,55$ ;  $n = 39$ ;  $SE = 0,105$ ;  $95\%CI = \text{od } 0,35 \text{ do } 0,76$ ) u odnosu na drugu ( $\alpha = 0,41$ ;  $n = 44$ ;  $SE = 0,129$ ;  $95\%CI = \text{od } 0,16 \text{ do } 0,65$ ). Slabiju povezanost pitanja potvrđuje i uočena vrlo mala korelacija u riješenosti zadataka prve provjere ( $\rho = 0,04$ ), dok je druga provjera pokazala još manju povezanost riješenosti zadataka ( $\rho = 0,005$ ). Takvi rezultati potvrđuju izostanak statistički značajne povezanosti između riješenosti pitanja obje provjere. Wilcoxon-Mann-Whitney test pokazuje da nema statistički značajnih razlika između riješenosti 1. i 2. provjere ( $z = 0,139$ ;  $p = 0,4$ ), što je potvrđeno i rezultatima Mann-Whitney U testa ( $U = 0,139$ ;  $p = 0,5$ ).

Učenice 3.f razreda su bile malo uspješnije od učenika u rješavanju prve provjere sa srednjom riješenosti provjere 62% dok je kod učenika srednja riješenost 61,20%. Učenici 3.g razreda su bili uspješniji od učenica u rješavanju prve provjere sa srednjom riješenosti 67% dok je kod učenica srednja riješenost 56,86% (slika 3).



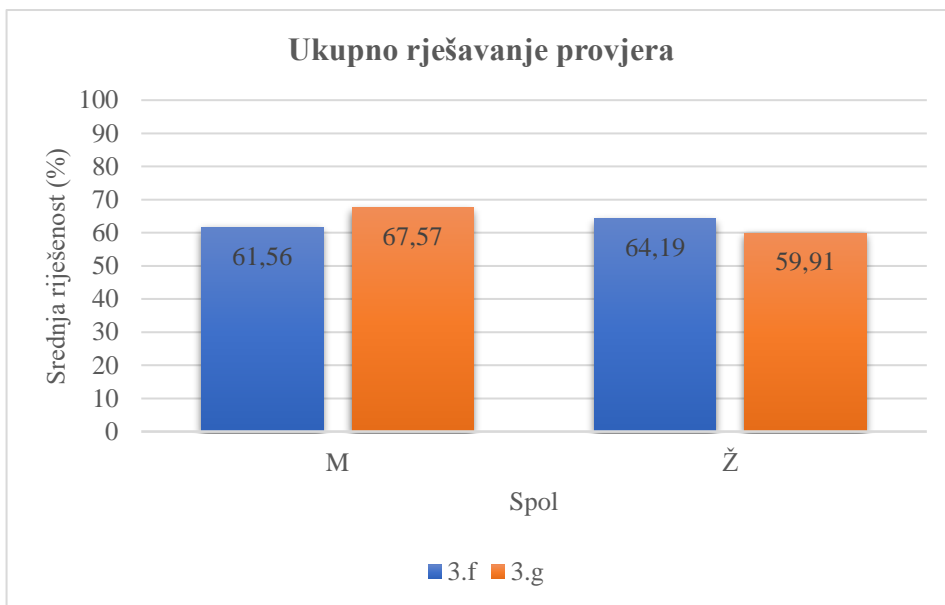
**Slika 3 Srednja riješenost prve provjere učenika 3.f i 3. g razredu prema spolu sudionika**

Učenici 3.f razreda su rješavanjem druge pismene provjere ostvarili srednju riješenost 61,11% dok je srednja riješenost druge provjere kod učenica iznosila 46,93%. Učenici 3.g razreda su bili uspješniji od učenica u rješavanju druge pismene provjere sa srednjom riješenosti 54,63% dok je kod učenica srednja riješenost iznosila 52,08% (slika 4).



**Slika 4 Srednja riješenost druge pismene provjere učenika 3.f i 3.g razredu prema spolu sudionika**

Učenice 3.f razreda su rješavanjem pismenih provjera ostvarile srednju riješenost 64,19%, pritom su bile uspješnije od učenika koji su provjere riješili sa srednjom riješenosti 61,56%. U 3. g razredu situacija je obrnuta. Učenici 3. g razreda su rješavanjem pismenih provjera ostvarili srednju riješenost 67,57% i pritom su bili uspješniji od učenica koje su provjere riješile sa srednjom riješenost 59,91% (slika 5).

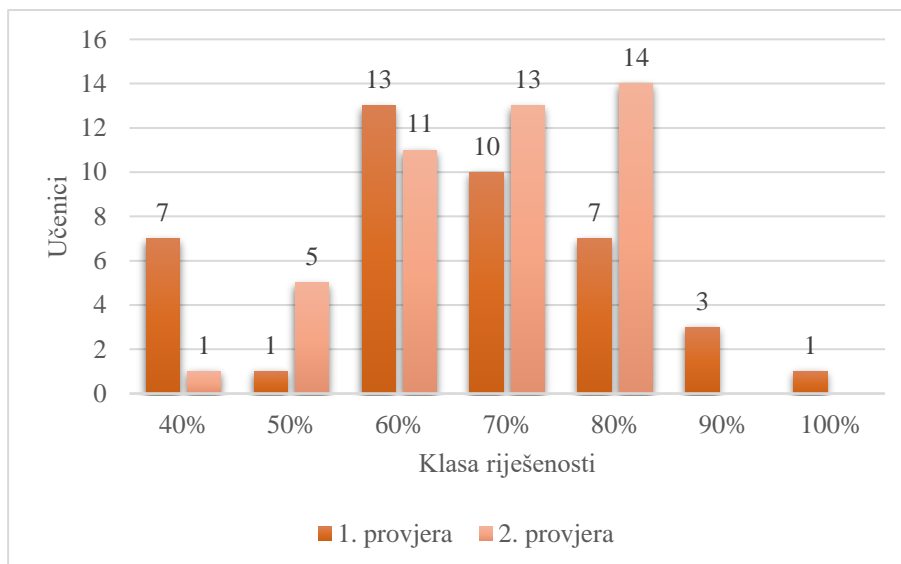


Slika 5 Srednja ukupna riješenost provjera učenika 3.f i 3.g razreda prema spolu sudionika

### 3.2 Analiza klasa riješenosti pismenih provjera

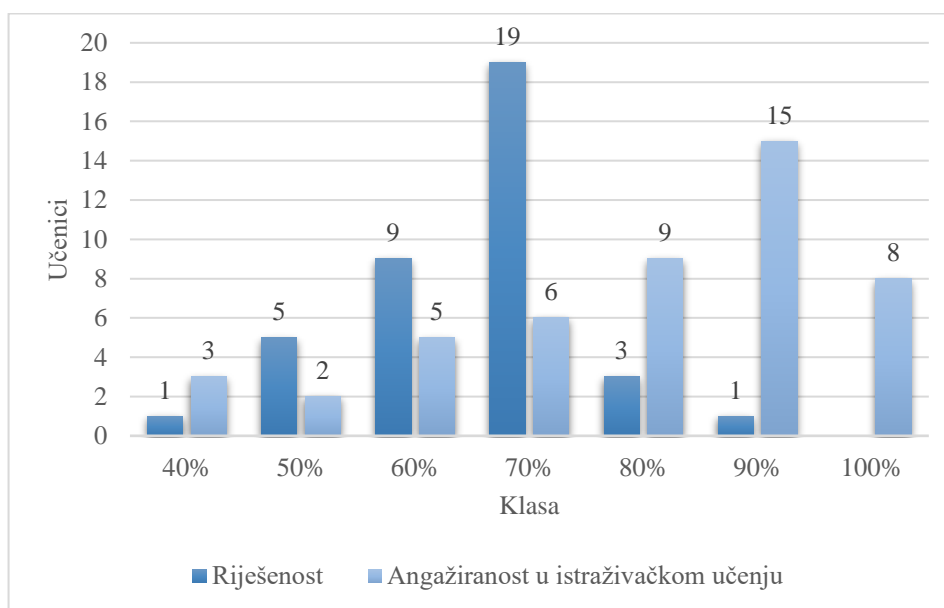
Na osnovu postotka riješenosti prve pismene provjere te postotka riješenosti druge provjere definirano je deset klasa riješenosti (tablica 3). Na osnovu postotka riješenosti prve provjere najveći broj učenika pripada klasi riješenosti do 60%, a tri učenika pripada klasi 90% i jedan učenik klasi 100%. Sedam učenika pripada klasi 40% (slika 6).

Na osnovu postotka riješenosti druge provjere najveći broj učenika pripada klasi 80% i 70% a veliki broj učenika pripada i klasi 60%. Prema postotku riješenosti druge provjere nije bilo učenika u klasi riješenosti 90% i 100% (slika 6).



**Slika 6 Broj učenika prema klasama riješenosti prve i druge pismene provjere**

Tijekom provedbe istraživačke nastave pratila se angažiranost učenika prema kriterijima opisanim u tablici 2. Prema klasi angažiranosti najveći broj učenika pripada klasi 90%, a velik broj učenika pripada i klasi angažiranosti 80% i 100%. Prema klasi riješenosti provjera najveći broj pripada klasi 70%, a veliki broj učenika pripada klasi 60% (slika 7).



**Slika 7 Broj učenika prema klasama riješenosti provjera i angažiranosti u istraživačkom učenju**

### 3.3 Analiza riješenosti prve provjere

Riješenost pitanja na prvoj provjeri pokazuje kako učenici znaju izvući podatke s grafičkih prikaza, ali većinom imaju probleme pri interpretaciji rezultata te donošenju



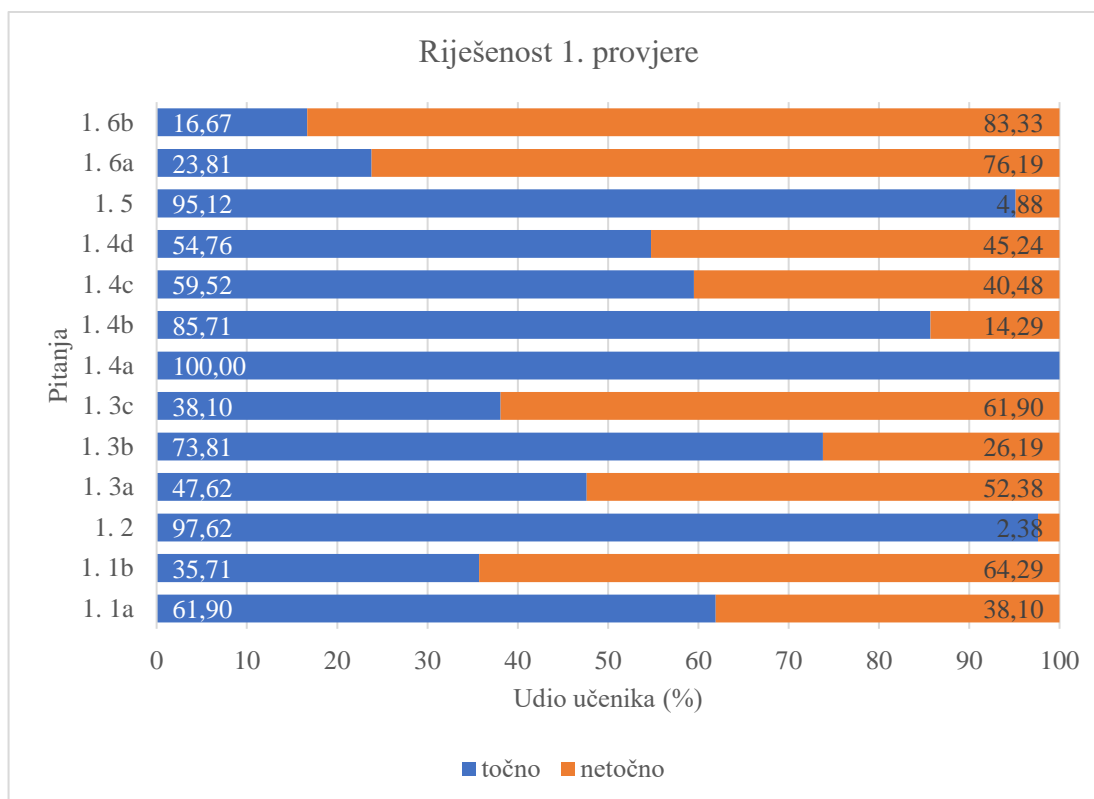
zaključka. To je najvidljivije u riješenosti 4.a) 4.b) i 5. ) pitanja. Isto tako vidljivo je da učenici slabije rješavaju pitanja u kojima se traži objašnjenje odgovora. To je vidljivo u 1.a) pitanju gdje je 61,90% učenika dalo točan odgovor, dok je samo 35,71% učenika ponudilo točno objašnjenje 1b). Također pitanja 4.b), 4.d), 6.b) u kojima se od učenika traže da ponude objašnjenje svog odgovora potvrđuju da učenici slabije rješavaju takva pitanja. U prvoj provjeri su učenici najuspješnije riješili 4a) zadatak u kojem su trebali zaključiti o intenzitetu transpiracije u periodu od 12-14h, isto tako, 97,62% učenika je točno odgovorila na drugo pitanje u kojem su trebali označiti smjer kretanja vode u biljci. Također, veliki broj učenika, odnosno njih 95,12% je točno odgovorio na 5. pitanje. Iako je potrebno istaknuti da su se u tom pitanju kao točni odgovori prihvaćali i djelomično točni odgovori koji su pokazali da učenici znaju pročitati vrijednost s grafičkog prikaza. Najslabije je riješeno pitanje 6.a) i 6.b) u kojem su učenici podatke o temperaturi i vlazi zraka trebali povezati s intenzitetom transpiracije te ponuditi točno objašnjenje. Na 6a) pitanje točan odgovor je ponudilo 23,81% učenika, dok je točno objašnjenje ponudilo njih 16,67% (slika 8).

Prvim pitanjem se učenike pitalo da predvide što će se dogoditi u plastičnoj vrećici kojom je zamotana jedna grana s listovima. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici trebaju biti upoznati s pojmom transpiracija, procesom u kojem biljke izlučuju vodu u obliku vodene pare, a kondenzacijom vodene pare u vrećici nastaju kapljice vode. Od 42 učenika koji su pisali prvu provjeru 61,90% učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje dok je netočno odgovorilo 38,10% učenika. Pri objašnjavanju svog odgovora, točno objašnjenje ponudilo je 35,71% učenika, a netočno 64,29% učenika (slika 8). Pri davanju odgovora na ovo pitanje učenici su točno prepoznali da će se plastična vrećica orositi, odnosno da će se pojaviti kapljice vode u vrećici, ali im je bilo teško ponuditi točno objašnjenje. Učenici su pojavu u plastičnoj vrećici povezivali s kondenzacijom vodene pare bez povezivanja s transpiracijom. Neki učenici su pojavu u vrećici krivo povezivali s procesom fotosinteze, a kod nekih učenika je utvrđena miskoncepcija. Učenici koji imaju miskoncepcije krivo povezuju proces transpiracije s respiracijom.

U drugom pitanju su učenici trebali označiti smjer kretanja vode u biljci. Od 42 učenika, 97,62% je točno odgovorilo, dok je 2,38% učenika netočno odgovorilo na ovo pitanja (slika 8).

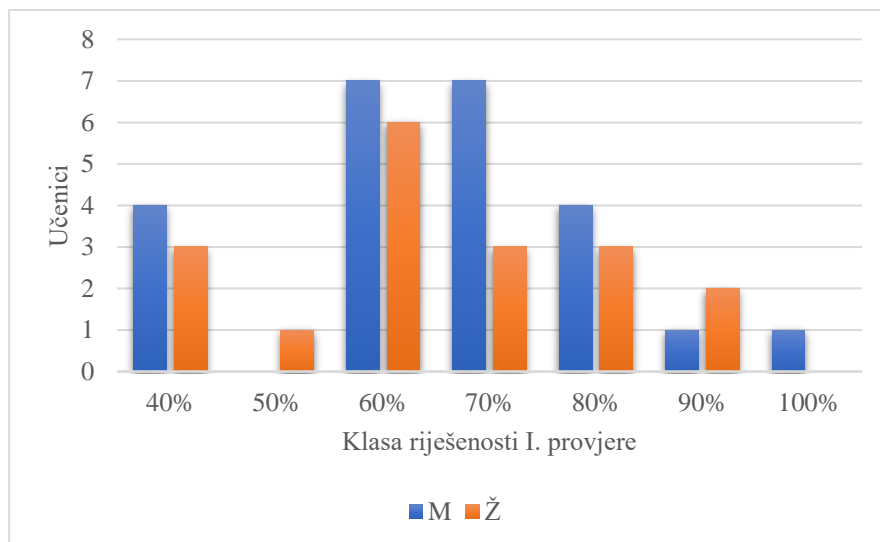
Trećim pitanjem (3.a) se učenike ispitivalo da objasne zašto cvjećari koriste oštar nož. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje, učenici trebaju moći povezati oštećenje stabljike s

oštećenjem provodnih elementa bitnih za transport vode u biljci. Na ovo pitanje, 47,62% učenika je ponudilo točan odgovor, dok je 52,38% učenika odgovorilo netočno. U (3.b) pitanju su učenici trebali obrazložiti zašto je potrebno biljke ukloniti od direktne Sunčeve svjetlosti. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici trebaju odgovor povezati s prebrzim isparavanjem vode ako je biljka izložena direktnoj Sunčevoj svjetlosti. Točan odgovor je ponudilo 73,8% učenika, a netočan 26,19% učenika. U (3.c) pitanju učenici su trebali obrazložiti zašto je potrebno koristiti čiste vaze i redovito mijenjati vodu u vazama. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje, učenici su trebali ponuditi odgovor kojim potrebu mijenjanja vode u vazama i korištenje čistih vaza povezuju s pojavom bakterija koje začepuju provodne žile i sprječavaju transport vode u biljci. Na (3.c) pitanje 38,10% učenika je odgovorilo točno dok je 61,30% učenika odgovorilo, netočno (slika 8). Pitanja i odgovori uz grafičke prikaze su analizirani u 3.3.1 odlomku.



**Slika 8** Udio točnih i netočnih odgovora na prvoj pismenoj provjeri

Prema klasama riješenosti učenice i učenice pokazuju manje razlike u uspješnosti rješavanja prve provjere. Najveći broj učenika pripada klasi riješenosti 60% i 70%, a po jedan učenik pripada i klasama 90% i 100%. Najveći broj učenica pripada klasi 60%, a dvije učenice pripadaju klasi 90% dok ni jedna učenica ne pripada klasi 100% (slika 9).



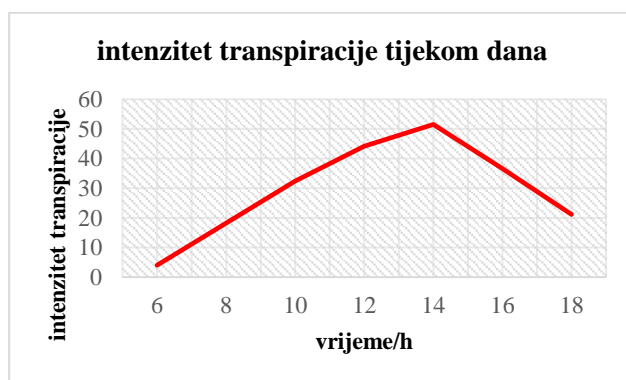
Slika 9 Broj učenika prema klasama riješenosti prve provjere prema spolu sudionika

### 3.3.1 Analiza riješenosti pitanja uz grafičke prikaze na prvoj provjeri

Za potrebe utvrđivanja prethodnog iskustva u rješavanju zadataka uz grafičke prikaze uz 3 zadatka, većim dijelom formirana u obliku dvoslojnih zadataka koji traže da se uz odgovor pruži i njegovo objašnjenje upotrebom dostupnih podataka. Zbog riješenosti manje od 25% zadaci 6a) i 6b) detaljno su analizirani s aspekta točnosti, razine razumijevanje, u svrhu utvrđivanja problema i miskoncepcija, kao i s obzirom na biološku interpretaciju odgovora.

#### Zadatak 4.

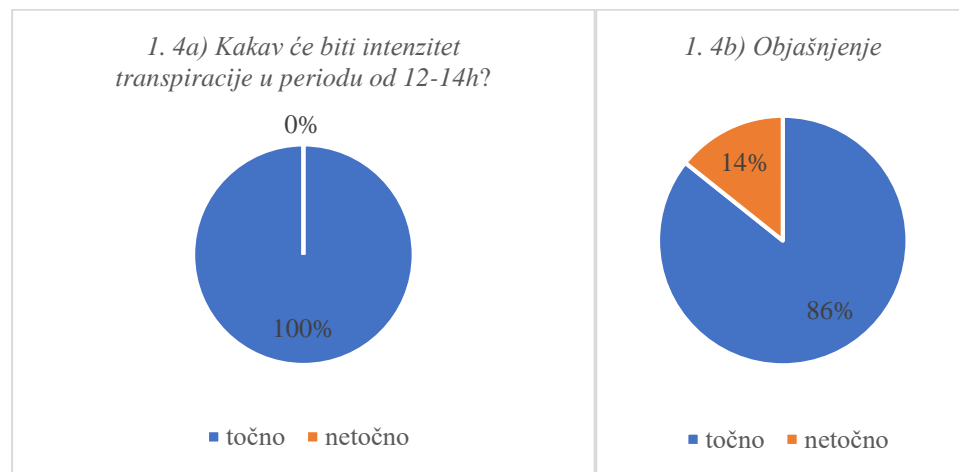
Na slici je prikazana promjena intenziteta transpiracije tijekom dana.



4a) Kakav će biti intenzitet transpiracije u periodu od 12 do 14 sati u odnosu na ostatak dana?

4b) Objašnjenje:

Pitanjem se ispituje čitanje vrijednosti s grafičkog prikaza. Učenici su na osnovu grafičkog prikaza trebali zaključiti kakav će biti intenzitet transpiracije u periodu od 12-14h. Kako bi uspješno odgovorili na ovo pitanje učenici trebaju moći izvući podatke s grafičkog prikaza te donijeti zaključke na temelju tih podataka. Svi učenici koji su pisali prvu provjeru su točno očitali vrijednost s grafičkog prikaza (slika 10) dok je točno objašnjenje ponudilo 86% učenika, a netočno 14% učenika (slika 10). Postotak točnih odgovora je veći jer su se priznavali i djelomično točni odgovori koji su pokazivali konceptualno razumijevanje prilikom objašnjavanja odgovora. Učenici koji su pokazali djelomično konceptualno razumijevanje znaju očitati vrijednost s grafičkog prikaza te su jak intenzitet transpiracije povezali s otvorenosti puči zbog jakog Sunčevog zračenja koje pogoduje snažnoj fotosintetskoj aktivnosti.

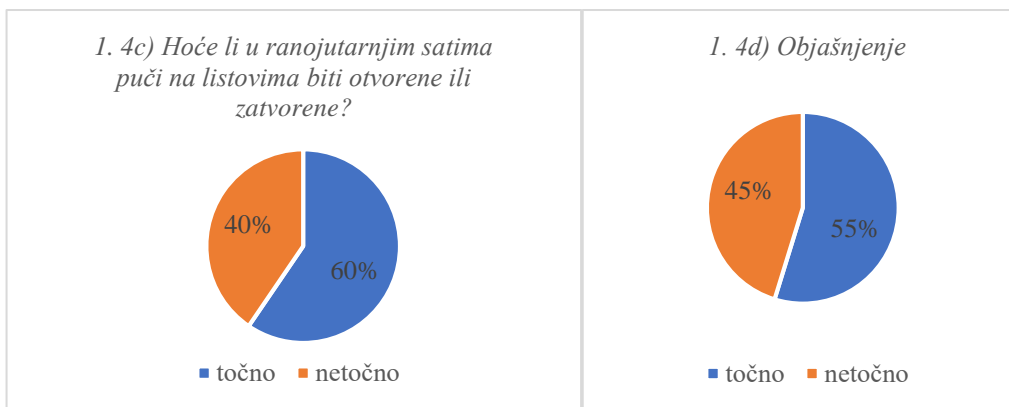


**Slika 10** Udio točnih i netočnih odgovora uz 4a) i 4b) pitanje na prvoj pismenoj provjeri

4c) *Hoće li u ranim jutarnjim satima puči na listovima biti otvorene ili zatvorene?*

4d) *Objašnjenje:*

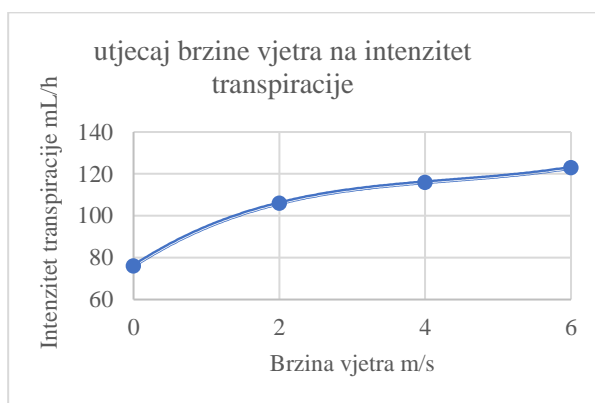
U ovom pitanju se učenike ispitalo da zakluče hoće li puči ujutro biti otvorene ili zatvorene. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici trebaju moći izvući podatke s grafičkog prikaza te zatvorenost puči povezati s intenzitetom transpiracije u ranojutarnjim satima. Također učenici trebaju ponuditi objašnjenje svog odgovora. Na ovo pitanje točan odgovor je ponudilo 60% učenika, a netočan odgovor je ponudilo 40% učenika (slika 11), dok je točno objašnjenje ponudilo 55% učenika, a netočno objašnjenje 45% učenika (slika 11). Učenici koji su dali točan odgovor i objašnjenje na ovo pitanje povezali su zatvorenost puči sa zaštitom biljke od nepotrebnog gubitka vode jer su ujutro temperature niske i manja je količina svjetlosti. Učenici su uglavnom zatvorenost puči povezivali s manjom količinom svjetlosti ili nižom temperaturom bez povezivanja sa zaštitom biljke od nepotrebnog gubitka vode.



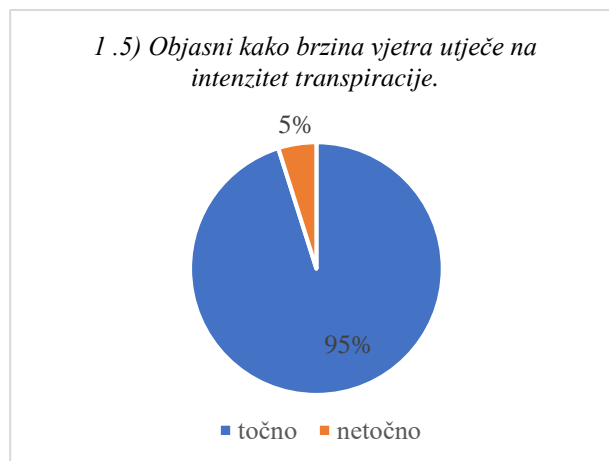
Slika 11 Udio točnih i netočnih odgovora uz 4c) i 4d) pitanje na prvoj pismenoj provjeri

### Zadatak 5.

Uz pomoć grafičkog prikaza na slici objasni kako brzina vjetra utječe na transpiraciju?



Pitanjem se također ispituje čitanje vrijednosti s grafičkog prikaza te analiziranje vanjskih čimbenika koji utječu na intenzitet transpiracije pri čemu odgovor još treba objasniti. Odgovori 95,12% učenika su vrednovani kao točni dok je 4,88 % odgovora vrednovano kao netočno. Postotak riješenosti ovog pitanja je veći jer su priznati i djelomično točni odgovori koji su pokazali konceptualno razumijevanje, odnosno odgovori koji su pokazali da učenici znaju očitati vrijednost s grafičkog prikaza iako nisu ponudili točno objašnjenje. Većina učenika je izostavila objašnjenje odgovora na ovo pitanje, a mogući razlog osim nerazumijevanja je i taj što nisu uočili da se to od njih u pitanju traži (slika 12).



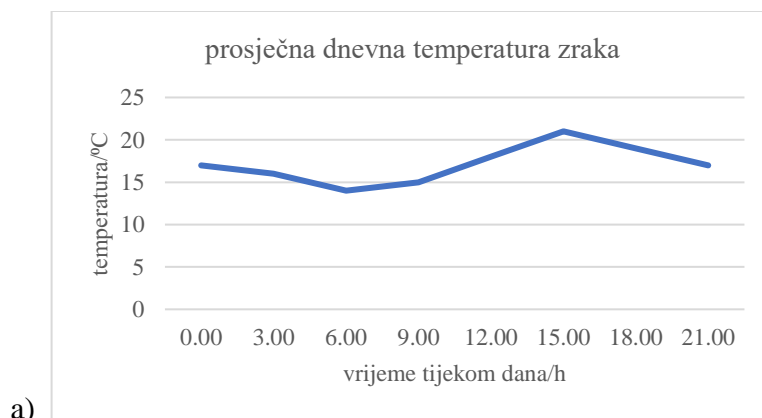
Slika 12 Udio točnih i netočnih odgovora uz 5 pitanje na prvoj pismenoj provjeri

**Zadatak 6.**

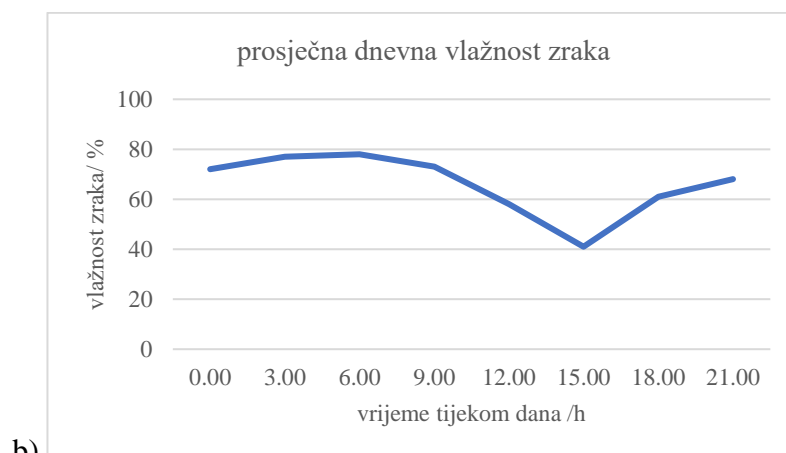
Ispred tebe se nalaze dva grafička prikaza:

graf a) prikazuje prosječnu dnevnu temperaturu zraka tijekom jednog dana u gradu

graf b) prikazuje prosječnu dnevnu vlažnost zraka tijekom jednog dana u gradu.



a)

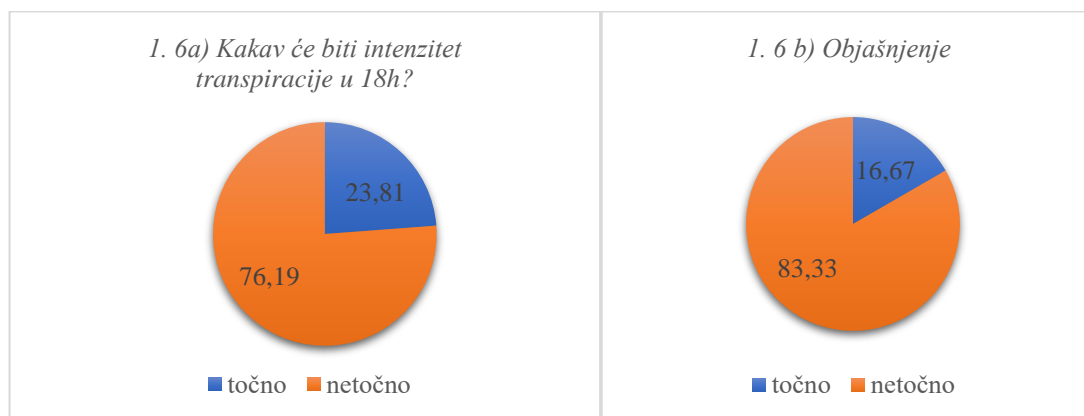


b)

6.a) Kakav će biti intenzitet transpiracije u 18h?

6.b) Objasni svoj odgovor primjenjujući rezultate mjerenja prikazane na oba grafička prikaza.

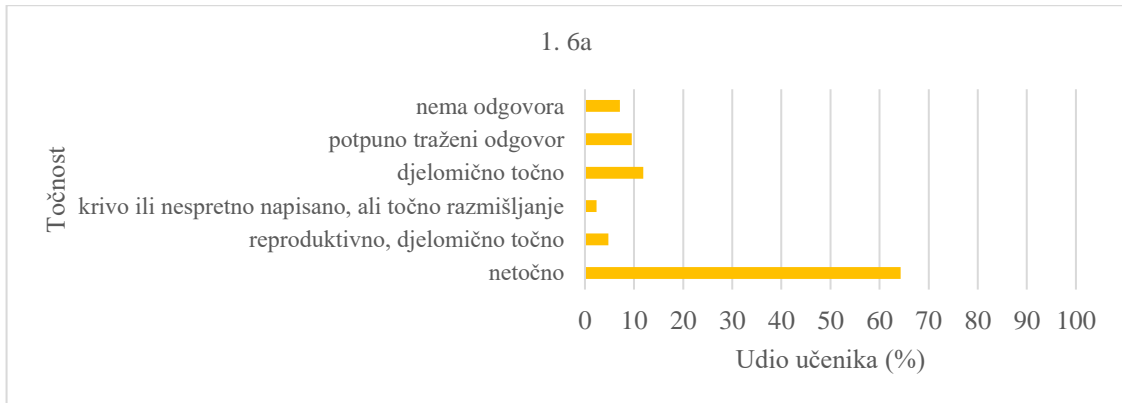
U pitanju se traži povezivanje podataka s grafičkim prikazima o temperaturi i vlažnosti zraka s intenzitetom transpiracije te objašnjavanje odgovora. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici trebaju moći povezati podatke s grafičkih prikaza s intenzitetom transpiracije te argumentirati zaključak primjenjujući podatke s oba grafička prikaza. Točan odgovor je ponudilo 23,81% učenika, dok je netočno odgovorilo 76,19% učenika (slika 13). Objašnjenja 16,67% učenika su vrednovana kao točna, dok su objašnjenja 83,33% učenika vrednovana kao netočna (slika 13). Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici trebaju povezati visok intenzitet transpiracije s visokom temperaturom zraka i niskom vlažnosti zraka.



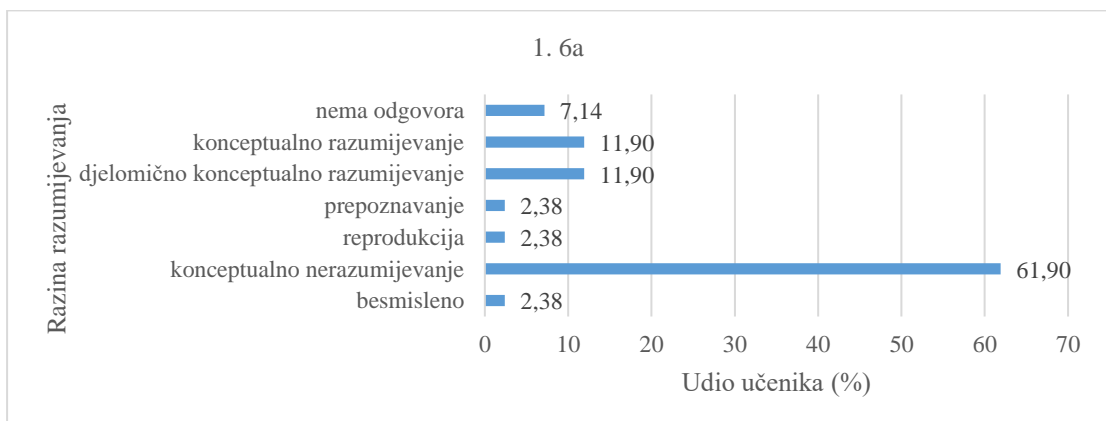
**Slika 13** Udio točnih i netočnih odgovora uz 6a) i 6b) pitanje na prvoj pismenoj provjeri

Od 42 učenika, njih 9,52% je dalo potpuno točan odgovor, a 11,90% učenika je djelomično točno odgovorilo na ovo pitanje (slika 14). Učenici koji su ponudili potpuno točan odgovor, zaključili su povezivanjem podataka s grafičkih prikaza da je intenzitet transpiracije visok. Analizom odnosno kodiranjem odgovora je utvrđeno da 11,90% učenika posjeduje konceptualno razumijevanje, isti postotak učenika ima i djelomično konceptualno razumijevanje. Učenici koji su pokazali konceptualno razumijevanje su povezivanjem podataka s grafičkih prikaza točno zaključili o intenzitetu transpiracije. Kod 2,38% učenika je utvrđeno prepoznavanje i reprodukcija (slika 15). Učenici kod kojih je utvrđeno prepoznavanje su uglavnom opisivali grafički prikaz bez poveznice s intenzitetom transpiracije, a učenici kod kojih je utvrđena reprodukcija su reproduktivno opisivali ovisnost intenziteta transpiracije o temperaturi i/ili vlazi zraka.

Od 76,19% netočnih odgovora, 61,90% odgovora je pokazalo konceptualno nerazumijevanje, dok 7,14% učenika uopće nije ponudilo odgovor na ovo pitanje (slika 15). Učenici koji su pokazali konceptualno nerazumijevanje su povezivanjem podataka s grafičkih prikaza netočno zaključili da je intenzitet transpiracije nizak.



**Slika 14** Analiza točnosti odgovora uz 6a) pitanje na prvoj pismenoj provjeri



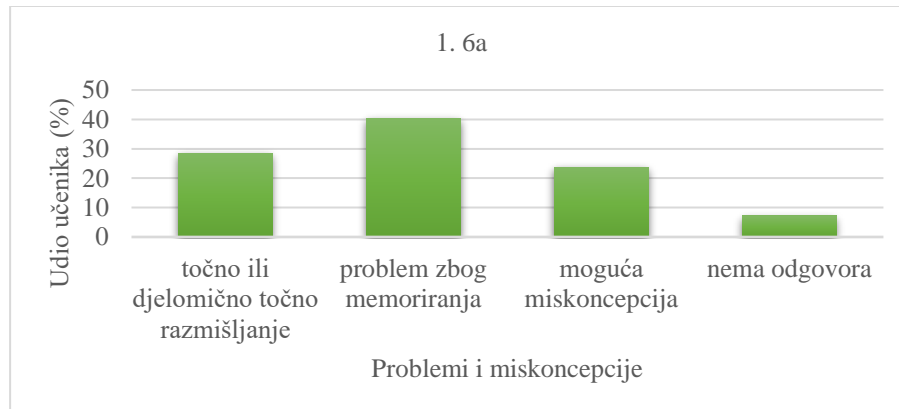
**Slika 15** Analiza razine razumijevanja odgovora uz 6a) pitanje na prvoj pismenoj provjeri

Učenici koji su pokazali djelomično točno razmišljanje su uglavnom ovisnost intenziteta transpiracije o temperaturi i vlazi tumačili reproduktivno bez povezivanja s grafičkim prikazima. Zbog toga je 28,57 % odgovora vrednovano kao točno ili djelomično točno (slika 18).

Uzrok većine netočnih odgovora su problemi pri memoriranju, a kod 23,81% učeničkih odgovora su utvrđene moguće miskoncepcije. Učenici koji posjeduju moguće miskoncepcije, su povezivanjem podataka s dva grafička prikaza s intenzitetom transpiracije odgovorili da je intenzitet transpiracije nizak (slika 16). Mala srednja riješenost ( $M = 0,25 \pm 0,439$ ) zadatka 6a) povezana je sa statistički značajnim razlikama riješenosti između učenika ( $\chi^2 = 9,54$ ;  $p = 0,008$ )

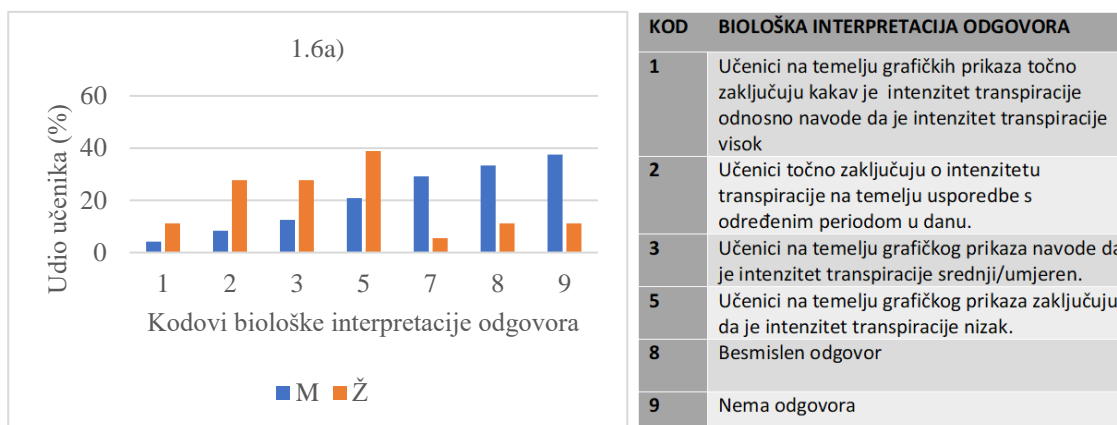


i popraćena je izdvajanjem podataka u 9 skupina prema vrijednostima standardne devijacije, pri čemu 75% učenika ostvaruje zadovoljavajuće rezultate ( $z = -0,5$  do  $0,5$ ), dok 25% učenika pokazuje tendenciju postojanja miskoncepcije ( $z = 0,5$  do  $1,5$ ).



**Slika 16 Analiza problema i miskoncepcija odgovora uz 6a) pitanje na prvoj pismenoj provjeri**

Za interpretaciju učeničkih odgovora u kontekstu konceptualnog razumijevanja korištena je metodologija specifičnog kodiranja biološkog značenja točnih odnosno netočnih odgovora (slika 17). Specifičnim kodiranjem je utvrđeno da je potpuno točno odgovorilo 4,17% učenika te 11,11% učenica, odnosno oni su na osnovu grafičkih prikaza točno zaključili o intenzitetu transpiracije. Također je utvrđeno da je 38,89% učenica i 20,89% učenika donijelo krivi zaključak na osnovu grafičkih prikaza (slika 17) odnosno oni su povezivanjem podataka s grafičkog prikaza zaključili kako je intenzitet transpiracije nizak. Na ovo pitanje 37,50% učenika te 11,11% učenica uopće nje ponudilo odgovor dok je besmislen odgovor ponudilo 11,11% učenica i 33,33% učenika (slika 17).



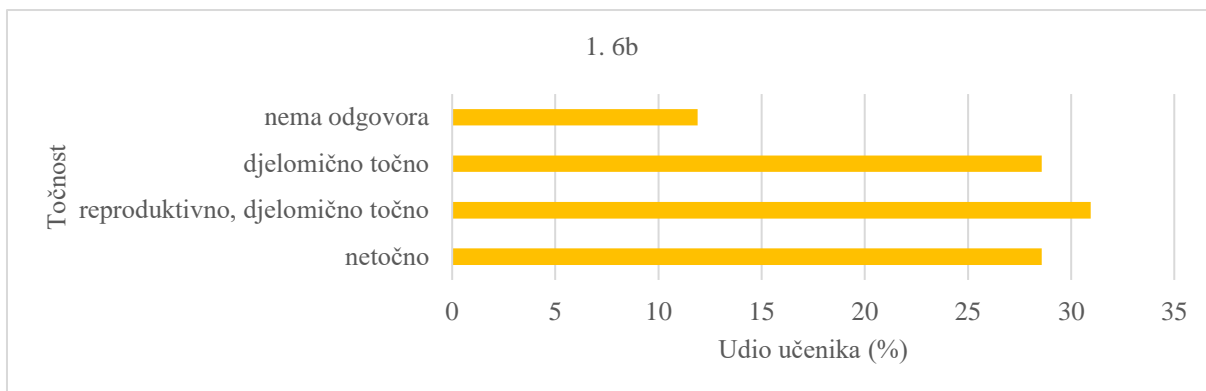
KOD	BIOLOŠKA INTERPRETACIJA ODGOVORA
1	Učenici na temelju grafičkih prikaza točno zaključuju kakav je intenzitet transpiracije odnosno navode da je intenzitet transpiracije visok
2	Učenici točno zaključuju o intenzitetu transpiracije na temelju usporedbe s određenim periodom u danu.
3	Učenici na temelju grafičkog prikaza navode da je intenzitet transpiracije srednji/umjeren.
5	Učenici na temelju grafičkog prikaza zaključuju da je intenzitet transpiracije nizak.
8	Besmislen odgovor
9	Nema odgovora

**Slika 17 Udio učenika prema kodovima biološke interpretacije odgovora s obzirom na spol sudionika**

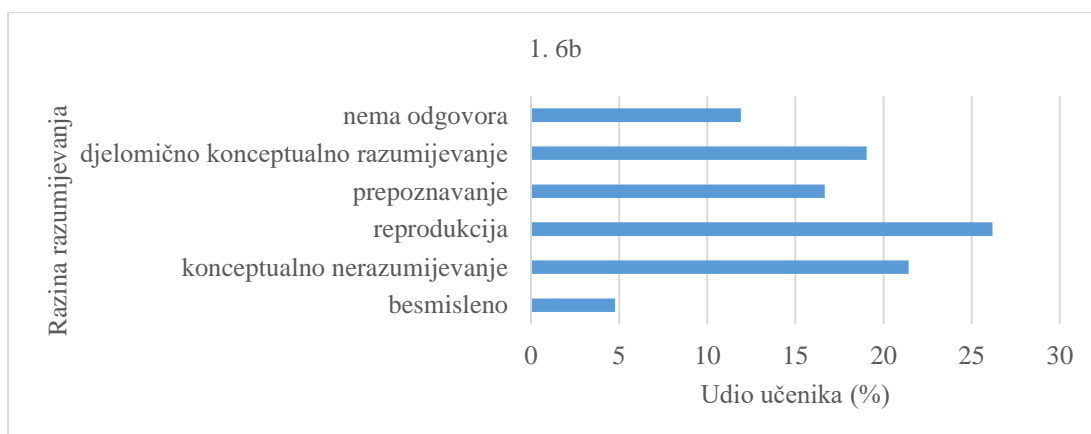
Pri objašnjavanju odgovora 30,95% učenika je odgovorilo reproduktivno djelomično točno, a 28,57% učenika je odgovorilo djelomično točno (slika 18). Odgovori učenika koji su vrednovani kao reproduktivno djelomično točni su uglavnom objašnjavali ovisnost intenziteta transpiracije o temperaturi ili vlazi zraka reproduktivno bez povezivanja s grafičkim prikazima. Učenici koji su odgovarali djelomično točno su točno objašnjavali intenzitet transpiracije usporedbom s temperaturom ili vlagom zraka.

Kako je velik broj odgovora vrednovan kao djelomično točan i reproduktivno djelomično točan, 19,05% učenika pokazuje djelomično konceptualno razumijevanje, dok je kod 26,19% učenika utvrđena reprodukcija, a kod 16,67% odgovara se govori o prepoznavanju (slika 19). Učenici kod kojih je utvrđeno prepoznavanje točno zaključuju o intenzitetu transpiracije povezivanjem podataka s grafičkih prikaza. Oni daju odgovore: *intenzitet transpiracije je niži nego u 15h, ali viši nego u ranojutarnjim satima*. Takvi učenici pokazuju djelomično konceptualno razumijevanje jer znaju povezivanjem podataka s grafičkih prikaza zaključiti o intenzitetu transpiracije, ali ne nude dobro i potpuno objašnjenje razloga takve pojave.

Od 83,33% netočnih odgovora, 21,43% odgovora ukazuje na konceptualno nerazumijevanje, dok 11,90% učenika uopće nije ponudilo odgovor na ovo pitanje (slika 19). Učenici koji pokazuju konceptualno nerazumijevanje su podatke s grafova netočno povezali s malim intenzitetom transpiracije i u skladu s tim davali kriva objašnjenja. Postotak učenika koji nisu ponudili odgovor na ovo pitanje ukazuje da učenici i kad točno donesu zaključak na osnovu grafičkih prikaza ne znaju ponuditi točno obrazloženje odgovora.

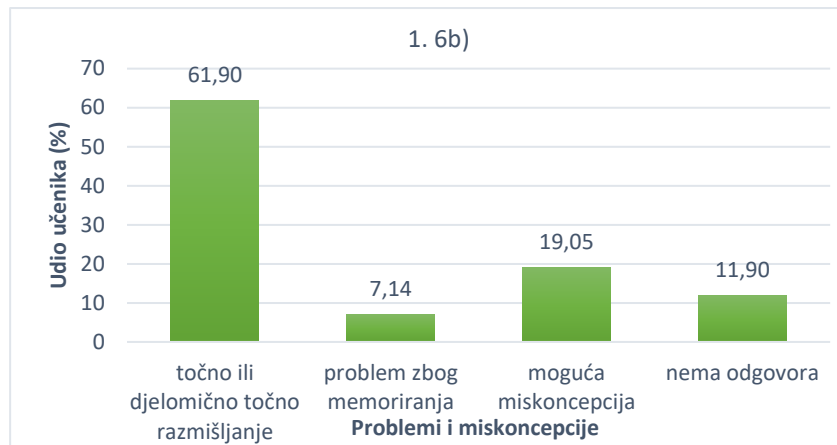


**Slika 18** Analiza točnost odgovora uz 6b) pitanje na prvoj pismenoj provjeri



**Slika 19** Razina razumijevanja uz 6b) pitanje na prvoj pismenoj provjeri

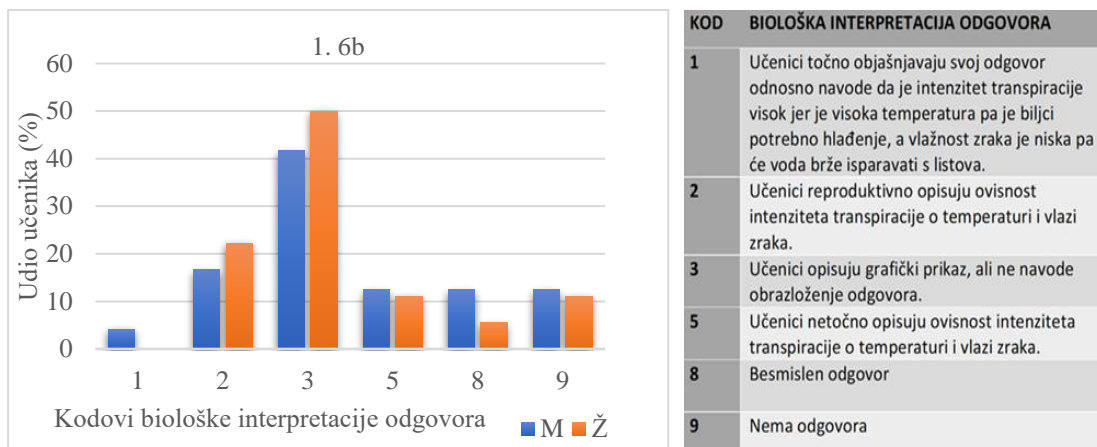
Velik udio odgovora je vrednovan kako djelomično točan jer su učenici u tim odgovorima pokazali djelomično konceptualno razumijevanje. Odnosno ti učenici su pokazali da znaju opisati riječima vrijednosti s grafičkih prikaza te da znaju podatke s grafičkih prikaza točno povezati s intenzitetom transpiracije. Interpretacijom netočnih odgovora je utvrđeno da su uzrok većine netočnih odgovora moguće miskonceptije i problemi pri memoriranju (slika 20). Učenici koji imaju miskonceptije su odgovorili da je intenzitet transpiracije malen/nizak jer su temperatura i vlažnost relativno visoke.



**Slika 20** Analiza problema i miskoncepcija uz 6b) pitanje

Mala srednja riješenost ( $M = 0,18 \pm 0,385$ ) zadatka 6b) povezana je sa statističkim značajnim razlikama riješenosti između učenika ( $\chi^2 = 20,165$   $p < 0,0001$ ) i popraćena je izdvajanjem podataka ponuđenih odgovora u 9 skupina prema vrijednostima standardne devijacije, pri čemu 82,5 % učenika ostvaruje zadovoljavajuće rezultate ( $z = -0,5$  do  $0,5$ ), dok 17,5 % učenika pokazuje tendenciju postojanja miskoncepcije ( $z = 1.5$  do  $2.5$ ).

Specifičnim kodiranjem je utvrđeno da je 4,17% učenika dalo najtočniji odgovor, odnosno da je intenzitet transpiracije visok jer je temperatura visoka pa je biljci potrebno hlađenje, a vlažnost zraka je niska pa će voda brže isparavati s listova. Također, 16,67% učenika i 22,22% učenica opisuje da je intenzitet transpiracije visok jer je temperatura visoka, a vlažnost zraka niska bez objašnjenja zašto je to tako. Velik udio učenika opisuje grafičke prikaze, ali bez poveznice s jačinom intenziteta transpiracije. Dok, 12,50% i 11,11% učenika i učenica netočno opisuju ovisnost intenziteta transpiracije o temperaturi i vlazi zraka (slika 21).



KOD	BIOLOŠKA INTERPRETACIJA ODGOVORA
1	Učenici točno objašnjavaju svoj odgovor odnosno navode da je intenzitet transpiracije visok jer je visoka temperatura pa je biljci potrebno hlađenje, a vlažnost zraka je niska pa će voda brže isparavati s listova.
2	Učenici reproduktivno opisuju ovisnost intenziteta transpiracije o temperaturi i vlazi zraka.
3	Učenici opisuju grafički prikaz, ali ne navode obrazloženje odgovora.
5	Učenici netočno opisuju ovisnost intenziteta transpiracije o temperaturi i vlazi zraka.
8	Besmislen odgovor
9	Nema odgovora

Slika 21 Udio učenika prema kodovima biološke interpretacije odgovora uz 6b) pitanje na prvoj pismenoj provjeri

### 3.4 Analiza riješenosti druge provjere

U rješavanju druge provjere je također vidljivo da učenici unatoč točno odgovorenome pitanju, lošije rješavaju pitanja u kojima se traže obrazloženja odgovora. To je vidljivo u odgovaranju na 2a) pitanje, koje su svi učenici točno riješili, dok je postotak učenika koji su ponudili točno obrazloženje manji, odnosno iznosi 68,18% kao i u rješavanju 7d) pitanja u kojem su trebali obrazložiti zašto je visina vode u cjevčici manjeg radijusa veća. Na 7d) pitanje je točan odgovor ponudilo samo 9,09% učenika. Isto tako učenici slabije rezultate postižu u interpretaciji grafički prikazanih podataka, iako su takva pitanja u prosjeku bolje rješavali nego na prvoj provjeri. Također veliki postotak učenika, odnosno njih 97,73% je točno odgovorilo na prvo pitanje što ukazuje da učenici znaju izvući podatke s grafičkog prikaza, ali su slabiji u interpretaciji izvučenih podataka, gdje je samo 18,18% učenika točno ponudilo objašnjenje. Riješenost 3a) i 4a) pitanja također ukazuje da učenici znaju izvući podatke s grafičkog prikaza. Ta pitanja je točno riješilo 95,45% učenika. Riješenost 8a) pitanja pokazuje da su učenici slabije rješavali pitanja s grafičkim prikazima u kojem se ne traži samo čitanje s grafičkog prikaza. Učenici su najslabije riješili 6c) pitanje u kojem su trebali obrazložiti zašto je potrebno podrezati cvjetnu stapku pod vodom te je na ovo pitanje samo 4,55% učenika ponudilo točan odgovor (slika 22).

U drugom pitanju su učenici trebali navesti u kojim uvjetima je najbolje uzgajati tropsko bilje te ponuditi objašnjenje svog odgovora. Svi učenici su točno odgovorili na pitanje, dok je 68,18% učenika ponudilo točno objašnjenje svog odgovora, a netočno 31,82% učenika. Većina odgovora učenika koja su vrednovana kao netočna nisu sadržavala objašnjenje odgovora 2a). U 2 c) pitanju se od učenika tražilo da predvide zašto nije uputno sobno bilje ostavljati blizu

radijatora ili kamina. Na ovo pitanje 52,27% učenika je odgovorilo točno dok je 47,73% učenika odgovorilo netočno (slika 22). Učenici koji su netočno odgovorili na ovo pitanje su uglavnom opisivali isušivanje zraka bez opisivanja posljedica za biljku.

U 3c) pitanju se od učenika tražilo da procjene kako površina lista utječe na intenzitet transpiracije te da objasne svoj odgovor. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici su trebali obrazložiti da što je površina lista veća, veći je intenzitet transpiracije jer se na većoj površini lista nalazi veći broj puči za izmjenu plinova što rezultira većim intenzitetom transpiracije. Ukupno 77,27% učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje dok je 22,73% odgovora vrednovano kao netočno. Pri davanju objašnjenja odgovora na ovo pitanje 65,91% odgovora je vrednovano kao točno, dok je 34,09 % odgovora vrednovano kao netočno (slika 22). Učenici koji su dali netočan odgovor nisu ponudili objašnjenje zašto veća površina lista rezultira većim intenzitetom transpiracije ili su komentirali podatke u tablici.

U 4b) pitanju se od učenika tražilo da zaključe zašto tijekom toplog sunčanog dana pronalazimo osvježene ispod stabla. Učenici su trebali povezati da je svježina ispod stabla osim hladovine rezultat i transpiracije, procesa u kojem se voda iz biljka izlučuje u obliku vodene pare te se tako snižava okolna temperatura zraka. Na ovo pitanje 81,82% učenika je odgovorilo točno, dok je 18,18% učenika odgovorilo netočno (slika 22).

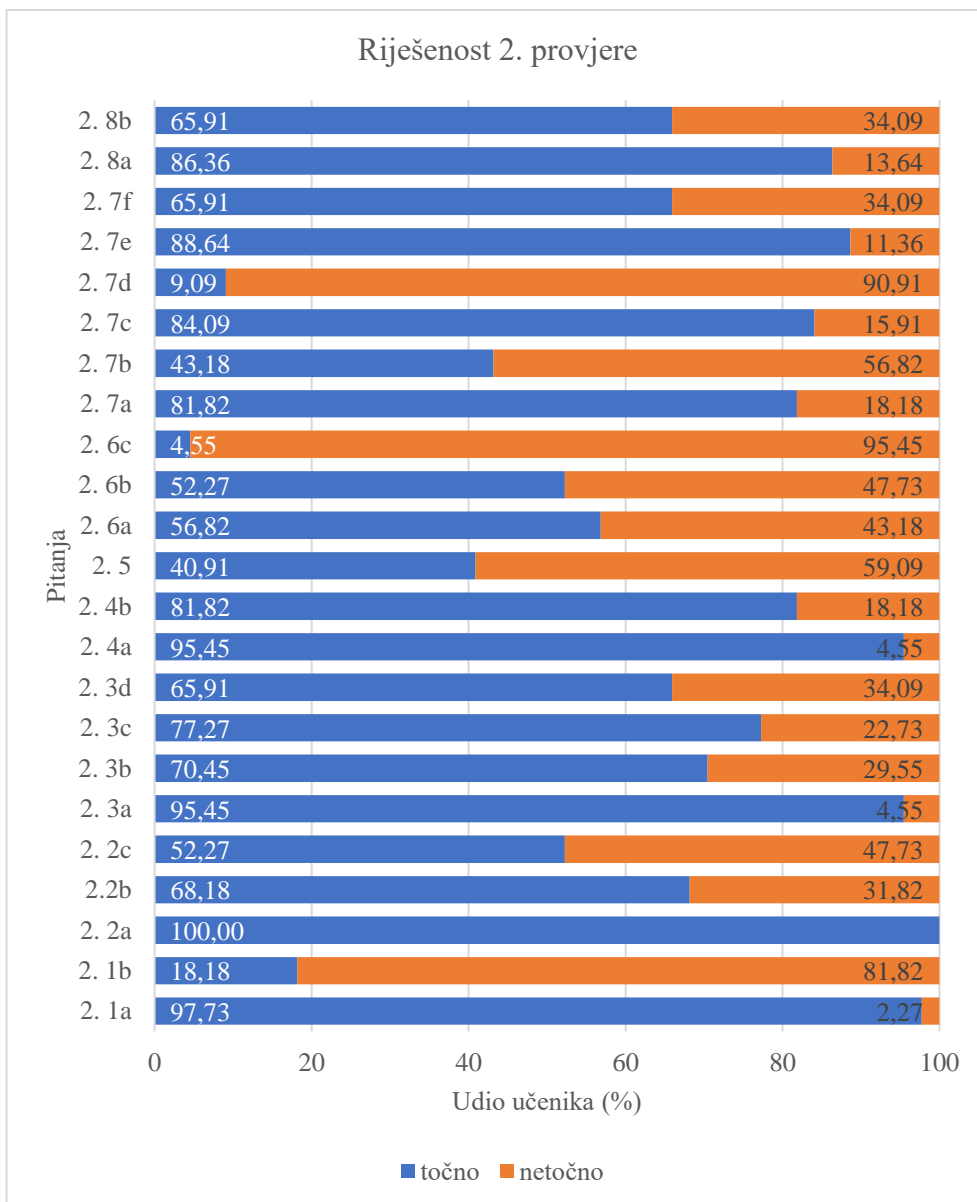
U petom pitanju su učenici trebali obrazložiti zašto reznice s pupoljcima nakon nekog vremena procvjetaju kad stoje u vodi. Ukupno 40,91% učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje, a 50,91% učenika je odgovorilo netočno (slika 22). Kod nekih učenika koji su dali netočan odgovor na ovo pitanje su utvrđene miskonceptije. Učenici koji imaju moguće miskonceptije krivo povezuju opisano cvjetanje reznica s pupoljcima sa transpiracijom.

U 6 a) pitanju se od učenika tražilo da obrazlože kako male, a kako velike količine šećera utječu na život cvijeća u vazi, dok se u 6b) pitanju isto tražilo za izbjeljivač i limunski sok. Na 6a) pitanje 56,82% učenika je odgovorilo točno, dok je 43,18% učenika odgovorilo netočno. Postotak točnih odgovora je veći jer su se priznavali i djelomično točni odgovori u kojima je bila opisana uloga male količine šećera. Na 6b) pitanje 52,27% učenika je ponudilo točan odgovor dok je 47,73% učenika odgovorilo netočno. Učenici koji su netočno odgovorili na ovo pitanje većim djelom su odgovarali reproduktivno da nizak pH ne pogoduje rastu bakterija. Pitanjem 6.c) se tražilo da učenici zaključe zašto je potrebno cvjetnu stapku podrezati pod vodom. Na ovo pitanje je samo 4,55% učenika ponudilo točan odgovor, dok je 95,45% učenika

odgovorilo netočno (slika 22). Ovo pitanje je učenicima bilo najproblematičnije te velik broj učenika nije ponudio odgovor na ovo pitanje.

U sedmom pitanju 7a) su učenici trebali na osnovu opisane promjene prepoznati kapilarnost, dok su 7b) pitanju trebali objasniti svoj odgovor. Na 7a) pitanje 81,82% učenika je odgovorilo točno, a netočno je odgovorilo 18,18% učenika. Netočno objašnjenje je ponudilo 56,82% učenika dok je točno objašnjenje ponudilo 43,18% učenika. U 7e) zadatku su učenici trebali zaključiti kakvog su promjera provodne žile biljke te objasniti svoj odgovor. Na 7e) pitanje 88,64% učenika je točno odgovorilo, a 11,36% učenika netočno. Točno objašnjenje je ponudilo 65,91% učenika, dok je netočno objašnjenje ponudilo 34,09% učenika ( slika 22).

Pitanja i odgovori uz grafičke prikaze su obrazloženi u 3.4.1 odlomku.



Slika 22 Udio točnih i netočnih odgovora na drugoj pismenoj provjeri

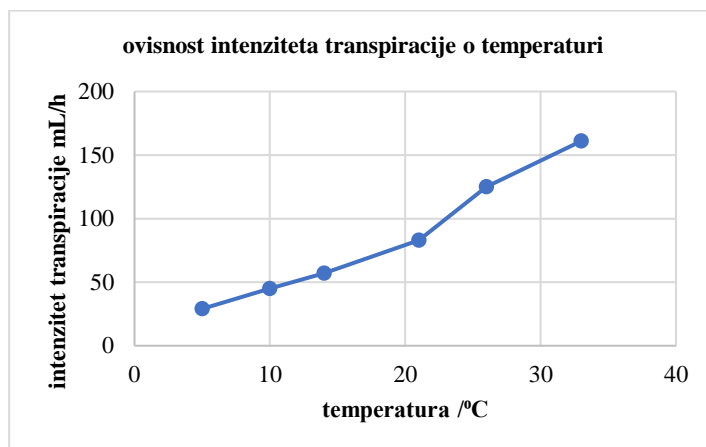
### 3.4.1 Analiza riješenosti pitanja uz grafičke prikaze na drugoj pismenoj provjeri

Od 8 zadataka u drugoj provjeri se znanje učenika provjeravalo uz 5 zadataka s grafičkim prikazom. Zbog riješenosti manje od 25%, 1b) zadatak uz grafički prikaz druge provjere detaljno je analiziran s aspekta točnosti, razine razumijevanje, u svrhu utvrđivanja problema i miskoncepcija kao i s obzirom na biološku interpretaciju odgovora.

#### Zadatak 2.1.



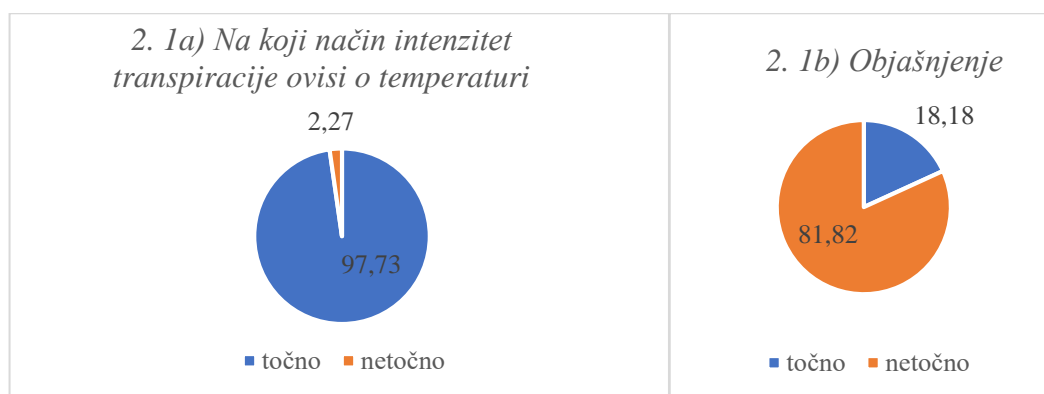
Slika prikazuje ovisnost intenziteta transpiracije o temperaturi:



2.1a) Na koji način intenzitet transpiracije ovisi o temperaturi zraka?

2.1b) Objašnjenje:

Pitanjem se ispitivalo čitanje vrijednosti s grafičkog prikaza. Od učenika se tražilo da na osnovu grafičkog prikaza zaključe kako intenzitet transpiracije ovisi o temperaturi te su trebali obrazložiti svoj odgovor. Od 44 učenika, odgovori 97,73% učenika su vrednovani kao točni dok je 2,27% odgovora vrednovano kao netočno ( slika 23). Točno objašnjenje odgovora je dalo 18,18% učenika dok je 81,82% učenika dalo netočno objašnjenje (slika 23). Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici su trebali zaključiti na osnovu grafičkog prikaza da se povećanjem temperature povećava intenzitet transpiracije.



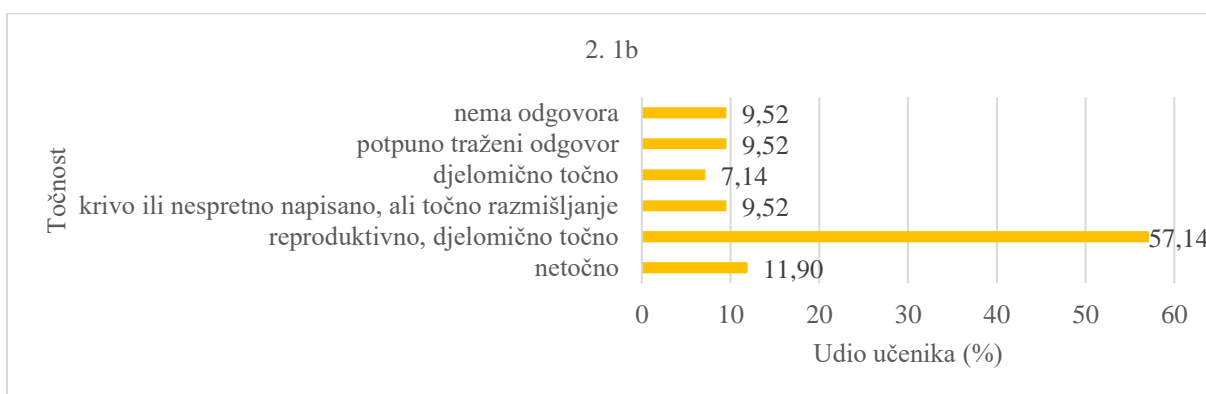
Slika 23 Udio točnih i netočnih odgovora uz 1a) i 1b) pitanje na drugoj pismenoj provjeri

Odgovori su detaljno analizirani odnosno kodirani prema kriterijima točnostima, razni razumijevanja, a kodirani su i potencijalni problemi i moguće miskoncepcije (tablica 4).

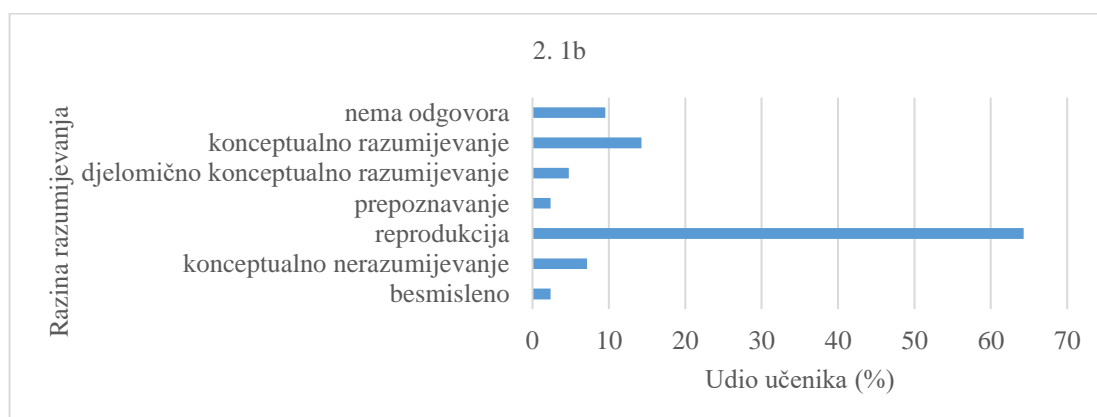
Od 44 učenika, njih 9,52% je dalo potpuno točan odgovor u kojem su povećanje intenziteta transpiracije povezali s povećanjem temperature čime se povećava i isparavanje pa

se biljka tako učinkovito hladi. Odgovori 7,14% učenika su vrednovani kao djelomično točni (slika 24). Odgovori 57,14% učenika su vrednovani kao reproduktivno točni pa se stoga kod 64,29% odgovora govori o reprodukciji, a 14,29% učenika pokazuje djelomično konceptualno razumijevanje (slika 25). Odgovori učenika koji su vrednovani kao djelomično i reproduktivno djelomično točni, točno opisuju da se povećanjem temperature povećava intenzitet transpiracije, ali bez poveznice s hlađenjem biljke. Učenici koji pokazuju konceptualno i djelomično konceptualno razumijevanje znaju opisati grafički prikaz riječima te opisati ovisnost intenziteta transpiracije o temperaturi.

Od 44 učenika, odgovori njih 81,82% su vrednovani kao netočni, a 7,14% odgovora iskazuje konceptualno nerazumijevanje, dok 9,52 % učenika nije odgovorilo na ovo pitanje (slika 25). Učenici koji pokazuju konceptualno nerazumijevanje temperaturu smatraju uzrokom transpiracije.



**Slika 24 Analiza točnosti odgovora uz 1a) pitanje na drugoj pismenoj provjeri**

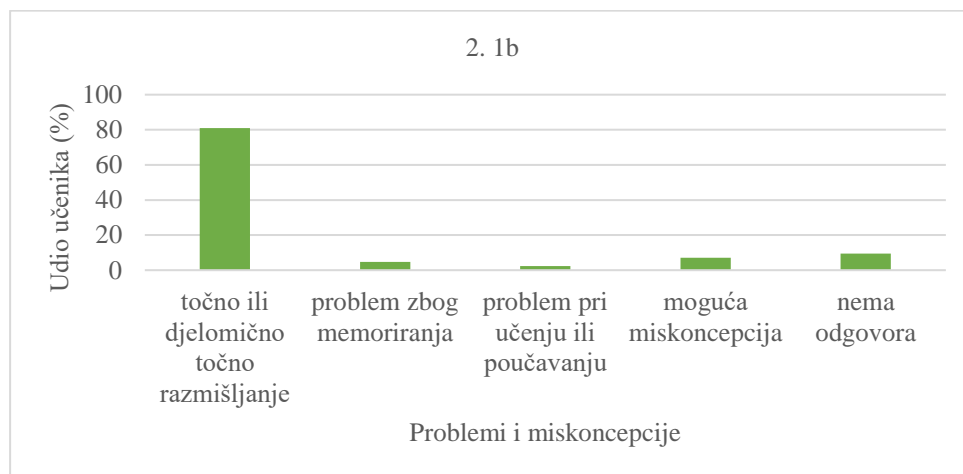


**Slika 25 Analiza razine razumijevanja uz 1b) pitanje na drugoj pismenoj provjeri**

Interpretacijom netočnih odgovora je utvrđeno da su uzroci pogrešnih odgovora moguće miskoncepcije, problemi zbog memoriranja (slika 26). Kod učenika kod kojih su utvrđene

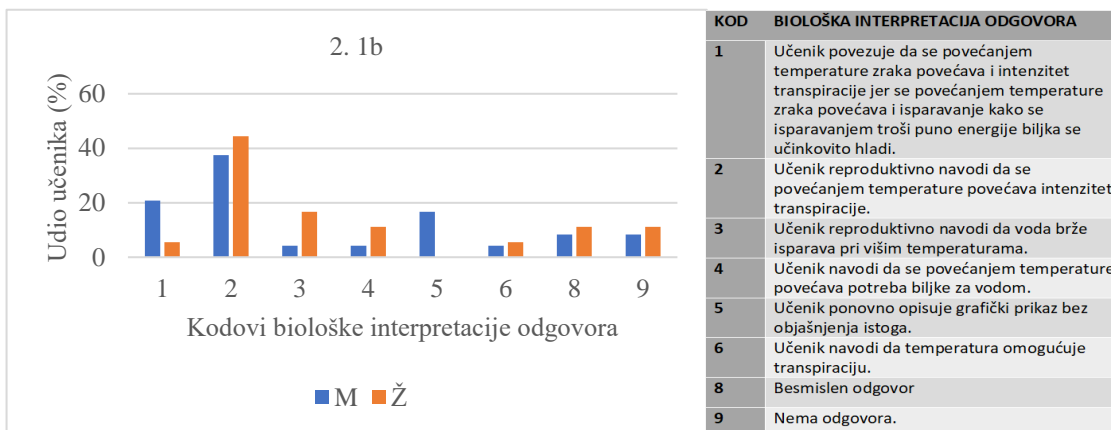
moguće miskonceptije tvrdili su da temperatura ili toplina uzrokuje transpiraciju što ukazuje na nerazumijevanje procesa transpiracije. Mala srednja riješenost ( $M = 0,18 \pm 0,385$ ) zadatka 1b) povezana je sa statističkim značajnim razlikama riješenosti između učenika ( $\chi^2 = 16,862$ ;  $p = 0,0002$ ) i popraćena je izdvajanjem podataka u 9 skupina prema vrijednostima standardne devijacije, pri čemu 81,6 % učenika ostvaruje zadovoljavajuće rezultate ( $z = -0,5$  do  $0,5$ ), dok 18,4 % učenika pokazuje tendenciju postojanja miskonceptije ( $z = 1.5$  do  $2.5$ ).

Kod velikog broja učenika je utvrđeno djelomično točno razmišljanje jer su takvi učenici uglavnom objašnjavali povećanje intenziteta transpiracije reproduktivno te nisu odgovor povezali s hlađenjem biljke.



**Slika 26** Analiza problema i miskonceptija uz 1b) pitanje na drugoj pismenoj provjeri

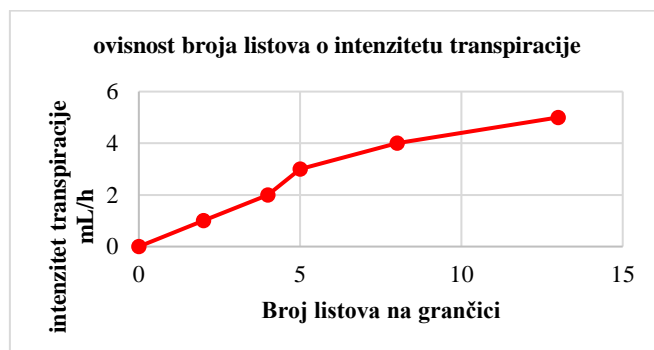
Specifičnim kodiranjem je utvrđeno da 20,83% učenika i 5,56% učenica dalo potpuno precizan i točan odgovor u kojem su povećanje intenziteta transpiracije zbog povećanja temperature zraka povezali s povećanjem isparavanja kojim se troši puno energije pa se biljka tako učinkovito hladi. Najveći udio učenika, njih 37,50% i 44,44% učenica je na ovo pitanje odgovorilo bez da je obrazložilo odgovor ili s djelomično točnim objašnjenjem. Ti učenici su uglavnom davali reproduktivni odgovor bez poveznice s hlađenjem biljke ili su ponovno opisali grafički prikaz, odnosno da se povećanjem temperature povećava intenzitet transpiracije. Na ovo pitanje nije odgovorilo 11,11% učenika i 8,33% učenica, isti postotak učenika i učenica je dalo besmislen odgovor. Postotak učenika i učenica koji nisu dali odgovor na ovo pitanje ukazuje da je učenicima problematično interpretirati podatke odnosno iznijeti zaključak, iako su dobro iščitali podatke s grafa (slika 27).



Slika 27 Udio učenika prema kodovima biološke interpretacije odgovora uz pitanje 1b)

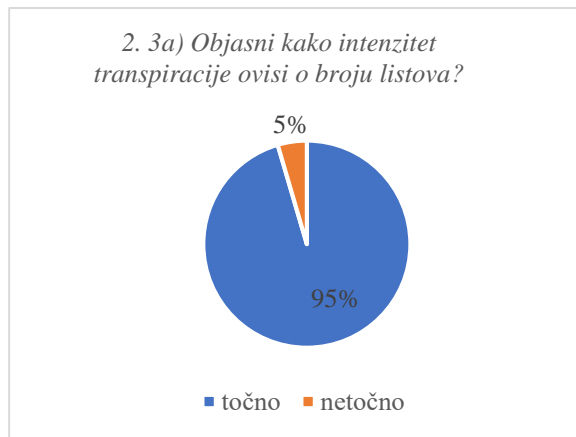
### Zadatak 3.

Slika prikazuje ovisnost broja listova o intenzitetu transpiracije.



3.a) Objasni kako intenzitet transpiracije ovisi o broju listova?

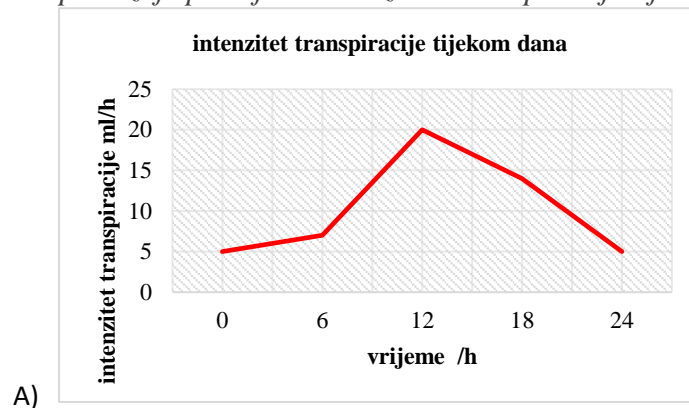
Pitanjem se ispitivalo čitanje podataka s grafičkog prikaza. Veliki broj učenika je odgovorio na ovo pitanje bez da je ponudio objašnjenje odgovora. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici su trebali povezati veći broj listova s većim intenzitetom transpiracije jer se povećanjem broja listova povećava i površina za izmjenu plinova pa je gubitak vode veći. Na ovo pitanje točan odgovor je dalo 95% učenika, a netočan 5% učenika. (slika 28).



Slika 28 Udio točnih i netočnih odgovora uz 3a) pitanje na drugoj pismenoj provjeri

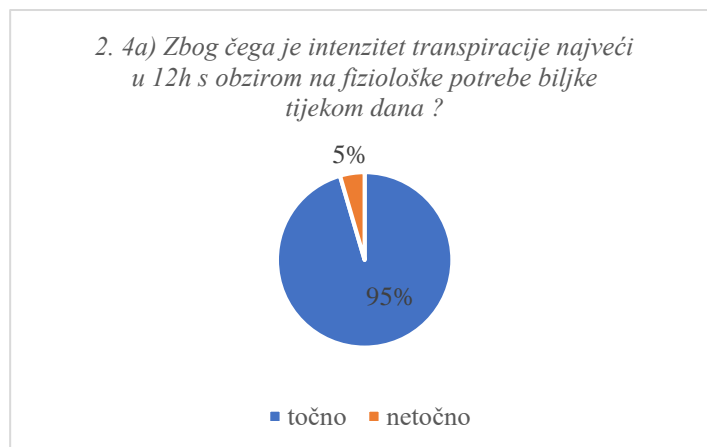
#### Zadatak 4.

Grafikon A prikazuje promjenu intenziteta transpiracije tijekom dana.



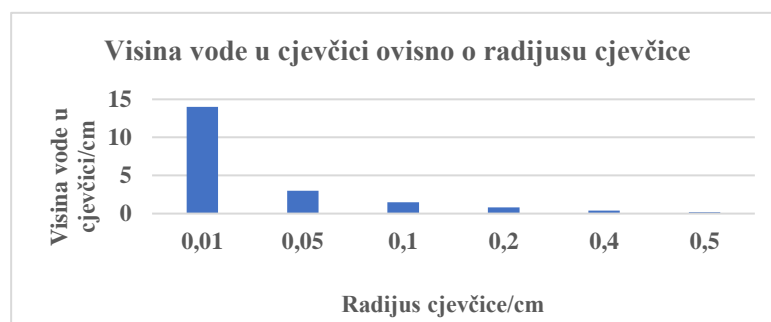
4.a) Zbog čega je je intenzitet transpiracije najveći u 12 h, s obzirom na fiziološke potrebe biljke tijekom podneva za ljetnog dana?

Pitanjem se ispitivalo zaključivanje i davanje objašnjenja na osnovu grafičkog prikaza. Učenici su trebali povezati jačinu intenziteta transpiracije s potrebom biljke za vodom. Na ovo pitanje točno je odgovorilo 95%, a netočno 5% učenika (slika 29). Bitno je istaknuti da su se kao točni odgovori prihvaćali i polovični odgovori koji su održavali konceptualno razumijevanje.



Slika 29 Udio točnih i netočnih odgovora uz 4a) pitanje na drugoj pismenoj provjeri

### Zadatak 7

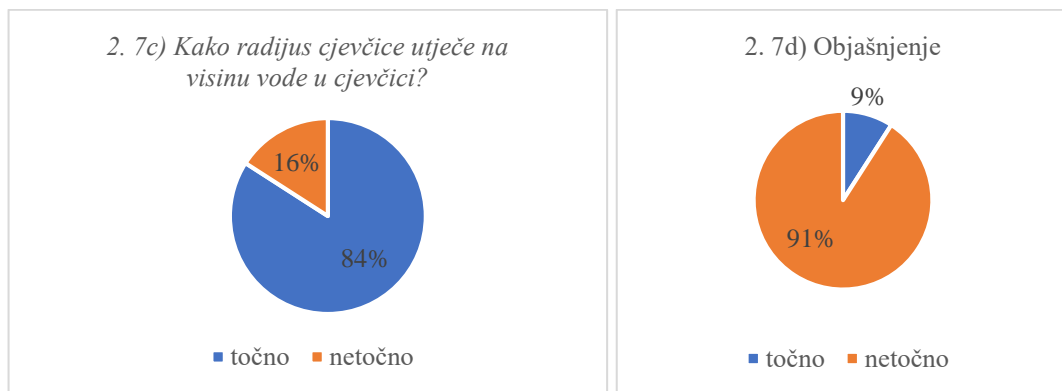


7.c) Na temelju slike objasnite kako radijus cjevčice utječe na visinu stupca vode u cjevčici?

7.d) *Objašnjenje:*

Pitanjem se učenike ispitivalo da procjene kako radijus cjevčice utječe na visinu vode u cjevčici. Kako bi točno odgovorili na ovo pitanje učenici bi trebali moći interpretirati grafički prikazane podatke te dati objašnjenje svog odgovora. Na ovo pitanje točno je odgovorilo 84% učenika, dok je točno odgovorilo 16% učenika (slika 30). Pri davanju obrazloženja odgovora

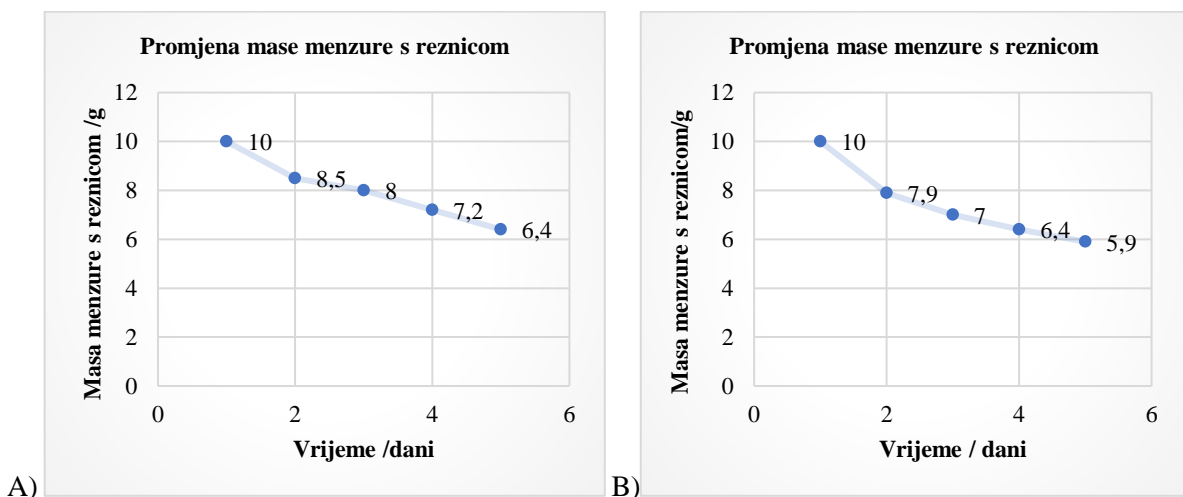
samo je 9% učenika dalo točan odgovor dok je 91% učenika netočno odgovorilo na ovo pitanje (slika 30).



Slika 30 Udio točnih i netočnih odgovora na 7c) i 7d) pitanje na drugoj pismenoj provjeri

### Zadatak 8.

U dvije menzure napunjene s jednakom količinom vode su stavljene reznice biljke pelargonije. U jednu od dvije menzure je dodano 1 mL ulja.

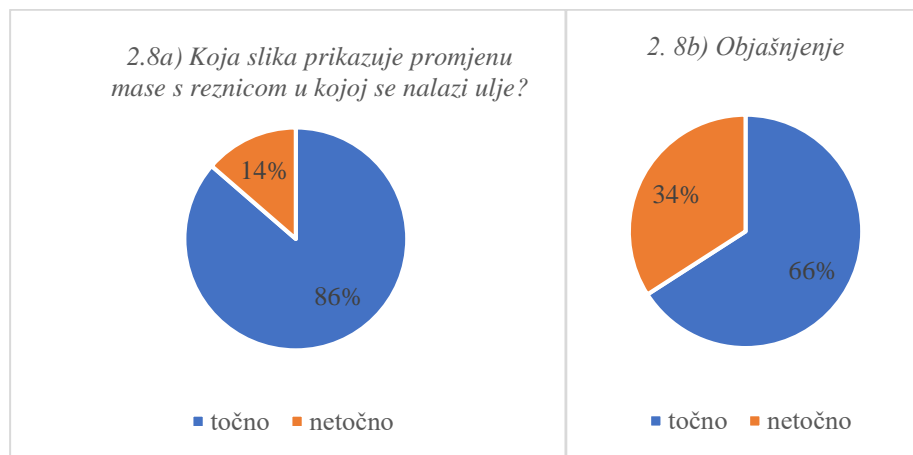


8.a) Koja od dvije slike prikazuje promjenu mase menzure s reznicom u koju je stavljeno ulje.

8.b) Objašnjenje:

Pitanjem se ispitalo zaključivanje i primjena na osnovu grafičkog prikaza. Odnosno, od učenika se očekivalo da na osnovu dva grafička prikaza, na kojima je prikazana promjenu masa menzure s rezniciama zaključuje u kojoj menzuri se nalazi ulje. Kako bi učenici točno odgovorili na ovo pitanje trebaju znati izvući podatke s grafičkog prikaza te zaključiti koja je uloga ulja. Na ovo pitanje 86,36% učenika je odgovorilo točno, dok je netočno odgovorilo

13,64% učenika (slika 34). Točno obrazloženje odgovora je dalo 65,91% učenika, dok je netočno objašnjenje dalo 34,09% učenika (slika 31).



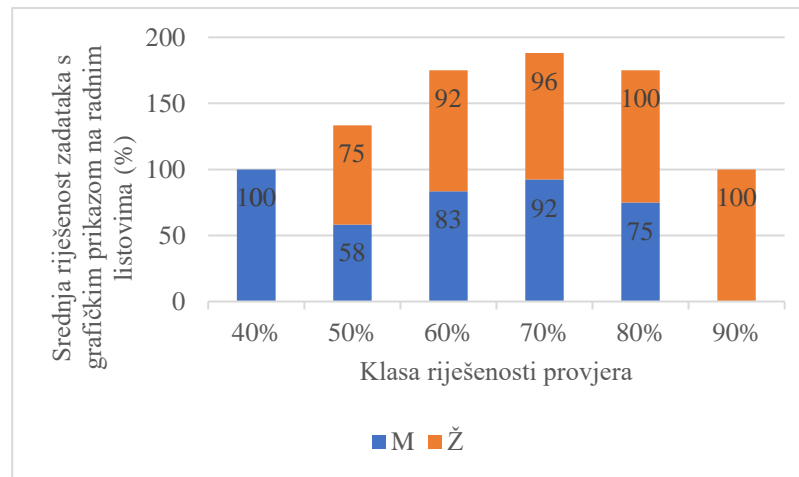
Slika 31 Udio točnih i netočnih odgovora uz 8a) i 8b) pitanje na drugoj pismenoj provjeri

### 3.5 Analiza srednje riješenosti zadatak s grafičkim prikazima na radnim listovima

Učenice koje prema uspješnosti riješenosti prve i druge provjere pripadaju klasama 90% i 80% riješile su zadatke s grafičkim prikazom na radnom listiću sa srednjom riješenosti 100%. Učenice koju su pripadale klasi riješenosti provjera 50% riješile su zadatke s grafičkim prikazom na radnom listiću sa srednjom riješenosti 75%. Učenici koji su pripadali klasi riješenosti 70% riješili su zadatke s grafičkim prikazima sa srednjom riješenosti 92% dok su učenici koji pripadaju klasi riješenosti 40% riješili zadatke s grafičkim prikazanim sa srednjom riješenosti 100% (slika 32).

Dobiveni rezultati su interpretirani prema skali po Hopkins (tablica 5). Riješenost zadataka s grafičkim prikazima na radnom listiću ukazuje na malu povezanost s riješenosti provjera ( $\rho = 0,29$ ), dok je riješenost zadataka s grafičkim prikazima na radnom listiću umjereno povezana s angažiranosti učenika ( $\rho = 0,47$ ) te je visoko povezana s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,77$ )





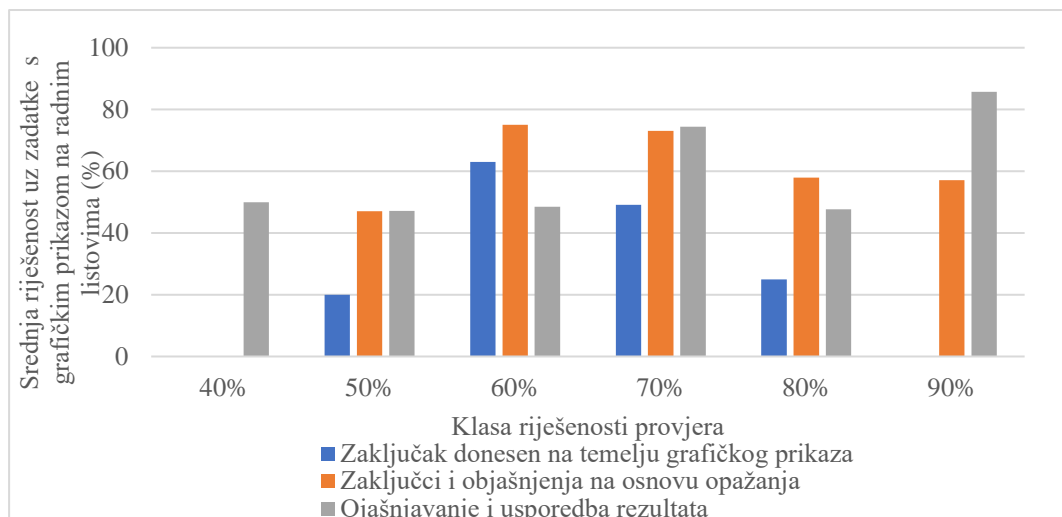
**Slika 32 Srednja riješenost zadataka s grafičkim prikazom na radnim listovima prema klasi riješenosti provjera**

Učenici u klasi riješenosti 60% najviše se su se koristili zaključcima donesenim na osnovu opažanja i pripremljenih grafičkih prikaza. Učenici koji pripadaju klasi riješenosti 40% i 90% odnosno učenici koji su najslabije riješili provjere i oni koji su provjere riješili najbolje više su se koristili teoretskim znanjem uz objašnjavanje i usporedbu pojava i procesa (slika 33).

Kod učenika koji su zaključke donijeli na temelju grafičkog prikaza utvrđena je umjerena povezanost s angažiranosti ( $\rho = 0,41$ ) i riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,46$ ) te s riješenosti zadataka s grafičkim prikazima na radnom listiću ( $\rho = 0,38$ ).

Kod učenika koji su zaključke i objašnjenja donijeli na osnovu opažanja utvrđena je umjerena povezanost s angažiranosti ( $\rho = 0,49$ ) i riješenosti zadataka s grafičkim prikazima na radnom listiću ( $\rho = 0,47$ ). Isto tako, je utvrđeno da su zaključci i objašnjenja učenika, donijeti na osnovu opažanja, visoko povezani s riješenosti zadataka na radnom listiću koji su uključivali donošenje zaključka ( $\rho = 0,52$ ), a izrazito su povezani s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,80$ ).

Objašnjavanje i usporedba rezultata su umjereno povezani s angažiranosti učenika ( $\rho = 0,40$ ) i rješavanjem zadataka s grafičkim prikazima na radnom listiću ( $\rho = 0,41$ ), dok su visoko povezani s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,66$ ) i zadacima na radnom listiću koji su uključivali donošenje zaključka ( $\rho = 0,50$ ).



**Slika 33 Srednja riješenost zadataka s grafičkim prikazima na radnom listiću prema klasi riješenosti provjera ovisno o načinu donošenja zaključka i objašnjavanju rezultata**

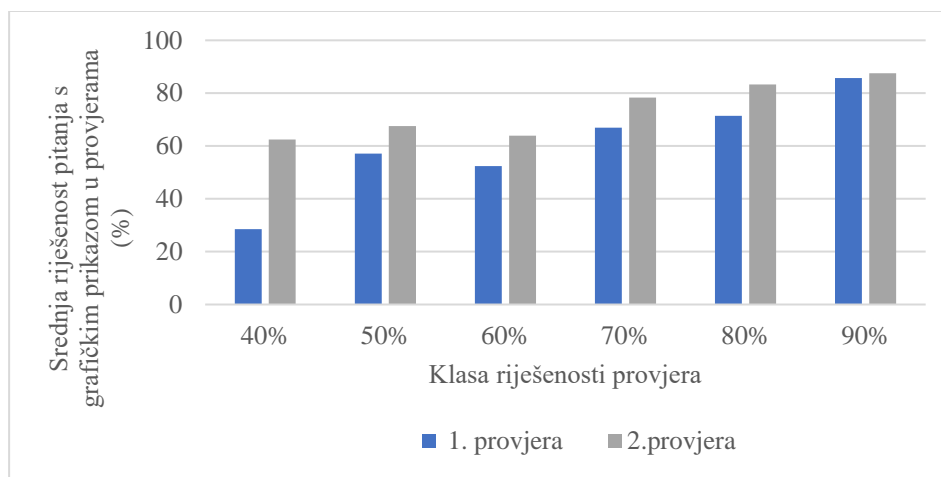
Učenici su u prosjeku bolje riješili zadatke s grafičkim prikazima u drugoj pismenoj provjeri za 11,29 % u odnosu na takve zadatke u prvoj provjeri. Izuzetak od prosjeka predstavljaju najslabiji i najuspješniji učenici. Najviše su napredovali učenici koji pripadaju najslabijoj klasi riješenosti provjera, oni su napredovali za 34% dok je napredak učenika koji pripadaju najjačoj klasi riješenosti iznosio samo 2% (slika 34)

Riješenost pitanja s grafičkim prikazima na provjerama ukazuje na visoku povezanost s ukupnom riješenosti provjera ( $\rho = 0,67$ ) te na malu povezanost s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,28$ ) i zadacima na radnom listiću koji zahtijevaju objašnjavanje ( $\rho = 0,27$ ).

Riješenost pitanja s grafičkim prikazima na prvoj provjeri ukazuje na umjerenu povezanost s ukupnom riješenosti provjera ( $\rho = 0,43$ ), dok je izrazito povezana s ukupnom riješenosti zadataka s grafičkim prikazima na obje provjere ( $\rho = 0,74$ ). Riješenost pitanja s grafičkim prikazima na drugoj provjeri ukazuje na umjerenu povezanost s riješenosti provjera ( $\rho = 0,43$ ), dok je visoko povezana s riješenosti zadataka s grafičkim prikazima na obje provjere ( $\rho = 0,50$ ).

Zaključci doneseni na temelju grafičkih prikaza na provjerama te primjena istih ukazuje na visoku povezanost s čitanjem grafičkih prikaza ( $\rho = 0,66$ ). Objašnjenja grafičkih prikaza na provjerama pokazuju visoku povezanost s čitanjem grafički prikazanih podataka ( $\rho = 0,54$ ) te sa zaključkom donesenim na temelju grafičkog prikaza ( $\rho = 0,52$ ).

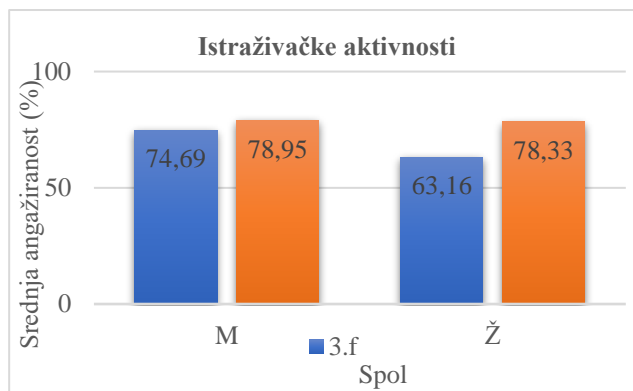
Riješenost zadataka s grafičkim prikazima na provjerama ukazuje na visoku povezanost s čitanjem grafičkih prikaza ( $\rho = 0,67$ ) te vrlo visoku povezanost sa zaključcima ( $\rho = 0,87$ ) i objašnjenjima donesenim na temelju grafičkih prikaza ( $\rho = 0,84$ ).



Slika 34 Srednja riješenost pitanja s grafičkim prikazima na provjerama prema klasama riješenosti prve i druge provjere

### 3.6 Analiza angažiranosti učenika

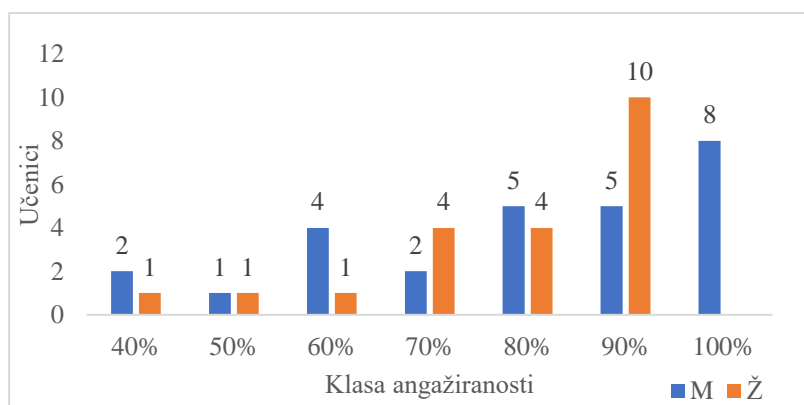
Tijekom provedbe istraživanja pratila se istraživačka angažiranost učenika i učenica u oba razredna odjela prema kriterijima opisanim u tablici 2. Tijekom provedbe nastave je utvrđeno da je istraživačka angažiranost kod učenika i učenica 3. g razreda približno slična. Srednja angažiranost kod učenica je iznosila 78,33%, dok je kod učenika iznosila 78,95%. U 3.f razredu su učenici pokazali veću angažiranost od učenica. Srednja angažiranost kod učenika 3.f razreda je iznosila 74,69%, a kod učenica je srednja angažiranost iznosila 63,16 % (slika 35).



**Slika 35** Angažiranost učenika 3.f i 3. g prema spolu sudionika tijekom provedbe istraživačke nastave

Na slici 36 je prikazana raspodjela učenika prema klasi angažmana. Od ukupnog broja učenika koji su sudjelovali u istraživanju najveći broj učenika pripada klasi angažiranosti 90%, a najmanji broj učenika pripada klasama 40% i 50% (slika 36).

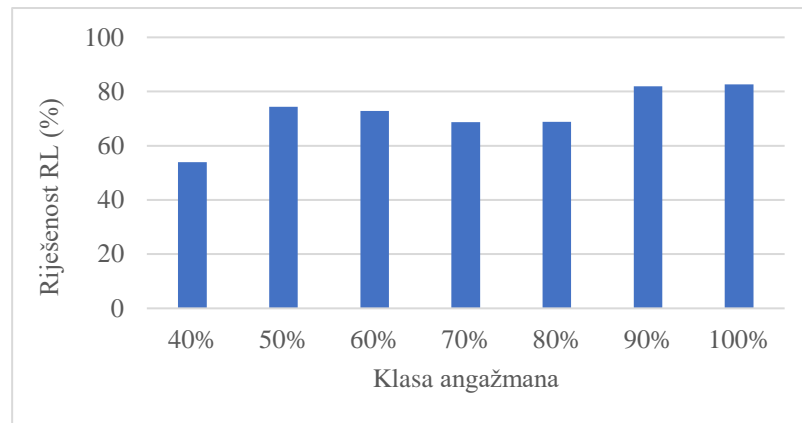
Najveći broj učenika pripada klasi angažiranosti 90% dok osam učenika pripada klasi angažiranosti 100%. Najnižoj klasi angažiranosti pripadaju dva učenika i jedna učenica.



**Slika 36** Klasa angažiranosti učenika prema spolu sudionika tijekom provedbe istraživačke nastave

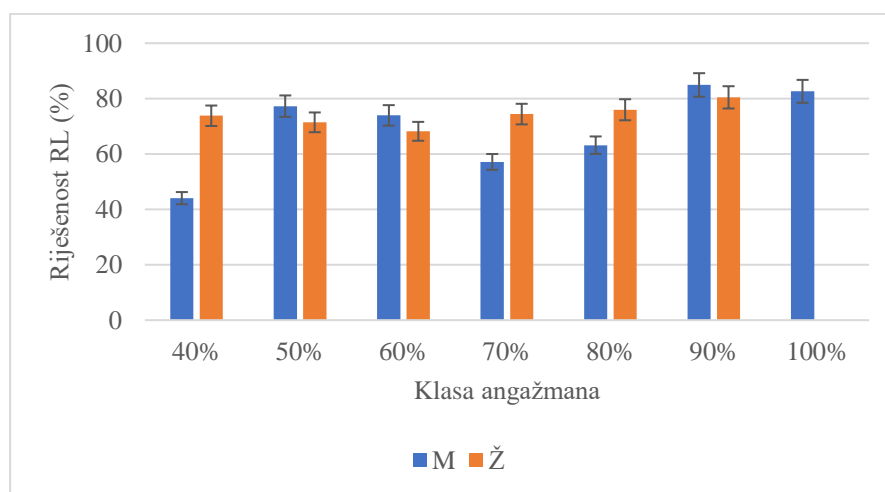
Na slici 37 je prikazana riješenost radnog listića prema klasama angažiranosti učenika u istraživačkoj nastavi. Učenici koji su pokazali najveći angažman tijekom provedbe istraživanja najuspješnije su riješili radni listić.

Riješenost radnog listića uz istraživanje u okviru istraživačke nastave ukazuje na srednju povezanost s riješenosti prve provjere ( $\rho = 0,32$ ) u kojoj su provjeravana predznanja učenika, a čiji su rezultati utjecali i na riješenost obiju provjera ( $\rho = 0,35$ ). Povezanost riješenosti radnog listića i provjere je umjerena ( $\rho = 0,24$ ), dok je riješenosti radnog listića visoko povezana ( $\rho = 0,51$ ) s angažiranosti učenika tijekom provedbe istraživačke nastave.



**Slika 37 Riješenost radnog listića prema klasama angažman učenika tijekom provedbe istraživačke nastave**

Na slici 38 je prikazana riješenost radnog listića prema klasama angažiranosti učenika s obzirom na spol sudionika. Učenici koji pripadaju klasi angažmana 90% i 100% riješili su radni listić malo uspješnije od učenica sa srednjom riješenosti 82,62% dok je kod učenica koje pripadaju klasi angažmana 90% riješenost radnog listića iznosila 80,45%. Učenici koji pripadaju najnižoj klasi angažmana, klasi 40%, riješili su 44,05% radnog listića dok je kod učenica u toj klasi angažmana riješenost iznosila 73,81% .



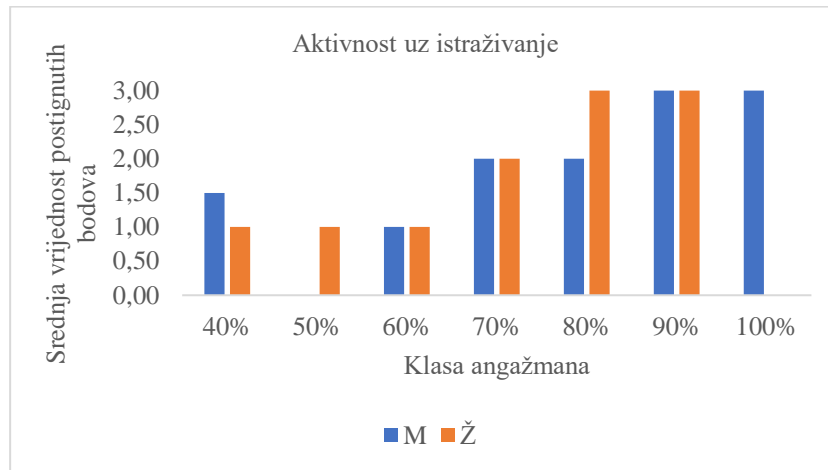
**Slika 38 Riješenost radnog listića prema klasama angažmana s obzirom na spol sudionika**

Kao što je već navedeno, tijekom provedbe istraživačke nastave pratile su se aktivnosti učenika, vrijeme provedeno u istraživanju, preciznost u mjerenju, bilježenje rezultata, ispunjavanje radnog listića i suradnja prema kriterijima navedenim u tablici 2.

Najveću srednju vrijednost bodova su ostvarili učenici koji pripadaju klasi angažmana 90% i 100%. Najmanju srednju vrijednost bodova su ostvarili učenici koji pripadaju klasi angažmana 60%. Učenice koje pripadaju klasi angažmana 80 i 90% su ostvarile najveću srednju

vrijednost bodova, a najmanju vrijednost su ostvarili učenici i učenice koji pripadaju klasi angažmana 60% i učenice koje pripadaju klasi angažmana 50% (slika 39).

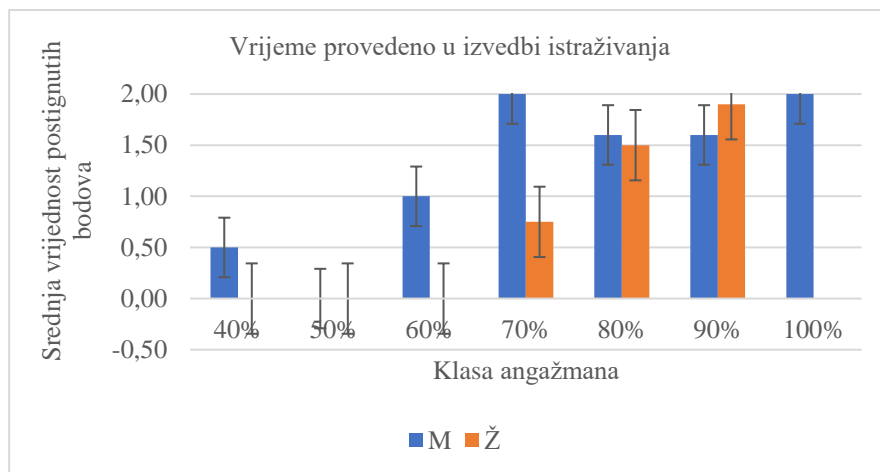
Aktivnost uz istraživanje ukazuje na srednju povezanost s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,47$ ).



**Slika 39** Aktivnost uz istraživanje prema klasama angažiranosti učenika s obzirom na spol

Najviše vremena u istraživanju su proveli učenici koji pripadaju klasi angažmana 70% i 100%. Od učenica, najviše su vremena u istraživanju provele učenice koje pripadaju klasi angažmana 90% (slika 40). Učenici i učenice koji su najviše vremena proveli u istraživanju, svaki dan su dolazili u dogovoreno vrijeme kako bi obavljali mjerenja međutim nisu svaki put aktivno sudjelovali u izvedbi pokusa.

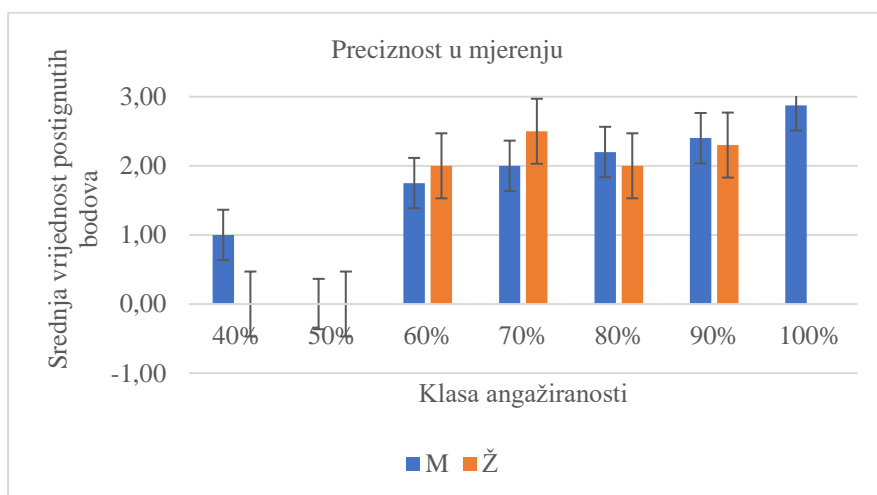
Vrijeme provedeno u istraživanju ukazuje na veliku povezanost s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,59$ ) dok je gotovo savršeno povezano s aktivnošću uz istraživanje ( $\rho = 0,96$ ).



**Slika 40** Vrijeme provedeno u istraživanju prema klasi angažmana učenika s obzirom na spol

Tijekom provedbe istraživačke nastave se pratila preciznost učenika pri izvedbi mjerenja. Najprecizniji su učenici koji pripadaju klasi angažmana 100% dok su kod učenika najpreciznije one koje pripadaju klasi angažmana 70% (slika 41).

Preciznost uz mjerenja koja su se obavljala tijekom provedbe istraživačke nastave ukazuju na visoku povezanost s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,50$ ), a isto tako je utvrđena vrlo velika povezanost s aktivnošću tijekom istraživačke nastave ( $\rho = 0,85$ ). Rezultati su ukazali na gotovo savršenu povezanost preciznosti uz mjerenja s vremenom provedenim u istraživanju ( $\rho = 0,94$ ).

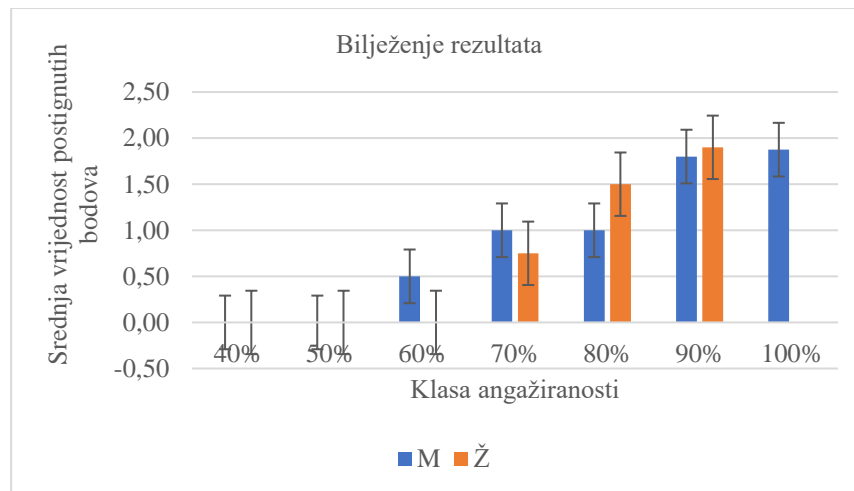


**Slika 41** Preciznost u mjerenju prema klasi angažman učenika s obzirom na spol sudionika

Učenice koje pripadaju klasi angažmana 90% posvećuju najviše pažnje bilježenju rezultata pa su one prosječno ostvarile najveći broj bodova. Od učenika najveću prosječnu

vrijednost bodova su ostvarili učenici koji pripadaju klasi angažmana 100%, odnosno najvjernije su bilježili rezultate pokusa (slika 42).

Bilježenje rezultata pokusa tijekom provedbe istraživačke nastave ukazuje na vrlo veliku povezanost s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,70$ ) i preciznošću u mjerenju ( $\rho = 0,86$ ), dok je potpuno povezano s aktivnošću ( $\rho = 0,95$ ) i utrošenim vremenom ( $\rho = 0,97$ ) tijekom provedbe nastave.

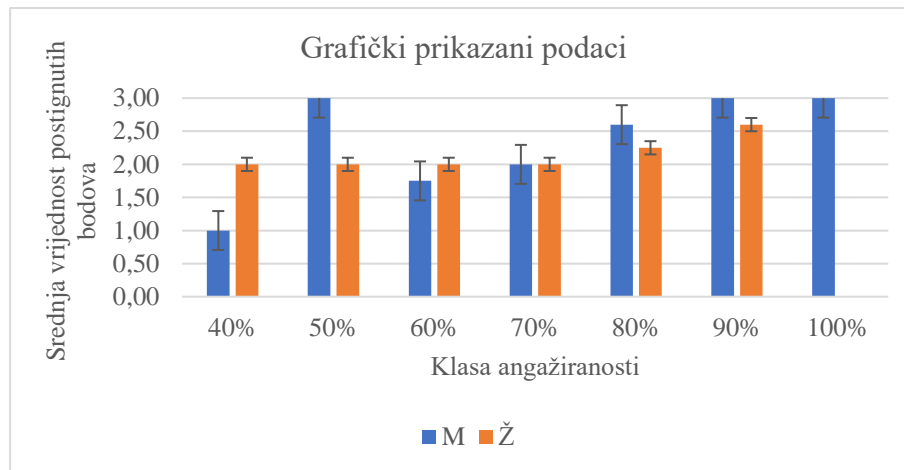


**Slika 42 Bilježenje rezultata prema klasama angažiranosti učenika s obzirom na spol sudionika**

Najangažiraniji učenici kao i učenici koji pripadaju klasi angažmana 90% i 50% su prosječno ostvarili najveći broj bodova odnosno najtočnije su prikazali rezultate pokusa grafički na radnom listiću. Isto tako, učenice koje pripadaju klasi angažmana 90% su najtočnije prikazale rezultate pokusa grafički te su ostvarile prosječno najveći broj bodova u odnosu na ostale učenice, ali su u prosjeku lošije rješavale takve zadatke od učenika na radnom listiću. Najslabije su grafički prikazali rezultate pokusa učenici koji pripadaju klasi angažmana 40% (slika 43).

Grafički prikazani podaci na radnom listiću ukazuju na vrlo veliku povezanost s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,86$ ) i bilježenjem rezultata ( $\rho = 0,79$ ), a velika povezanost je i utvrđena s aktivnošću učenika ( $\rho = 0,59$ ) i vremenom provedenim u istraživanju ( $\rho = 0,63$ ), dok je povezanost s preciznošću u mjerenju umjerena ( $\rho = 0,45$ ).

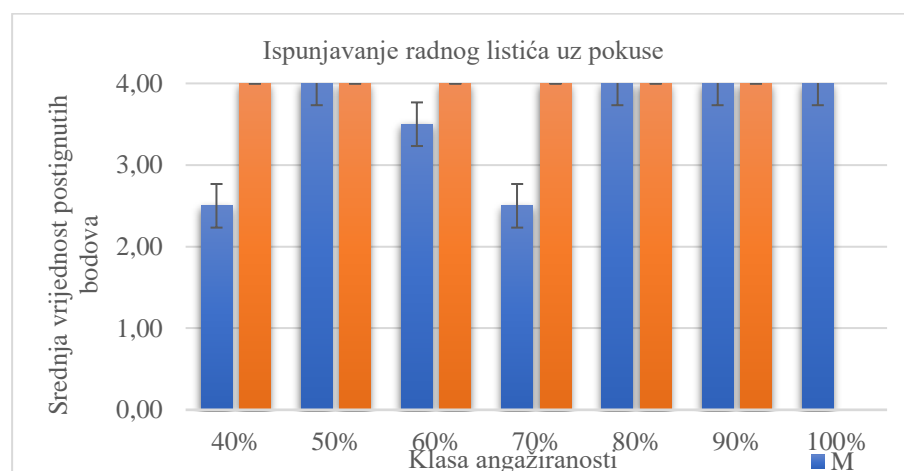




**Slika 43 Grafički prikazi na radnom listiću prema klasi angažmana učenika s obzirom na spol**

Učenice u svim klasama angažmana ostvaruju najveći prosječan broj bodova u kategoriji ispunjavanja radnog listića, dok su učenici koji pripadaju klasi angažmana 60% slabije riješili radni listić, a najslabije su ga riješili učenici u klasama angažmana 40% i 50% (slika 44).

Ispunjavanje radnog listića uz projektne zadatke ukazuje na vrlo veliku povezanost s riješenosti radnog listića ( $\rho = 0,85$ ), dok je savršeno povezano s grafički prikazanim podacima ( $\rho = 0,93$ ). Ispunjavanje radnog listića je visoko povezano s bilježenjem rezultata ( $\rho = 0,85$ ), a umjereno je povezana s aktivnošću ( $\rho = 0,38$ ), vremenu provedenom u istraživanju ( $\rho = 0,48$ ) te preciznošću u mjerenju ( $\rho = 0,31$ ).

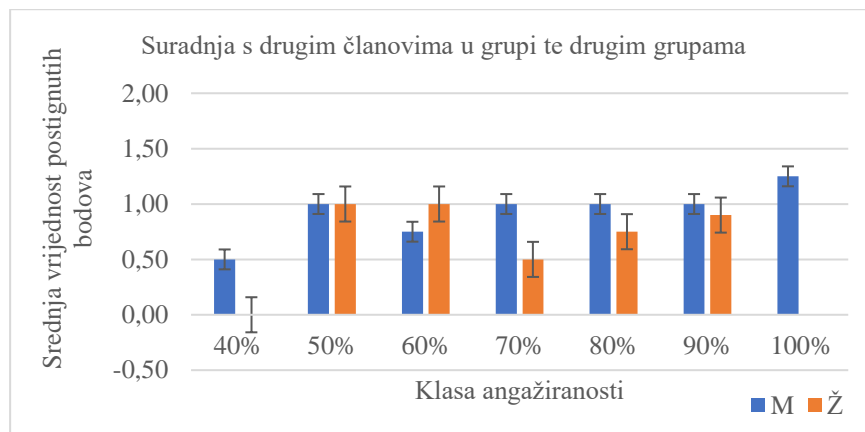


**Slika 44 Ispunjavanje radnog listića uz pokuse prema klasama angažiranosti s obzirom na spol sudionika**

Učenici su u prosjeku dobro surađivali međusobno dok su teže surađivali s drugim grupama. Stoga učenici i učenice u svim klasama angažmana ne ostvaruju velike prosječne vrijednosti bodova u ovoj kategoriji. Najveću prosječni broj bodova ostvarili su učenici u

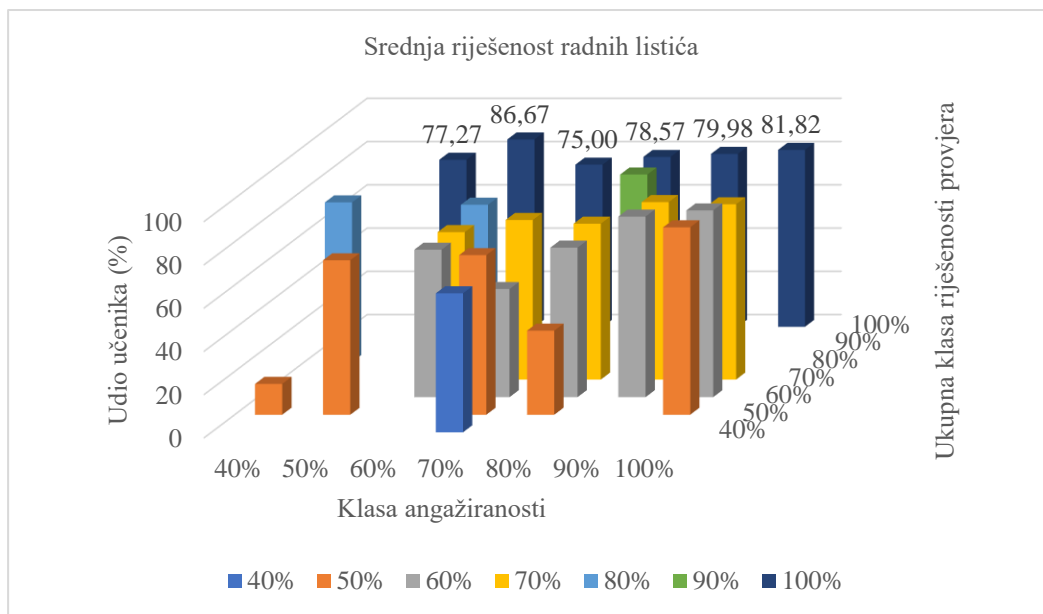
najvećoj klasi angažmana. Kod učenica najveći prosječan broj bodova su ostvarile učenice u klasi angažmana 50% i 60% (slika 45).

Suradnja s drugim članovima u grupi te drugim grupama ukazuje na veliku povezanost s vremenom provedenim u istraživanju ( $\rho = 0,52$ ) i bilježenjem rezultata ( $\rho = 0,62$ ) dok je savršeno povezana s grafički prikazanim podacima ( $\rho = 0,93$ ) i ispunjavanjem radnog listića ( $\rho = 0,91$ ). Suradnja s drugim članovima u grupi te drugim grupama je umjereno povezana s aktivnošću učenika ( $\rho = 0,39$ ) i preciznošću u mjerenju ( $\rho = 0,40$ ).



**Slika 45** Suradnja s drugim članovima u grupi te drugim grupama prema klasi angažiranosti učenika s obzirom na spol sudionika

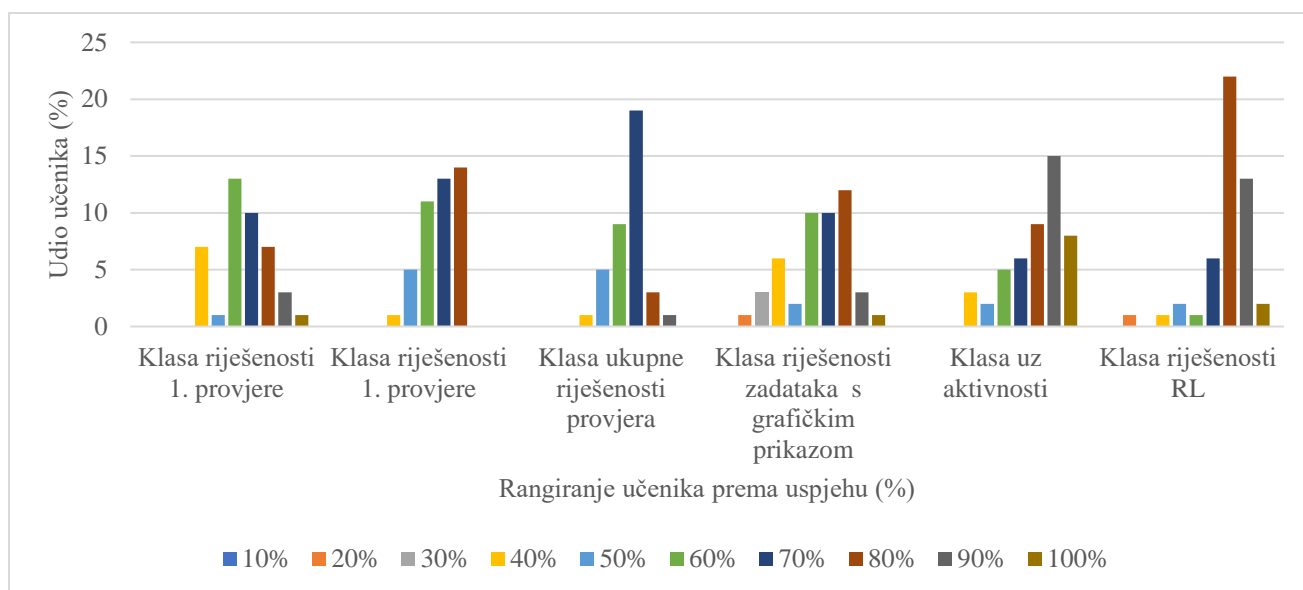
Visoka angažiranost učenika se odrazila na uspjeh u rješavanju radnih listova pa su učenici koji su prema angažiranosti bili u najvećoj klasi, najbolje riješili radne listove (slika 46).



Slika 46 Srednja riješenost radnih listića u odnosu s angažiranosti učenika i ukupnim rješavanjem provjera.

### 3.7 Analiza uspješnosti učenja

Za potrebe utvrđivanja uspješnosti učenja analizirane su vrijednosti rangiranja učenika u klase prema različitim kriterijima (slika 47). Malo udesno pomaknuta normalna distribucija raspodjele učenika prema klasama riješenosti prve provjere u drugoj provjeri je pomaknuta izrazito prema boljoj riješenosti, dok srednja riješenost provjera pokazuje normalnu distribuciju u rasponu od 40 % do 90 % riješenosti čime se umanjuje početni slabiji rezultat i utjecaj učenja za završnu provjeru. Zadaci s grafičkim prikazom ističu ujednačene udjele riješenosti u rasponu od 60 % do 80 %, što ukazuje s obzirom na raspršenost od 20 % do 100 % riješenosti, na veće individualne razlike u sposobnosti rješavanja ovih zadataka u odnosu na cijelu provjeru. Visoka razina angažiranosti učenika pri rješavanju istraživačkih zadataka odražava se na uspjeh u rješavanju radnih listova uz istraživanje, što ukazuje na izrazitu motiviranost učenika za sudjelovanjem u ovakvim aktivnostima učenja.



**Slika 47** Komparacija uspjeha učenja na osnovu rangiranja učenika prema različitim kriterijima

Analiza rangova uspjeha učenika Kruskal-Wallis testom ne pokazuje signifikantne razlike u uspjehu učenika prema različitim kriterijima koji su praćeni tijekom istraživanja ( $H = 1,342$ ;  $df = 5$ ;  $p = 0,93$ ) uz minimalne signifikantne razlike rangova prema Dunn (Q) u rasponu od 0,025 do 0,87. Vrlo male razlike uspjeha ( $Q =$  od 0,02 do 0,07) uočene su između riješenosti prve provjere i angažiranosti pri istraživanju, kao i uspjeha u rješavanju zadataka s grafičkim prikazom, a isti se odnos zadržava u komparaciji ukupnog srednjeg uspjeha u rješavanju provjera. Male razlike (od  $\pm 0,1$  do 0,2) rangova učenika prve i druge provjere te srednje ukupne riješenosti provjera, kao i druge provjere i aktivnosti tijekom učenja uz istraživanje i riješenosti zadataka uz grafičke prikaze, potvrđuju uspješnost učenja tijekom ovog istraživanja.

Velika korelativna povezanost utvrđena je između riješenosti zadataka s grafičkim prikazom te riješenosti prve ( $\rho = 0,85$ ) i druge provjere ( $\rho = 0,81$ ). Aktivnost učenika uz istraživanje pokazuje izrazitu povezanost s riješenosti druge provjere ( $\rho = 0,85$ ) što je također potvrda uspješnosti učenja i utjecaja motiviranosti učenika na njihov uspjeh. Na riješenost druge provjere veliki utjecaj je imala i riješenost radnih listova ( $\rho = 0,63$ ), a bila je i usko povezana s aktivnosti učenika pri istraživanju ( $\rho = 0,64$ ), što također svjedoči o uspješnosti učenja.

#### 4 RASPRAVA

Prva i druga pismena provjera sadrže osim grafičkih prikaza i pitanja otvorenog tipa u kojima učenik treba jednom riječju ili rečenicom odgovoriti na postavljena pitanja. Vizek-Vidović i sur. (2003) ističu kako se ovakav tip pitanja najčešće koristi za provjeru poznavanja činjenica, ali se mogu sastaviti tako da provjeravaju razumijevanje pojmova i ideja. Nedostatak ovakvih pitanja je subjektivnost ocjenjivača koja se javlja ako pitanja nisu jednoznačna. Stoga se kod ovakvih tipova pitanja ponekad javljaju dvojbe kako ocijeniti nepredviđene odgovore koji mogu biti djelomično točni (Vizek Vidović i sur., 2003). Prema (Radanović i sur., 2017) odgovore koji su djelomično točni ili nespretno oblikovani treba priznati kao točne ako su potvrdili konceptualno razumijevanje. Objektivnost je poticana primjenom unaprijed pripremljenih kodova za moguće odgovore učenika te njihovom nadopunom nakon provedbe istraživanja pri analizi rezultata te se tako pokušalo umanjiti subjektivnosti procjenjivača odgovora.

Prva pismena provjera se pisala prije provedbe istraživačke nastave jer Bransford i suradnici ističu da učenici dolaze na nastavu s određenim koncepcijama o načinu funkcioniranju svijeta oko sebe, a ako se njihovo početno razumijevanje ne uključi u novo učenje dolazi do nerazumijevanja novih sadržaja koja se uče. Isto tako Ausbel (2000) ističe kako predkoncepcije koje učenici donose na nastavu bitno utječu na stvaranje novih koncepcija

Utvrđena slabija povezanost između pitanja, vjerojatno je povezana s različitim vrstama pitanja te je uvjetovana pitanjima otvorenih odgovora kao i različitom kvalitetom konstrukcije pitanja te njihovim kognitivnim zahtjevima u odnosu na težinu i kognitivnu razinu (Radanović i sur, 2017a). Na rezultate je također utjecao i mali uzorak učenika (Tavakol i Dennick, 2011) koji su sudjelovali u istraživanju, kao i njihova slabija motiviranost zbog provedbe istraživanja na kraju školske godine. Utjecaj na rezultate je imala i različita vrsta kao i zahtjevnost pitanja što kao problem ističu i Tavakol i Dennick (2011), jer interpretacija općeg modela primjene mjerenja za alfa pouzdanosti ispita, polazi od pretpostavke da su sva faktorska opterećenja jednaka, što utječe na bolju procjenu pouzdanosti. U praksi Cronbachov alfa niže je vrijednosti pri procjeni pouzdanosti, jer heterogeni zadaci, prema vrsti zadatka, težini i kognitivnoj razini koju ispituju, krše pretpostavke tau-ekvivalentnog modela (Tavakol i Dennick, 2011), što se dogodilo i u ovoj provjeri. Dodatni je razlog i priprema pitanja za provjeru na način kako to radi većina nastavnika, bez povezanosti s precizno definiranim ishodima i smislenog povezivanja pitanja unutar provjere te njihove dobre utemeljenosti na učenju, što se posebno

odrazilo pri pripremi druge provjere koja zbog toga ima i manje vrijednosti pouzdanosti povezanosti zadataka. Primjenom kriterija provjere kvalitete pitanja i pri pripremi pitanja kao i promišljeno osmišljene strukture pisane provjere taj bi se problem mogao umanjiti (Radanović i sur., 2017a). Analizom odgovora učenika na pisanim provjerama je utvrđeno da učenici posjeduju predkonepcije o transportu vode u biljci, ali i miskonepcije koje nisu u skladu sa znanstvenim spoznajama (Odom i Barrow, 1995). Neke od miskonepcija su: učenici transpiraciju miješaju s respiracijom, isto tako pojedini učenici su imali miskonepcije da je intenzitet transpiracije nizak krivo povezujući s podacima o temperaturi i vlažnosti zraka. Najčešća miskonepcija je da intenzitet transpiracije nizak jer je prosječna temperatura i vlaga zraka visoka te da povišena temperatura uzrokuje transpiraciju.

Učenici su na pismenim provjerama slabije rješavali pitanja u kojima se od njih tražilo da obrazlože odgovor, a često su unatoč točnom odgovoru ponudili krivo objašnjenje. Lukša i sur. (2013) ističu kako se učeničkim krivim objašnjenjima mogu utvrditi miskonepcije. Navedeno je vidljivo u prvoj provjeri gdje su pojedini učenici pokazali miskonepciju krivo povezujući transpiraciju s respiracijom. Bloom (1956) ističe kako učenici uče na način na koji ih se ispituje. Stoga, ako se u školi ne traži obrazlaganje odgovora, zaključaka ili izlaganje argumenata kod drugačijeg zaključivanja učenici to zanemaruju kod učenja.

Rješavanjem provjera su učenici pokazali da znaju iščitati vrijednosti s grafičkog prikaza ali imaju probleme pri interpretaciji podataka i donošenju zaključka. Isto potvrđuje i PISA istraživanja koja su pokazala kako hrvatski učenici mogu uočiti međuovisnost koji prikazuju jednostavniji grafički prikazi, a problemi se pojavljuju kad treba uočiti međuovisnost među složenijim grafičkim prikazima. (Braš Roth i sur., 2017). Isto tako, učenicima je posebice bilo problematično opisati grafičke prikaze riječima te objasniti iznesene zaključke koje su čak dobro i izveli. Analizom državne mature iz biologije 2016. godine također je utvrđeno da učenici ne znaju izvući podatke s grafičkog prikaza te donijeti zaključke na temelju tih podataka (Radanović i sur., 2017). Iako je u rješavanju zadataka s grafičkim prikazima na drugoj provjeri kao i na radnom listiću uočen napredak.

Nastavnice koje su sudjelovale u ispravljaju ispita državne mature iz biologije 2016. godine su također potvrdile da je interpretacija grafova učenicima nepoznata i teška. Problem predstavlja to što se prirodnoznanstveni pristup u nastavnim programima biologije pojavljuje tek u prvom razredu gimnazije i to samo deklarativno pa su učenici osnovnih škola i

srednjoškolski učenici zakinuti (MZOŠ, 2006). Prema novom kurikulumu, prirodoznanstveni pristup je od prvog razreda osnovne škole implementiran u nastavu Prirode i društva s ciljem poboljšanja prirodoslovne pismenosti te se nastavlja razvojem u nastavi Prirode i Biologije kao i drugim predmetima Prirodoslovnog područja kurikuluma.(MZOŠ, 2017a; 2017b; 2017c)

Nakon provedbe istraživačke nastave, učenici su u prosjeku bolje rješavali zadatke s grafičkim prikazima u drugoj pismenoj provjeri što je u skladu s mnogim istraživanjima koja su potvrdila da se istraživačkom nastavom razvijaju znanstvene vještine učenika (Ergül i sur., 2011; Wu i Wu, 2011). Također, Letina (2013) istraživanjem na uzorku od 333 učenika razredne nastave prirode društva je pokazala da se istraživački usmjerenom nastavom razvijaju prirodoznanstvene kompetencije učenika osnovne škole.

Prema ukupnoj uspješnosti rješavanja provjera učenice 3.f razreda su bile uspješnije od učenika, dok je u 3.g razredu situacija obrnuta. Učenici 3.f razreda su bili uspješniji u rješavanju provjera od učenika 3.g razreda. Razlog navedenom vjerojatno je veći broj sati matematike kojeg imaju učenici 3.g razreda pa se tamo više susreću sa zadacima s grafičkim prikazima. Rezultati su u skladu s PISA istraživanjem koje pokazuje da ne postoji značajna razlika između učenika i učenica u Hrvatskoj, ali rezultati učenika su u prosjeku raspršeniji u rezultatima prirodoslovne pismenosti. Zbog toga se u najuspješnijoj skupini nalazi najveći udio učenika kao i u najneuspješnijoj skupini (Braš i sur., 2017). U zemljama OECD-a učenici u prosjeku postižu bolje rezultate iz prirodoslovne pismenosti (Bybee i sur., 2009)

Prema uspješnosti riješenosti druge provjere nije bilo učenika u klasi riješenosti 9 i 10 što znači da istraživačko poučavanje nije bilo u potpunosti uspješno iako mnoga istraživanja pokazuju da istraživačka nastava ima bolji učinak na učenička obrazovna postignuća (Chang i Mao, 1998). Najvjerojatniji razlozi su to što završno zajedničko sistematiziranje učenja na kraju provedbe istraživačke nastave nije dobro provedeno zbog ograničenja rasporeda nastave biologije. Isto tako, mogući razlog je taj što su učenici drugu provjeru pisali za vrijeme zadnjeg tjedna škole u razdoblju kad su bili izloženi velikom pritisku zbog pisanja zadnjih ispita, ispravljanja te zaključivanja ocjena. Moguć razlog može biti i taj što učenici pojedinih grupa nisu bili dovoljno pažljivi pri izvedbi mjerenja pa su stoga donijeli krive zaključke i stekli krive koncepcije koje su utjecale na rješavanje druge provjere, a takvi zaključci nisu sistematizirani i ispravljani u zajedničkoj raspravi svih učenika. Isto tako od izuzetne je važnosti tijekom postavljanja pokusa pažljivo pratiti aktivnosti grupa kako bi se izbjegle pogreške koje mogu

dovesti do krivih zaključaka. Furtak i suradnici (2009) ističu kako je učinak istraživačke nastave veći u eksperimentima koji su dulje trajali (5-7) tjedana, dok je za potrebe ovog istraživanja istraživačka nastava provedena u vremenskom razdoblju od tjedan dana.

Mnoga su istraživanja potvrdila da istraživačka nastava potiče aktivnost i angažman učenika (Wolf i Fraser, 2008; Ergül i sur., 2011), provedbom ovog istraživanja potvrđena je povezanost angažiranosti s rješavanjem provjere koja je slijedila nakon istraživanja.

#### **4.1 Metodički značaj**

S obzirom na to da je ovo istraživanje provedeno u nastavi, bilo bi dobro da se prihvati kao prvi krug u provedbi akcijskog istraživanja (Mićanović, 2011). U nastavku ovog istraživanja, kako bi se mogla dobiti jasnija slika utjecaja istraživačkog učenja na uspjeh učenika, neophodno je ispraviti pogreške uočene pri ovom istraživanju te unaprijediti dijelove istraživanja u kojima je to moguće provesti. Zadaci u provjerama trebaju se osim uz utvrđene miskonceptije vezati uz jasno i precizno definirane ishode, što će omogućiti bolju organizaciju nastave u istraživačkom okruženju, ali i pripremu kvalitetnijih zadataka koji će uistinu povezati cijeli proces:

- treba krenuti od utvrđivanja ili odabira poznate i opisane miskonceptije koja će se temeljiti na korištenju analizirane i u nekom znanstvenom ili stručnom radu opisane miskonceptije ili na osnovu provedenih provjera nastavnika uz njihovu kvalitetnu analizu u skladu s metodama utvrđivanja miskonceptija i potkrijepljenim iskustvom nastavnika praktičara;
- vrlo pomno treba provesti pripremu učenika za učenje uz istraživačke zadatke na osnovu pripreme i provedbe inicijalne prve provjere za utvrđivanje početnih kompetencija učenika, koja će analizirati konkretne kompetencije učenika uz sve bitne koncepte koji se namjeravaju poučavati tijekom istraživanja;
- u skladu s rezultatima inicijalne provjere i polaznih miskonceptija veliku pažnju treba pokloniti odabiru, pripremi i provedbi samih zadataka uz koje će učenici učiti, temeljem analize uzroka problema i miskonceptija od kojih se polazi i koje se žele u istraživanju razriješiti, kao i analize rezultata inicijalne prve provjere na čijim se rezultatima mora temeljiti nastava za te konkretne učenike koji će sudjelovati u istraživanju;



- pomnije treba razraditi sustav praćenja njihova uspjeha tijekom učenja vezano uz ostvarivanje pojedinog ishoda i razrješenje odabrane miskonceptije ili uočenog problema pri rješavanju inicijalne provjere;
- nakon istraživačkih aktivnosti neizostavno treba provesti završnu sistematizaciju sa svim učenicima pri kome će oni uz iznošenje rezultata njihovih parcijalnih istraživanja na osnovu rezultata drugih grupa i u interakciji s tim rezultatima biti vođeni od strane nastavnika da bi se omogućilo razumijevanje svih neophodnih koncepata koji su polazište pojedinih istraživanja za sve učenike;
- posebno je važno da nastavnik uz razumijevanje značenja svakog malog koraka u svim istraživanjima omogući integraciju svih zaključaka kojima će osigurati izgradnju koncepata.

Za pripremu kvalitetnih pitanja treba pažljivije slijediti sugestije za pripremu zadataka pisane provjere te svakako osim zadataka, prije njihova uvrštavanja u provjeru treba dobro osmisliti strukturu ispita i provjeriti parametre svakog pojedinog pitanja. Pri analizi provjera bilo bi posebno važno uz opću analizu kakva se provodi u razrednom odjelu, provesti detaljnu analizu koja će omogućiti donošenje zaključaka o pojedinoj vrsti zadatka s obzirom na njegovu kognitivnu razinu, ali i težinu, jer će se tako moći provjeriti povezanost pojedinih zadataka i njihova svrhovitost pri provjeri kompetencija učenika uz pojedine koncepte, ali uz povezanost s učenjem na osnovu definiranih ishoda učenja.

## 5 ZAKLJUČCI

Na osnovu analize uspješnosti učenika u rješavanju zadataka s grafičkim prikazom nakon učenja uz istraživačke zadatke u grupnom radu mogu se donijeti sljedeći zaključci

- Analizom odgovora učenika na pismenim provjerama je utvrđeno da slabije rješavaju pitanja koja zahtijevaju objašnjenje odgovora kao i kad se od njih traži da obrazloži zaključak donijet na osnovu grafičkog prikaza
- Utvrđena je slabija međusobna povezanost pitanja na provjerama
- Kod nekih učenika su utvrđene miskoncepcije vezane uz transport vode u biljci
- Rješavanjem pitanja uz grafičke prikaze na provjerama je utvrđeno da učenici znaju čitati vrijednosti s grafa, ali imaju teškoće kad se od njih traži da interpretiraju podatke ili donesu zaključak.
- Nakon provedene istraživačke nastave, učenici su u prosjeku bolje rješavali zadatke s grafičkim prikazima u drugoj provjeri u odnosu na takve zadatke u prvoj provjeru.
- Visoka razina angažiranosti učenika pri rješavanju istraživačkih zadataka odrazila se na uspjeh u rješavanju radnog listića uz pokuse te na riješenost druge provjere nakon provedbe istraživačke nastave.
- Aktivnost učenika te visoka razina angažiranosti dokazuju visoku motiviranost učenika za sudjelovanje u ovakvim aktivnostima.
- U svrhu dobivanja jasnije slike utjecaja istraživačkog učenja na uspjeh učenika neophodno je ispraviti pogreške uočene tijekom provedbe ovog istraživanja te unaprijediti određene dijelove istraživanja. Pritom, najveću pažnju treba posvetiti izradi zadataka koji će se osim uz utvrđene miskoncepcije vezati i uz jasno i precizno definirane ishode što će omogućiti bolju organizaciju nastave u istraživačkom okruženju, ali i izradu boljih zadataka.
- Kako bi se pripremila kvalitetnija pitanja treba pažljivije slijediti sugestije za pripremu zadataka pisane provjere te treba dobro osmisliti strukturu ispita i provjeriti parametre svakog pojedinog pitanja prije njihova uvrštavanja u provjeru

## 6 LITERATURA

1. Adams, D. L., Phillips, R. J. (1991): Issues-Directed Science Education-Theory and Applications in Biology and Chemistry. *Bulletin of Science, Technology y Society*. 11: 155-160.
2. Ausubel, D. P. (1963): *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton, Inc.
3. Anderson, R. D. (2002): Reforming science teaching: what research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*. 3 (1): 1-12.
4. Arbunić, A., Kostović-Vranješ, V. (2007): *Nastava i izvori znanja: Odgojne znanosti*. Vol. 2. br.2: 97-111.
5. Baranović, B. (2006): *Društvo znanja i nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje*. U: Baranović, B. (ur.) *Nacionalni kurikulum za obavezno obrazovanje u Hrvatskoj- različite perspektive*, str. 8-37.
6. Barton, D. (1994): *Literacy: An introduction to the ecology of written language*. Cambridge MA: Blackwell.
7. Begić, V., Horvatin, K., Karakaš, D., Korać, P., Lukša, Ž., Meštrović, O., Pongrac Štimac, Z., Radanović, I., Remenar, S., Sirovina, D., Sumpor, D., (članovi stručne radne skupine izabrani javnim pozivom), Garašić, D., Ništ, M., (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016): *Prijedlog nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Biologija*.
8. Benbow, A., Mably, C. (2002): *Science education for elementary teachers*. USA: Wadsworth Thomson Learning.
9. Bevins, S., Price, G. (2016): *Reconceptualising inquiry in science education*, *International Journal of Science Education*, DOI: 10.1080/09500693.2015.1124300
10. Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., Krathwohl, D. R. (1956): *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I. : The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc
11. Bognar, L., Matijević, M. (2005): *Didaktika. Školska knjiga*. Zagreb, Republika Hrvatska.
12. Borić, E., Škugor, A. (2014): *Achieving Students Competencies Through Research-Based Outdoor Science Teaching*. *Croatian Journal of Education*. 16(1): 149-164.
13. Bowen, G. M., Roth, W.-M. (2005): *Data and graph interpretation practices*

- among preservice science educators. *Journal of Research in Science Teaching*. 42: 1063–1088.
14. Bybee, R., McCrae, B., Laurie, R. (2009): PISA 2006, An Assessment of Scientific Literacy, *Journal of research in science teaching*. 46(8): 865–883.
  15. Bybee, R. W.(1997a): Towards an understandig of scientific literacy. In W. Graber i C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy. An International symposium* (pp. 37-68). Kiel, Germany: Institut fur die Padagogik der Naturwissenschaften (IPN).
  16. Bybee, R. W. (1997b): Improving instruction. In F. Peakei V.Merecki (Eds.), *Achieving scientific literacy: From purposes to practice* (pp.167-186). Portsmouth, NH: Heinmann.
  17. Bybee, R. W. (2010): *The teaching of science: 21st century*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
  18. Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P, Powell, J. C., Westbrook, A., Landes, N. (2006): *The BSCS 5E instructional model: orgins and effectiveness* .
  19. Bransford, J. D., Brown, A.L., Cocking, R. R. (2000): *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School*. Washington D. C.: National Academy Press: 3-23.
  20. Braš Roth, M., Markočić Dekanić, A., Markuš Sandrić, M. (2017): *PISA 2015., Prirodoslovne kompetencije za život*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar.
  21. Chang, A. (2014): *Computer Program to Calculate Cohen and Fleiss Kappa for Ordinal Scales, StatsToDo*. [https://www.statstodo.com/CohenFleissKappa\\_Pgm.php](https://www.statstodo.com/CohenFleissKappa_Pgm.php), pristupljeno 15.05.2018.
  22. Chang, C.-Y., Mao, S.-L. (1998): The effects of an inquiry-based instructional method on earth science students' achievement. *National Association for Research in Science Teaching*. San Diego, CA.
  23. Chinn, C. A. i Malhotra, B. A. (2002.): Children's responses to anomalous scientific data: How is conceptual change impeded? *Journal of Educational Psychology*. 19: 327-343
  24. Colburn, A. (2000): An inquiry primer *Science scope*, str. 42-44. Preuzeto s <http://www.experientiallearning.ucdavis.edu/module2/e12>
  25. Dewey, J. (1910): Science as subject - matter and as method. *Science*. 31(787):121-127. Preuzeto s [http://www.jstor.org/stable/1634781?seq=2#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/1634781?seq=2#page_scan_tab_contents)
  26. De Zan, I. (2005): *Metodika nastave prirode i društva*. Školska knjiga Zagreb.

27. Dikmeneli, M., Carfak, O., Oztas, F. (2009): Conceptual problems in Biology-Related Topics in Primary Science and Techology Textbooks in Turkey International Journal of Enviromental & Science Education. 4 (4): 429-440.
28. Dolenc, Z. (2000): Neka obilježja metode praktičnih radova u nastavi prirode i biologije. Metodika. 1(1): 207-210
29. Duit, R., Treagust, D.F. (2003): Conceptual Change: A Powerful Framework for Improving Science Teaching and Learning. International Journal of Science Education. 25: 671-688.
30. Ergül, R., Şımşekli, Y., Çaliş, S., Özdilek, Z., Göçmençelebi, Ş., Şanlı, M. (2011): The effects of inquiry – based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. Bulgarian Journal of Science & Education Policy. 5 (1): 48-68.
31. Fabijanić, V. (2014): Projektna nastava: primjena u izradi istraživačkih radova učenika. *Educatio Biologiae*: 89-96.
32. Fisher, K. (1985): A Misconception in Biology: Amino Acids and Translation. *Journal Of Research In Science Teaching*. Vol. 22: 53-62.
33. Garašić, D. (2012): Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, doktorska disertacija.
34. Glazer, N. (2011): Challenges with graph interpretation: a review of the literature, *Studies in Science Education*. 47: 183-210.
35. Hackling, M. W., Prain, V. (2005): Primary connections: Stage 2 trial: Research report. Australia: Australian Academy of Science.
36. Harsh, J. A., Schmittharsh, M. (2016): Instructional Strategies to Develop Graphing Skills in the College Science Classroom – *The American Biology Teacher*. Vol 78: 49-56.
37. Hershey, D. R. (1991): .Linking history and hands-on biology *Bioscience*. 41(9): 628-30.
38. Hopkins, W. G. (2000): A new view of statistics. Internet Society for Sport Science. <http://www.sportsci.org/resource/stats/> preuzeto 15.09.2017.
39. Hrvatski jezični portal (2010): Novi Liber, Srce, <http://hjp.srce.hr/> (28.4.2017.).
40. Hurd, P. D. (1952): Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*. 16: 13-16.

41. Khishfe, R., Abd-El-Khalick, F. (2002): Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*. 39: 551–578.
42. Kostović – Vranješ, V. (2015): Metodika nastave predmeta prirodoslovnog područja. Školska knjiga, Zagreb.
43. Krsnik, R. (2008): Suvremene ideje u metodici nastave fizike. Školska knjiga, Zagreb.
44. Lukša, Ž., Žamarija, M., Dragić Runjak, T., Sinković, N. (2014): Terenska nastava Prirode i Biologije u osnovnoj školi. *Educatio Biologiae*: 69-79.
45. Letina, A. (2013): Istraživački usmjerena nastava Prirode i društva i razvoj učeničkih kompetencija (Neobjavljena doktorska disertacija). Filozofski fakultet, Zagreb, Republika Hrvatska.
46. Letina, A. (2016): Efikasnost istraživački usmjerene nastave Prirode i društva u razvoju prirodoznanstvene kompetencije učenika. *Croatian Journal of Education*. Vol. 18; No 3: 665-696.
47. Lukša, Ž. (2011): Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, doktorska disertacija.
48. Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. (2013): Očekivane i stvarne miskonceptije učenika u biologiji. *Napredak*. 154 (4): 527-548.
49. Matijević, M., Radovanović, D. (2011): Nastava usmjerena na učenika. Školska knjiga, Zagreb.
50. Mestre, J., (2001): Cognitive aspects of learning and teaching. *National science foundation (NSF)*: 80-94.
51. Michael, J. A., Wenderoth, M.P., Modell, H.I., Cliff, W., Horwitz, B., McHale, P., Richardson, D., Silverthorn, D., Williams, S., Whitescarver, S. (2002): Undergraduates' understanding of cardiovascular phenomena. *Advanced Physiology Education* 26. 72–84.
52. Mićanović, M. (2011): Akcijsko istraživanje i profesionalni razvoj učitelja i nastavnika. Zagreb, Agencija za odgoj i obrazovanje, 334 str.
53. Modell, H. I. (2000): How to help students understand physiology? Emphasize general models. *Advances in Physiology Education* 23: 101–107.
54. Modell, H., Michael, J., Wenderoth, M. P. (2005): Helping the learner to learn: the role of uncovering misconceptions. *The American Biology Teacher* 67: 20-26.

55. Momsen, J. L., Long, T. M., Wyse, S. A., Ebert-May, D. (2010): Just the Facts? Introductory Undergraduate Biology Courses Focus on Low-Level Cognitive Skills CBE—Life Sciences Education. Vol. 9: 435–440
56. MZOŠ (1995): Nastavni plan i program za gimnazije. Glasnik ministarstva prosvjete i športa 11: 8-18.
57. MZOŠ (2006): Nastavni plan i program za osnovnu školu. Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta. Nakladnik Dragan Primorac, urednici Dijana Vican i Ivan Milanović Litre.
58. MZOŠ (2010): Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Zagreb.
59. MZOŠ (2011): Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obavezno i srednjoškolsko obrazovanje.: Ministarstvo znanosti obrazovanja i sporta. Zagreb.
60. MZOŠ (2017): Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta priroda i društva (prijedlog nakon javne rasprave). Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Zagreb.
61. MZOŠ (2017): Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta biologija (prijedlog nakon javne rasprave). Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Zagreb.
62. MZOŠ (2017): Nacionalni dokument prirodoslovnog područja kurikuluma (prijedlog nakon javne rasprave). Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Zagreb.
63. National Center for Education Statistics (2004): Highlights from the Trends in International Math and Science Study (TIMSS).
64. National Research Council (NRC) (1996): National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press
65. Odom, A. L., Barrow, L. H. (1995): Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 32, No.1: 45-61
66. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) Committee for Scientific and Technological Policy (1996): Science and technology in the public eye /online/.

67. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2007): PISA 2006: Science Competences for Tomorrow's World. Vol. 1: Analysis. Paris: OECD Publications.
68. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2009): Top of the Class: High performers in science in PISA 2006. Paris: OECD Publications.
69. Osborne, J., Dillon, J. (2008): Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation. Preuzeto 15.05.2018.  
[www.nuffieldfoundation.org/.../Sci\\_Ed\\_in\\_Europe\\_Report\\_Final.pdf](http://www.nuffieldfoundation.org/.../Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf).
70. Perković Krijan, I. (2016): Uloga zadovoljstva i zaokupljenosti poslom učitelja u istraživačkoj nastavi prirode i društva. Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, doktorska disertacija.
71. Poljak, V. (1982): Didaktika, Školska knjiga, Zagreb
72. Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Pongrac Štimac, Z., Bastić M., Kapov, S., Karakaš D., Lugarić S., Vidović M. (2015): Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije. NCVVO, Zagreb.
73. Radanović I., Garašić D., Lukša Ž., Ristić-Dedić Z., Jokić B., Sertić Perić M. (2016): Understanding of photosynthesis concepts related to students' age. In. Lavonen J., Juuti K., Lampiselkä J., Uitto A. & Hahl K. (Eds.), Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part Learning science: Conceptual understanding/strand 1 (co-ed. Finlayson O. & Pinto R.), (pp. 271-277). Helsinki, Finland: University of Helsinki. ISBN 978-951-51-1541-6.
74. Radanović I., Lukša Ž., Pongrac Štimac Z., Garašić D., Bastić M., Kapov S., Kostanić L.J., Sertić Perić M., Toljan, M. (2017): Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije u školskoj godini 2015./2016. NCVVO Zagreb 212 str.
75. Radanović, I., Lukša, Ž., Begić, V., Bastić, M., Garašić, D., Sertić Perić, M., Podrug, I. 2017a. Professional quality assessment of the Croatian state written exam in biology. – ESERA (European Science Education Research Association), Dublin. Ireland. 3 str.
76. Ristić Dedić, Z. (2013): Istraživačko učenje kao sredstvo i cilj prirodno-znanstvenog obrazovanja: psihologijska perspektiva. U: Milanović, D., Bežen A., Domjanić, V., (ur.). Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu. Zagreb: Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske.



77. Roberts, D.A. (1983): *Scientific literacy*. Ottawa: Science Council of Canada.
78. Roberts, D.A. (2007): *Scientific literacy/science literacy*. In N. Lederman i S. Abell, (Eds), *Handbook of Research on Science Education* (pp:123-145). Mahwah, N.Y.: Lawrence Erlbaum Associates.
79. Rocard, M. (2007): *Science education now. A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.
80. Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2007): *Science education now: A renewed pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Comission, Directorate-General for Research Science, Economy and Society.
81. Rutherford, J., Ahlgren, A. (1990): *Science for all Americans*, New York: Oxford University.
82. Strike, K. A., Posner, G. J. (1985): *A conceptual change view of learning and understanding*. In L. West i L. Pines (ur), *Cognitive structure and conceptual change*. Orlando. FL. Academic Press. 211-231.
83. Škugor, A. (2013): *Paradigma nastave Prirode i društva usmjerena na učenika kao smjernica u osposobljavanju studenta učiteljskih studija*. (Neobjavljena doktorska disertacija). Učiteljski fakultet: Zagreb, Republika Hrvatska.
84. Tanner, K., Allen, D. (2005): *Approaches to Biology Teaching and Learning: Understanding the Wrong Answers – Teaching toward Conceptual Change*, *Cell Biology Education*. 4: 112 -117.
85. Tavakol, M., Dennick, R. (2011): *Making sense of Cronbach's alpha*, *International Journal of Medical Education*. 2: 53-55.
86. Uno, E.G. (1990) : *Inquiry in the classroom*. *Bioscience*. 40 (11): 841-843.
87. Vitharana, P. R. K. A. (2015): *Student misconception about plant transport-a Sri Lanken example*, *European Journal of Science and Mathematics Education*. Vol 3: 257-288.
88. Vizek-Vidović, V., Rijavec, M., Vlahović Štetić, V., Miljković, D. (2003): *Psihologija obrazovanja*, IEP, Zagreb.
89. Yip, D. Y. (2003): *Developing a Better understanding of the Relationship Between Transpiration and Water Uptake in Plants*, *Journal of Science Education and Technology*. Vol 12.

90. Wandersee, J. H., Mintzes, J. A., Novak, J. D. (1994): Research on alternative conceptions in science. In: Handbook of Research on Science Teaching and Learning, edited by DL Gabel. New York: Macmillan: 131–210.
91. Westcott, D. J. , Cunningham D. L. (2005): Recognising student misconceptions about science and evolution. Mountain Rise 2(2).
92. Williams-Rossi, D. (2009): The influence of the Inquiry Institute on elementary teachers' perceptions of inquiry learning in the science classroom. University of North Texas, doktorska disertacija.
93. Wolf, S. J., Fraser, B. J. (2008): Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. Research in Science Education. 38(3): 321-341.
94. Wood, W. B. (2009): Revising the AP biology curriculum. Science. 325: 1627–1628.
95. Woodlief, A. M. (2007): Changing the Paradigma: Hypertext and Interactive, Student-Centered Learnin.
96. Wu, H. K., Wu, C. L. (2011): Exploring the development of fifth graders' practical epistemologies and explanation skills in inquiry-based learning classrooms. Research in Science Education. 41: 319-340.

## **7 PRILOZI**

Prilog 1: Prva pismena provjera

Prilog 2: Druga pismena provjera

Prilog 3: Radni listići uz pokuse

## Prilog 1. Prva pismena provjera

1. Ana je dobro zalila biljku lončanicu ruže, zamotala prozirnomo vrećicom jednu njenu granu s listovima te je postavila na osunčani balkon. Što će se dogoditi u plastičnoj vrećici nakon nekoliko sati. Objasni svoj odgovor.

a)Odgovor: \_\_\_\_\_

b)Objašnjenje: \_\_\_\_\_

2. Na slici ucrtajte 3 strelice koje prikazuju smjer kretanja vode u biljci: ulaz, tijek, izlaz.



3. Jednom kada se stabljika cvijeta odreže, brzo ugiba ako nije pravilno hidrirana. Oštećenje stabljike spriječit će vodu da prođe kroz ksilem, što dovodi do žućenja i opadanja lišća te brzog propadanja cvijeta. Cvjećari često izrezuju cvjetne stabljike oštrim nožem pod toplom tekućom vodom, jer izrezani cvjetovi apsorbiraju toplu vodu (oko 43 °C) lakše nego hladnu vodu. Postavljanje cvjetnih aranžmana daleko od izravnog sunčevog svjetla pomaže u sprečavanju gubitka vode. Korištenje čiste vaze i mijenjanje vode često pomaže pri održavanju cvjetnih aranžmana.

a)Objasni razlog zbog kojeg cvjećari koriste oštri nož?

\_\_\_\_\_

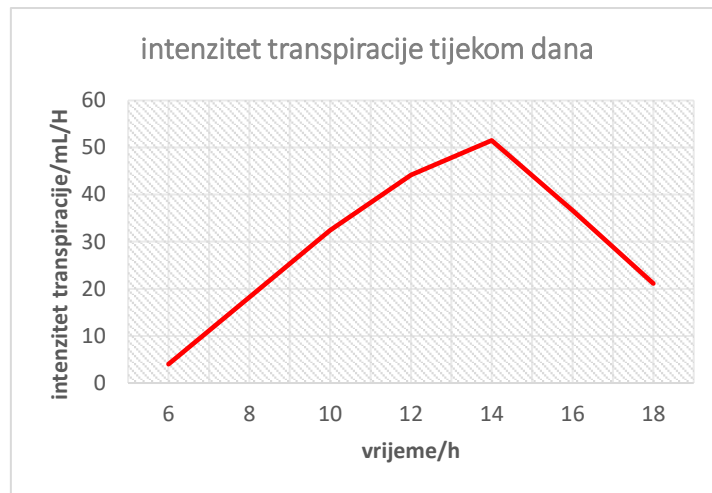
b)Navedi razlog zbog kojeg je cvijete aranžmane potrebno ukloniti od direktne Sunčeve svjetlosti?

\_\_\_\_\_

c)Zbog čega je potrebno koristiti čiste vaze i redovito mijenjati vodu u vazi sa cvijećem?

\_\_\_\_\_

4. Na slici je prikazana promjena intenziteta transpiracije tijekom dana.



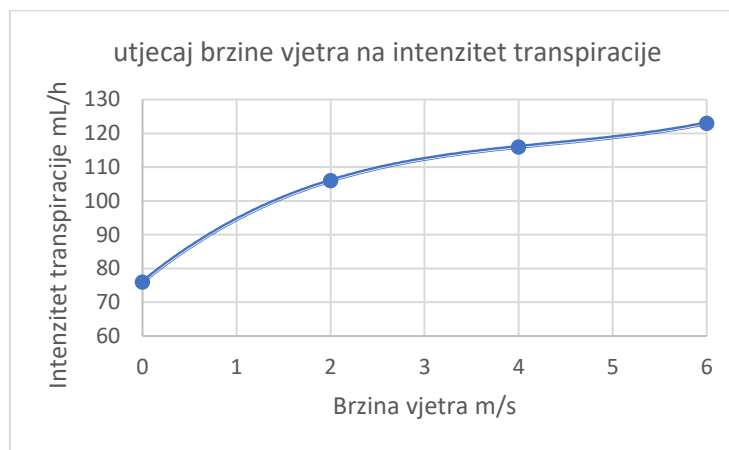
Kakav će biti intenzitet transpiracije u periodu od 12 do 14 sati u odnosu na ostatak dana?

Objašnjenje: \_\_\_\_\_

Hoće li u ranim jutarnjim satima pući na listovima biti otvorene ili zatvorene?

Objašnjenje: \_\_\_\_\_

5. Uz pomoć grafičkog prikaza na slici objasni kako brzina vjetra utječe na transpiraciju?

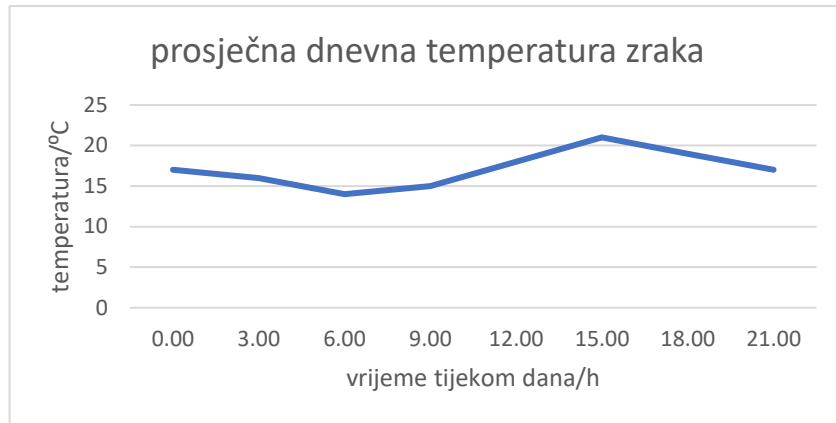


\_\_\_\_\_

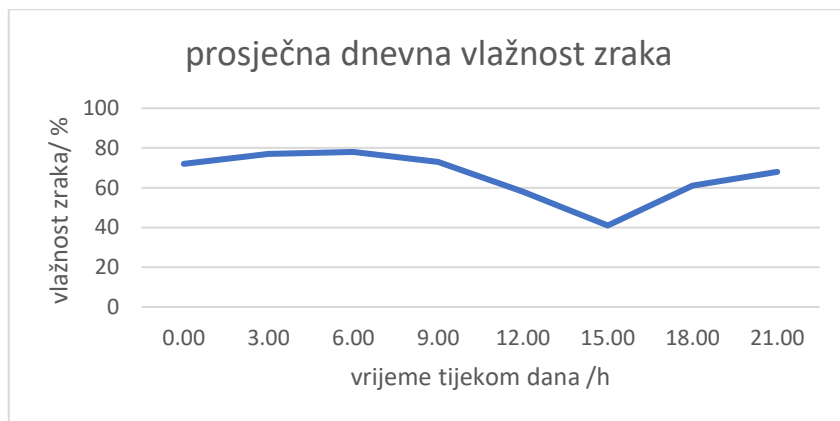
6. Ispred tebe se nalaze dva grafička prikaza:

graf a) prikazuje prosječnu dnevnu temperaturu zraka tijekom jednog dana u gradu

graf b) prikazuje prosječnu dnevnu vlažnost zraka tijekom jednog dana u gradu.



a)



b)

a) Kakav će biti intenzitet transpiracije u 18 sati?

---

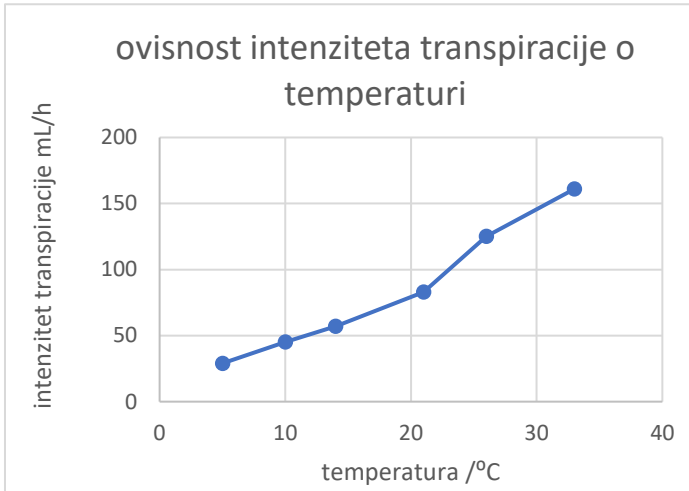
b) Objasni svoj odgovor primjenjujući rezultate mjerenja prikazane na oba grafička prikaza.

Objašnjenje: \_\_\_\_\_

---

Prilog 2 Druga pismena provjera

1) Slika prikazuje ovisnost intenziteta transpiracije o temperaturi:



a) Na koji način intenzitet transpiracije ovisi o temperaturi zraka?

---

b) Objašnjenje: \_\_\_\_\_

---

2) Cvjećari ističu veliku važnost održavanja povoljnih okolišnih uvjeta u svrhu produljenja života cvijeća pri čemu temperatura vode, ali i temperatura zraka igraju vrlo važnu ulogu.

a) U kakvim okolišnim uvjetima je najbolje uzgajati tropsko bilje?

---

b) Objašnjenje: \_\_\_\_\_

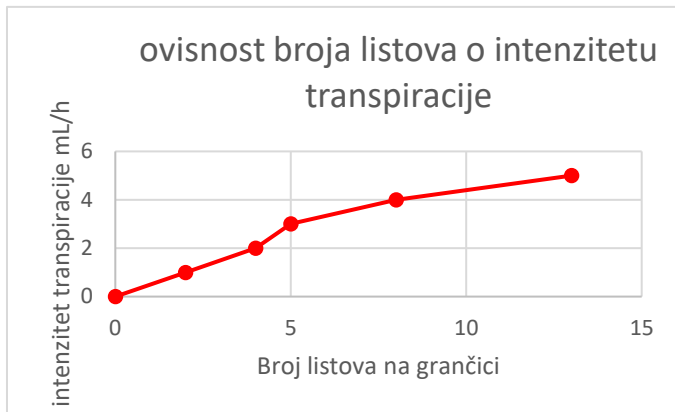
---

c) Objasnite zašto sobne biljke nije poželjno zimi ostavljati blizu kamina ili radijatora.

---

---

3) Slika prikazuje ovisnost broja listova o intenzitetu transpiracije.



a) Objasni kako intenzitet transpiracije ovisi o broju listova?

---

b) Povežite svoj odgovor iz zadatka 3 a) s podacima u tablici.

Biljna vrsta	Broj puči po mm <sup>2</sup> lista	
	Gornja epiderma	Donja epiderma
Lipa	0	370
Javor	0	800
Tradeskancija	7	25

---



---

c) Koja biljka će imati veći intenzitet transpiracije ako biljke sadrže jednak broj listova, ali imaju različitu površinu lista?

---

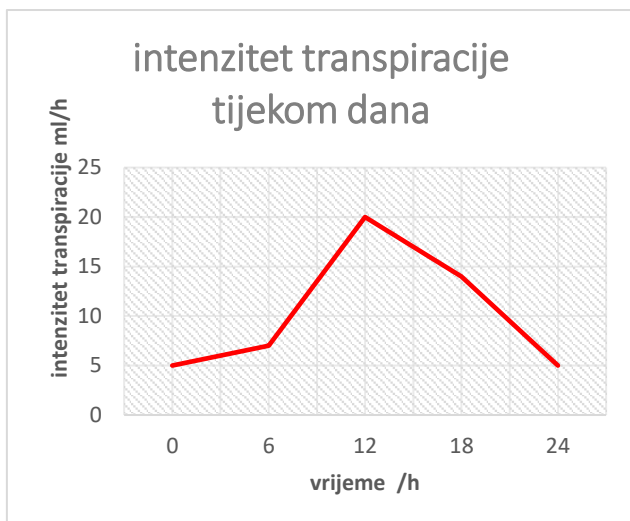
d)

Objašnjenje. \_\_\_\_\_

---

4. Slika prikazuje promjenu intenziteta transpiracije tijekom dana.





- a) Zbog čega je je intenzitet transpiracije najveći u 12 h, s obzirom na fiziološke potrebe biljke tijekom podneva za ljetnog dana?

---



---

- b) Objasni zašto ćemo tijekom sunčanog toplog dana osvježenje pronaći pod stablom.

---



---

5. Tri reznice s pupovima su stavljene u vazuu s vodom. Nakon nekog vremena cvjetni pupoljci su procvjetali.

- a) Objasni što je odgovorno za ovu pojavu.

---



---

6. Jedan od aspekata produljenja života cvijeća u vazii uključuje razumnu upotrebu komercijalno dostupnih cvjetnih konzervansa. Jedan od ključnih sastojaka učinkovitog cvjetnog konzervansa je saharoza. Istraživanja pokazuju da male količine saharoze produljuju život cvijeća u vazii dok je s uporabom prevelike količine saharoze situacija suprotna.

- a) Objasni razloge opisane pojave.

---



---

- b) Jedan od recepata za produljenje života cvijeća u vazii uključuje sljedeće sastojke:

1 žlica šećera, 1 žlica izbjeljivača, 2 žlice limunova soka

Objasni kako limunov sok i izbjeljivač produljuju život cvijeća u vazii.

---



---

c) Objasni zašto prije stavljanja cvijeća u vazru uvijek vrijedi pravilo da se cvjetna stapka podreže oko 2 cm i to najbolje pod vodom?

---

---

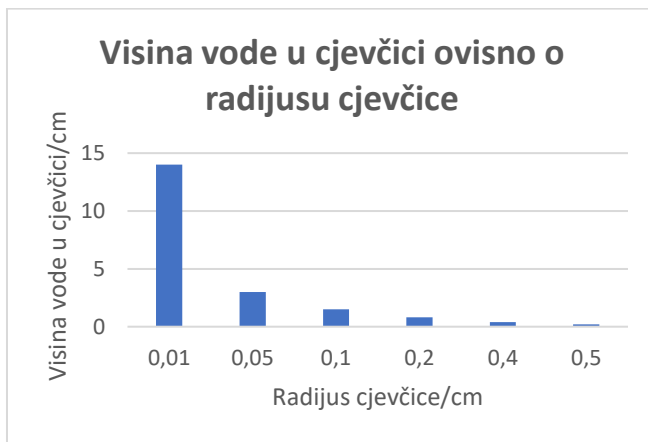
7. Kad se cjevčica uroni u vodu dolazi do podizanja razine vode u cjevčici.

a) Kako se naziva opisana pojava? \_\_\_\_\_

b) Objasnjenje: \_\_\_\_\_

---

c) Na temelju slike objasnite kako radijus cjevčice utječe na visinu stupca vode u cjevčici?



Odgovor: \_\_\_\_\_

d) Objasnjenje

---

---

e) Kakvog promjera su provodne žile u biljci ?

---

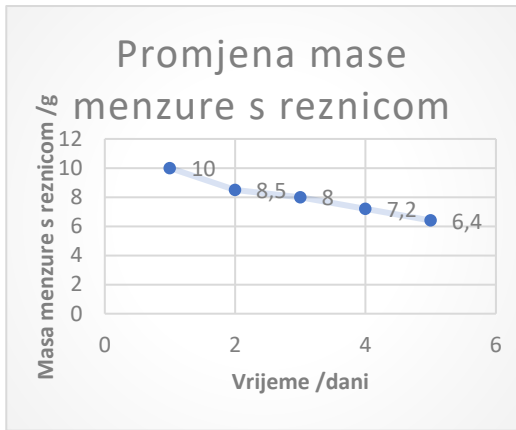
f) Objasnjenje:

---

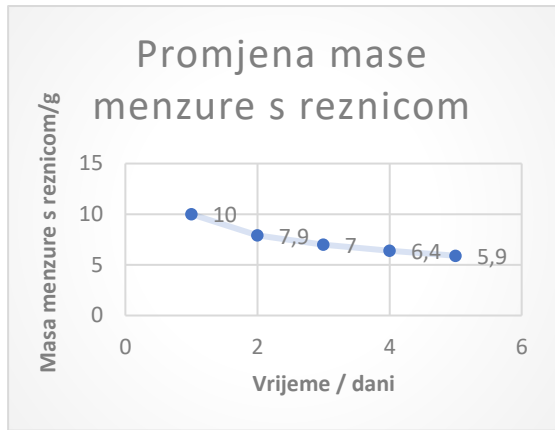
---

8. U dvije menzure napunjene s jednakom količinom vode stavljene su reznice biljke pelargonije. U jednu od dvije menzure je dodano 1 mL ulja.

a) Koja od dvije slike prikazuje promjenu mase menzure sa reznicom u koju je stavljeno ulje?



A)



B)

a) Odgovor: \_\_\_\_\_

b) Objasnjenje: \_\_\_\_\_

---

## Prilog 3: Radni listići uz pokuse

### RADNI LISTIĆ 1

# Voda u cjevčici

**Materijali:** čaša s vodom, pet staklenih ili plastičnih cjevčica različitog promjera, ravnalo, boja za hranu, flomaster

**Postupak:** Ravnalom izmjerite promjere cjevčica istih duljina i zabilježite ih u tablicu. U čašu s vodom dodajte boju za hranu. Zatim cjevčice uronite u obojenu vodu i promatrajte što se događa. Uz pomoć ravnala odredite visinu vode u cjevčicama te rezultat zabilježite u tablicu.

**Tablica 1** Promjena visine vodenog stupca u cjevčicama ovisno o promjeru cjevčice

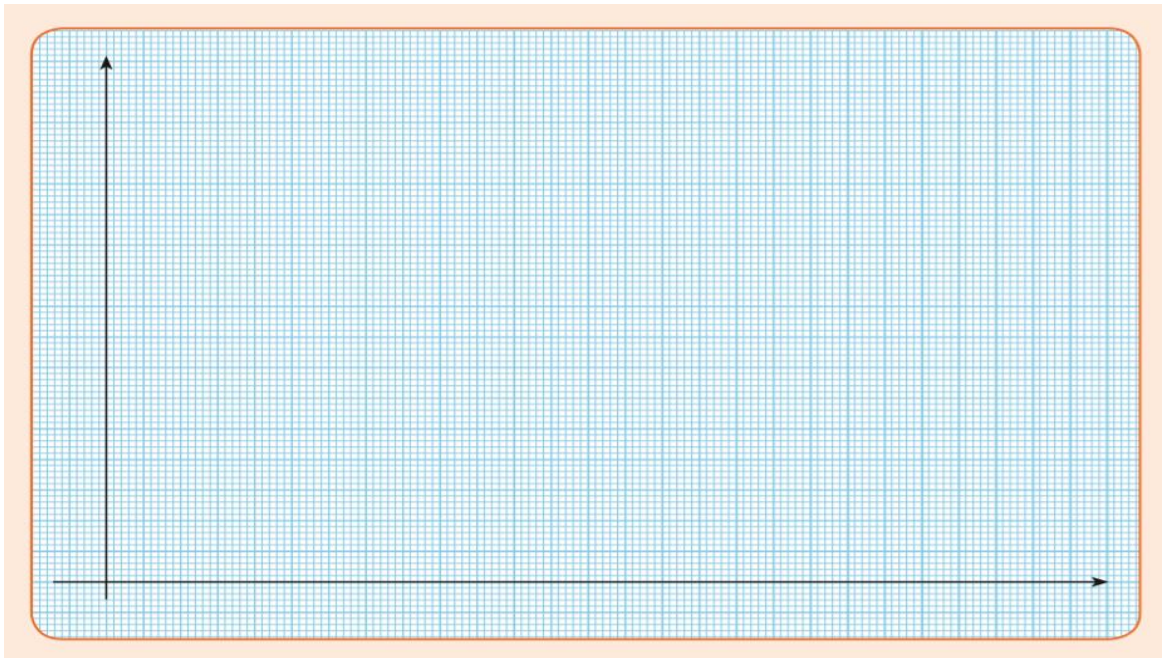
Cjevčica	1	2	3	4	5
Promjer cjevčice					
Visina vodenog stupca u cjevčici (cm)					

**ZADATAK 1** Pažljivo promatrajte što će se događati s vodom u cjevčicama. Zabilježite opažanja.

**PITANJE 1** *Koja svojstva vode su odgovorna za uočenu pojavu?*

**Objašnjenje:**

**ZADATAK 2** Grafički prikažite ovisnost promjera cjevčice o visini vode u cjevčicama.



**PITANJE 2** Na temelju grafičkog prikaza te podataka u tablici zaključite kako promjer cjevčice utječe na visinu obojene vode u cjevčici?



Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobile druge grupe. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 2 i grupe 3, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**PITANJE 3** Zašto su spomenuta svojstva vode važna za biljke?

**PITANJE 4** Uspoređujući rezultate pokusa grupe 2 i 3 zaključite kakvim će se žilama voda najbrže prenositi?

**Objašnjenje:**

## RADNI LISTIĆ 2

# Putovanje obojene vode u biljci

**Materijali:** 10 reznica celera sa stabljikama različitog promjera, 5 staklenka, boja za hranu, menzura, ravnalo

**Postupak:** Uz pomoć ravnala izmjerite promjer stabljike celera te rezultate zabilježite u tablicu. Staklenke napunite s jednakim volumenom vode te ga zapišite na predviđeno mjesto. Zatim u svaku staklenku dodajte istu količinu boje za hranu. Prije nego što stavite stabljike celera u staklenke odrežite ih oštrim nožem ili skalpelom, tako da budu jednake duljine, a pri tome 5 reznica neka budu odrezane okomito na stabljiku, a 5 reznica odrežite pod kutom 45° u duljini 1 cm stabljike. U svaku staklenku stavite po dvije stabljike celera (jednu odrezanu okomito na stabljiku i drugu odrezanu pod kutom 45°) i promatrajte što se događa. Mjerite visinu obojene vode u stabljici tijekom razdoblja od 72 sata. Uz pomoć menzure izmjerite volumen vode u čaši nakon 72h te ga zabilježite na predviđeno mjesto.

Tablica 2 Visina obojene vode u stabljici ovisno o promjeru stabljike

Početni volumen vode (cm <sup>3</sup> )	Visina obojene vode u stabljici (cm)													
	Ravno odrezana stabljika							Koso odrezana stabljika						
Staklenka	Promjer stabljike	0 h	24 h	48 h	72 h	Volumen vode nakon 72 h (cm <sup>3</sup> )	Promjer stabljike	0 h	24 h	48 h	72 h	Volumen vode nakon 72 h (cm <sup>3</sup> )		
1														
2														
3														
4														
5														
Srednja vrijednost														

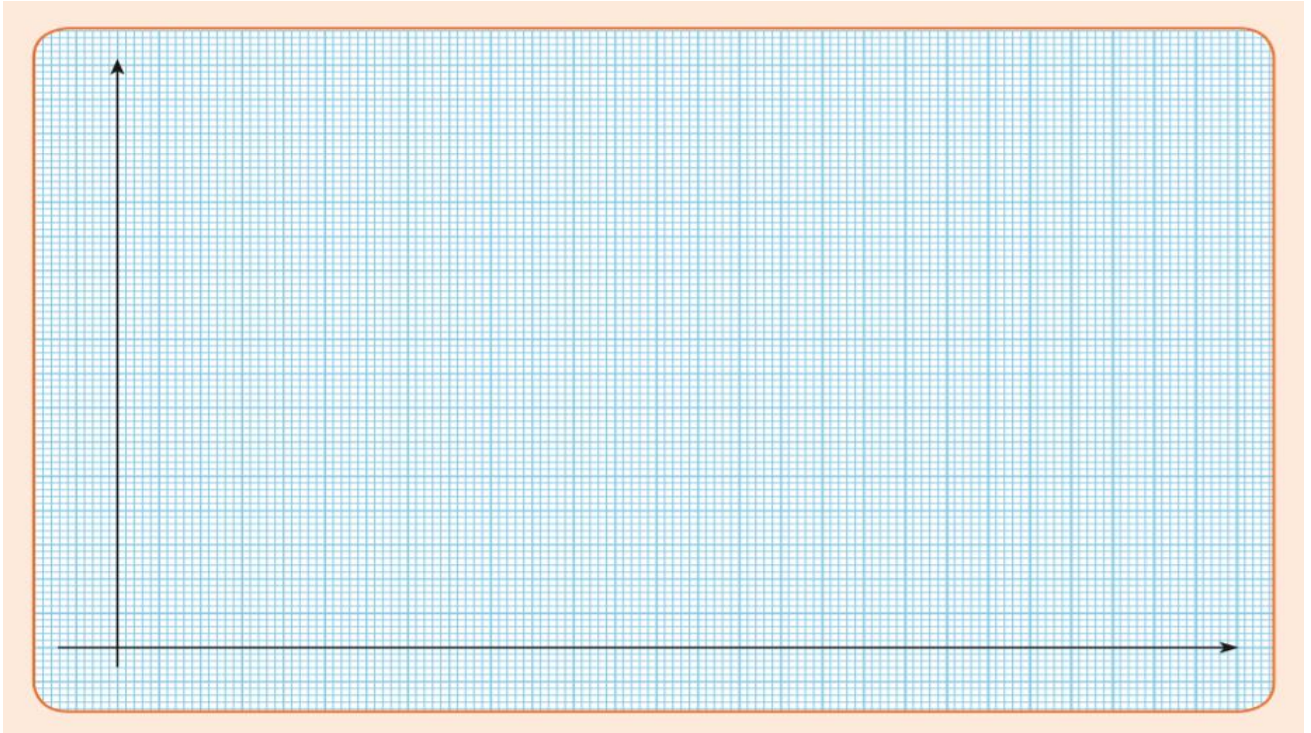
**PITANJE 1** Na temelju pokusa zaključite nastavlja li biljka nakon što je odrezana upijati vodu.

**Objašnjenje:**

**PITANJE 2** Što se događa s obojenom vodom. Koja svojstva vode su odgovorna za uočenu pojavu?

**Objašnjenje:**

**ZADATAK 1** Grafički prikazite ovisnost promjera stabljike celera o visini vode u stabljici kod ravno i koso odrezane stabljike.



**PITANJE 3** Na temelju grafičkog prikaza i podataka u tablici zaključite kako visina obojene vode u stabljici ovisi o promjeru stabljike?

**ZADATAK 2** Napravite poprečni presjek kroz stabljiku koju ste odrezali ravno i onu koju ste odrezali koso. Skicirajte presjeke stabljika.

**PITANJE 4** Na temelju napravljenog prereza zaključite što predstavljaju obojeni dijelovi, a što neobojeni?



**PITANJE 5** Povežite promjer stabljike s volumenom vode nakon 72 sata i objasnite kako promjer stabljike utječe na kretanje vode u biljci?

**PITANJE 6** Na temelju rezultata pokusa i promatranja argumentirajte ulogu stabljike u preživljavanju biljke?

**PITANJE 7** Koja je pojava odgovorna za uočenu pojavu?

**PITANJE 8** Objasnite koristeći rezultate pokusa i promatranja zašto je potrebno stabljiku celera prije stavljanja u vodu odrezati pod kutom?



Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 5, grupe 6 i grupe 7, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**PITANJE 9** Kakva bi razlika volumena na početku i kraju pokusa bila da ste pri pokusu koristili ulje?

**Objašnjenje:**

**PITANJE 10** Koji su još faktori mogli utjecati na razliku volumena obojene vode u čaši na početku i kraju pokusa?

**Objašnjenje:**



### RADNI LISTIĆ 3

## Putovanje vode različite temperature u stabljici

**Materijali:** 6 reznica bijelih karanfila, boja za hranu, menzura, termometar, ravnalo, skalpel

**Postupak:** U tri staklenke ulijte isti volumen hladne vode, zatim u druge tri dodajte isti volumen vode sobne temperature. Korišteni volumen vode zabilježite na odgovarajuće mjesto u tablicu. Zatim u sve staklenke dodajte istu količinu boje za hranu. Uz pomoć termometra izmjerite temperaturu vode u staklenkama i zabilježite je u tablicu. Izrežite u visini 1 cm stabljike svih 6 karanfila škarama ili skalpelom pod kutom od 45°. U sve staklenke stavite po jedan karanfil. Staklenke s hladnom vodom stavite u hladnjak, a druge tri staklenke ostavite stajati na sobnoj temperaturi. Mjerite temperaturu vode svaki dan te visinu obojene vode u stabljici. Aritmetičku sredinu zapišite u tablicu. Uz pomoć menzure izmjerite volumen vode u staklenkama nakon 72h. Izračunajte brzinu kretanja vode u stabljici za svaki karanfil, te srednje vrijednosti za karanfile u hladnjaku i one na sobnoj temperaturi.

Tablica 3 Brzina kretanja vode u stabljici u ovisnosti o temperaturi vode

Staklenka	Temperatura vode (°C)				Visina obojene vode u stabljici (cm)				Volumen vode na početku pokusa (cm <sup>3</sup> )	Brzina kretanja vode u stabljici (cm/h)
	0 h	24 h	48 h	72 h	0 h	24 h	48 h	72 h	Volumen vode nakon 72 h (cm <sup>3</sup> )	
Hladnjak										
1										
2										
3										
Srednja vrijednost										
Učionica										
4										
5										
6										
Srednja vrijednost										

**PITANJE 1** Na temelju pokusa obrazložite nastavlja li cvjetna stapka nakon što je biljka odrezana upijati vodu.

**Objašnjenje:**



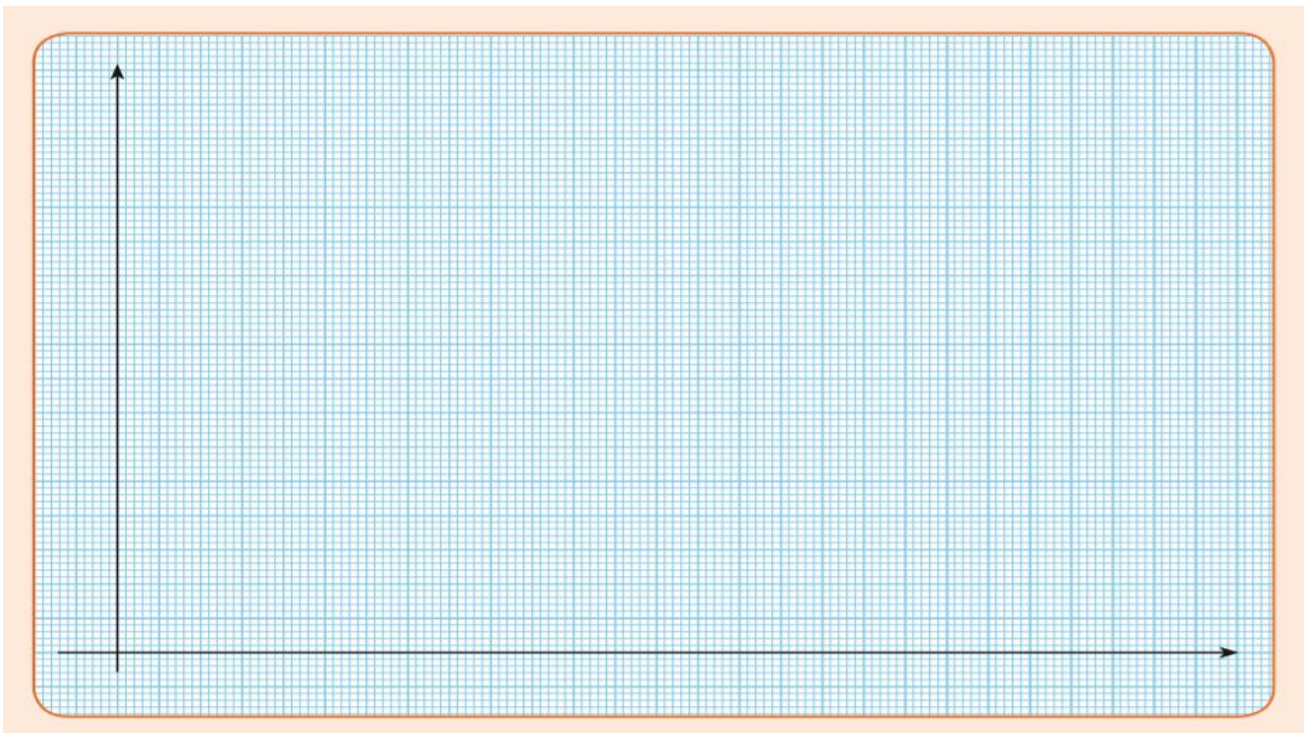
Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 4, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**PITANJE 2** *Zašto je potrebno cvjetnu stapku karanfila prije stavljanja u vodu odrezati pod kutom?*

**PITANJE 3** *Što se događa s obojenom vodom. Koja svojstva vode su odgovorna za uočenu pojavu?*

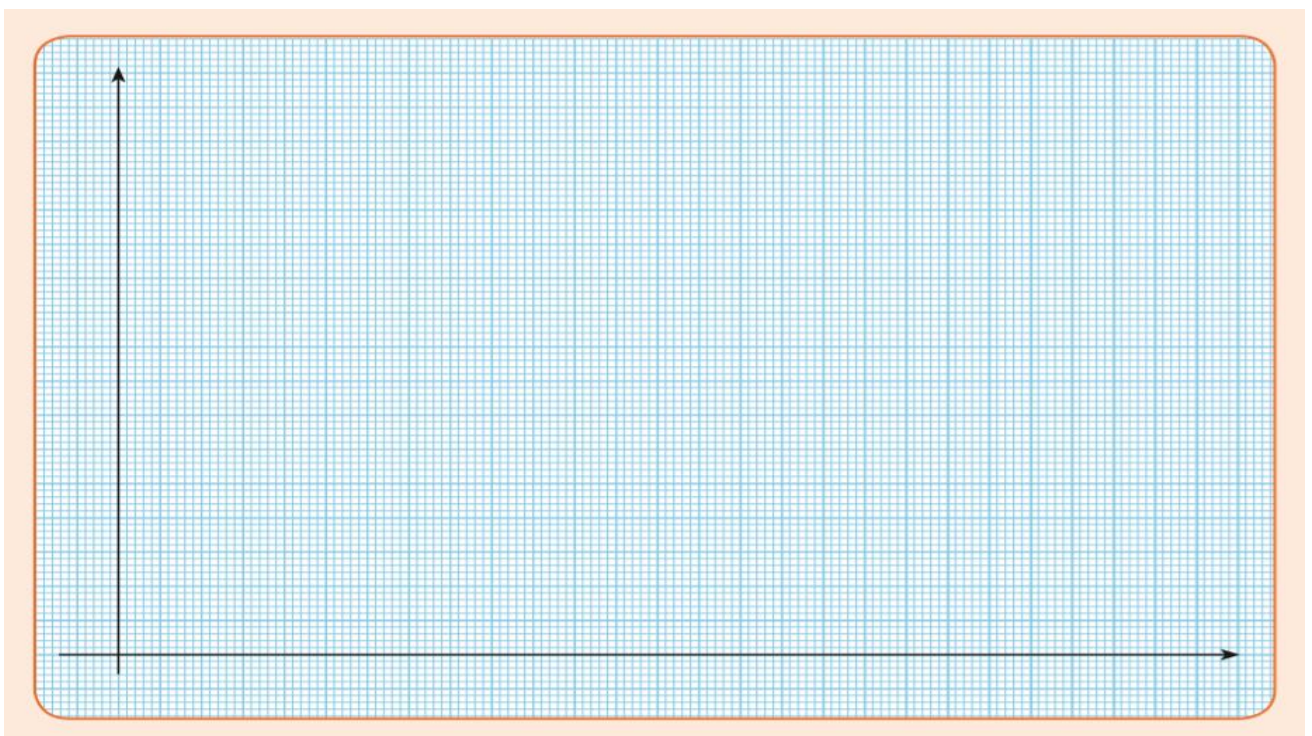
**Objašnjenje:**

**ZADATAK 1** Grafički prikazite ovisnost visine obojene vode u stabljici o temperaturi vode tijekom 72 h.



**PITANJE 4** Objasnite povezanost visine vode u stabljici i promjene volumena vode u staklenkama pod utjecajem različitih temperatura?

**ZADATAK 2** Grafički prikazite brzinu kretanje vode u stabljici ovisno o temperaturi.



**PITANJE 5** Na temelju grafičkog prikaza objasnite kako temperatura vode utječe na brzinu kretanja vode u biljci?

**PITANJE 6** Koja je pojava odgovorna za uočenu pojavu i kako na nju utječe promjena temperature?

**ZADATAK 3** Napravite presjek stabljike. Skicirajte presjek stabljike.



Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 3, grupe 5, grupe 6 i grupe 7, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**PITANJE 7** *Usporedite poprečni presjek kroz stabljiku karanfila s poprečnim presjekom kroz stabljiku celera. Koje su sličnosti, a koje razlike?*

**PITANJE 8** *Usporedite rezultate svog pokusa s rezultatima pokusa grupe 3 i objasnite kako građa stabljike može utjecati na transport vode u biljci?*

**PITANJE 9** *Kakva bi razlika volumena na početku i kraju pokusa bila da ste pri pripremi pokusa koristili 1 ml palmina ulja? Što bi se dogodilo da ste koristili 10 ml palminog ulja?*

**PITANJE 10** *Koji su još faktori mogli utjecati na razliku volumena obojene vode u čaši na početku i kraju takvog pokusa?*

**Objašnjenje:**

## RADNI LISTIĆ 4

Vrijeme koje cvijeće izdrži u vazi je veliki faktor pri određivanju profitabilnosti i isplativosti njegova uzgoja. Stoga cvjećari na razne načine pokušavaju produžiti život cvijeta u vazama. Duljem životu cvijeća u vazi doprinosi način rukovanja i uvjeti u kojim se cvijeće drži.

**PITANJE 1** *Zbog čega period od branja pa da stavljanja odrezane biljke u vodu ne bi trebao biti dulji od 30 minuta?*

## Slatka ruža

**Materijali:** 12 ruža, šećer, voda, 12 menzura, vodootporni flomaster

**Postupak:** Napunite 4 staklenke s jednakom količinom vode te u svaku staklenku stavite po jednu reznicu ruže. Početni volumen zabilježite na odgovarajuće mjesto. Staklenku označenu brojem 1 ostavite samo s vodom koju ste u nju ulili. U menzuru označenu brojem 2 dodajte 3 g šećera i dobro promiješajte. Postupak ponovite s ostalim staklenkama tako da u staklenku označenu brojem 3 dodajte 6 g šećera, a u staklenku označenu brojem 4 dodajte 9 g šećera. Tijekom vremena mijenjajte vodu svaki dan dodajući uvijek jednaki volumen vode te odgovarajuće količine šećera. Promatrajte izgled ruža. Zabilježite što više podataka na osnovu različitih osjeta (miris, rastvorenost pupa, uvenuće biljke, savinutost stabljike), a sve što možete dokumentirajte fotografiranjem i mjerenjem dijelova reznica ruža tijekom vremenskog razdoblja od 10 dana. Na osnovu zabilježaka i fotografija analizirajte promjenu boje i izgleda cvijeta, promjenu stanja listova i stabljike te mirisa.

**PITANJE 2** *Zbog čega u menzuru označenu nulom niste dodali šećer?*

**PITANJE 3** *Što očekujete da će se događati s reznicama ruže u menzuri ovisno o količini šećera. Objasnite svoj odgovor.*

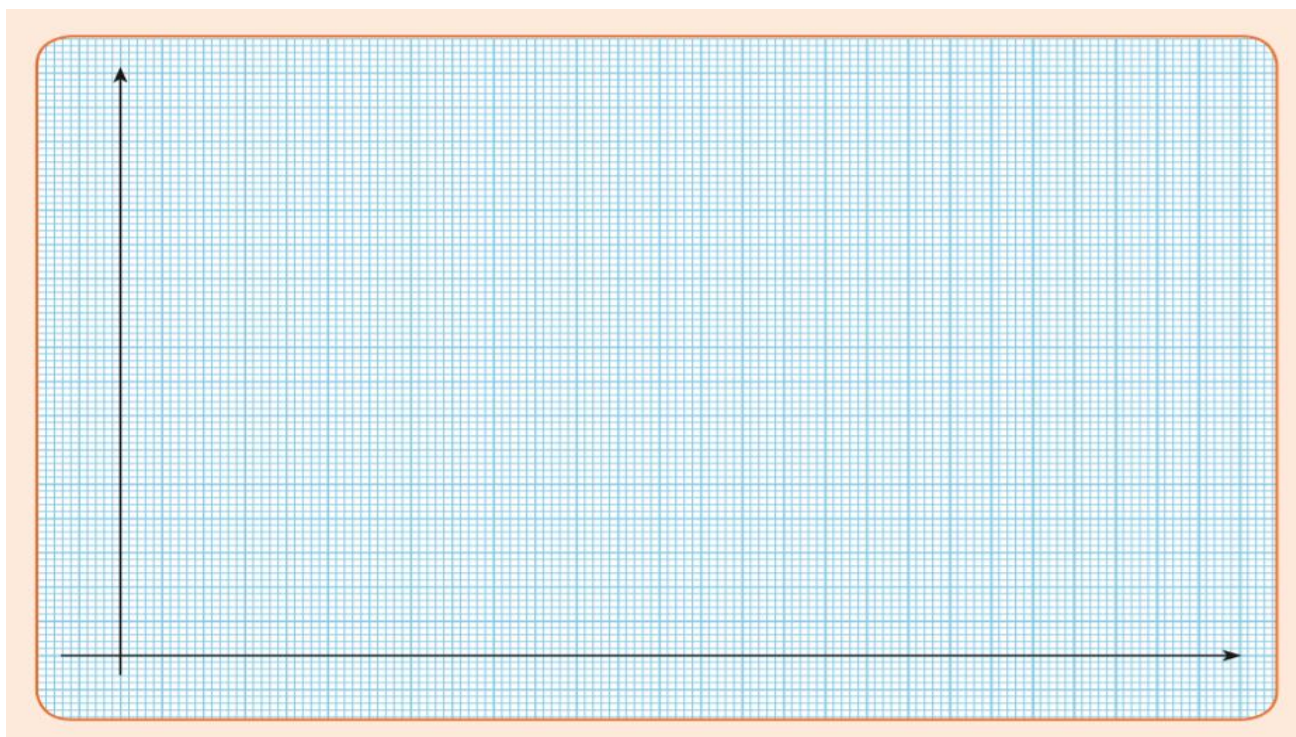
**Objašnjenje:**

Tablica 4 Utjecaj šećera na reznice ruža ovisno o količini šećera dodanog u vodu

Dodatak šećera	Mjerenja i opis promatranja			
	0 g	3 g	6 g	9 g
1 fotografija				
stabljika				
listovi				
cvijet				
miris				
2 fotografija				
stabljika				
listovi				
cvijet				
miris				
3 fotografija				
stabljika				
listovi				
cvijet				
miris				
4 fotografija				
stabljika				
listovi				
cvijet				
miris				
5 fotografija				
stabljika				
listovi				
cvijet				
miris				



**ZADATAK 1** Grafički prikažite rezultate pokusa uz utjecaj količine šećera tijekom vremena boravka reznica u staklenki s vodom



**PITANJE 4** *Kako je količina šećera utjecala na svježinu cvijeća?*

**Objašnjenje:**

**PITANJE 5** *Je li korištenje po 3 reznice utjecalo na rezultate pokusa ili na zaključke koje ste donijeli na osnovu provedenog pokusa?*



Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 9, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**PITANJE 6** *Koja je razlika u djelovanju dodanog šećera, kovanica, aspirina ili izbjeljivača na održavanje reznica biljaka u vazama?*

## RADNI LISTIĆ 5

# U mraku i na svjetlu

**Materijali:** 6 reznica biljke pelargonije, 6 menzura, ulje, voda, kapalica, luksmetar

**Postupak:** U tri menzure označene slovom A i tri menzure označene slovom B stavite po jednu reznice iste biljke. Menzure napunite s jednakim volumenom vode ( $9 \text{ cm}^3$ ) te u svaku dodajte kapalicom 1 mL ulja. Početni volumen vode zabilježite u tablicu. Menzure označene slovom A stavite na dobro osvijetljeno mjesto, a menzure označene slovom B na tamno mjesto. Luksmetrom mjerite količinu svjetlosti tijekom istraživanja. Promatrajte i bilježite promjene na reznicama. Zabilježite promjene volumena vode u menzuri.

**Tablica 1** Utjecaj svjetlosti na gubitak vode u biljci

Staklenka	Volumen vode u menzuri ( $\text{cm}^3$ )					
Svijetlo	Dan 1	Dan 2	Dan 3	Dan 4	Dan 5	Srednja promjena volumena vode ( $\text{cm}^3$ )
A1						
A2						
A3						
Srednja vrijednost						
Tama	Dan 1	Dan 2	Dan 3	Dan 4	Dan 5	Srednja promjena volumena vode ( $\text{cm}^3$ )
B4						
B5						
B6						
Srednja vrijednost						

**PITANJE 1** Zbog čega se događa promjena volumena u vode u menzurama?

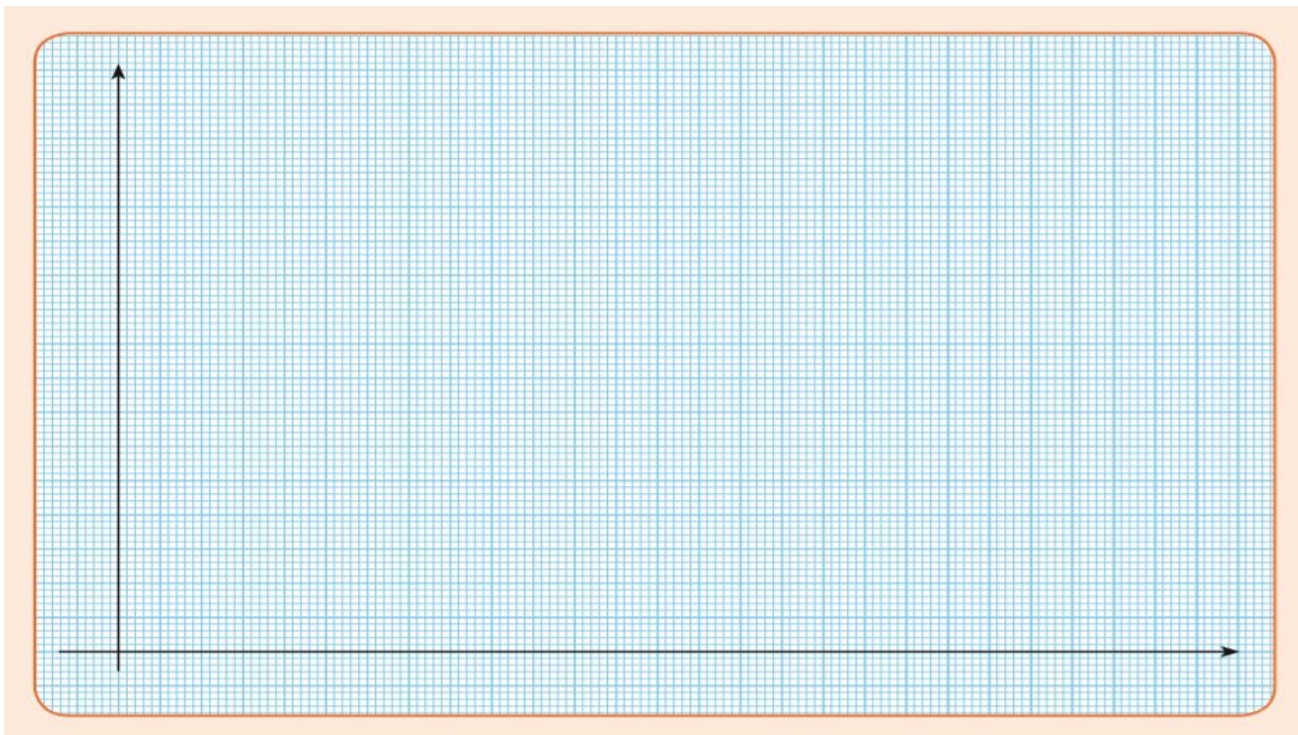


Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 6, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

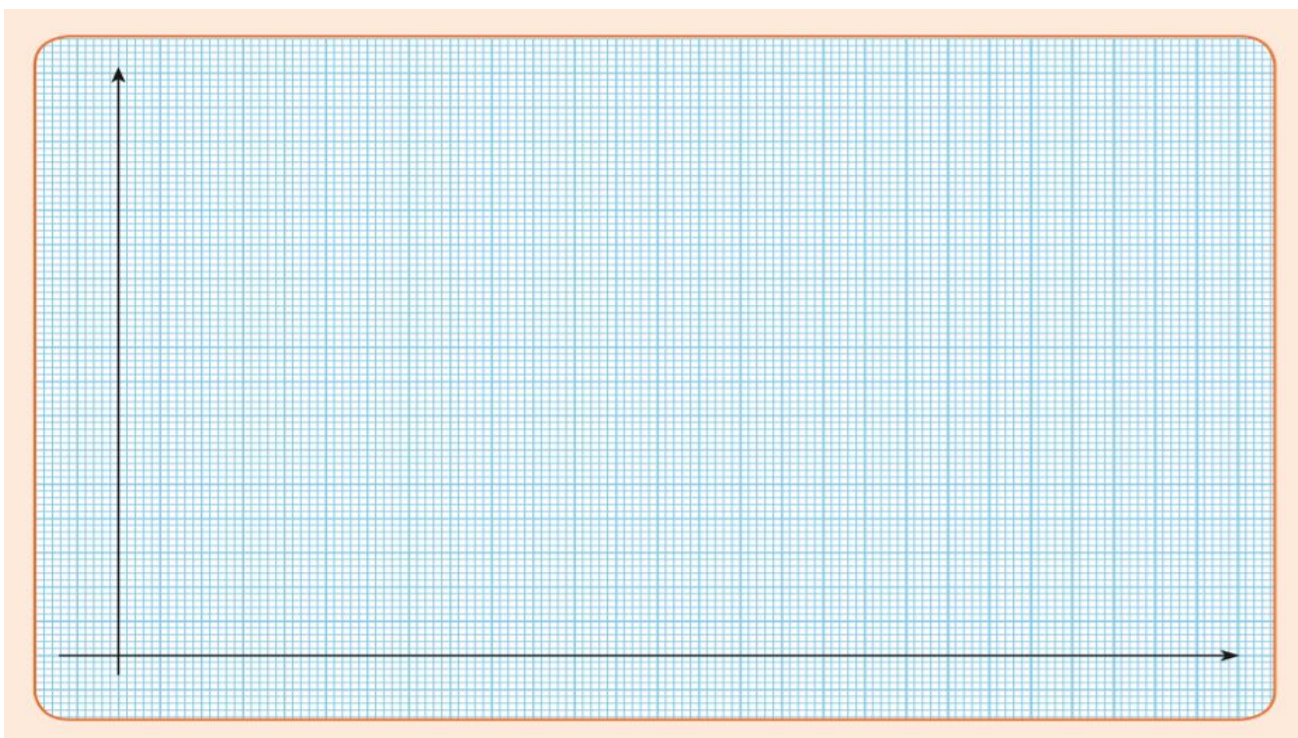
**PITANJE 2** Usporedite rezultate pokusa s grupom 6 i zaključite koja je uloga ulja u pokusu?



**ZADATAK 1** Grafički prikazite promjenu volumena vode u menzurama ostavljenim na osvijetljenom mjestu tijekom 5 dana.



**ZADATAK 2** Grafički prikazite promjenu volumena vode u menzurama ostavljenim na tamnom mjestu tijekom 5 dana.



**PITANJE 3** *Na temelju podataka u tablici te grafičkih prikaza zaključite kako promjena volumena vode u menzuri ovisi o količini svjetlosti?*

**Objašnjenje:**

**PITANJE 4** *Uočavate li razlike u promjenama volumena u menzurama na osvijetljenom mjestu? A na tamnom mjestu? Koji faktori bi još mogli na promjenu volumena u menzurama?*



Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 7, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**PITANJE 5** *Uz pomoć rezultata pokusa objasnite koji procesi utječu na promjenu masa menzura s reznicama tijekom vremena?*

## RADNI LISTIĆ 6

# Moćna kapljica

**Materijali:** 3 reznice biljke pelargonije ili vodenike, 3 menzure, voda, kapalica, ulje

**Postupak:** U tri menzure označene slovom stavite po jednu reznice iste biljke. Menzure napunite s jednakim volumenom vode ( $9 \text{ cm}^3$ ). Početni volumen vode zabilježite u tablicu. U svaku menzuru kapnite različit broj kapi ulja 1, 3 i 5. Menzure stavite na dobro osvijetljeno mjesto. Promatrajte i bilježite promjene na reznicama. Zabilježite promjene volumena vode u menzuri.

Tablica 6 Utjecaj svjetlosti na gubitak vode u biljci

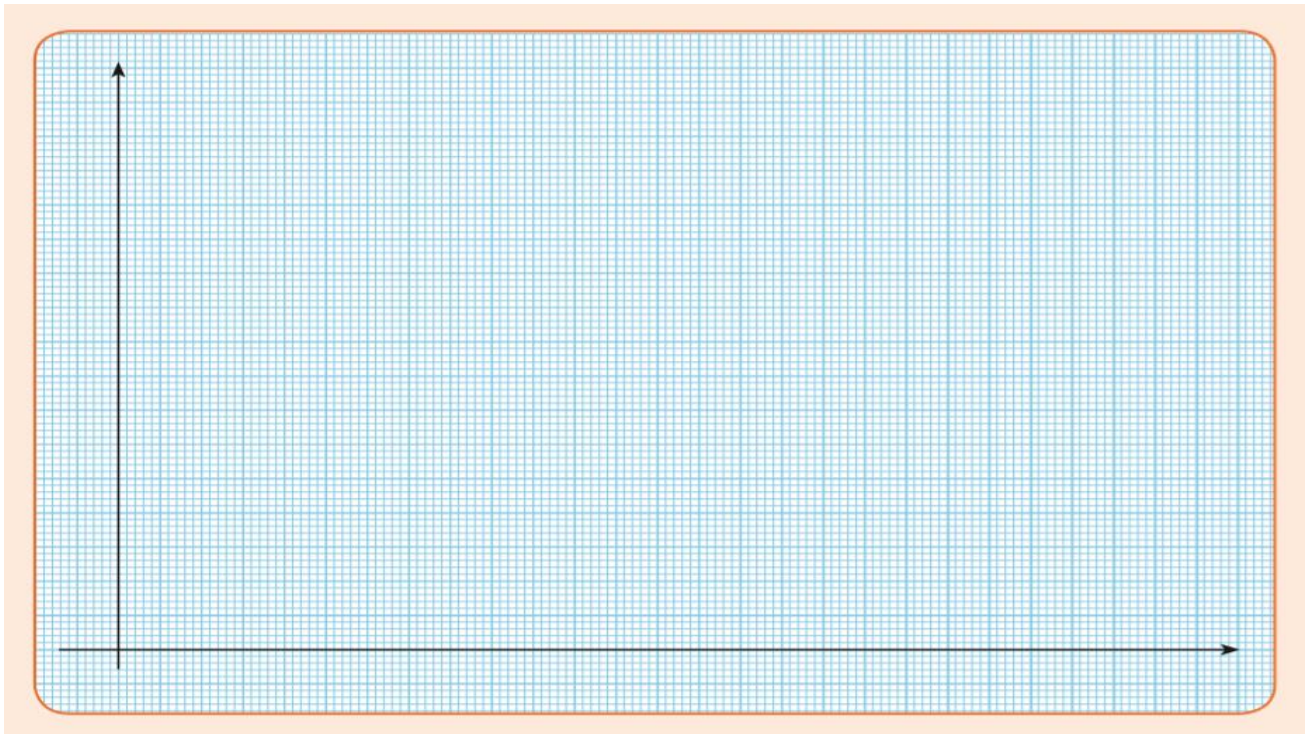
Staklenka	Broj kapi ulja	Volumen vode u menzuri ( $\text{cm}^3$ )					Srednja promjena volumena vode ( $\text{cm}^3$ )
		Dan 1	Dan 2	Dan 3	Dan 4	Dan 5	
A	1						
B	3						
C	5						
Srednja vrijednost							

**PITANJE 1** Što se dogodilo s kapljicama ulja kad ste je kapnuli u menzuru?

**Objašnjenje:**

**ZADATAK 1** Grafički prikazite promjenu volumena vode u menzurama u ovisnosti o korištenom volumenu ulja tijekom 5 dana.





**PITANJE 2** *Ima li razlika u volumenu vode u menzurama nakon 5 dana s obzirom na količinu korištenog ulja?*

**Objašnjenje:**

**PITANJE 3** *Zbog čega se događa promjena volumena vode u menzurama?*



Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 5, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**PITANJE 4** *Na temelju rezultata objasnite kako ulje djeluje na procese u menzuri s reznicom.*

## RADNI LISTIĆ 7

# Volumen i masa

**Materijali:** reznice biljke vodenike, menzura, ulje, voda, kapalica, vaga

**Postupak:** U menzure označene slovima A, B, C stavite reznice iste biljke s različitim brojem listova. Prebrojite listove na reznicama u menzurama A, B, C. Broj listova zapišite u tablicu. Menzure napunite s jednakim volumenom vode ( $9 \text{ cm}^3$ ) te u svaku dodajte kapalicom 1 mL ulja. Početni volumen vode zabilježite u tablicu. Sve menzure s reznicama izvažite te početnu masu zabilježite u tablicu. Važite menzure s reznicama biljke svaki dan tijekom 5 dana. Promatrajte što će se dogoditi s razinom vode u menzurama te s masom menzura s reznicama.

**PITANJE 1** Što očekujete da će se dogoditi s masom menzura s reznicama?

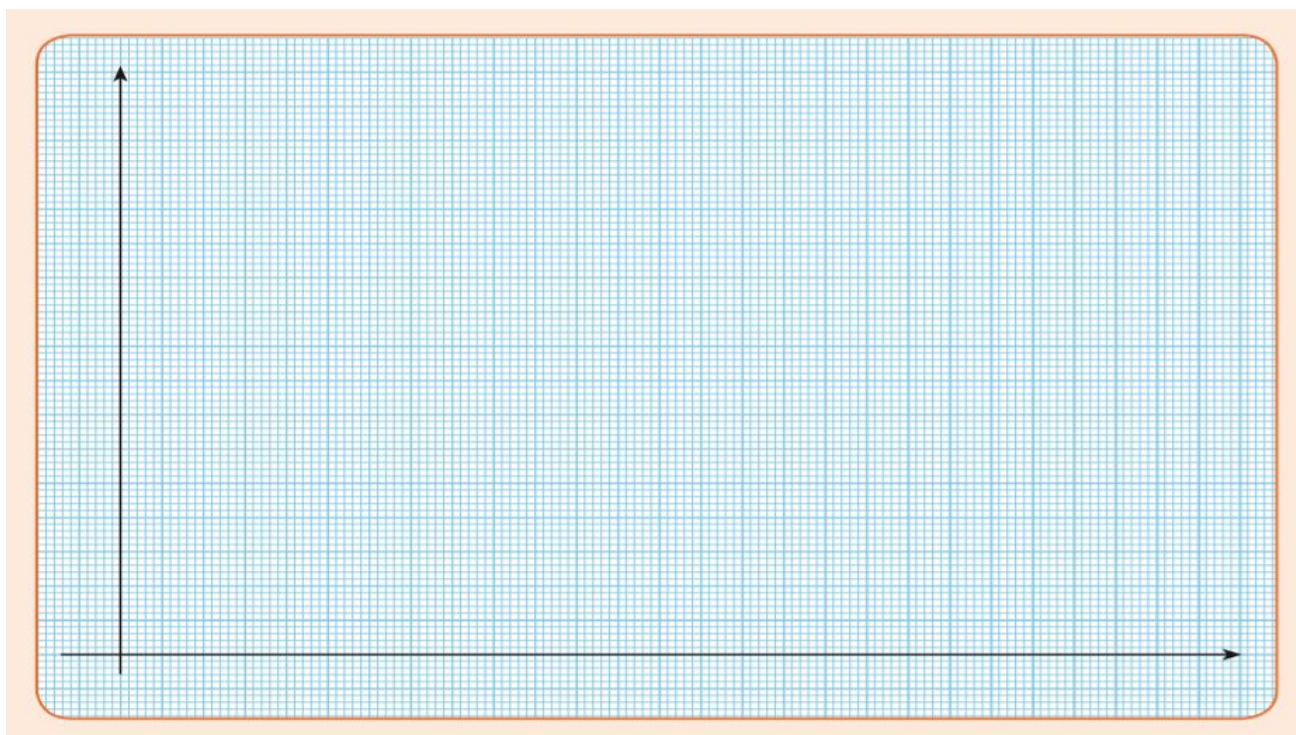
Tablica 7 Utjecaj broja listova na promjene volumena vode nakon 5 dana

Menzura	Broj listova	Površina listova ( $\text{cm}^2$ )	Volumen vode u menzuri ( $\text{cm}^3$ )					Masa menzure s reznicama (g)				
			Dan 1	Dan 2	Dan 3	Dan 4	Dan 5	Dan 1	Dan 2	Dan 3	Dan 4	Dan 5
A1												
A2												
A3												
Srednja vrijednost												
B1												
B2												
B3												
Srednja vrijednost												
C1												
C2												
C3												
Srednja vrijednost												

**PITANJE 2** Koja pojava utječe na promjene razine vode i mase menzura s reznicama u pokusu?

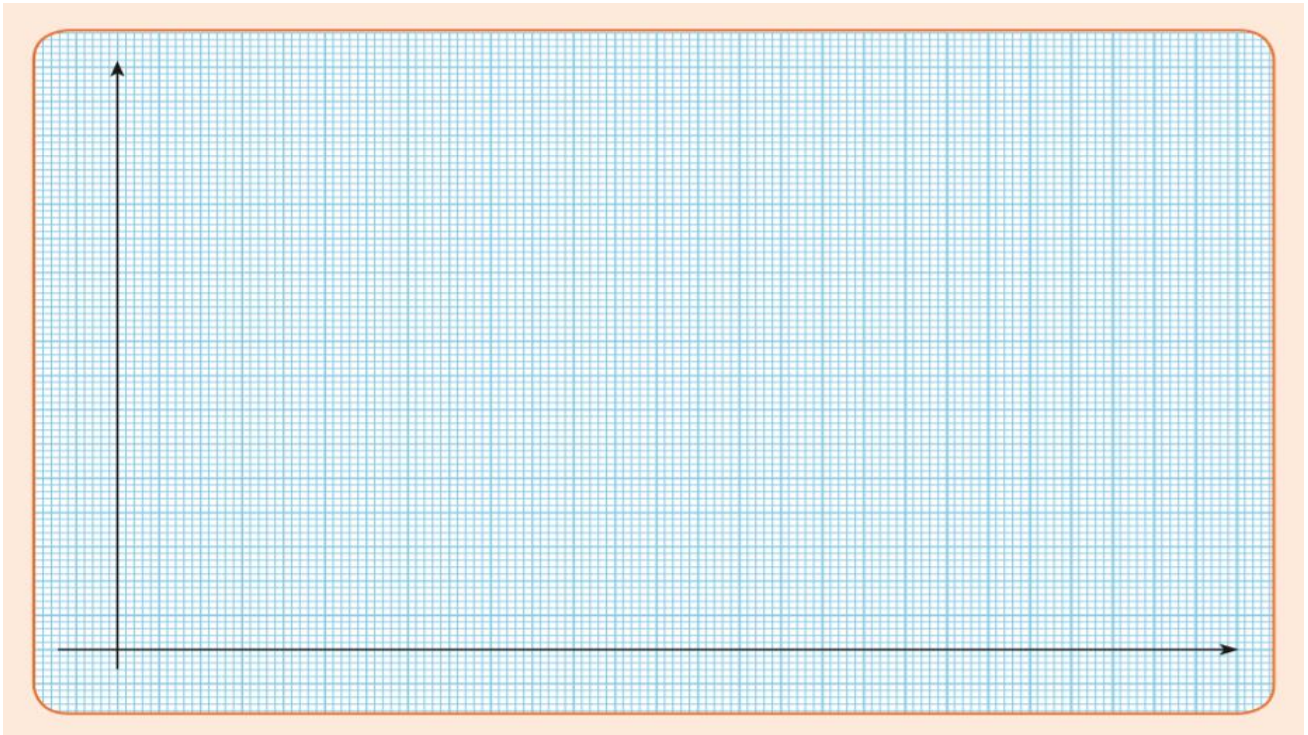
Objašnjenje:

**ZADATAK 1** Grafički prikazite ovisnost razine vode u menzurama o broju listova nakon 5 dana.



**ZADATAK 2** Grafički prikazite ovisnost mase menzura s reznicama biljka o broju listova nakon 5 dana





**PITANJE 3** Na temelju grafičkih prikaza i podataka u tablici zaključite kako razina vode u menzurama i masa menzure s reznicom ovise o broju listova?



Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 5 i grupe 6, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**PITANJE 3** Na temelju rezultata pokusa objasnite koji bi još faktori mogli utjecati na promjenu razine vode u menzurama te na promjenu mase menzura s reznicama?

**Objašnjenje:**





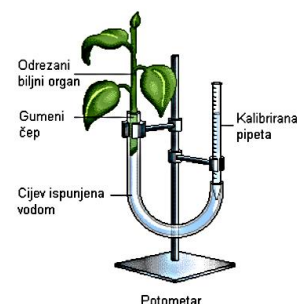
## RADNI LISTIĆ 8

# Napoji me!

Prema: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku, Vježba 4

Većina cvijeća je prilično osjetljiva na različite okolišne uvjete (temperatura, količina vlage, različite potrebe za vodom). Čak i najsnažnije biljke će prerano uvenuti ako se ne uzgajaju u odgovarajućim okolišnim uvjetima.

Za promatranje primanja i provođenja vode u laboratorijskim uvjetima koristimo uređaj koji nazivamo potometar. Pomoću potometra možemo odrediti količinu vode koju pojedini, odvojeni biljni dijelovi (list ili grana) prime u određenom vremenskom periodu. Potometar se sastoji od staklene ili plastične cijevi ispunjene vodom. Cijev ima oblik slova „u“, a na jednom svom kraju zatvorena je probušenim gumenim čepom, kroz koji je prethodno provučena grančica biljke i uronjena u vodu. Na drugom kraju cijevi nalazi se kalibrirana pipeta s podjelom od 1 ml. Na početku mjerenja zabilježi se položaj razine vode u pipeti. Kako biljka upija vodu, tako se i razina vode u pipeti snižava, što nam omogućuje da s njezine podjele direktno očitamo količinu upijene vode. Primljena količina vode od strane biljke izražava se u ml na jedinicu površine lista ( $\text{cm}^2$ ) ili na masu svježje biljke u g za 1 sat.



**Materijali:** po 3 sadnice tri različite biljke koje imaju različite potrebe za vodom, voda, menzura, potometar, milimetarski papir, prozirni lak za nokte, destilirana voda, predmetno i pokrovno stakalce, mikroskop

**Postupak:** Sadnice tri različite biljke zalijevajte s različitom količinom vodom tako da jednu zalijevate svaki dan s 1 dcl vode (A), drugu zalijevate svaki drugi dan (B), a treću zalijte samo prvi dan (C). Promatrajte što će se događati i rezultate zabilježite i dokumentirajte opažanja fotografijama.

Tablica 8 Potrebe za vodom kod različitih biljaka

Biljka (naziv)	Količina upijene vode u 1 h (ml)	Površina listova grančice u potometru ( $\text{cm}^2$ )	Masa grančice u potometru (g)	Primljena količina vode P1 ( $\text{ml g}^{-1} \text{h}^{-1}$ )	Broj puči na listu po jedinici površine ( $\text{cm}^2$ )	Opažanje uz zalijevanje		
						A	B	C
1	10 min							
	20 min							
	30 min							
	40 min							
	50 min							
	60 min							
2	10 min							
	20 min							
	30 min							
	40 min							
	50 min							
	60 min							
3	10 min							
	20 min							
	30 min							
	40 min							

50 min							
60 min							

**ZADATAK 1** Po jednu stabljiku svake biljke jednake dužine stavite u potometer i zabilježite količinu upijene vode tijekom jednog sata. Masu biljke izvažite, a površinu listova izmjerite uz pomoć milimetarskog papira.

Izračun potrebnih parametara:

Primanje vode od strane biljke izračunava se po formuli:

$$P1 = a / (b \cdot h) \quad \text{ili} \quad P2 = a / (c \cdot h)$$

P1 – primljena količina vode  $\text{ml} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

P2 – primljena količina vode  $\text{ml} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$

a – primljena količina vode tijekom ispitivanja (ml)

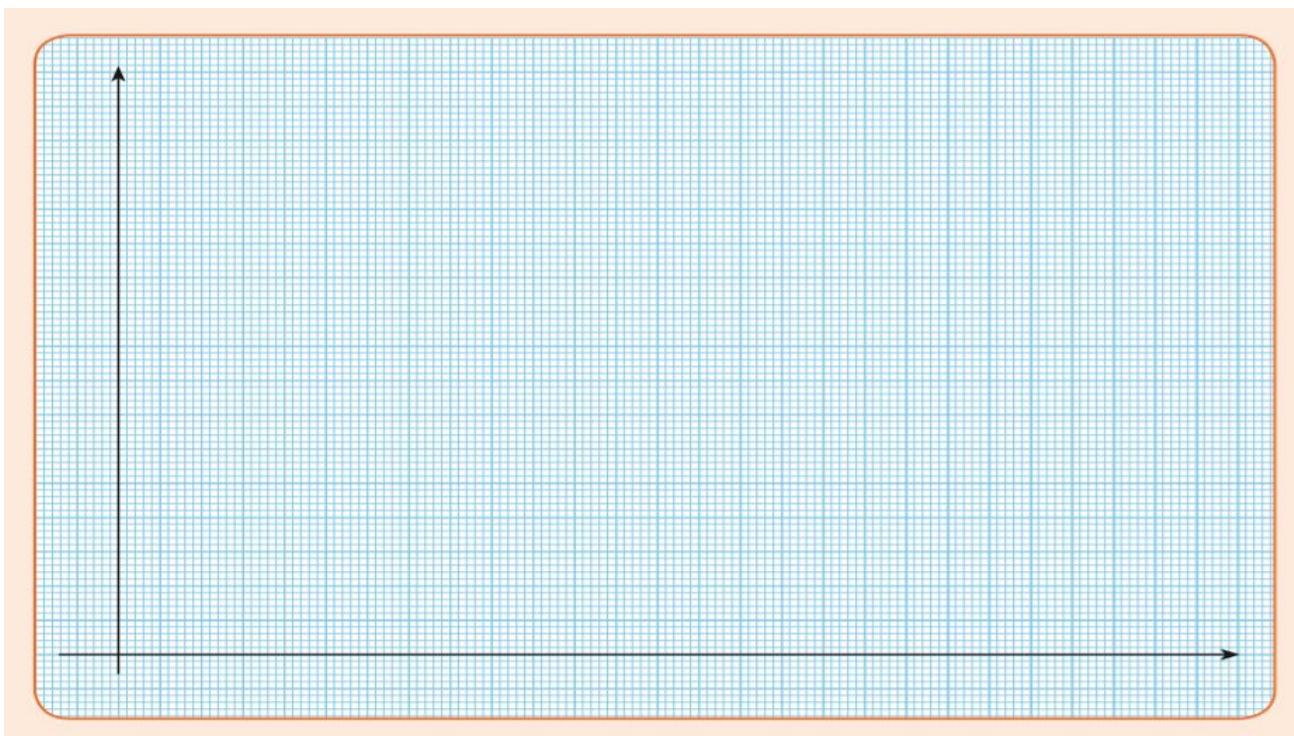
b – masa svježe biljke (g)

h – vrijeme trajanja ispitivanja (h)

c – površina lista ( $\text{cm}^2$  ili  $\text{dm}^2$ )

**PITANJE 1** Objasnite zbog čega količina primljene vode u jedinici vremena odrezanih dijelova biljke nije jednaka količini primljene vode kod grane ili lista vezanog za biljku.

**ZADATAK 2** Grafički prikazite količinu upijene vode kod svake biljke tijekom 1 sata u intervalima od 10 minuta



**PITANJE 2** Što može utjecati na primanje vode u potometru s odrezanom stabljikom biljke?

**Objašnjenje:**

**ZADATAK 1** Tankim slojem nitroceluloze (bezbojnog laka za nokte) premažite donju stranu plojke lista i ostavite da se osuši. Pomoću pincete i uz oprezno savijanje lista skinite nitrocelulozni otisak, stavite ga na predmetnicu u kap destilirane vode, pokrijte pokrovnicom i promatrajte mikroskopom te nacrtajte puči svake od biljaka koje koristite u pokusu. Izbrojite puči i zabilježite njihov broj u tablicu s rezultatima.

**Biljka 1**

**Biljka 2**

**Biljka 3**

**PITANJE 3** Kako se može povezati oblik i broj puči sa sposobnosti primanja vode pojedine promatrane biljke?

**PITANJE 4** *Koje karakteristike promatranih različitih vrsta biljaka utječu na preživljavanje u različitim uvjetima dostupne vode volumenu vode?*

**Objašnjenje:**



Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 3, grupe 4 i grupe 5, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**PITANJE 5** *Zašto nekim biljkama pogoduju veće količine, a nekima manje količine vode?*

## RADNI LISTIĆ 9

# Produžimo im život

**Materijali:** 18 reznica ivančica, 6 staklenka s vodom, 3 kovanice od 10 i 50 lipa, izbjeljivač, aspirin, detergent za pranje suđa

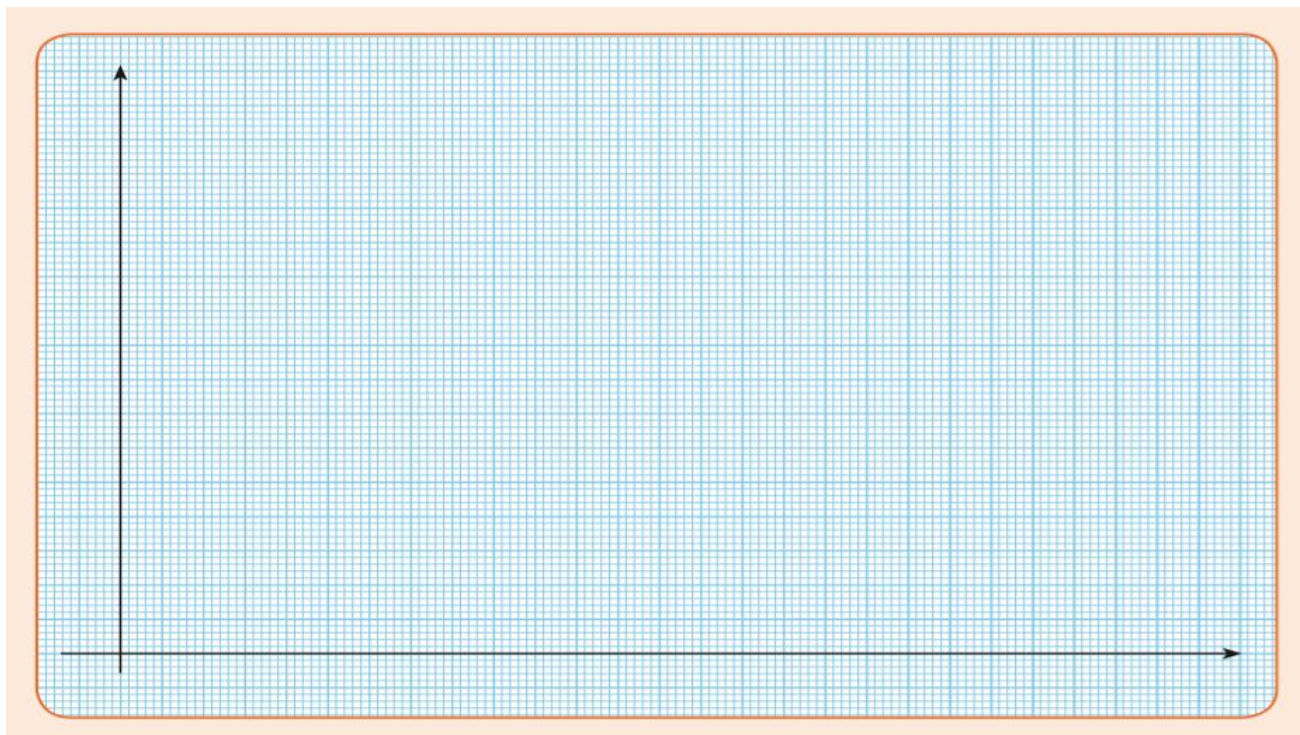
**Postupak:** U staklenke s vodom stavite po 3 reznice ivančica. U jednu staklenku dodajte novčić od 10 lipa, u drugu novčić od 50 lipa, u treću aspirin, u četvrtu X ml izbjeljivača, u petu X ml detergenta za suđe, a u šestu staklenku nemojte ništa dodati osim čiste vode. Staklenke ostavite na svjetlom mjestu u sobi i tijekom 5 dana pratite i opisujte kakvo će biti stanje reznica u svakoj staklenki. Zabilježite promjenu mirisa, čvrstoće stabljike, položaja i izgleda listova i cvjetova te sve druge promjene koje opazite. Rezultate kvantificirajte prema skali: 1 – svježi izgled, 2 – slabi znaci promjene svježine, 3 – sparušen izgled, 4 – poklopljeno i malaksalo, 5 – posušeni listovi, 6- uvenula biljka.

Reznice	1 dan	2 dan	3 dan	4 dan	5 dan
10 lipa	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3
50 lipa	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3
aspirin	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3
izbjeljivač	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3
detergent	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3

**PITANJE 2** Je li korištenje po 3 reznice utjecalo na rezultate pokusa ili na zaključke koje ste donijeli na osnovu provedenog pokusa?



**ZADATAK 1** Grafički prikazite rezultate preživljavanja reznica ivančica u staklenkama tijekom istraživanog razdoblja



**PITANJE 1** Na temelju grafičkog prikaza zaključite kako su kovanice od 10 i 50 lipa, izbjeljivač, detergent i aspirin utjecali na preživljavanje reznica ivančica?

**Objašnjenje:**



Razgovarajte s članovima drugih grupa i saznajte što su radili i kakve su rezultate dobili. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć rezultata pokusa grupe 4, a za formuliranje objašnjenja koristite rezultate vašeg pokusa i pokusa koje su radile druge grupe.

**ZADATAK 2** Saznajte kemijski sastav dodataka vodi koji ste koristili (novčića od 10 i 50 lipa, izbjeljivača, aspirina i detergenta za pranje suđa i šećera). Povežite kemijski sastav svakog dodatka vodi s izdržljivošću reznica u vazama. Na osnovu rezultata pokusa i sakupljenih podataka pripremite preporuke za korištenje uz objašnjenje način djelovanja u fiziološkim procesima reznice.

OSOBNE INFORMACIJE

Paula Babić



Ulica biskupa Jurja Divnića 5, 23000 Zadar, Republika Hrvatska



0915948923



[paulababic75@gmail.com](mailto:paulababic75@gmail.com)

Spol Ž | Datum rođenja 12.02.1995. | Državljanstvo Hrvatsko

OBRAZOVANJE I  
OSPOSOBLJAVANJE

Upišite datumima (od - do)

18.7.2013-do sad

Integrirani preddiplomski i diplomski studij biologije i kemije, smjer: nastavnički  
Prirodoslovno – matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

2009-2013

Opća gimnazija  
Gimnazija Vladimira Nazora, Zadar

OSOBNE VJEŠTINE

Materinski jezik Hrvatski jezik

Ostali jezici

Engleski jezik

Španjolski jezik

	RAZUMIJEVANJE		GOVOR		PISANJE
	Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
Engleski jezik	B2	B2	B2	B2	B2
Španjolski jezik	B2	B2	B2	B2	B2

Stupnjevi: A1/2: Temeljni korisnik - B1/B2: Samostalni korisnik - C1/C2 Iskusni korisnik  
[Zajednički europski referentni okvir za jezike](#)

#### Komunikacijske vještine

- dobre komunikacijske vještine stečene tijekom rada s djecom tijekom slobodnih aktivnosti te rada s turistima tijekom sezonskih poslova

#### Digitalne vještine

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

Stupnjevi: Temeljni korisnik - Samostalni korisnik - Iskusni korisnik  
[Digitalne vještine - tablica za samoprocjenu](#)

Zamijenite nazivom potvrde o informatičkoj kompetenciji.

- Dobro poznavanje rada u MS Office paketu (Word, PowerPoint, Excel)
- Uređivanje stranica poslovnih društvenih mreža