Utjecaj istraživačkog rada na uspjeh na natjecanju iz biologije u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina kod učenika srednjih škola

Šoštarić, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:327224

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-27**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Biologija i kemija; smjer: nastavnički

Iva Šoštarić

Utjecaj istraživačkog rada na uspjeh na natjecanju iz biologije u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina kod učenika srednjih škola

Diplomski rad

Osijek, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Odjel za biologiju

Diplomski sveučilišni studij Biologija i kemija; smjer: nastavnički

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

Utjecaj istraživačkog rada na uspjeh na natjecanju iz biologije u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina kod učenika srednjih škola

Iva Šoštarić

Rad je izrađen na: Odjel za biologiju

Mentor: Dr. sc. *Irena Labak***, doc.**

Komentor: Dr.sc. *Ines Radanović***, izv.prof.**

Kratak sažetak diplomskog rada

Sudjelovanjem u istraživačkim aktivnostima učenici konstruiraju, proširuju i restrukturiraju svoje znanje. Ovakvim se istraživačkim pristupom obrazovanju uz istraživačke aktivnosti, znanje i vještine kod učenika razvijaju samostalnost, komunikacijske vještine i konceptualno razumijevanje što su karakteristike viših kognitivnih razina. Istraživanje je provedeno s ciljem da se utvrdi postižu li učenici srednjoškolske populacije koji natjecanju iz biologije pristupaju s istraživačkim radom bolji uspjeh u pisanoj provjeri znanja od učenika koji istom pristupaju bez istraživačkog rada, odnosno utvrditi povezanost istraživačkog rada na uspjeh u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina. Za istraživanje su se koristile pisane provjere znanja sa Županijskog natjecanja srednjih škola iz biologije provedenog 2015. godine kao i istraživački radovi odabrani od strane članova Državnog povjerenstva. Županijskom natjecanju ukupno je pristupilo 376 učenika, od kojih su 44 učenika ujedno sudjelovali na natjecanju u znanju i natjecanju u istraživačkim radovima. Analiziran je 31 rad istraživački rad jer učenici mogu na istraživačkom radu sudjelovati pojedinačno ili u paru. Istraživanjem je utvrđeno kako učenici koji pristupaju natjecanju samo u pisanoj provjeri znanja postižu bolju ukupnu riješenost iz pisane provjere znanja nego učenici koji natjecanju pristupaju zajedno s istraživačkim radom. Također je utvrđeno kako uložene aktivnosti tijekom izrade istraživačkog rada pridonose jačanju vještina karakterističnih za više kognitivne razine kao što su analiza, sinteza, razvijanje kritičkog i kreativnog mišljenja što učenicima omogućuje rješavanje problema. Utvrđeno je kako zadatci povezani s temom istraživačkog rada utječu na ukupnu riješenost pisane provjere znanja.

Broj stranica: 58
Broj slika: 15
Broj tablica: 8
Broj literaturnih navoda: 57
Broj priloga: 5
Jezik izvornika: hrvatski
Ključne riječi: istraživačko učenje, istraživački rad, natjecanja iz biologije, kognitivne razine
Datum obrane: 24.10. 2018.
Stručno povjerenstvo za obranu:

1. **Dr.sc.** *Senka Blažetić***, doc., član**
2. **Dr.sc.** *Irena Labak***, doc, mentor i član**
3. **Dr.sc.** *Valentina Pavić***, doc., član**
4. **Dr.sc.** *Filip Stević***, doc., zamjena člana**

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

BASIC DOCUMENTATION CARD **Master thesis**

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek **Department of Biology**

Graduate university study programme in Biology and Chemistry Education

Scientific Area: Natural science

Scientific Field: Biology

THE IMPACT OF STUDENTS RESEARCH WORK ON SUCCESS IN BIOLOGY COMPETITION IN SOLVING HIGHER COGNITIVE LEVEL TASKS AMONG STUDENTS OF HIGH SCHOOL

Iva Šoštarić

Thesis performed at: Department of Biology

Supervisor: Irena Labak, PhD, Assistant Professor

Cosupervisor: Ines Radanović**,** PhD, Associate Professor

Short abstract

Participating in research activities, students construct, expand and restructure their knowledge. Such a research approach to education, along with research activities, knowledge and skills, develops autonomy, communication skills and conceptual understanding of the characteristics of higher cognitive levels. The research was conducted in order to determine if the students of high school students who approach the biology competition with the research work achieve better success in the written exam of the knowledge or the students who approach it without research work, or establish the correlation of research work on success in solving the tasks of higher cognitive levels. The research used the written tests of knowledge from the county competition of Biology high schools conducted in 2015 as well as research paper work selected by members of the State Commission. A total of 376 students attended the county competition, of which 44 students participated in competitions in knowledge and competitions in research works. The research work has been analyzed because students can participate individually or in pairs at the research work. The research found that students who approach the competition only in the written examination of the knowledge achieve a better overall solution from the knowledge than the students who approach the competition together with the research work. It has also been found that activities invested in research work contribute to strengthening skills that are characteristic of higher cognitive levels such as analysis, synthesis, and development of critical thinking that enable students to solve problems, achieve understanding and discover new meaning. It was established that tasks related to the topic of research work affect the overall solving of written knowledge.

Number of pages: 58
Number of figures: 15
Number of tables: 8
Number of references: 57
Original in: Croatian
Key words: research study, research work, biology competitions, cognitive levels,
Date of the thesis defence: 24.10.2018.
Reviewers:

1. Senka Blažetić**,** PhD, Assistant Professor, reviewer
2. Irena Labak**,** PhD, Assistant Professor, mentor and reviewer
3. Valentina Pavić**,** PhD, Assistant Professor, reviewer
4. Filip Stević**,** PhD, Assistant Professor, substitute reviewer

Thesis deposited: on the Department of Biology website and the Croatian Digital Theses Repository of the National and University Library in Zagreb

Veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Ireni Labak na stručnom vodstvu, savjetima, strpljenju i vremenu kojeg mi je poklonila tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Također, zahvaljujem se komentorici izv. prof. dr. sc Ines Radanović na nesebičnoj pomoći i na ustupljenim materijalima za izradu ovog diplomskog rada.

Hvala mojoj obitelji, posebno majci i sestri, koje su uvijek vjerovale u mene i moj uspjeh i onda kada sama nisam.

Zahvaljujem se svim svojim prijateljima i kolegama na zajedničkim trenucima kroz koje su me pratili kroz sve ove godine mog studiranja.

SADRŽAJ:

1.UVOD 1
1.1. Suvremeni svijet i biologija 1
1.2. Konceptualni pristup poučavanju 3
1.3. Kognitivne razine znanja 5
1.4. Istraživačko učenje 7
1.5. Natjecanja iz biologije 9
1.6. Cilj diplomskog rada 10
2. MATERIJALI I METODE 12
2.1. Uzorak 12
2.2. Instrumenti istraživanja 13
2.3. Statistička obrada podataka 15
3. REZULTATI 17
3.1. Analiza riješenosti pisane provjere znanja 17
3.2. Analiza pisane provjere provedene na natjecanju iz biologije na županijskoj razini 17
3.3. Analiza istraživačkih radova 21
3.3.1. Analiza istraživačkog rada s obzirom na riješenost pisane provjere 26
3.3.2. Analiza povezanosti riješenosti pisane provjere znanja s uspjehom ostvarenim prijavom teme, rukopisom i obranom rukopisa na državnom natjecanju 27
4.RASPRAVA 29
5.ZAKLJUČAK 35
6.METODIČKI DIO 36
7.LITERATURA 50
8. PRILOZI 55
Prilog 1 55
Prilog 2 56
Prilog 3 56
Prilog 4 57
Prilog 5 58

1.UVOD

1.1. Suvremeni svijet i biologija

Suvremena biološka znanost, potpomognuta razvojem suvremenih tehnologija razvija se iznimno brzo, a mnoga od tih otkrića imaju direktan utjecaj na sadašnji i budući život ljudi i na razvoj ljudskog života. Teško je izdvojiti neku od grana biologije koja posljednjih godina nije doživjela izvanredna nova otkrića. Primjerice otkrića u području molekularne biologije, mikrobiologije i genetike koja imaju široku primjenu u medicini, farmaciji, veterini, proizvodnji bilja, prehrambenoj tehnologiji, zaštiti okoliša, reflektiraju se na spoznaje u području drugih grana biologije poput fiziologije, evolucije i taksonomije (NSF, 2010; Woodin i sur., 2009), a posljedično tome podižu kvalitetu života općenito. Može se reći da ne postoji područje ljudske djelatnosti i ljudskog života na koje ne utječu spoznaje iz područja biologije, pa je biološko obrazovanje nužno za razumijevanje svijeta u kojem živimo. Prirodoslovlje se temelji na spoznajama osnovnih prirodnih znanosti: fizike, kemije, biologije, geografije i geologije, a glavni cilj prirodoslovnog odgoja i obrazovanja je formirati prirodoslovno i znanstveno pismeno društvo (MZOŠ, 2011). Usporedno sa stjecanjem temeljne biološke pismenosti, školsko bi učenje biologije trebalo kod učenika potaknuti razvoj poštovanja prirode kao i samog fenomena života.

Danas se u svijetu govori o prirodoslovnoj pismenosti kao jednoj od temeljnih kompetencija suvremenog građanina. Ta se kompetencija prema OECD-u (PISA, 2003 u Braš-Roth, 2008) tumači kao: „*sposobnost korištenja prirodoslovnog znanja, prepoznavanja pitanja i izvođenja zaključaka utemeljenih na dokazima radi razumijevanja i lakšeg donošenja odluka o prirodnom svijetu"*. Pojedinac je prirodoslovno i znanstveno opismenjen ako razumije i usvoji potrebu cjeloživotnog obrazovanja, usvoji koncept znanstvena pristupa (metode, postupke i načela u donošenju odluka), te upotrebljava i iskorištava znanje i vještine stečene obrazovanjem za kreativno rješavanje problema. Cilj pismenosti se ostvaruje postepeno na pojedinim razinama odgoja i obrazovanja te primjerenoj dobi učenika (MZOŠ, 2010).

Osnovno znanje iz predmeta Biologije stječe se tijekom osnovne škole u 7. i 8. razredu te tijekom srednjoškolskog obrazovanja prema nastavnom planu i programu u Hrvatskoj (MZOŠ, 2006). Biologija treba poticati kod učenika znatiželju i motivaciju za otkrivanjem svijeta oko sebe, te ih osposobiti za samostalne aktivnosti učenja i istraživanja, primjenu znanja i vještina te podržavanje načela etičkog ponašanja u svakodnevnom životu. Učenjem biologije

treba se razviti odgovornost učenika prema sebi, prirodi i okolišu te poduzetnost i djelovanje u zajednici s jasno izgrađenim stavom o općem dobru (NCVVO, 2016.)

Učenici tijekom svog obrazovanja trebaju steći temeljnu prirodoslovnu kompetenciju kako bi se prilagodili brzom razvoju znanosti, tehnike i tehnologije, odgovorno se odnosili prema prirodi, okolišu i zdravlju te doprinosili održivom razvoju (MZOŠ, 2011). Takve zahtjeve mogu ostvariti samo ako se u nastavi razvija logičko, kreativno i kritičko mišljenje. Kako bi stekli te vještine, nastava prirodoslovlja treba biti problemski i istraživački usmjerena. Polazište za takvu nastavu je učenikovo predznanje, vještine i iskustvo, a nova znanja, stavovi i vrijednosti postupno se oblikuju analiziranjem predmeta, pojava i procesa, te rezultata eksperimenata i istraživanja (Maresić, 2009). Biologiji kao nastavnom predmetu u školama cilj je poticati i objasniti poznavanje i razumijevanje te primjenu spoznaja o značajkama, strukturama i funkcijama, raznolikosti, rasprostranjenosti, međusobnoj povezanosti i promjenjivosti živog svijeta (MZOŠ, 2006). Poučavanje biologije ne može se razmatrati izvan cjelokupnog konteksta suvremene škole i brojnih izazova s kojima se ona danas susreće. U vremenu brzih promjena životnog okruženja, obilježenog intenzivnim razvojem novih tehnologija, a ponajprije brzim protokom sve veće količine dostupnih informacija, škola se svuda u svijetu suočava s pitanjem: na koji bi način trebalo mlade ljude pripremiti da postanu kompetentni, produktivni, odgovorni, aktivni i zadovoljni članovi društva u budućnosti? U okolnostima brzog rasta ljudskog znanja kao posljedice naglog razvoja znanosti i tehnologije, nastavni programi doživljavaju sve veći pritisak novih količina informacija. Cilj nastave nije samo prenijeti učenicima te informacije nego ih naučiti primijeniti ih i stvoriti učinkovito znanje. Istodobno, djeca od najranije dobi, putem televizije i drugih medija stječu mnoštvo spoznaja o stvarima, pojavama i procesima prije nego što će o njima učiti u školi. U takvim okolnostima, današnjim nastavnicima u školi postaje sve teže pobuditi i zadržati učenički interes i znatiželju, kao važne pretpostavke uspješnog učenja. Trend opadanja učeničkog interesa za školsko učenje prirodoslovlja, konstatiraju brojni autori, a pregled tih istraživanja u svojem radu daje Ramsden (1998).

U suvremenoj školi nastava Biologije usmjerena je na istraživački pristup učenju u učionici, živom kutiću, školskom dvorištu i parku te školskom vrtu (De Zan, 2005). Brojna istraživanja potvrđuju pozitivne učinke istraživačkog pristupa učenju Biologije na stavove prema znanosti i znanstvenim istraživanjima, na povećanje motivacije, na povećanje učeničkih postignuća i povezanosti između učenika, na razvoj učeničke inovativnosti, analitičkog i kritičkog razmišljanja, znanstvene pismenosti i dr. (D'Costa i Schlueter, 2013; Letina, 2013;

Ergül i sur., 2011; Wolf i Fraser, 2008; Vitale i sur., 2006.). Dakle, istraživačko učenje jedan je od odgovora na potrebe i izazove suvremenog društva.

1.2. Konceptualni pristup poučavanju

Poučavanje bioloških sadržaja i koncepata započinje već u prvome razredu osnovne škole u predmetu Priroda i društvo dok se Biologija kao zaseban predmet počinje poučavati u sedmome razredu osnovne škole te se nastavlja tijekom srednjoškolskoga obrazovanja u mnogim srednjoškolskim programima (Ristić Dedić i sur., 2011). Iako je Biologija jedan od ključnih predmeta prirodoslovnog područja u hrvatskim školama većim dijelom se ne zahtjeva konceptualno razumijevanje, već se većina sadržaja reproduktivno poučava, a od učenika se većim dijelom traži reprodukcija sadržaja (Garašić, 2012).

Koncept se može definirati kao ideja ili uopćena predodžba pojedinca koja nastaje na temelju njegova iskustva ili sklopa informacija koje pojedinac posjeduje, a koja obuhvaća zajedničke značajke pojedinačnih pojava, procesa, međuodnosa i sl. (Lukša, 2011). Koncept se razlikuje od pojma u tome što je pojam preuzeta apstrakcija, a koncept je vlastita konstrukcija. Sama konstrukcija koncepta podrazumijeva pohranjivanje informacija u pamćenje uočavanje zajedničkih karakteristika ili obrazaca u pojedinačnim primjerima, te nadogradnju postojeće mreže znanja. (Vizek-Vidović i sur., 2003). Ovo omogućava bolje pamćenje i razumijevanje, a pamćenje organizirano na taj način efikasnije je i trajnije od nagomilavanja nepovezanih pojedinačnih informacija. Iz tih razloga u današnjem suvremenom svijetu nužnost je kod učenika razvijati konceptualno razumijevanje. Da bi taj način učenja i poučavanja bio primjenjiv, nužne su promjene i prilagodbe u metodičkom pristupu nastavi. S metodičkog pogleda, integracijom različitih disciplina učenicima je omogućeno interdisciplinarno razumijevanje, integriranje znanja i razmišljanja te kognitivno napredovanje. S druge strane u pedagoškom smislu, interdisciplinarnosti se odnosi na proces izgradnje znanja u kojem zajedno sudjeluju učenici i nastavnici, prilikom čega utvrđuju i analiziraju problem, primjenjuju različite disciplinarne pristupe te sintetiziraju spoznaje u nove obuhvatnije oblike (Lukša, 2009). Naravno važno je istaknuti kako svaki pojedinac pronalazi svoje načine kako će konstruirati koncept koji se temelji na iskustvu te nisu samo važni kognitivni čimbenici nego je potrebno uzeti u obzir emocionalne i sociološke čimbenike kao i individualne razlike pojedinca. Način koji se pokazao korisnim za ostvarivanje temeljnih prirodoslovnih kompetencija je konstruktivistički pristup učenju, prema kojem učenici koriste znanja i vještine koja već imaju i postepeno razvijaju nove koncepte ili nadograđuju već postojeće. Kako bi učenici stekli

kompetencije koje ih uvode u znanstveni način razmišljanja, odnosno prirodoznanstvene kompetencije nastava prirodoslovlja bi trebala biti istraživački i problemski usmjerena na praktičan rad u laboratoriju i u prirodnoj sredini.

Konceptni okviri u svijetu predlažu se na nacionalnoj razini kao standardi za prirodne znanosti (Lukša, 2011). U Hrvatskoj se situacija mijenja uvođenjem Nacionalnog okvirnog kurikuluma u hrvatski školski sustav (MZOŠ, 2010). Time su postavljeni temelji kvalitativnim promjenama u poučavanju. Nacionalni okvirni kurikulum (NOK), biologiju za razliku od ostalih kurikuluma ne smješta u posebnu ladicu nego ju svrstava u prirodoslovne predmete koji se mogu integrirati na različitim razinama i tako olakšati učenicima razumijevanje određenog gradiva.

Konceptualni okvir za učenje biologije u RH razvijao se njegovom upotrebom i u ispitnom katalogu državne mature NCVVO-a (Radanović i sur., 2015) definirano je 5 makrokoncepata. Ti makrokoncepti su sljedeći:

- Organiziranost živog svijeta
- Razmnožavanje i razvoj organizama
- Tvari i energija u životnim procesima
- Ravnoteža i međuovisnost u živome svijetu
- Znanost o životu – biološka pismenost

Svaki od navedenih makrokoncepata široko je definiran i u sebi sadrži više integriranih različitih koncepata nižih razina (NCVVO, 2016.). Ovih pet područja proizlazi iz konceptualnog okvira prirodoslovnog područja kurikuluma i određeni su kao „velike ideje“ ključne za stjecanje znanja, vještina i stavova koje svaki pojedinac treba ponijeti u život i njima se služiti.

Poučavanje biologije trebalo bi razlikovati dva važna cilja, jedan je privući i motivirati novu generaciju budućih biologa, a drugi pomoći većini učenika koji neće postati biolozi da usvoje osnovne biološke koncepte i razumiju prirodu i važnost empirijskih dokaza kao i osnovna načela ekoloških sustava (Lukša i sur., 2013).

1.3. Kognitivne razine znanja

Jedna od najpoznatijih klasifikacija razina znanja je Bloomova taksonomija znanja (Bloom i sur. 1956, revidirana od strane Anderson i sur., 2001). U revidiranoj Bloomovoj taksonomiji obuhvaćeni su znanje i kognitivni procesi. Prema Borić i sur. (2015) definiranje obrazovnih postignuća najčešće se zasniva na Bloomovoj taksonomiji koja unutar kognitivnog područja

razlikuje šest dimenzija kognitivnih procesa: znanje, razumijevanje, primjena, analiza, sinteza i vrednovanje.

Tablica 1. Taksonomska tablica - klasifikacija ishoda prema Bloomovoj taksonomiji (revidirana prema Krathwohl, 2002; Forenhand, 2005)

	DIMENZIJA KOGNITIVNIH PROCESA (vrsta procesa koji se koristi pri učenju)					
DIMENZIJA ZNANJA (vrsta znanja)	**pamćenje**	**razumijevanje**	**primjena**	**analiza**	**vrednovanje**	**stvaranje**
činjenično znanje	nabrojati	sažeti	razvrstati	poredati	svrstati	kombinirati
konceptualno znanje	opisati	protumačiti	istražiti	objasniti	vrednovati	planirati
proceduralno znanje	utabličiti	predvidjeti	provesti	razlikovati	zaključiti	sastaviti
metakognitivno znanje	koristiti	Izvršiti	napraviti	postići	djelovati	ostvariti
KOGNITIVNA RAZINA	**REPRODUKCIJA**	**KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE I PRIMJENA**		**RJEŠAVANJE PROBLEMA**		

Ova tablica prikazuje kako se u dimenziji znanja kategoriziraju pojmovi i koncepti (imenice) povezani s nastavnim sadržajima koji objašnjavaju zadatak ishoda, a u dimenziji kognitivnih procesa se kategoriziraju aktivni glagoli. Tri kognitivne razine znanja koje se koriste u nastavi biologije mogu se razlikovati po oba kriterija. Prema Krathwohlu (2002) tablica omogućuje nastavnicima da lako analiziraju svoju nastavu kako bi mogli unaprijediti planiranje nastave i način rada sa ciljem da se ostvari željena razina usvojenosti nastavnog sadržaja kod učenika. No u svakodnevnoj nastavi ponekad je komplicirano slijediti tu taksonomiju, pa iz tog razloga različiti autori predlažu nešto drugačije razine koje je lakše slijediti. Tako Webb (2002) razlikuje četiri razine znanja. Prva razina znanja obuhvaća reproduktivno, automatsko znanje. Druga razina traži klasifikaciju, procjenu, uspoređivanje itd., odnosno korištenje vještina i razumijevanje koncepata koje je na višoj razini od reprodukcije. Treća razina traži tumačenje i strateško mišljenje, a četvrta razina sveobuhvatno razmišljanje. Crooks (1988) pak predlaže tri razine: reproduktivno znanje, razumijevanje i primjena te rješavanje problema. Reproduktivno znanje se temelji na memoriji, obuhvaća reprodukciju zaključaka i objašnjenja usvojenih tijekom učenja ili iz literaturnih izvora te razumijevanje teksta. Druga razina temelji se na razumijevanju i primjeni što uključuje konceptualno razumijevanje sadržaja koje je rezultat konceptualne promjene tijekom učenja i osnova je trajnog znanja. Do konceptualnog razumijevanja često dolazi prilikom potrebe primjene znanja kad se moraju stvoriti veze iz prethodnih postojećih znanja i onih novostečenih. Razina rješavanja problema prema Bloomovoj taksonomiji obuhvaća analizu, vrednovanje i stvaranje, međutim u nekim se

slučajevima rješavanje zadataka može svesti na razinu reprodukcije i razinu primjene, ako se provjerava činjenično znanje uz zanemarivanje kognitivne razine i konteksta provjere koncepta (Radanović i sur., 2015). Prema Garašić i sur. (2013), nastavnici Republike Hrvatske odabrali su da će se u nastavi primjenjivati navedeni Crooksov model.

1.4. Istraživačko učenje

U suvremenom obrazovanju sve se više teži k tome da nastava prirodoslovlja, pa tako i Biologije ima istraživački pristup. Sudjelovanjem u istraživačkim aktivnostima učenici konstruiraju, proširuju i restrukturiraju svoje znanje. Ovakvim se pristupom obrazovanju uz istraživačke aktivnosti, znanje i vještine kod učenika razvijaju samostalnost, komunikacijske vještine i konceptualno razumijevanje. Pored toga, učenici puno bolje počinju shvaćati i razumijevati znanosti jer izradom istraživačkog rada primjenjuju znanstvenu metodologiju. (Ristić-Dedić, 2013). U brojnim europskim kurikulumima zagovara se istraživački pristup koji učenicima omogućuje korištenje i razvijanje širokog spektra vještina, koji povećava znatiželju i interes za znanost te koji dovodi do boljih obrazovnih postignuća (Rocard i sur.,2007).

Hrvatska se također priključuje trendu uvođenja istraživačkih aktivnosti. Istraživačko učenje i prirodnoznanstveni pristup prisutni su u „Nacionalnom kurikulumu nastavnog predmeta Biologija“ (MZOS, 2016). U njemu se ističu sljedeće etape istraživačkog učenja: promatranje procesa ili pojave, postavljanje istraživačkoga pitanja, oblikovanje hipoteze, prikupljanje podataka, testiranje hipoteze, zaključivanje i izlaganje rezultata. U svim etapama naglasak je na aktivnostima učenika. Uloga nastavnika je organizacija rada, poticanje i usmjeravanje procesa učenja. Nastavnik mora biti prilagodljiv, vješt u procesu istraživanja i dobar poznavatelj svoje struke kako bi samostalno mogao napraviti vlastiti materijal za istraživanje (Borić, 2009). Pri promatranju i postavljanju istraživačkog pitanja učenici su potaknuti na učenje otkrivanjem, pri čemu razvijaju pronicljivost i preciznost opažanja, uočavaju povezanost pojava i procesa te prepoznavanju uzročno-posljedične veze i skrivene međuodnose pokušavajući ući u srž problema. Važno je da prilikom istraživačkog rada, učenici prepoznaju, odaberu ili sami postave istraživačko pitanje koje nije preopćenito, nego koje precizno zahvaća neki međuodnos. Takvo pitanje se vrlo lako može preoblikovati u hipotezu, odnosno pretpostavku. U prvim etapama istraživačkog učenja iznimno je važan razgovor i razmjena ideja među učenicima, pri čemu se razvija socijalna i jezična kompetencija. Na temelju prijašnjeg znanja, učenici pokušavaju riješiti problem, no u slučaju neuspjeha, iznose ideje o uzrocima pojave koju su promatrali. Učenici ideje oblikuju u pitanja, potom pitanja u

hipoteze. Iduća etapa istraživačkog učenja jest planiranje aktivnosti kojima se testira postavljena hipoteza. Učenici se organiziraju u prikupljanju podataka koji potvrđuju ili odbacuju hipotezu. U fazi testiranja hipoteze razvijaju se praktične vještine, ali i vještine organiziranja prikupljenih podataka. Posljednje etape su zaključivanje na temelju rezultata koje uključuje više misaone procese: analizu, sintezu, vrednovanje te predstavljanje rezultata što otvara mogućnost razvijanja niza prezentacijskih i komunikacijskih vještina (Gucek, 2017).

Moglo bi se reći da su učenička istraživanja slična istraživanjima znanstvenika koja bi trebala zrcaliti i odražavati istraživanje u znanosti, no ono mora biti prilagođeno psihofizičkim sposobnostima učenika. Istraživačka nastava zapravo je pojednostavljena verzija istraživanja u znanosti koja je u skladu s intelektualnim mogućnostima učenika određene dobi. Učenička istraživanja sliče znanstvenim istraživanjima, no to ne znači da učenici moraju točno ponavljati što znanstvenici rade, nego se koriste procesima znanosti kao načinima kojima uče nove nastavne sadržaje (Deboer, 2006). Dok znanstvenik putem istraživanja ima za cilj otkriti zakone po kojima se odvijaju pojave kako bi se mogli predvidjeti budući događaji koji bi služili općem dobru (Mejovšek, 2003), istraživanje u nastavi ima za cilj ostvariti različite odgojno-obrazovne ciljeve.

Tablica 2. Usporedba razlika učeničkih i znanstvenih istraživanja (Lakes Matyas, prilagodila Letina, 2013 navedeno u radu Perković-Krijan, 2016)

Znanstveno istraživanje	**Učeničko istraživanje**
• Usredotočeno je na određeno područje koje se povremeno može mijenjati.	• Područje istraživanja definira se prema specifičnim smjernicama nastavnog kurikuluma
• Temelji se na rezultatima i zaključcima prethodnih istraživanja.	• Temelji se na prethodnim iskustvima učenika i spoznajama proisteklima iz prethodnih istraživanja.
• Dovodi do objektivno novih otkrića.	• Dovodi do otkrića koja su nova za učenike.

Tablica 3. Usporedba sličnosti učeničkih i znanstvenih istraživanja (Lakes Matyas, prilagodila Letina, 2013 navedeno u radu Perković-Krijan, 2016)

Sličnosti znanstvenog i učeničkog istraživanja
• Znanstvenici i učenici postavljaju pitanja na koja bi željeli pronaći odgovor

• Znanstvenici i učenici oblikuju eksperimente u skladu s postavljenim pitanjima te dostupnim priborom i materijalom za njihovo izvođenje.
• Znanstvenici i učenici izvode eksperimente, prikupljaju podatke, analiziraju i tumače rezultate te izvode i crtaju zaključke
• Znanstvenici i učenici raspravljaju o dobivenim rezultatima sa svojim suradnicima i na temelju otkrića ili prijedloga kolega često ponavljaju već provedene eksperimente radi učvršćivanja novih spoznaja
• I znanstvenici i učenici postavljaju prateća pitanja o tome što trebaju činiti, pojavljuju li se tijekom izvođenja neka nova pitanja i sl.
• I znanstvenici i učenici prezentiraju i šire svoje spoznaje i otkrića služeći se pritom jasnom i razumljivom terminologijom.

1.5. Natjecanja iz biologije

Kao jedna metoda za provjeravanje učenikovih dostignuća navode se ispiti znanja. Nastavnici kontinuirano i sustavno prate učenikovo postignuće i uspjeh uz pomoć ispita, zadaća, suradnji na nastavi i izvršavanju zadataka (Cindrić i sur., 2010). Natjecanja učenika u različitim nastavnim predmetima također je jedan od načina mjerenja postignuća i vještina u odgojno-obrazovnom sustavu. Na natjecanju iz Biologije mogu sudjelovati učenici 7. i 8. razreda osnovne škole te učenici sva četiri razreda gimnazije ili srednjih strukovnih škola. Učenici se na natjecanje iz Biologije mogu prijaviti u dvije kategorije. Prva kategorija je natjecanje u znanju - učenik pristupa pisanoj provjeri znanja, a druga kategorija je natjecanje samostalnih istraživačkih radova - učenik izlaže svoj istraživački rad i piše pisanu provjeru znanja. Natjecanje u znanju organizira se na školskoj, županijskoj i državnoj razini. Provodi se istovrsnim pisanim zadaćama koje izrađuje Državno povjerenstvo prema Nastavnom planu i programu za osnovnu školu (MZOŠ, 2006) i Nastavnom programu za gimnazije (MZOŠ, 1995) te udžbenicima koje je odobrilo Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta za tekuću školsku godinu. Oni učenici čije su teme istraživačkih radova prihvaćene od strane Državnog povjerenstva obvezni su pristupiti samo županijskoj razini natjecanja u znanju. Kako bi stekli mogućnost sudjelovanja na državnoj razini natjecanja, na županijskoj razini natjecanja u znanju moraju postići minimalno 40% od maksimalnog broja bodova pisane zadaće. Ako su u izradi rada sudjelovala dva učenika, oba moraju postići navedeni postotak bodova u pisanoj zadaći. Županijska povjerenstva dostavljaju Državnom povjerenstvu posebnu ljestvicu poretka na temelju natjecanja u znanju za učenike koji se prijavljuju na državno natjecanje s istraživačkim radovima zajedno s njihovim pisanim provjerama znanja. Na temelju objedinjenih rezultata postignutih u svim županijama, Državno povjerenstvo sastavlja konačnu bodovnu ljestvicu za

svaku kategoriju natjecanja i odabire učenike koji će sudjelovati na državnoj razini natjecanja. Ukupni broj učenika koji će biti pozvani na državno natjecanje određuje Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta i Agencija za odgoj i obrazovanje. Broj pozvanih učenika unutar svake kategorije državnoga natjecanja određuje Državno povjerenstvo.

Istraživački rad uključuje: prijavu teme u pisanom obliku, samostalno istraživanje i/ili praktični rad (prikupljanje i obrada podataka), izradu rada (u pisanom obliku) i plakata te javno izlaganje i odgovaranje na pitanja članova povjerenstva. Izrada učeničkog istraživačkog rada treba poticati učenike na samostalno zapažanje, sustavnu razradu i bolje razumijevanje prirodnih sustava čime dodatno razvijaju svoje vještine i sposobnosti (HBD, 2015). Natjecanje u izradi istraživačkih radova odvija se u četiri kategorije – 1. kategorija – obuhvaća 7. i 8. razrede, 2. kategorija – obuhvaća 1. i 2. razrede, 3. kategorija – obuhvaća 3. razred te 4. kategorija – obuhvaća 4. razred. Kako bi se radovi mogli prijaviti za natjecanje moraju se poštovati određeni uvjeti prilikom prijave rada. Praktični se rad izvodi u školi ili na terenu, a ukoliko izrada zahtijeva dodatnu opremu može se provesti dio istraživanja u nekoj drugoj ustanovi, ali samo ako je metodologija prihvatljiva u odnosu na dob učenika. Takvi istraživački radovi koji su izrađeni metodologijom koju učenici određenog uzrasta mogu sami provesti imaju prioritet. Tema istraživačkog rada mora biti prilagođena uzrastu učenika, njihovim sposobnostima i predznanjima. Na državnoj razini Natjecanja istraživačkih radova mogu sudjelovati samo učenici kojima je prethodno odobrena tema i koji su ostvarili potreban rezultat iz pisane provjere znanja na Županijskom natjecanju u znanju. Uspješnost istraživačkih radova vrednuje Državno povjerenstvo na temelju utvrđenih kriterija objavljenih na mrežnim stranicama, a podrazumijeva ocjenjivanje prijave teme (prilog 1), rukopisa istraživačkog rada (prilog 2), plakata za prikaz istraživačkog rada (prilog 3), prezentacije istraživačkog rada (prilog 4) i odgovora učenika uz prezentaciju istraživačkog rada (prilog 5). Na državnoj razini natjecanja ljestvica poretka se unutar svake kategorije ostvaruje zbrajanjem svih navedenih sastavnica, a nagrađuju se tri najuspješnija rada (HBD, 2015).

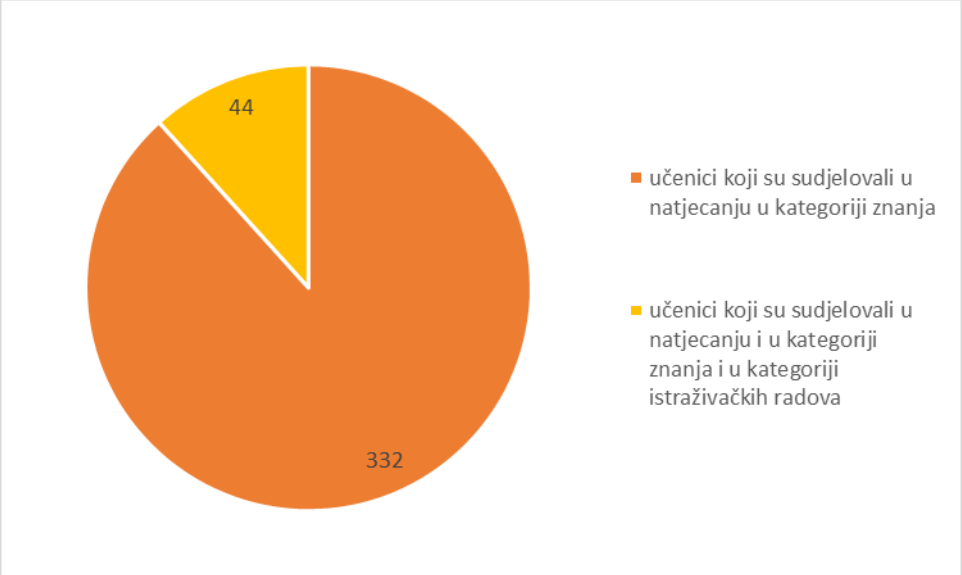
1.6. Cilj diplomskog rada

Cilj ovog istraživanja je utvrditi postižu li učenici srednjoškolske populacije koji natjecanju iz biologije pristupaju s istraživačkim radom bolji uspjeh u pisanoj zadaći od učenika koji istom pristupaju bez istraživačkog rada, odnosno utvrditi povezanost istraživačkog rada na uspjeh u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina.

2. MATERIJALI I METODE

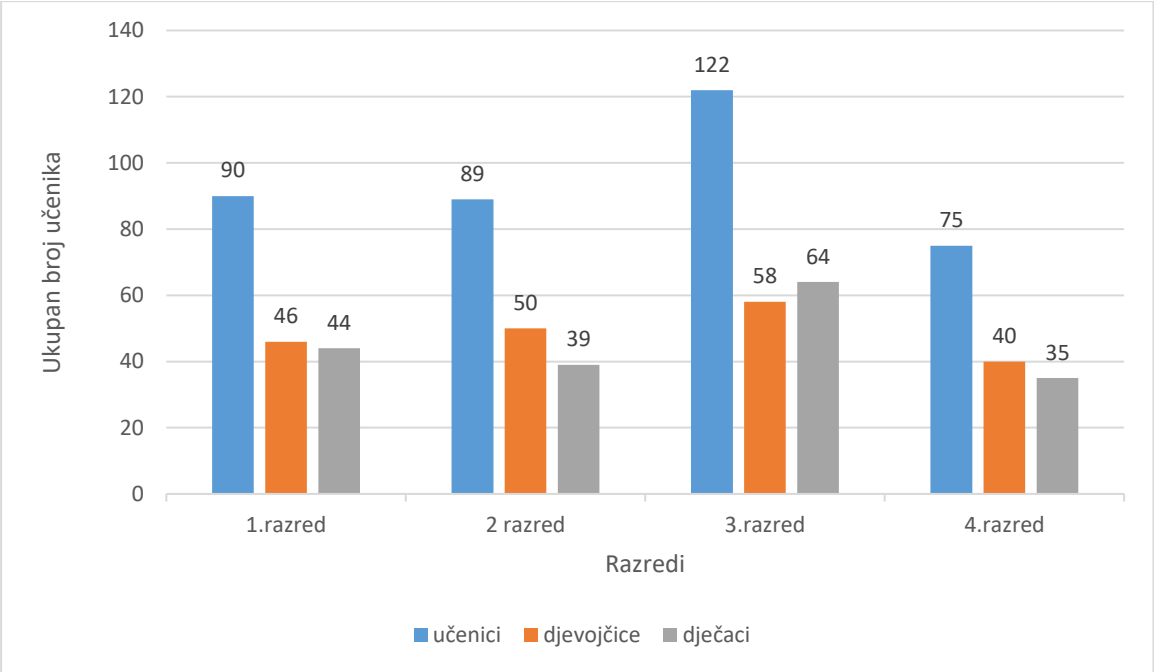
2.1. Uzorak

Za istraživanje su se koristile pisane provjere znanja sa Županijskog natjecanja iz Biologije održanog 2015. godine za učenike od prvog do četvrtog razreda srednjih škola i istraživački radovi učenika čije su teme prihvatili članovi Državnog povjerenstva. Natjecanju je ukupno pristupilo 376 učenika, od kojih je 44 učenika ujedno sudjelovalo u natjecanju u obje kategorije natjecanja (u kategoriji znanja i u kategoriji izrade istraživačkog rada) (slika 1).



Slika 1. Razdioba učenika po kategorijama na Županijskom natjecanju iz biologije 2015.godine

Ukupno je analiziran 31 istraživački rad jer učenici mogu sudjelovati u izradi rada sami ili u paru. Učenici čije su teme istraživačkih radova prihvaćene od strane Državnog povjerenstva pristupili su samo županijskoj razini natjecanja u znanju na kojoj su postigli minimalno 40% od maksimalnog broja bodova pisane provjere znanja kako bi mogli dalje sudjelovati na državnoj razini natjecanja. Ako su u izradi rada sudjelovala dva učenika, oba su morala postići navedeni postotak bodova u pisanoj provjeri znanja.



Slika 2. Zastupljenost učenika po razredu i spolu

U prvom razredu natjecanju je ukupno pristupilo 90 učenika, od toga 46 djevojčica i 44 dječaka. U drugom razredu ukupno je pristupilo 89 učenika, 50 djevojčica i 39 dječaka. U trećem razredu ukupno je pristupilo 122 učenika, 58 djevojčica i 64 dječaka. U četvrtom razredu ukupno je pristupilo 75 učenika, 40 djevojčica i 35 dječaka (slika 2).

2.2. Instrumenti istraživanja

Sve pisane provjere znanja i odabrani istraživački radovi sa Županijskog natjecanja 2015. godine obrađeni su u Microsoft Excel-u. U tablice u Excel-u uneseni su odgovori učenika i radi lakše analize svakom pitanju pridodane su vrijednosti 0 ili 1. Vrijednost 1 označava odgovor koji je u potpunosti točan, a vrijednost 0 ako je odgovor netočan. Na temelju toga određen je postotak točnih odgovora u pojedinim pitanjima. Također u Excel tablice uneseni su i rezultati u kategoriji natjecanja u istraživačkim radovima koje su procjenitelji Državnog povjerenstva posebno ocjenjivali prema rubrikama za prijavu teme istraživačkog rada (prilog 1) te rubrikama za rukopis istraživačkog rada (prilog 2). Najveći broj bodova koje su učenici mogli ostvariti prilikom prijave rada je 20, dok su iz rukopisa mogli osvojiti najviše 35 bodova. Ispiti sa Županijskog natjecanja iz Biologije sastoje se od 29 do 50 pitanja, što uključuje i potpitanja. Potpitanja su obrađena zasebno kako bi se dobili što točniji rezultati, ali i radi jednostavnije i preciznije analize pitanja. Ispit za prvi razred sastoji od ukupno 33 pitanja, ispit za drugi razred od 43 pitanja, ispit za treći razred od 29 pitanja, a ispit za četvrti razred od 50 pitanja. Za analizu

pitanja provjere znanja učenika koristila se metoda procjene kvalitete pitanja predložena od strane Radanović i sur. (2010). Za procjenu kvalitete pitanja određene su dvije osnovne kategorije - prirodoslovna pismenost i utjecaj pitanja na odgovor. Kategorija *prirodoslovna pismenost* vezana je uz struku, a da bi procjena bila što bolja ona se sastoji od 4 elemenata procjene. Pri procjeni elemenata te kategorije koristi se skala s rasponom vrijednosti od *jako nevažno* do *jako važno*. Druga kategorija je *utjecaj oblikovanja pitanja na odgovor* učenika. Za procjenu utjecaja samog pitanja na odgovor učenika koristi se skala s rasponom vrijednosti od *jako utječe – ne utječe*. Procjena kvalitete pitanja određuje se prema formuli (PP+U)/2 te se tako dobivena procjena objašnjava prema sljedećem: 1- loše postavljeno pitanje, 2- slabo postavljeno pitanje, 3- dobro postavljeno pitanje, 4- vrlo dobro postavljeno pitanje, 5- izvrsno postavljeno pitanje (tablica 4).

Tablica 4. Elementi i kriteriji za procjenu kvalitete pitanja

<table>
<tr><th>Kvaliteta pitanja</th><th colspan="2">Procjena prirodoslovne pismenosti</th><th colspan="2">Procjena utjecaja pitanja na odgovor</th></tr>
<tr><td rowspan="6">1 – LOŠE
2 – SLABO
3 – DOBRO
4 – VRLO DOBRO
5 - IZVRSNO</td><td>Elementi procjene prirodoslovne pismenosti</td><td>SKALA VAŽNOSTI PITAJA</td><td>Elementi procjene utjecaja pitanja na odgovor</td><td>SKALA UTJECAJA PITANJA NA ODGOVOR</td></tr>
<tr><td>A - važnost pitanja za struku</td><td rowspan="4">1 – jako nevažno
2 – nevažno
3 – srednje važno
4 – važno
5 – jako važno</td><td>E - razumljivost</td><td rowspan="4">1 – jako utječe
2 – dosta utječe
3 – srednje utječe
4 – slabo utječe
5 – ne utječe</td></tr>
<tr><td>B - važnost pitanja za život</td><td>F - konstrukcija pitanja</td></tr>
<tr><td>C - važnost pitanja za propisani program</td><td>G - logičko zaključivanje</td></tr>
<tr><td>D – kritičko mišljenje</td><td>H - rad učitelja</td></tr>
<tr><td>(PP+u)/2</td><td>PRIRODOSLOVNA PISMENOST(PP)</td><td>(A+B+C+D)/4</td><td>UTJECAJ pitanja na odgovor (U)</td><td>(E+F+G+H)/4</td></tr>
</table>

Za pitanja je određena kognitivna razina i indeks lakoće pitanja (p) prema tablici 5. Indeks lakoće pitanja računa se prema riješenosti pojedinog pitanja (p=broj točnih odgovora/ukupni broj učenika koji su pristupili testu).

Tablica 5. Skala za procjenu kognitivnih razina i indeksa lakoće pitanja

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

Za određivanje kognitivne razine pitanja korištena je revidirana Bloomova taksonomija (prema Crooks, 1988) u kojoj se razlikuju tri kognitivne razine znanja:

- I. razina – reprodukcijsko i literaturno znanje - podrazumijeva prepoznavanje i dosjećanje činjenica te se od učenika zapravo očekuje prisjećanje činjenica ili sadržaja, a ne neko dublje znanje jer na ovim zadacima učenici ili znaju ili ne znaju odgovor
- II. razina – konceptualno razumijevanje i primjena znanja - od učenika se očekuje da mogu koristiti slike i grafove te pravilno interpretirati i prikazati podatke koji se na njima nalaze
- III. razina – rješavanje problema - od učenika se očekuje da mogu analizirati pojedini problem (Radanović i sur., 2013).

2.3. Statistička obrada podataka

Povezanost kvalitete prijave teme i kvalitete rukopisa s uspjehom postignutim na pisanoj provjeri znanja kao i povezanosti između pojedinih rubrika za ocjenu teme i rukopisa utvrđivana je uz pomoć indeksa korelacije. U slučajevima linearne povezanosti i normalne distribucije korišten je Pearsonov koeficijent korelacije (r). Vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije kreće se od +1 (savršena pozitivna korelacija) do –1 (savršena negativna korelacija). Predznak koeficijenta upućuje na smjer korelacije (pozitivna ili negativna), ali ne i na veličinu korelacije.

U slučajevima nejednakih i nesimetričnih varijabli te ekstremnih pojedinačnih rezultata korišten je Spearmanov koeficijent korelacije (ρ). Kod interpretacije rezultata korelativne povezanosti korištena je skala prema Hopkinsu (2000) (tablica 6).

Tablica 6. Prikaz skale interpretacije prema Hopkinsu (2000)

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

Istraživački radovi vrednovani su tako da se prvo bodovala prijava teme istraživačkog rada prema kategorijama prikazanima u prilogu 1, a zatim rukopis istraživačkog rada prema

kategorijama prikazanima u prilogu 2. Na procjeni kvalitete istraživačkih radova sudjelovala su 3 procjenitelja koji su ujedno članovi Državnog povjerenstva. Da bi se uvidjelo koliko se njihova mišljenja međusobno podudaraju ili razlikuju korišten je *Fleiss Kappa* koeficijent. Vrijednosti *Kappa* koeficijenta (tablica 7) mogu se kretati od 0 (nikakvo slaganje procjenitelja) do 1 (izvrsno slaganje procjenitelja) (Landis i Koch, 1977). Za analizu Fleiss Kappa koeficijenta korišten je on-line StatsToDo (Chang, 2014).

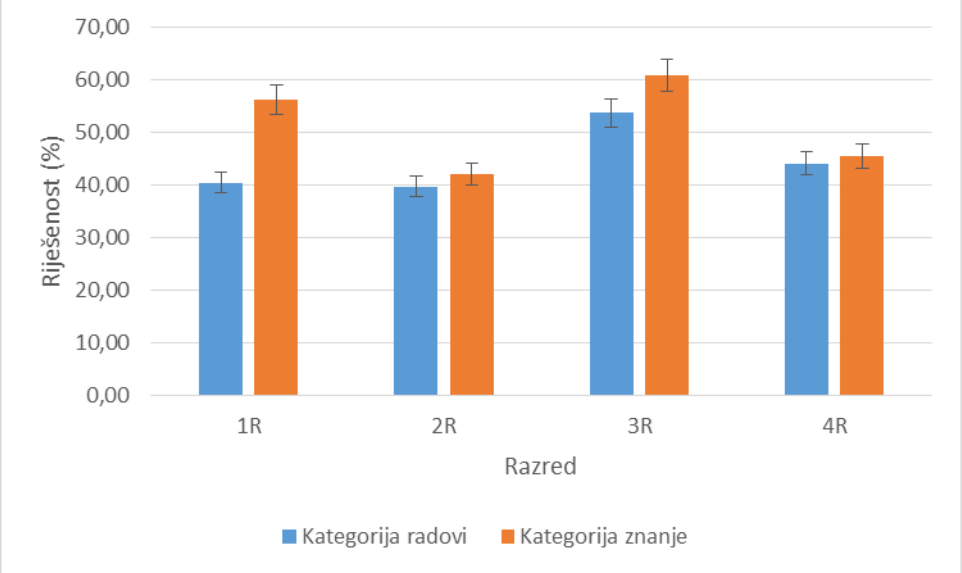
Tablica 7. Fleiss Kappa vrijednosti

➢ **Izvrsno slaganje procjena - od 1,00 do 0,81**
➢ **Značajno slaganje – od 0,80 do 0,61**
➢ **Umjereno slaganje - od 0,60 do 0,41**
➢ **Slabo slaganje - od 0,40 do 0,21**
➢ **Gotovo nikakvo ili nikakvo slaganje - od 0,20 do 0**

3. REZULTATI

3.1. Analiza riješenosti pisane provjere znanja

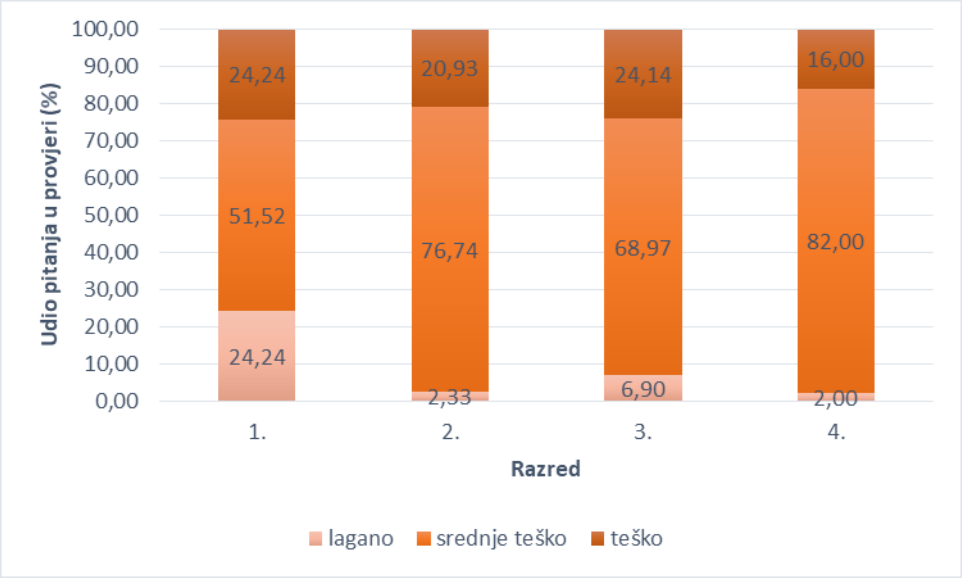
Analizom pisane provjere znanja učenika pojedinih razreda srednje škole uočeno je kako su učenici koji su pristupili pisanoj provjeri znanja bez istraživačkog rada (kategorija znanja) imali bolju srednju riješenost od učenika koji su provjeri znanja na županijskoj razini pristupili zajedno s istraživačkim radom (kategorija radova) (slika 3). Provjeru znanja najuspješnije su riješili učenici 3. razreda u obje kategorije (u kategoriji znanja postigli su ukupnu riješenost od 60,84%, a iz kategorije radova srednju riješenost od 53,71%). Najlošiju srednju riješenost postigli su učenici 2. razreda u obje kategorije (42,06% je ukupna riješenost u kategoriji znanje i 39,71% u kategoriji radova). Učenici 4. razreda koji pripadaju kategoriji znanja postigli su srednju riješenost od 45,44%, dok su učenici iz kategorije radova postigli srednju riješenost od 44,11%. Učenici 1. razreda u kategoriji znanja postigli su srednju vrijednost riješenosti pisane provjere znanja od 56,18%, a učenici iz kategorije radova od 40,46%.



Slika 3. Srednja riješenost pisane provjere znanja učenika po razredima i kategorijama

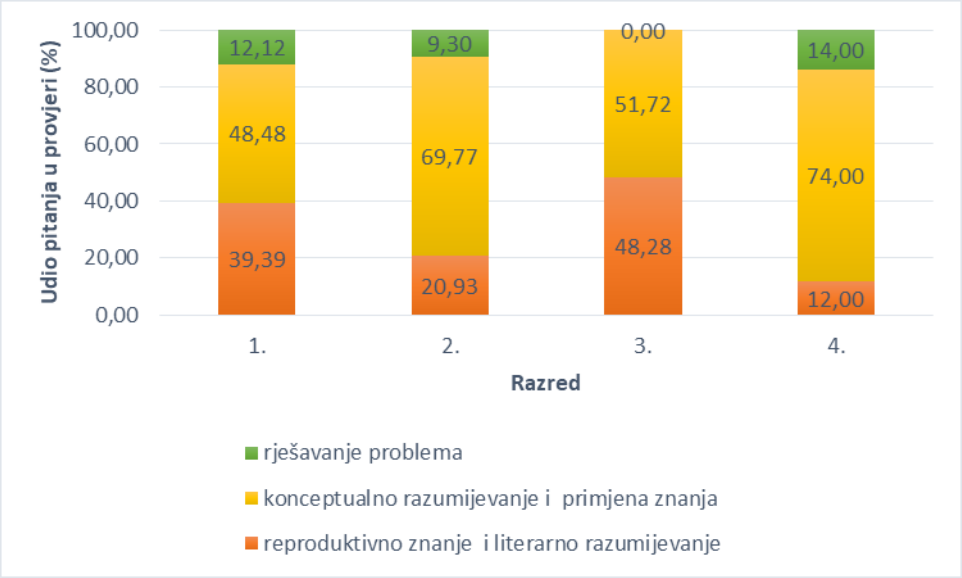
3.2. Analiza pisane provjere provedene na natjecanju iz biologije na županijskoj razini

Na osnovi riješenih pisanih provjera znanja za svaki pojedini razred napravljena je analiza pitanja prema indeksu lakoće (slika 4).



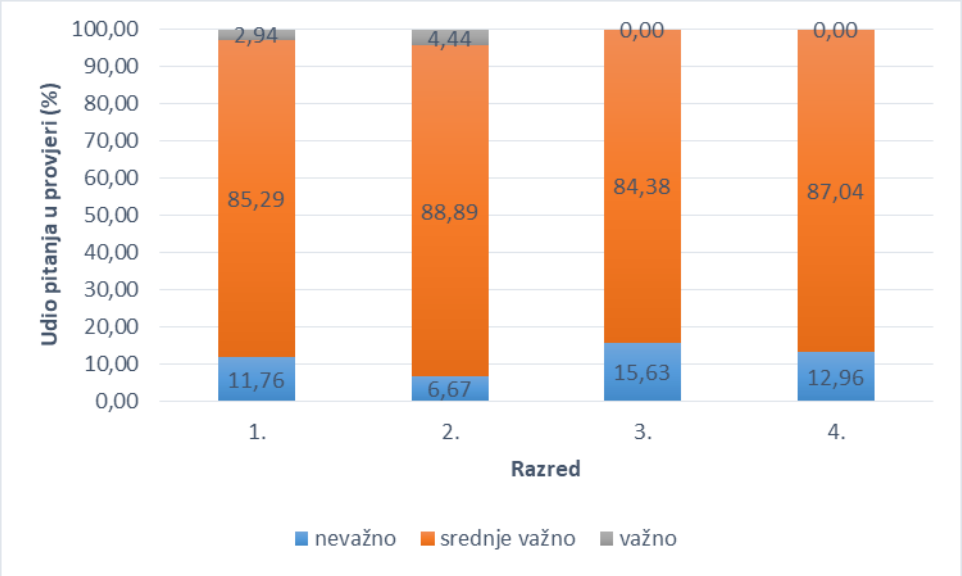
Slika 4. Postotni udio pitanja kategoriziranih prema težini pitanja u pisanoj provjeri znanja pojedinog razreda

Prema težini pitanja u svim razredima većinom su zastupljena srednje teška pitanja u pisanoj provjeri znanja. Tako je u provjeri znanja za 4. razred najviše srednje teških pitanja, njih 82%, zatim slijedi 2. razred s 76,74% srednje teških pitanja, 3. razred s 68,97% i na kraju 1. razred s 51,52% srednje teških pitanja. Najviše laganih pitanja je u 1. razredu s 24%, zatim slijedi 3. razred s 6,9%, a 2. i 4. razred imaju podjednak postotak laganih pitanja. Teška pitanja najzastupljenija su u 1. razredu, 24,24%, zatim slijedi 3. razred s 24%. 2. razred ima 20,93% teških pitanja, dok je u 4. razredu udio teških pitanja najmanji, 16% (slika 4).



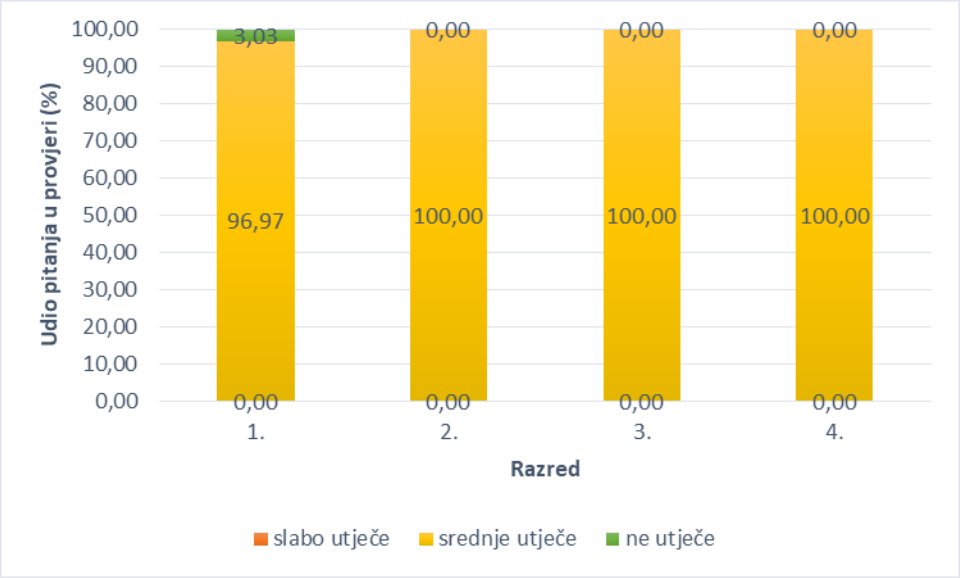
Slika 5. Postotni udio pitanja u pisanoj provjeri znanja pojedinog razreda prema kognitivnim razinama

Kako prikazuje slika 5 sve tri kognitivne razine prisutne su u provjeri za sve razrede osim za treći razred. U svim razredima najviše zadataka ispituje drugu kognitivnu razinu – konceptualno razumijevanje i primjenu znanja. Tako je druga kognitivna razina najzastupljenija u 4. razredu s 74%, slijedi 2. razred s 69,77%, zatim 3. razred s 51,72% i na kraju 1. razred s 48,48%. Prva kognitivna razina – reprodukcija znanja i literarno razumijevanje je sljedeća po zastupljenosti koja se ispituje u svim razredima, a najviše u 3. razredu s 48,28%. Slijedi ga 1. razred s 39,39%, 2. razred s 20,93% te 4. razred s 12%. Treća kognitivna razina – rješavanje problema najmanje je zastupljena u svim razredima, a u 3. razredu se ne pojavljuje niti jedno pitanje koje ispituje 3. kognitivnu razinu. U 2. razredu je zastupljena s 9,3% , u 1. razredu s 12% i u 4. razredu s 14%.



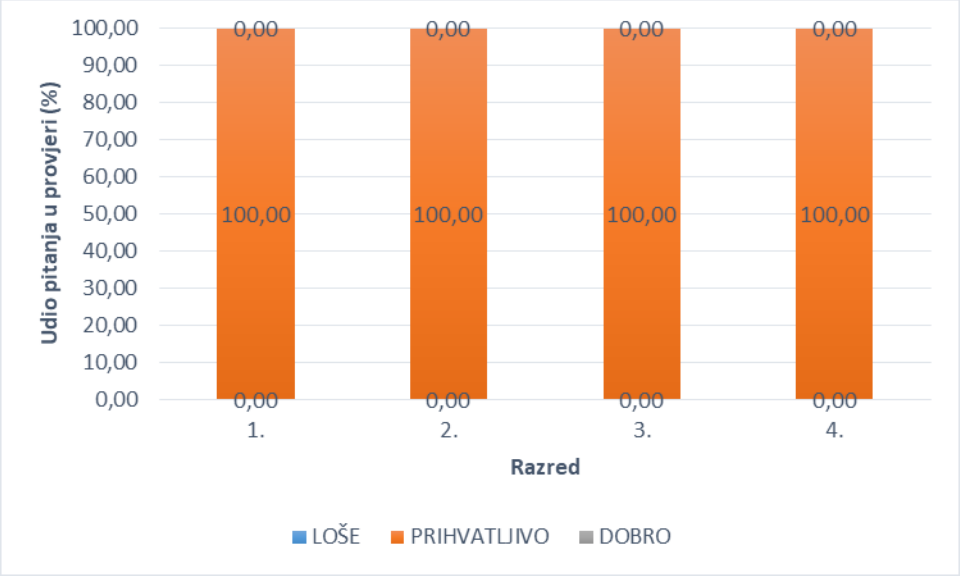
Slika 6. Postotni udio pitanja u pisanoj provjeri znanja prema važnosti pitanja za prirodoslovnu pismenost po razredima

Skala procjene važnosti pitanja za prirodoslovnu pismenost kreće se od jako važno do jako nevažno (tablica 4). U provjerama se pojavljuju pitanja u skali od nevažno, srednje važno i važno. Najzastupljenija procjena važnosti u svim razredima je srednje važno pitanje i to u vrlo sličnim postotcima. Za 2. razred 88,89%, 4. razred 87,04 %, 1. razred 85,29 % i 3. razred 84,38 %. Nevažna pitanja prisutna su u svim provjerama i to najviše u 3. razredu s 15,63%, zatim 4. razred s 12,96%, 1. razred s 11,76% i na kraju 2. razred s 6,67%. U 3. i 4. razredu nema niti jednog pitanja koje je važno, dok je u 2. razredu udio važnog pitanja 4,44 % i u 1. razredu 2,94 % (Slika 6).



Slika 7. Utjecaj pitanja na odgovor učenika po razredima u pisanim provjerama znanja

Druga kategorija kojom se procjenjuje kvaliteta pitanja jest utjecaj pitanja na odgovor. Skala koja se koristi za procjenu kreće se u rasponu od *jako utječe* do *ne utječe* (prema tablici 4). U drugom, trećem i četvrtom razredu pitanja srednje utječu na odgovor učenika i to s 100%. U prvom razredu pitanja koja srednje utječu na odgovor učenika zastupljena su s 97% u pisanoj provjeri, dok 3% pitanja uopće ne utječu na odgovor učenika (slika 7).



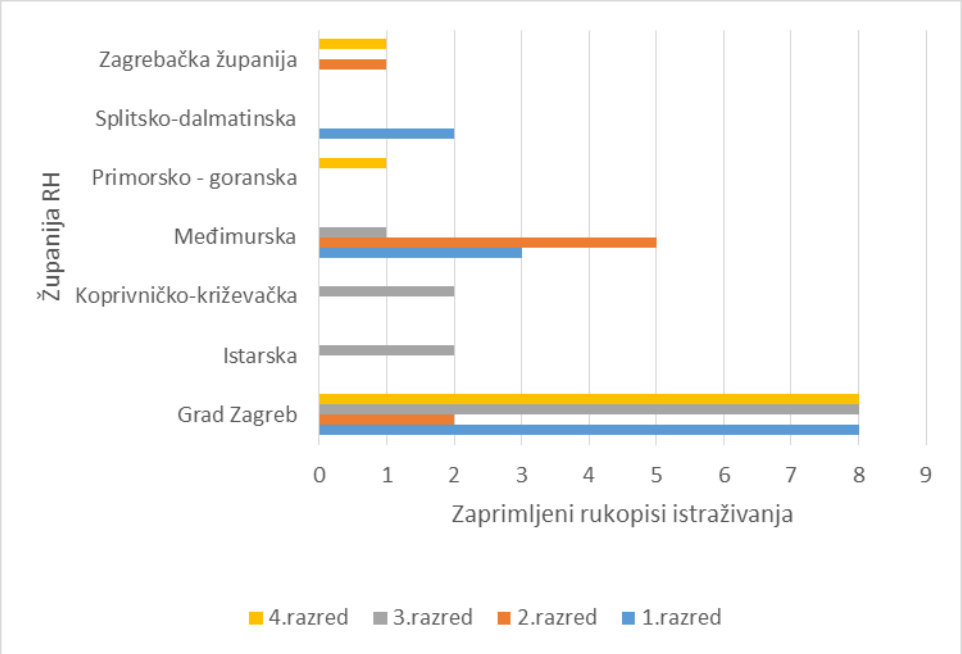
Slika 8. Kvaliteta pitanja u pisanim provjerama znanja po razredima

Procjena elemenata kvalitete pitanja u pisanim provjerama znanja određuje se prema formuli (PP+U)/2 te kreće se u rasponu od *loše* do *izvrsno* (prema tablici 4). Prema tome je dobiven

rezultat da je u svim pisanim provjerama znanja sa Županijskog natjecanja 2015. godine u svim razredima kvaliteta 100 % prihvatljiva (slika 8).

3.3. Analiza istraživačkih radova

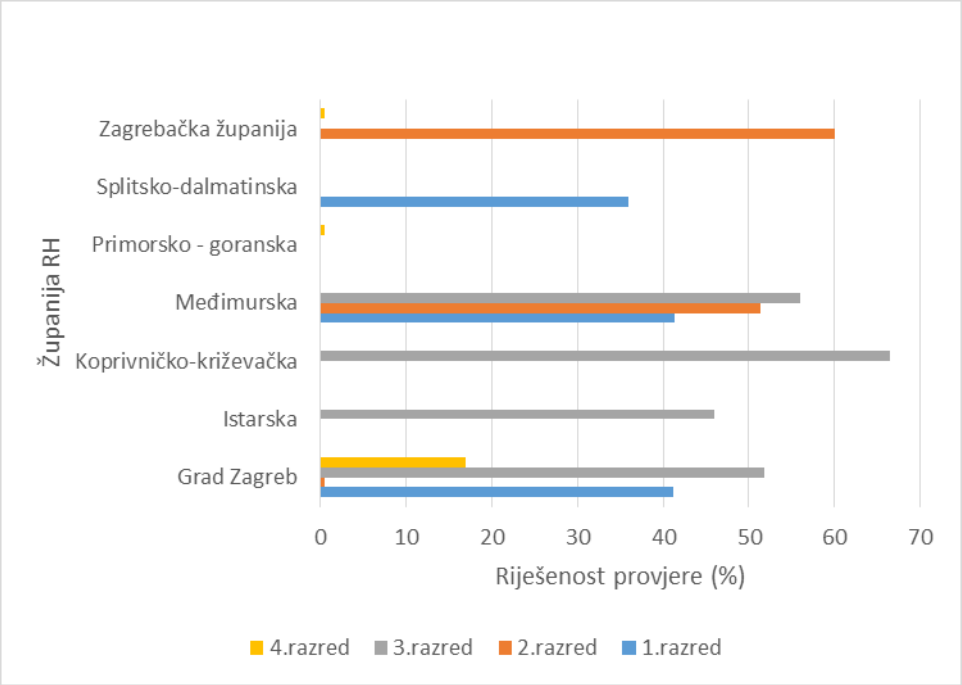
Analiza je provedena na 31 istraživačkom radu, odnosno na ukupno 44 učenika jer na jednom istraživačkom radu mogu sudjelovati i po dva učenika zajedno. Analizirana je zastupljenost istraživačkih radova po županijama, uspjeh učenika u pisanoj provjeri znanja iz kategorije radova po županijama, ostvareni bodovi u prijavi teme i rukopisu istraživačkog rada te je analiziran ostvaren broj bodova u pojedinoj biološkoj disciplini kod prijave teme odnosno rukopisa istraživačkog rada.



Slika 9. Broj zaprimljenih rukopisa istraživanja po županijama

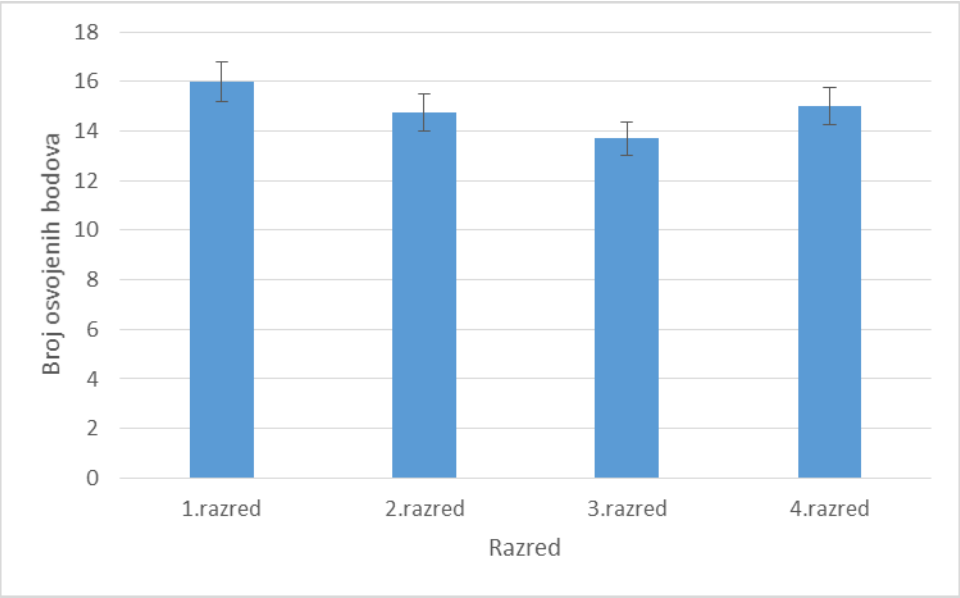
Najviše je učenika sudjelovalo iz županije Grad Zagreb, njih 26, zatim slijedi Međimurska županija s 9 učenika, dok su Zagrebačka, Splitsko – dalmatinska, Koprivničko – križevačka i Istarska županija zastupljene su s jednakim brojem učenika, po 2 učenika. Primorsko – goranska županija sudjelovala je na natjecanju s 1 učenikom. Iz Grada Zagreba na natjecanju je sudjelovalo po 8 učenika u 1., 3. i 4. razredu i 2 učenika u 2. razredu. Iz Međimurske županije najviše učenika je prisustvovalo u 2. razredu, njih 5. Iz 1. razreda su sudjelovala 3 učenika i iz 3. razreda 1 učenik. Koprivničko – križevačka i Istarska županija zastupljene su svaka s po 2 učenika iz 3. razreda. Iz Splitsko – dalmatinske županije sudjelovala su 2 učenika 1. razreda.

Zagrebačka županija zastupljena je s po 1 učenikom 4. razreda i 1 učenikom 2. razreda dok je Primorsko – goranska zastupljena samo s 1 učenikom 4. razreda (slika 9).



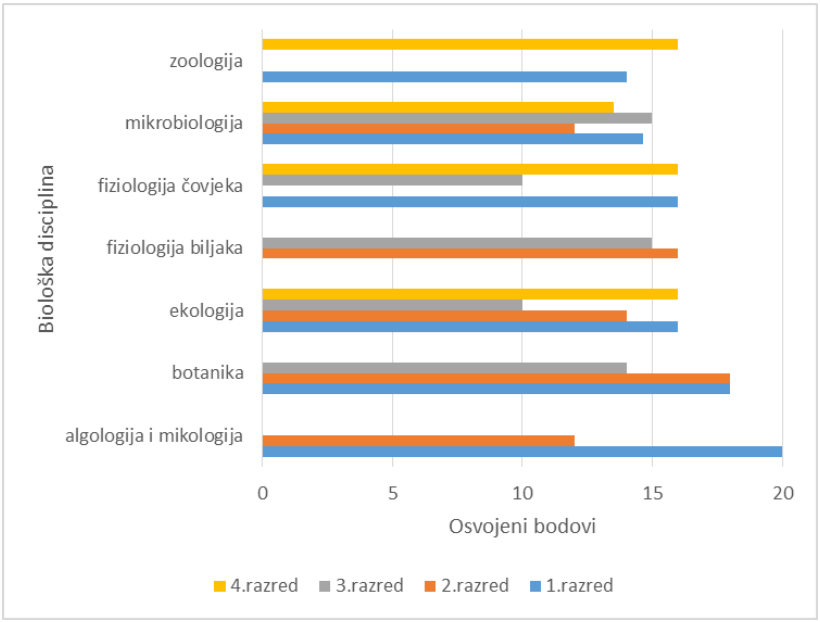
Slika 10. Analiza srednje riješenosti pisane provjere znanja učenika koji su pristupili natjecanju zajedno s istraživačkim radom po županijama

Kako prikazuje slika 10 srednja riješenost pisane provjere znanja učenika koji su pristupili natjecanju zajedno s radom (kategorija radovi) u 1. razredu najbolja je u Gradu Zagrebu i Međimurskoj županiji, dok je u Splitsko-dalmatinskoj najslabija. Učenici 2. razreda najbolju srednju riješenost postigli su u Zagrebačkoj županiji te njih slijedi Međimurska županija, dok je u Gradu Zagrebu najslabija srednja riješenost učenika drugog razreda. Učenici 3. razreda najbolju srednju riješenost postigli su u Koprivničko-križevačkoj županiji, a slijede ih Međimurska županija, Grad Zagreb i Istarska županija. Učenici 4. razreda najbolje rezultate su postigli u Primorsko – goranskoj županiji, zatim u Zagrebačkoj i na posljetku u Gradu Zagrebu.



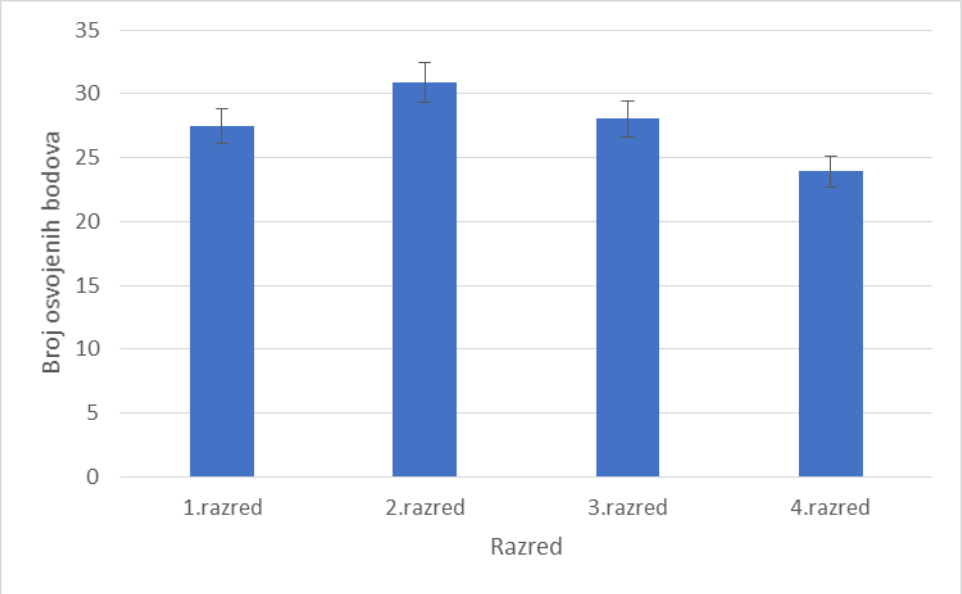
Slika 11. Broj osvojenih bodova u prijavi teme po razredima

Iz prijave teme istraživačkog rada učenici su mogli osvojiti maksimalno 20 bodova. Boduju se ukupno 4 rubrike, a to su cilj i pretpostavka istraživanja, plan istraživanja, područje istraživanja i metode rada te analiza podataka. Rubrikama su dodijeljeni bodovi 5, 3 i 1 (prilog 1). Prema srednjoj vrijednosti osvojenih bodova najviše su bodova iz prijave teme osvojili učenici 1. razreda, a zatim učenici 4. razreda i 2. razreda. Najmanje bodova osvojili su učenici 3. razreda (slika 11).



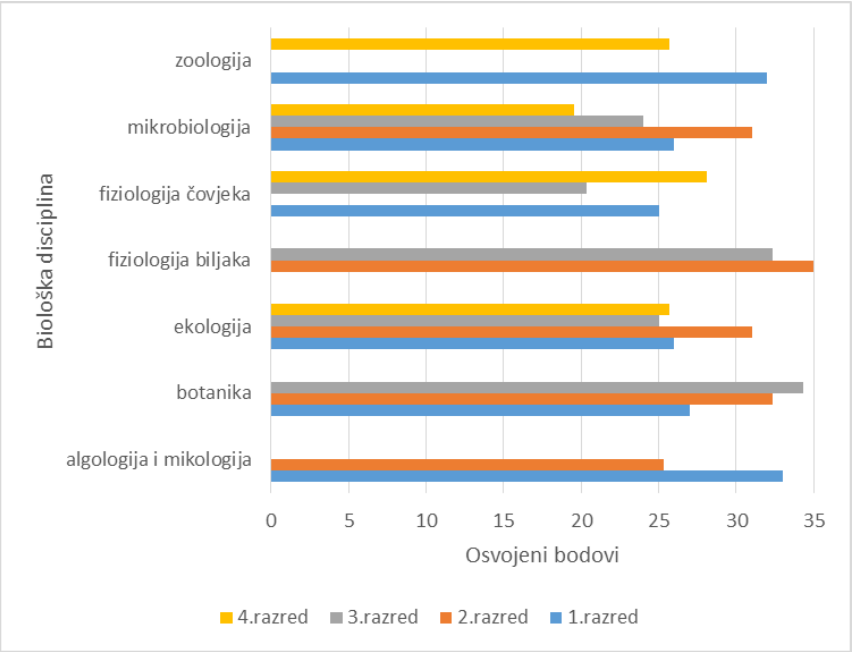
Slika 12. Zastupljenost bioloških disciplina u istraživačkim radovima po razredima i broj osvojenih bodova iz prijave teme

Svakom istraživačkom radu određena je biološka disciplina kojoj pripada i ukupan broj osvojenih bodova iz prijave teme rada. Kao što prikazuje slika 12. u 1. razredu najviše je bodova osvojio rad koji pripada biološkoj disciplini algologija i mikologija s 20 bodova i to je jedini rad iz svih razreda koji je osvojio najveći mogući broj bodova iz prijave teme. U 1. razredu još se pojavljuju radovi iz bioloških disciplina botanika, ekologija, fiziologija čovjeka, mikrobiologija i zoologija. U 2. razredu najviše je bodova (18 bodova) osvojio rad koji pripada biološkoj disciplini botanika. Još se pojavljuju radovi iz fiziologije biljaka, ekologije, mikrobiologije i algologije i mikologije. U 3. razredu radovi koji pripadaju biološkim disciplinama mikrobiologija i fiziologija bilja osvojili su 15 bodova. Slijede ih radovi iz bioloških disciplina botanika, fiziologija čovjeka i ekologija. U 4. razredu radovi iz zoologije, fiziologije čovjeka i ekologije osvojili su po 16 bodova, a rad koji pripada biološkoj disciplini mikrobiologija osvojio je 13 bodova iz prijave teme istraživačkog rada, što je ujedno i najmanje osvojeni broj bodova iz prijave rada.



Slika 13. Broj osvojenih boda iz rukopisa istraživačkog rada po razredima

Iz rukopisa istraživačkog rada učenici su maksimalno mogli osvojiti 35 bodova. Ukupno ima 7 rubrika koje se boduju prilikom ocjenjivanja rukopisa istraživačkog rada, a to su propisani elementi rada, obrazloženje teme i cilj istraživanja, uvod, metode, rezultati, rasprava i kvaliteta sadržaja. Rubrikama su dodijeljeni bodovi 5, 3 i 1 (prilog 2). Iz slike 13 vidljivo je da su iz rukopisa istraživačkog rada najviše srednje vrijednosti ostvarili učenici 2. razreda, 1. i 3. razred je ostvario podjednak broj bodova, dok su učenici 4. razreda ostvarili najmanje bodova iz rukopisa.



Slika 14. Zastupljenost bioloških disciplina u istraživačkim radovima i osvojeni bodovi iz rukopisa po razredima

Kao što se vidi na slici 14 prikazani su osvojeni bodovi rukopisa po biološkim disciplinama kojima istraživački radovi pripadaju. Rukopis 1. razreda koji pripada biološkoj disciplini algologija i mikologija osvojio je najviše bodova. Zatim po broju osvojenih bodova slijede rukopisi koji pripadaju biološkoj disciplini zoologija, botanika, mikrobiologija, ekologija te na kraju fiziologija čovjeka. U 2. razredu najviše osvojenih bodova dobio je rukopis biološke discipline fiziologija bilja, zatim slijede rukopisi iz botanike, mikrobiologije, ekologija i algologija i mikologija. U 3. razredu najviše bodova osvojio je rukopis koji pripada biološkoj disciplini botanika, zatim fiziologija bilja, mikrobiologija te na kraju ekologija. U 4. razredu rukopis koji pripada fiziologiji čovjeka osvojio je najviše bodova, zatim slijede radovi koji pripadaju biološkim disciplinama zoologija i ekologija te na kraju s najmanjim brojem osvojenih bodova je rukopis iz mikrobiologije.

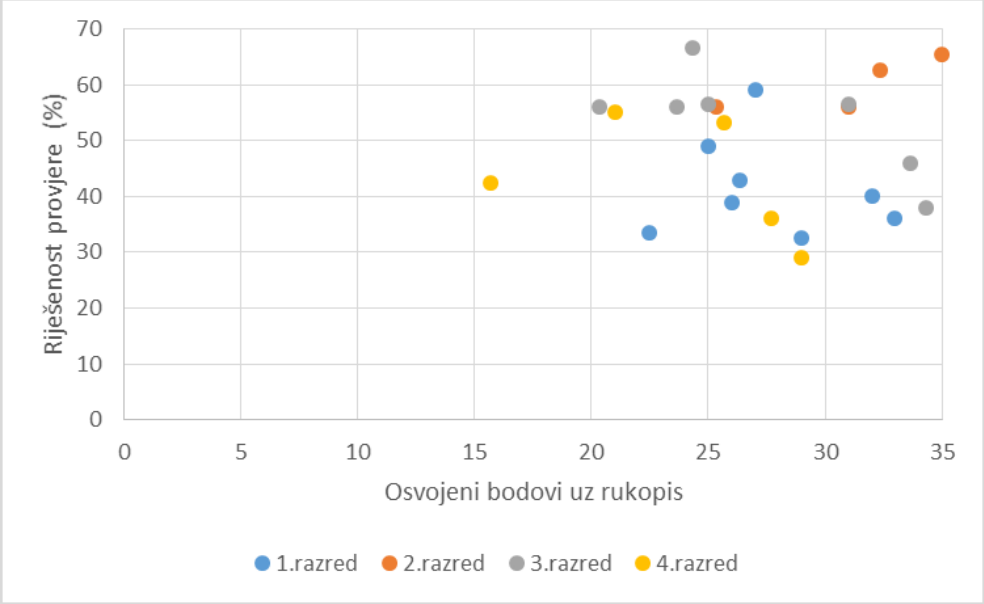
Tablica 8. *Fleiss Kappa* vrijednosti slaganja procjenitelja

	PROPISANI ELEMENTI RADA	OBRAZLOŽENJE TEME I CILJ ISTRAŽIVANJA	UVOD	METODE	REZULTAT	RASPRAVA	KVALITETA SADRŽAJA	UKUPNO
Fleiss Kappa	0,1124	0,3038	0,402	0,2221	0,2447	0,3193	0,2262	0,1822

Svaki rukopis istraživačkog rada boduju 3 procjenitelja Državnog povjerenstva i svaki boduje sve rubrike. Zatim se svi bodovi iz svih rubrika zbroje i podijele s 3 pa se na temelju srednjih vrijednosti bodova dobivenih za pojedinu rubriku rukopisa istraživačkog rada određuje koji rad je zadovoljio sve propisane kriterije te može li sudjelovati dalje na državnom natjecanju. Prema *Fleiss Kappa* vrijednosti (tablica 7) u procjenama vrijednosti rukopisa, među rubrikama *propisani elementi rada* i *ukupno* nema gotovo nikakvog slaganja među procjeniteljima. Za rubrike *obrazloženje teme i cilj istraživanja*, *metode*, *rezultati*, *rasprava* i *kvaliteta sadržaja* slaganje je slabo, dok je umjereno slaganje među procjeniteljima prisutno u rubrici *uvod* (tablica 8).

3.3.1. Analiza istraživačkog rada s obzirom na riješenost pisane provjere

Analiziran je postotak riješenosti pisane provjere znanja u odnosu na osvojene bodove rukopisa istraživačkog rada te je odnos prikaz na slici 15.



Slika 15. Međuodnos osvojenih bodova rukopisa i riješenosti provjere znanja po razredima

Učenici prvog razreda osvojili su između 64% i 94% bodova od ukupnog broja bodova iz rukopisa dok se riješenost pisane provjere kreće između 33% i 59%. Učenici drugog razreda osvojili su između 74% i 100% bodova iz rukopisa, a riješenost provjere se kreće između 52% i 68%. Učenici trećeg razreda osvojili su između 60% i 97% iz rukopisa, a postotak riješenosti provjere kreće se između 38% i 68%. U četvrtom razredu učenici su osvojili iz radova između 46% i 80%, a iz riješenosti provjere između 29% i 55% (slika 15). Vidljivo je kako su učenici koji su natjecanju pristupili u obje kategorije postigli bolje rezultate iz istraživačkih radova nego što su to postigli iz pisane provjere znanja i to u svim razredima.

3.3.2. Analiza povezanosti riješenosti pisane provjere znanja s uspjehom ostvarenim prijavom teme, rukopisom i obranom rukopisa na državnom natjecanju

Opisanim koeficijentima korelacije određena je međusobna povezanost riješenosti pisane provjere znanja i prijave teme te riješenosti pisane provjere znanja s rukopisom. Također su se analizirale korelativne povezanosti kvalitete prijave teme s kvalitetom rukopisa kao i korelacija određenih rubrika za procjenu prijave teme rada i rukopisa. Isto tako analizirali su se koeficijenti korelacije između ukupne riješenosti pisane provjere znanja i zadataka povezanih uz temu istraživačkog rada. Također su se analizirali koeficijenti korelacije osvojenih bodova na Državnom natjecanju i riješenost pisane provjere znanja na županijskoj razini. Za interpretaciju rezultata korištena je skala prema Hopkinsu (tablica 6).

Kod svih učenika sudionika natjecanja u obje kategorije (znanje i istraživački radovi) prije odabira kandidata za državno natjecanje nije utvrđena korelacija riješenosti pisane provjere znanja i postignutih bodova pri pripremi prijave teme ($r = -0,17$) kao i pisane provjere znanja i postignutih bodova rukopisa (rada) istraživanja ($r = 0,002$). U uzorku učenika koji su pozvani na Državno natjecanje nema povezanosti riješenosti pisane provjere znanja na županijskoj razini i osvojenih bodova na Državnom natjecanju u učeničkom istraživanju ($r = 0,07$). Bodovi koje su učenici osvojili na Državnom natjecanju iz istraživačkog rada odnose se na obranu istraživačkog rada što znači da su se ocjenjivali plakat uz istraživački rad, prezentacija rada i odgovori na pitanja prema kategorijama kako je naznačeno u prilozima 3, 4 i 5. Između ukupne riješenosti pisane provjere znanja i zadataka povezanih uz temu istraživanja svakog učenika pojedinog razreda uočava se velika korelativna povezanost ($r = 0,56$). Ukupno osvojen broj bodova na Državnom natjecanju manje je povezan s kvalitetom prijave teme ($r = 0,20$), dok je uočena izrazita povezanost s kvalitetom rukopisa pripremljenog za natjecanje ($r = 0,79$).

Priprema *cilja* i *pretpostavke* (rubrike za procjenu teme) istraživanja u prijavi teme srednje (r = 0,35) je povezana s kvalitetom rubrike *obrazloženja teme* i rubrike *cilja istraživanja* rukopisa istraživanja za natjecanje. I u ostalim rubrikama između teme i rukopisa uočena je korelacija. Tako je dobro osmišljen *plan istraživanja* u prijavi teme u srednjoj (r = 0,31) korelativnoj povezanosti s *kvalitetom metoda* u rukopisu. Izraziti je utjecaj kvalitete pripreme svih dijelova rukopisa (r u rasponu od 0,72 do 0,87) i odabira rukopisa za sudjelovanje na Državnom natjecanju. Na kvalitetu sadržaja istraživanja najveći je utjecaj zabilježen uz kvalitetu rasprave (r = 0,71). Bodovi osvojeni na Državnom natjecanju u radovima najviše su povezani s kvalitetom *rasprave* koju su učenici pripremili u rukopisu (r = 0,83), te uz kvalitetu *teoretske podloge istraživanja* prikazanoj u uvodu rukopisa (r = 0,70).

4.RASPRAVA

Provedenim istraživanjem uspoređena je uspješnost učenja kod učenika srednjih škola koji su pristupili Županijskom natjecanju 2015. godine samo u znanju i učenika koji su pristupili natjecanju u znanju zajedno s istraživačkim radom. Učenici koji su pristupili natjecanju samo u znanju postigli su bolju srednju riješenost pisane provjere znanja dok su učenici koji su sudjelovali u obje kategorije postigli slabiji rezultat iz riješenosti pisane provjere. Oni učenici koji su pristupili natjecanju zajedno s radom zasigurno su se više vremena posvetili i koncentrirali na kvalitetnu izradu i pripremu istraživačkog rada kako bi se uspješno plasirali na državno natjecanje na kojem će svoj rad i predstavljati. Također, moguće je da pokazuju više interesa za neko konkretno područje iz Biologije nego što ih zanima Biologija kao predmet u cijelosti pa su se stoga odlučili baš iz te biološke discipline izraditi istraživački rad te su tom području Biologije posvetili puno više pažnje nego cjelokupnom gradivu koje se ispituje u pisanoj provjeri znanja za razred kojeg ti učenici pohađaju. Rezultat koji su dobili iz znanja slabiji je vjerojatno i zbog toga što je tim učenicima za daljnji plasman na državno natjecanje dovoljno 40% riješenosti ispita, dok učenicima koji su pristupili samo ispitu znanja taj je postotak veći pa su i više vremena proveli pripremajući se i učeći za natjecanje.

Provjeru znanja u obje kategorije najuspješnije su riješili učenici 3. razreda. U trećem razredu najviše se obrađuje tema iz područja biologije čovjeka što je učenicima vrlo zanimljivo područje jer im je ta tematika dosta bliska pa im je stoga i zanimljiva za učenje. Fiziologija čovjeka bez nekog posebnog poticaja pobuđuje interes kod učenika i to najviše u temama koje su usmjerene prema zdravlju. Ta motiviranost učenika i njihov interes može se iskoristiti za obradu određenih bioloških tema, usvajanje novih sadržaja, ponavljanje i provjeru znanja. Teme iz tih područja jako su zahvalan materijal koji može odlično poslužiti kao poveznica stvarnog života i obaveznih nastavnih sadržaja. Istraživanja koja su provedena u 8. razredu osnovne škole i 3. razredu gimnazije kada se obrađuju teme vezane za ljudski organizam, ukazuju kako poticajno tekstovi u obliku priča s opisom nekih životnih situacija utječu na motiviranost učenika da sami istražuju i pronalaze odgovore na neka postavljena pitanja. Učenici su izrazito pozitivno reagirali pri rješavanju problemskih zadataka, bolje su shvatili sadržaj i postigli više razine ishoda učenja, a čak se je uočio i porast ocjena za sadržaje koji su uključivali problemske zadatke, posebno kod učenika koji su inače bili slabiji u znanju iz biologije (Kapov, 2009).

Ovo ujedno može objasniti i činjenicu da je na županijskom natjecanju najviše pristupilo učenika iz trećeg razreda, njih 122. Na natjecanju je sudjelovalo najmanje učenika iz četvrtog razreda, njih 75. Razlog tome mogao bi biti u tome što se učenici u četvrtom razredu već spremaju za ispite Državne mature pa oni učenici koji se odluče sudjelovati na natjecanju iz Biologije su oni kojima će Biologija biti potrebna za daljnje školovanje i odabir zanimanja. Prema spolu na natjecanju je sudjelovalo više djevojčica no dječaka što je prema Garašić (2012) bilo i očekivano jer se interes za Biologiju kod djevojčica povećava od sedmog razreda pa nadalje kroz srednju školu, dok kod dječaka interes za Biologiju opada kako se ide dalje kroz srednju školu.

Najviše teških pitanja zastupljeno je u provjeri znanja u 2. razredu (slika 4), a ta je provjera ujedno i najslabije riješena. Gradivo drugog razreda općenito je vrlo opširno i učenicima vrlo zamorno. Poučava se raznolikost vrsta, ali se često ispituje pripadnost određenoj sistematskoj kategoriji što navodi učenike na učenje napamet. Iako su učenici drugog razreda koji su pristupili natjecanju najslabije riješili pisanu provjeru znanja, oni su iz rukopisa istraživačkog rada postigli najbolje rezultate od svih sudionika natjecanja u obje kategorije. Takav rezultat može uputiti na zaključak da učenicima odgovara istraživački način učenja kada je potrebno savladati takvo gradivo. Frontalni način rada koji je najčešće zastupljen u našim školama ne daje povoljan rezultat svladavanju takvog gradiva, već nam se ovime upućuje da je upravo istraživačko učenje koje omogućava maksimalnu aktivnost učenika jedna od strategija učenja i poučavanja koja olakšava i pogoduje razumijevanju gradiva te bi se trebala primjenjivati u poučavanju nastave biologije.

Indikacije da istraživački rad utječe na uspjeh opisuje Grgurić (2016). Ona u svom radu analizira kako kvaliteta pitanja utječe na uspjeh u natjecanju učenika. Prema njenom istraživanju razlika u rezultatima između provjera učenika koji su sudjelovali s istraživačkim radovima i učenika koji su samo prisustvovali na pisanoj provjeri ide u korist onih učenika koji su sami pisali istraživački rad u onom dijelu provjere čije je rješavanje zahtijevalo vještine stečene izradom istraživačkog rada. To su vještine predviđanja, argumentiranja, zaključivanja na temelju podataka odnosno vještine koje karakteriziraju više kognitivne razine. Zato bi u nastavu biologije trebalo uvesti više praktičnog rada, izvanučioničke i istraživačke nastave jer se na taj način učenika priprema za rješavanje problema s kojima će se susretati u svakodnevnom životu, a za rješavanje tih složenih problema nije dovoljno dosjećanje i reprodukcija, već primjena analize, sinteze i zaključivanja te kritičkog i kreativnog mišljenja. Na taj bi se način kod učenika trebali razvijati njihovi sveukupni potencijali. Stoga ih je važno

poticati da koriste širok spektar intelektualnih sposobnosti, a istraživačko učenje je dobra strategija kako to učiniti. Vrijednost učeničkog sudjelovanja u istraživačkim aktivnostima, potiče prirodnu znatiželju i potkrepljuje gledanje na svijet, prirodu i društvo kao na pojave koje se mogu zahvatiti na iskustven način (Ristić- Dedić, 2013). Lujan i DiCarlo (2006) ističu da aktivno sudjelovanje učenika u nastavi i njihova uključenost u proces učenja, rezultira konceptualnim razumijevanjem i primjenom znanja koja im ostaju kao trajna znanja, dok je reproduktivno znanje podložno kratkoročnom pamćenju i brzom zaboravljanju. Sudjelovanjem u istraživačkim aktivnostima, učenici konstruiraju, proširuju i restrukturiraju vlastito znanje o predmetu istraživanja, a ujedno razvijaju istraživačke vještine te jačaju vlastito razumijevanje procesa znanosti i znanstvene spoznaje.

Ispiti za natjecanja su koncipirani tako da 60% pitanja ispituje konceptualno razumijevanje i primjenu, 30% reprodukciju i literaturno razumijevanje, a 10% primjenu znanja i rješavanje problema. Sukladno s time sastavljeni su ispiti za Županijsko natjecanje 2015. godine na kojem su se ispitivale sve tri kognitivne razine znanja, osim što u ispitu za treći razred nije zastupljeno niti jedno pitanje koje ispituje treću kognitivnu razinu. Lukša (2011) ističe da najčešće dolazi do razlika u određivanju pitanja prve i druge kognitivne razine, jer profesori često pitanje zbog određene težine svrstavaju u veću kognitivnu razinu iako ono ispituje čistu reprodukciju što se najbolje može uočiti u pisanim provjerama za županijsko natjecanje i državnu maturu. Nedovoljno iskustvo s rješavanjem zadataka viših kognitivnih razina i prenatrpani nastavni program koji utječe na slabiju kvalitetu nastavnikove podrške konceptualnom razumijevanju učenika, uz još uvijek popriličnu dominaciju tradicionalne nastave ili ponekad samo formalno provođenje aktivnih oblika učenja odražava se u smanjenoj sposobnosti i kod vrlo uspješnih učenika, kao što su oni koji sudjeluju u Natjecanju iz biologije, pri rješavanju zadataka treće kognitivne razine ističe Begić i sur. (2016). Prema PISA projektu (2012 u Braš Roth, 2013) naši učenici postižu najslabije rezultate u pitanjima koja sadrže rješavanje problema, a najbolje rezultate postižu u pitanjima koja su na prvoj kognitivnoj razini.

U pisanoj provjeri znanja na Županijskom natjecanju većina zadataka je srednje težine u svim razredima. Pri procjeni težine zadataka veliku ulogu ima i način rada samog nastavnika koji procjenjuje zadatke, jer se on ravna na osnovu svog iskustva u nastavi ili na osnovi iskustva provedenih analiza pisanih provjera. Zbog toga je izuzetno važno potaknuti nastavnike da detaljno analiziraju rezultate svojih provjera znanja, a posebno bi se trebala posvetiti pažnja tome da se kvalitativno i kvantitativno analiziraju rezultati pisanih provjera iz biologije na

državnoj razini, kao što su natjecanja učenika, ali i nacionalni ispiti i državna matura iz Biologije (Begić i sur, 2016).

Analizom istraživačkih radova analizirani su bodovi koje su učenicima dodijelili recenzenti prema prethodno definiranim rubrikama za prijava teme rada i rukopisa. Tako se za prijavu teme boduju 4 rubrike, a za rukopis 7 rubrika (prilog 1 i prilog 2). Kako bi učenici dobili dovoljan broj bodova da budu pozvani na natjecanje s rukopisom bilo je potrebno dobro napisati prijavu teme sa svim propisanim elementima koje ona sadržava. Kako navodi Fabijanić (2014) istraživački radovi učenika iz biologije visoko su vrednovani, što pokazuje da su učenici stekli sposobnost rješavanja istraživačkih problema, izražavanja i odlučivanja, te usvajanja metoda koje se rijetko rabe u klasičnoj nastavi. Teme radova su iz različitih područja biologije, a to potvrđuju i rezultati ovog istraživanja kojim je utvrđeno da su u istraživačkim radovima zastupljene teme iz raznih bioloških disciplina, a to su zoologija, mikrobiologija, fiziologija čovjeka, fiziologija bilja, ekologija, botanika i algologija i mikologija. Prije nego pristupi pripremi i izradi rada svakako je potrebno dobro proučiti i dodatno istražiti određene biološke teme u redovitoj nastavi iz kojih se može izraditi kvalitetan istraživački rad primjeren dobi i sposobnosti učenika te svakako ako se to može primijeniti i na nastavu kako bi se na što bolji način steklo što trajnije i cjelovitije znanje učenika.

Ristić-Dedić (2013) navodi kako se u dosadašnjim istraživanjima o istraživačkom pristupu nastavi pokazuje da nije opravdano pretpostaviti da djeca već posjeduju vještine potrebne za rad na aktivnostima istraživačkog učenja, kao i to da se vještine uključene u istraživačko učenje i znanstveno razmišljanje ne razvijaju same od sebe, bez prikladnog odgojno-obrazovnog iskustva, ali da istraživanja također sugeriraju razvojnu spremnost djece za jačanje i usavršavanje vještina znanstvenog razmišljanja, ukoliko im se osiguraju odgovarajuća obrazovna iskustva. Istraživanja (Kuhn i Dean, 2008.; Kuhn i Pease, 2008.; Kuhn i Franklin, 2006.; Kuhn, 2005.;) pokazuju da učenici pokazuju napredak u korištenju istraživačkih vještina i strategija čak i bez direktnog poučavanja, ukoliko se višestruko izlažu situacijama koje od njih zahtijevaju primjenu takvih vještina. Učenicima je potrebno pružiti mnogo prilika za sudjelovanje u istraživačkim aktivnostima koje, barem u temeljnim crtama, odgovaraju istraživanjima kakva se provode u znanosti, budući da kroz procese samostalnog eksperimentiranja učenici stječu relevantne vještine i uče o procesima znanosti. Za uspješno eksperimentiranje, međutim, nije važno učenike samo podučiti izvođenju pojedinih istraživačkih aktivnosti, već i razviti razumijevanje toga kada, kako i zašto koristiti pojedine aktivnosti u odgovaranju na zahtjeve zadatka. Uz osiguravanje prikladne podrške nastavnika i

suvremene tehnologije te uz prilagodbu zahtjeva aktivnosti razvojnim mogućnostima učenika, razvijanje znanstvenog razmišljanja čini se ostvarivim obrazovnim ciljem.

Bodovi koje su učenici sudionici natjecanja u obje kategorije osvojili na Državnom natjecanju u istraživačkim radovima najviše su povezani s kvalitetom rasprave koju su učenici pripremili u rukopisu istraživačkog rada te s kvalitetom teoretske podloge istraživanja prikazanoj u uvodu rukopisa. Aktivnim učenjem poboljšava se korištenje informacija, a osim toga dobra informiranost i činjenično znanje učenicima pomaže u boljem razumijevanju teorije koja je povezana s praktičnim radom. To doprinosi razvoju vještina rješavanja problemskih zadataka i razvoju sposobnosti za sudjelovanje u problemskom istraživanju (Hanson i Sinclair, 2008). Analizom određenih rubrika prijave teme rada i rukopisa dobiveni su rezultati u kojima su osvojeni bodovi iz prijave teme (cilj i pretpostavka) u srednjoj povezanosti s bodovima osvojenim iz rukopisa (cilj istraživanja i obrazloženje teme) istraživanja kod svih prijavljenih učenika. Učenici koji su se plasirali na državnu razinu natjecanja pokazuju srednju povezanosti procijenjene kvalitete prijave teme s kvalitetom rukopisa pripremljenih za natjecanje te je uočena izrazita povezanost s kvalitetom rukopisa pripremljenog za natjecanje i ukupno osvojen broj bodova na Državnom natjecanju. Izraziti je utjecaj kvalitete pripreme dijelova rukopisa i odabira rukopisa za sudjelovanje na Državnom natjecanju. Na kvalitetu sadržaja istraživanja najveći je utjecaj zabilježen uz kvalitetu rasprave. Promatrajući ove rezultate možemo zaključiti da se kod učenika koji su izradili istraživačke radove dogodio pozitivan pomak na razvijanje učeničkih prirodoslovnih kompetencija koje se odnose na osposobljenost učenika da mogu bolje upotrijebiti znanja koja su stekli radeći na svojim radovima na temelju svojih opažanja, mjerenja i donošenja zaključaka. Kako je cilj ovakvog načina rada s učenicima omogućiti razvoj prirodoslovne pismenosti i usaditi vrijednost znanstvenoga i inovativnoga načina razmišljanja kao važnoga sredstva na bolje razumijevanje svijeta oko sebe, učenike svakako treba dalje poticati na ovakav način rada.

Treba svakako uzeti u obzir da je poučavanje bioloških sadržaja u hrvatskim školama vrlo malo zastupljeno istraživačkim pristupom, čiji je osnovni cilj približiti učeniku znanstveni način razmišljanja uz učenje koje podržava pojedine faze znanstvenog pristupa istraživačkom procesu i sve to u svrhu poticanja razvoja prirodoslovne pismenosti učenika. Nastavnici biologije poučavaju istraživačke principe prema individualnoj sklonosti tijekom pripreme projekta učenika u nastavi koji se uglavnom priprema u svrhu Natjecanja iz biologije, GLOBE programa ili sličnih projekata u kojima su uključeni nastavnici kao mentori učenicima. Iako u Nacionalnom okvirnom kurikulumu (MZOŠ, 2016) piše kako je nastava prirodoslovlja

problemski i istraživački usmjerena na praktični rad i istraživanje bilo u laboratoriju ili u prirodnoj okolini na žalost to je još uvijek relativno malo zastupljeno u redovnoj nastavi i ovisi o osobnom angažmanu nastavnika da primjeni takav način poučavanja (Radanović, 2014).

Neosporno je da se istraživačkim načinom i pristupom učenju teži k tome da učenici razvijaju samostalnost u učenju i istraživanju. Količina znanja koju učenici danas trebaju usvojiti mnogo je veća i kompleksnija od razine znanja koja se u prošlosti tražila od njihovih vršnjaka. Odgovor na takve zahtjeve suvremenog društva nije u smanjenju količine operativnog znanja već u podizanju kvalitete metode učenja, a samim time i povećanju usvojenosti koncepata i vještina. Istraživanja u Republici Hrvatskoj su potvrdila da nastavnici još uvijek naginju tradicionalnom pristupu poučavanja u kojem je učitelj u središtu nastavnog procesa (Baranović, 2006; Škugor, 2013), no svakako prepoznaju važnost istraživačkog načina učenja i njegove pozitivne ishode, ali unatoč tome samo povremeno primjenjuju takav oblik nastave u svojoj praksi. Kao glavni razlozi nedovoljne korištenosti istraživačkog učenja najčešće se navode nedovoljno metodičko znanje o istraživačkoj nastavi biologije, nedovoljne kompetencije potrebne za organizaciju istraživačke nastave u nastavnoj praksi, slaba materijalno- tehnička opremljenost odgojno- obrazovnih ustanova (Anderson, 2002; Abd-El-Khalick i sur. 2004).

Rezultati ovog rada vode do zaključaka kako je primjena istraživačkog rada zbog njegovih pozitivnih učinaka na razvoj učeničkih kompetencija preporučljiva i potrebna. Istraživačko učenje omogućuje učenicima aktivan oblik učenja i rješavanje zadataka viših kognitivnih razina te je potrebno poticati njegovu primjenu u nastavnom procesu. Nedostatak ovog istraživanja je u nedostatku nekih podataka kako bi se još preciznije i točnije mogla utvrditi razlika u uspješnosti između učenika koji pristupaju natjecanju samo u znanju i učenika koji pristupaju natjecanju i u znanju i u istraživačkim radovima pa svakako za buduća istraživanja na ovu temu treba imati to na umu.

5. ZAKLJUČAK

Analizom pisanih provjera znanja učenika koji su Županijskom natjecanju iz Biologije 2015. godine pristupili bez istraživačkog rada i učenika koji su istom natjecanju pristupili s istraživačkim radom izvedeni su sljedeći zaključci:

- učenici koji su pristupili natjecanju samo u znanju postigli su bolju ukupnu riješenost pisane provjere znanja od učenika koji su pristupili provjeri znanja zajedno s istraživačkim radom;
- rad na istraživačkom radu pridonosi jačanju vještina karakterističnih za više kognitivne razine;
- istraživački rad ne pridonosi ukupnoj riješenosti pisane provjere;
- velika je povezanost između ukupne riješenosti pisane provjere znanja i zadataka povezanih uz temu istraživanja svakog učenika;
- većina pitanja iz pisane provjere znanja sa Županijskog natjecanja 2015. godine ispituje drugu kognitivnu razinu, a najmanje treću kognitivnu razinu;
- po težini pitanja najviše je srednje teških pitanja u provjeri znanja, a po kvaliteti pitanja pisana provjera je prihvatljiva;
- najbolje je riješena pisana provjera znanja za treći razred, a najlošije za drugi razred;
- drugi razred je najbolji u istraživačkom radu u odnosu na riješenost ukupne pisane provjere;
- najzastupljenija biološka disciplina u istraživačkim radovima je mikrobiologija, a najuspješnija fiziologija bilja.

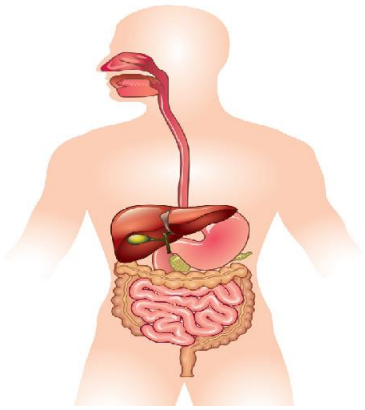
6.METODIČKI DIO

Ime i prezime nastavnika	Škola	Datum
Iva Šoštarić		

Nastavna jedinica /tema		Razred
Probavni sustav		**3.**
Temeljni koncepti	**Ključni pojmovi**	
Građa probavnog sustava, funkcija probavnog sustava, enzimatska razgradnja hranjivih tvari u pojedinim dijelovima čovjekova probavila	probava, probavni organi, enzimi u probavnom sustavu	
Cilj nastavnog sata (nastavne teme)		
Razumjeti povezanost građe i uloge probavnog sustava te njegovu ovisnost s ostalim sustavima		

Ishodi učenja
1.Povezati građu s ulogom organa probavnog sustava 2.Objasniti temeljne funkcije probavnog sustava 3. Objasni ulogu enzima u probavnom sustavu

Br.	Razrada ishoda nastavne jedinice	Zadatak/ primjer ključnih pitanja za provjeru ostvarenosti ishoda	KR	PU
1.1.	Imenovati organe probavnog sustava	1.Nabroji temeljnu građu probavila u čovjeka 2. Na slici označi anatomiju probavnih organa	R1 R1	

				
1.2.	Opisati građu pojedinih organa probavnog sustava	1. Što se sve nalazi u ustima čovjeka? 2. Koji organi čine probavnu cijev? 3. Koje žlijezde sudjeluju u probavi hrane?	R1 R1 R1	
1.3.	Objasniti ulogu pojedinih organa probavnog sustava	1. Nabroji žlijezde slinovnice i navedi njihovu ulogu? 2. O čemu ovisi oblik i veličina želuca? 3.Koja je uloga probave hrane u želucu i koja vrsta hrane se u njemu probavlja ? 4. Zašto se ne probavlja sva hrana na jednome mjestu u probavnom sustavu? 5. Poveži sustave organa s nekim od njihovih najvažnijih uloga: a) Probavni sustav primanje kisika iz okoline b)Krvožilni sustav dopremanje glukoze i kisika	R1 R1 R1 R2	

		c) Dišni sustav razgradnja hranjivih tvari d) Živčani sustav kontrola brzine razgradnje hranjivih tvari	R1 R2	
2.1.	Objasniti zašto je važno uzimati raznoliku prehranu.	1.Što se događa ako unosimo u tijelo previše jednolične ili masne hrane? 2. Kako prehrana utječe na krvožilni sustav i cjelokupni život čovjeka?	R1 R2	
2.2	Objasniti razliku između mehaničku i kemijske razgradnje hrane.	1. Kako se hrana razgrađuje mehanički, a kako enzimatski?	R1	
2.3.	Objasniti glavne funkcije probave.	1.Navesti glavne uloge probavnog sustava. 2. Zbog čega je površina tankog crijeva vrlo velika?	R1 R1	
3.1.	Objasniti kako enzimi utječu na probavu hrane	Koji enzim izlučuju žlijezde slinovnice i koja se vrsta hrane se razgrađuje u ustima? Koji je pH sline i koja je njena uloga? Razmisli što bi trebale koristiti osobe koje imaju problema s refluksom želučane kiseline (žgaravicom)? Kako utječe na zubnu caklinu previše želučane kiseline koja dolazi do usne šupljine? Kakva žlijezda je gušterača i kakav pH ima sok gušterače kojeg luči? Što razgrađuju probavni enzimi gušterače? Gdje se stvara žuč i koja je njena uloga?	R1 R1 R2 R1 R1 R1 R1	

		Što će se dogoditi s djelovanjem enzima ako se povisi tjelesna temperatura iznad 42 °C?	R2	

Kognitivna razina (KR): I. reprodukcija, II. konceptualno razumijevanje i primjena znanja, III. rješavanje problema

Procjena uspješnosti učenja (PU): – odgovara manje od 5 učenika, +/- odgovara otprilike polovina učenika, + odgovara većina učenika

Tijek nastavnog sata						
Tip sata	**Obrada**			**Trajanje**	**45 min**	
STRUKTURNI ELEMENT NASTAVNOG SATA	**DOMINANTNA AKTIVNOST**	**BR. ISHODA**	**KORISTITI U IZVEDBI**	**METODA**	**SOCIOLOŠKI OBLIK RADA**	**TRAJANJE** (min)
UVODNI DIO **(motivacija i najava teme)**	N ⇨Nastavnik pozdravlja učenike i započinje sat s postavljanjem pitanja kako bi učenike uveo u nastavnu temu. Postavlja pitanja o prehrambenim navikama ljudi nekada i sada. Kako se prehrana promijenila kroz vrijeme? Zašto se uopće potrebno hraniti? Koje glavne skupine hrane učenici poznaju? Zašto prehrana mora biti raznolika te ukazati na važnost raznolike prehrane. Uz pomoć učenika	**1.1.**	PP	R	F	5

	nastavnik ponavlja osnovnu anatomsku građu probavnog sustava (pomoću PP prezentacije učenici zajedno s nastavnikom smještaju probavne organe u ljudskom tijelu) U ⇨ učenici zapisuju naslov u bilježnicu Probavni sustav					
SREDIŠNJI DIO **(OBRADA NOVOG NASTAVNOG SADRŽAJA)**	N ⇨pomoću PP prezentacije i vježbi započeti kako kreće probava kod čovjeka i dati odgovor na pitanje što je probava – proces kojim se unesene namirnice razgrađuju na svoje sastavne dijelove Navesti uloge probave – prerada na jednostavnije jedinice, apsorpcija hranjivih tvari i energije putem krvotoka, odstranjivanje štetnih produkata Usta i usna šupljina – početak naše probave- praktičnom vježbom prikazati kako razgradnja	1.2. 1.3. 3.1.	PP RL	R PR	PR	10

	ugljikohidrata započinje već u ustima- enzim ptijalin koji se nalazi u slini pri pH 5,6-7,6 (pokus br.1 žvakanje kruha i oraha (rad u paru) – ovim pokusom očekuje se od učenika da primijete kako se nakon nekog vremena u ustima mijenja okus ugljikohidrata te da je djelovanje enzima ptijalina brzo i razgradnja složenih ugljikohidrata ide prema jednostavnim šećerima Učenici dobivaju radne listiće na kojima se od njih traži da napišu zaključak i zapažanja U ⇨ dobivaju radni listić na kojima se nalaze upute kako pristupiti pokusu i zapisuju svoja opažanja i zaključak na radni listić					
	N ⇨ dalje nastavlja put probave kroz probavnu cijev, nastavnik pita učenike što misle koja je uloga jednjaka – zajedno	3.2	PP	R		4

	dolaze do zaključka kako je jednjak mišična cijev kojom progutana hrana podmazana sluzi ide prema želucu, nastavnik naglašava koja je uloga sfinktera Želudac (kako teče probava u želucu, važnost enzima pepsina i klorovodične kiseline) Učenici dobivaju radni listić za pokus br.2 – razgradnja bjelanjka pepsinom te prema uputama na njemu pristupaju pokusu. Podijeljeni su u tri grupe, a svaka grupa dobiva različiti pH klorovodične kiseline kako bi shvatili važnost da se probava u želucu odvija u kiselom Ph	3.3.	RL	C	G	
	U ⇨ napraviti će pokus razgradnje bjelanjka jajeta s pepsinom i svaki učenik zapisuje na radni listić svoja opažanja i zaključke Nakon što je svaka grupa završila sa pokusom i zapisala sve potrebno na	3.3.	PR	R PR	G	6

	radni listić, po jedan predstavnik iz svake grupe ukratko izlaže što je njegova grupa zaključila i svi zajedno s nastavnikom dolaze do zaključka kako je važno da se probava u želucu odvija u kiselom mediju zato da bi se enzim pepsin mogao aktivirati					
	N ⇨ spominje kako se pod utjecajem hormona gastrina luči pepsinogen koji se u kiselom mediju (pH=2) aktivira u pepsin. Reći kako je sluz koja oblaže želudac važna jer oblaže stijenku želuca i štiti kako je pepsin i HCl ne bi razgradili (slika na PP prezentaciji)	3.3.	PP	R	I	3
	N ⇨nakon objašnjenja razgradnje hrane u želucu kreće se dalje s probavnim sustavom i dolazi se do tankom crijeva. Himus (želučana kaša) sada kreće u dvanaesnik (početni dio tankog crijeva)	3.4	PP PR	R	P	7

	nastavnik će posebno naglasiti važnost gušterače kao najvećeg proizvođača probavnih sokova u kojima su enzimi za ugljikohidrate, masti i bjelančevine koji se otpuštaju u dvanaesnik na kojeg se dalje nastavljaju jejunum i ileum. Naglasiti važnost crijevnih resica kojima je prekrivena unutrašnjost tankog crijeva i zbog što bolje apsorpcije hranjivih tvari., dijeli učenicima radni listić za pokus broj 3 – Emulgacija masti - kojeg će učenici napraviti u paru. Pokusom bi učenici trebali doći do zaključka da žuč raspršuje masti na male kapljice i na taj način poboljšava djelovanje lipaze – enzima koji je važan za razgradnju masti na masne kiseline i glicerol koji se nalazi u gušterači U ⇨ napraviti će pokus u paru i prema uputama na radnom listiću napraviti će pokus emulgacije masti i svoja		RL			

	opažanja i zaključke će zapisati na radni listić N⇨ nakon što se obradila probava osnovnih hranjivih tvari nastavnik će uz pomoć PP prezentacije prikazati debelo crijevo i nabrojati njegove uloge u probavnom sustvu					
ZAVRŠNI DIO **(ponavljanje)**	N ⇨ Čita pitanje po pitanje s PowerPoint prezentacije te proziva dobrovoljce. Ukoliko se nitko od učenika ne javi, učitelj samostalno prozove učenika Pitanja za ponavljanje: Što su to enzimi i zašto su važni u procesu probave? O čemu ovisi zdravlje probave? U ⇨ Odgovor na pitanja piše u bilježnicu. Usmeno odgovara na pitanja		PP	R	I	10

Nositelji aktivnosti: N – nastavnik, U - učenici (dodati i mijenjati uloge ukoliko je potrebno uz svaku aktivnost)

Koristiti u izvedbi: RL – radni listić za učenike, UDŽ – udžbenik, RB – radna bilježnica, P – ploča, PM – prirodni materijal, E – pokus/eksperiment, MD – model, AP – aplikacija, PP – projekcija prezentacije, V – video zapis, A – animacija, I – igra, IU – igranje uloga, RS –

računalna simulacija, M – mikroskop, L – lupa, F – fleks kamera, T – tablet, MO – mobitel, OP – organizator pažnje, AL - anketni listić TM - tekstualni materijali (dodati prema potrebi)

Metode: PR – praktični radovi, D – demonstracija, C – crtanje, I – usmeno izlaganje, R – razgovor, T – rad na tekstu i pisanje

Oblici rada: I – individualno, P – rad u paru, G – grupni rad, F – frontalno

Materijalna priprema
Radni listići – pribor Pokus br. 1- komadići kruha, orasi, plastična čaša Pokus br.2 – bjelanjak jajeta, HCl različitih koncentracija, kapalica, Petrijeva zdjelica Pokus br.3 – epruveta, ulje, razrijeđeni deterđent za posuđe

Plan učeničkog zapisa
PROBAVA USTA – žlijezde slinovnice izlučuju slinu u kojoj je PTIJALIN – razgrađuje škrob na maltozu i glukozu JEDNJAK – mišićna cijev kojom hrana putuje prema želucu ŽELUDAC – probavni želučani sokovi – probavni enzimi i HCl Enzim PEPSIN – probavlja bjelančevine, najreaktivniji pri pH oko 2 TANKO CRIJEVO – dvanaesnik – u njega ulazi gušterača koja otpušta svoje probavne enzime za : UGLJIKOHIDRATE – AMILAZA BJELANČEVINE – TRIPSIN, KIMOTRIPSIN, KARBOKSIPOLIPEPTIDAZE MASTI – LIPAZA – uz pomoć žuči raspršuje masti na masne kapljice

DEBELO CRIJEVO – primanje himusa iz tankog crijeva, reapsorpcija vode i minerala, bakterijsko truljenje, inaktivacija štetnih produkata probave, sinteza vitamina, defekacija...

Prilagodba za učenike s posebnim potrebama

Strategije i postupci podrške (metode i postupci prilagodbe/individualizacije) te aktivnosti učenika prilagođavaju se ovisno o teškoćama učenika i u suradnji sa stručnom službom škole.

Prilozi

Radni listić br.1

Pokus 1 – ***Žvači, Žvači***

Žvakanje je vrlo važan dio procesa probave ugljikohidrata. Obratiš li pažnju na pravilno žvakanje, učiniti ćeš dobro svome želucu, metabolizmu i mentalnoj ravnoteži.

Materijali i pribor: komadići kruha, orasi, plastična čaša

Postupak: jedan učenik neka uzme komadić kruha, a drugi neka uzme orah. Učenici neka dobro prožvaču sadržaj u ustima.

Opažanja:

1. Kakav okus su imale namirnice nakon što si ih prožvakao?
2. Zašto je važno dobro natopiti kruh/orah slinom?

Zaključak: Na temelju zabilježenih opažanja napiši u što se prerađuju složeni ugljikohidrati.

Radni listić br.2.

Pokus br.2 – Kiseloooo

Materijali i pribor: bjelanjak, petrijeva zdjelica, klorovodična kiselina, kapalica

Postupak: Na bjelanjak koji se već nalazi u petrijevoj zdjelici stavi nekoliko kapi klorovodične i kiseline. Promotri reakciju.

Na temelju opažanja pokušaj napisati zaključak kako ovisi razgradnja bjelančevina o različitim koncentracijama pH.

Radni listić br.3

Pokus br.3 Danas pere Čarli ☺

Materijali i pribor: epruveta, ulje, razrijeđeni deterđent

Postupak: U prvu trećinu epruvete ulij ulje i dodaj 1-2 mL razrijeđenog deterđenta. Epruvetu začepi prstom i lagano promiješaj sadržaj 3 puta. Promotri i nacrtaj promjenu.

Opažanja:

1. Što se događa dodoatkom deterđenta u ulje?
2. Što se događa s masti kada se doda deteđent?
    a) Poveća se površina
    b) Smanji se površina
    c) Razgradi se na masne kiseline i glicerol
    d) Razgradi se na aminokiseline i glicerol

Literatura

Springer O.P. , Pevalek – Kozlina B. (2008) Biologija 3 – udžbenik za treći razred gimnazije

Zabilješke nakon izvedbe

7.LITERATURA

Abd-El-Khalick F, BouJaoude S, Duschl R, Hofstein A, Lederman NG, Mamlok R, Niaz M, Treagust D, Tuan H. (2004) Inquiry in science education: International perspectives. Science Education 88:397 - 419.

Anderson RD. (2002) Reforming Science Teaching: What Research Says about Inquiry. Journal of Science Teacher Education 13:1–12.

Baranović B (2006) Nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje u Hrvatskoj – različite perspektive; Društvo znanja i nacionalni kurikulum za obvezno obrazovanje. Institut za društvena istraživanja u Zagrebu, Zagreb, 8-37 pp.

Begić V., Bastić M., Radanović I. (2016) Utjecaj biološkog znanja učenika na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina, Educ. biol., 2:13-42

Borić E., (2009) Istraživačka nastava prirode i društva: Priručnik za nastavu. Učiteljski fakultet u Osijeku, Osijek

Borić, E., Škugor, A., Borić, I. (2015): Analiza dimenzija kognitivnih procesa i dimenzija znanja u udžbenicima i radnim bilježnicama Prirode i društva. Napredak: časopis za pedagogijsku teoriju i praksu, 156(3): 283-296.

Braš Roth, M., Gregurović, M., Markočić Dekanić, A., Markuš, M. (2008): PISA 2006, Prirodoslovne kompetencije za život. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar, Zagreb

Braš Roth, M., Gregurović, M., Markočić Dekanić, A., Markuš, M. (2012): PISA 2013, Prirodoslovne kompetencije za život. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja – PISA centar, Zagreb

Chang, A. (2014): Computer Program to Calculate Cohen and Fleiss Kappa for Ordinal Scales, StatsToDo,https://www.statstodo.com/CohenKappa_Pgm.php#Fleiss's Kappa from table of counts, pristupljeno 28.10.2015

Cindrić, M., Miljković, D., Strugar, V. (2010): Didaktika i kurikulum, IEP-D2,Zagreb

D'Costa AR, Schlueter MA. (2013) Scaffolded instruction improves student understanding of scientific method and experimental design. The American Biology Teacher 75:18-28.

Deboer GE (2006) Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education- Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. Springer Netherlands, Kraljevina Nizozemska, 17-35 pp.

De Zan, I. (2005) Metodika nastave prirode i društva, Školska knjiga, Zagreb

Ergül R, Şımşeklı Y, Çaliş S, Özdılek Z, Göçmençelebı Ş, Şanli M. (2011) The effects of inquiry – based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. Bulgarian Journal of Science and Education Policy 5:48-68.

Fabijanić, V. (2014) Projektna nastava: primjena u izradi istraživačkih radova učenika. EdBi, 1:89-96.

Garašić, D. (2012) Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

Garašić, D, Radanović, I., Lukša, Ž. (2013) Usvojenost makrokoncepata biologije tijekom učenja u osnovnoj školi i gimnaziji. Metodike u suvremenom odgojno obrazovnom sustavu. Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, Zagreb

Grgurić, I. (2016) Utjecaj kvalitete pitanja na uspjeh učenika pri rješavanju pisane provjere znanja. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb

Gucek, M. (2017) Ovisnost usvojenosti nastavnog sadržaja i istraživačkog učenja biologije kod učenika srednje škole. Diplomski rad. Sveučilište u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek

Hanson JM, Sinclair KE. (2008) Social constructivist teaching methods in Australian universities– reported uptake and perceived learning effects: a survey of lecturers. Higher Education Research and Development 27:169-186

HBD (2015) Natjecanje iz biologije 2015. Hrvatsko biološko društvo

Kapov, S., Garašić, D. (2009) Poticanje motivacije učenika u nastavi fiziologije čovjeka. Zbornik sažetaka 10. Hrvatskog biološkog kongresa / Besendorfer, Višnja ; Kopjar, Nevenka ; Vidaković-Cifrek, Željka ; Tkalec, Mirta ; Bauer, Nataša ; Lukša, Žaklin (ed). - Zagreb : Hrvatsko biološko društvo 1885 , 2009. 344-345.

Kuhn, D. (2005) *Education for Thinking.* Cambridge, MA: Harvard University Press

Kuhn, D. i Dean, D. (2008) Scaffolded Development of Inquiry Skills in Academically Disadvantaged Middle-School Students. *Journal of Psychology of Science and Technology, 1(2),* 36-50

Kuhn, D. i Franklin, S. (2006) The Second Decade: What Develops (and How). U: W. Damon & R. M. Lerner (Ur. Serije) i D. Kuhn i R.S. Siegler (Ur.Vol. 2), *Handbook of Child Psychology, Volume 2: Cognition, perception, and language* (str. 953-993). Hoboken, NY: John Wiley & Sons Inc

Kuhn, D. i Pease, M. (2008) What Needs to Develop in the Development of Inquiry Skills? *Cognition and Instruction, 26(4),* 512–559

Letina A. (2013) Istraživački usmjerena nastava Prirode i društva i razvoj učeničkih kompetencija. Doktorska disertacija. Filozofski fakultet u Zagrebu, Zagreb.

Lujan, H. L., DiCarlo, S. E. (2006) Too much teaching, not enough learning: what is the solution? Advances in Physiology Education, 30:17-22

Lukša,Ž. (2009) Koncepti i miskoncepcije u biologiji

Lukša, Ž. (2011) Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji. Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. (2013) Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptnog okvira za biologiju. Život i škola, 59 (30/2): 156-171.

Maresić, I. (2009) Metodički pristup korelirani sadržajima u prirodoslovlju. Diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Mejovšek, M. (2003) Uvod u metode znanstvenog istraživanja u društvenim i humanističkim znanostima. Naklada Slap, Zagreb, 372 pp.

Ministarstvo obrazovanja, znanosti i športa, (MZOŠ) (1995) Nastavni plan i program za gimnazije. Glasnik ministarstva prosvjete i športa 11: 8-18

Ministarstvo obrazovanja, znanosti i športa, (MZOŠ) (2006) Nastavni plan i program za osnovnu školu. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Zagreb. Nakladnik Dragan Primorac, urednici Dijana Vican i Ivan Milanović Litre

Ministarstvo obrazovanja, znanosti i športa (MZOŠ) (2011) Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Zagreb

Ministarstvo obrazovanja, znanosti i športa (MZOŠ) (2010) Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Zagreb

Ministarstvo obrazovanja, znanosti i športa (MZOŠ) (2016) Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta biologija, Zagreb

Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja (NCVVO) (2016) Ispitni katalog za državnu maturu iz biologije, Zagreb

National Science Foundation (NSF) (2010) Transforming Undergraduate Education in STEM (TUES) latest program solicitation NSF 10-544 due date is May 26–27, 2010.

Perković Krijan, I. (2016) Uloga zadovoljstva i zaokupljenosti poslom učitelja u istraživačkoj nastavi prirode i društva. Doktorska disertacija. Učiteljski fakultet u Zagrebu, Zagreb

Radanović, I., Ćurković, N., Bastić, M., Leniček, S., Furlan, Z., Španović, P., Valjak, M. (2010) Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, Izvješće o projektu – Biologija, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb

Radanović, I., Bastić, M., Begić V., Kapov, S., Mustać, A., Sumpor, D. (2013) Preporuke za autore i recenzente testova natjecanja u znanju biologije, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb

Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Pongrac Štimac, Z., Bastić M., Kapov S., Karakaš D., Lugarić S., Vidović M. (2015) Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije. NCVVO, Zagreb.

Ramsden, M. J. (1998) Mission impossible?: Can anything be done about attitudes to science? Inernational Journal of Science Education , 20 (2): 125-137.

Ristić - Dedić Z., Jokić, B., Šabić, J. (2011) Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz biologije. Institut za društvena istraživanja – Centar za istraživanje i razvoj obrazovanja, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb

Ristić-Dedić, Z., (2013) Istraživačko učenje kao sredstvo i cilj prirodoznanstvenog obrazovanja: psihologijska perspektiva - Institut za društvena istraživanja u Zagrebu Centar za istraživanje i razvoj obrazovanja

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. Office For Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 22 pp.

Springer, O.P., Pevalek – Kozlina, B. (2008) Biologija 3 – udžbenik za treći razred gimnazije

Škugor, A. (2013) Paradigma nastave Prirode i društva usmjerene na učenika kao smjernica u osposobljavanju studenata učiteljskih studija. Doktorska disertacija. Učiteljski fakultet u Zagrebu, Zagreb.

Vicković, I., Vrkljan, P., Ćurković, N. (2010) Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, Izvješće o projektu – Integracija nastavnih sadržaja iz biologije, fizike i kemije, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb

Vitale MR, Romance NR, Klentschy, M. (2006) Improving school reform by changing curriculum policy toward content - area instruction in elementary schools. International Journal of Science and Mathematics Education 10:457-472.

Vizek-Vidović, V., Rijavec, M., Vlahović Štetić, V., Miljković, D. (2003) Psihologija obrazovanja, IEP, Zagreb

Wolf, SJ., Fraser, BJ. (2008) Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. Research in Science Education 38:321-341.

Woodin, T., Smith, D., Allen, D. (2009) Transforming undergraduate biology education for all students: an action plan for the 21st century. CBE Life Sciences Education, 8: 271-273.

Web izvori:

http://www.hbd-sbc.hr/natjecanja-ucenika/drzavno-natjecanje-mladih-biologa/natjecanje-iz-biologije-2015/, preuzeto 16.8.2018.

http://mzos.hr/datoteka/9-Predmetni_kurikulum-Biologija.pdf, preuzeto 16.8.2018.

http://www.ncvvo.hr/ispitni-katalozi-za-drzavnz-maturu-2015-2016., preuzeto 16.8.2018

8. PRILOZI

Prilog 1. Obrazac s elementima procjene prijave teme istraživačkog rada

Hrvatsko biološko društvo
Societas biologorum croatica

Agencija za odgoj i obrazovanje
Education and Teacher Training Agency

PRIJAVA TEME UČENIČKOG ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA

ISHOD	*Učenik postavlja pretpostavku i obrazlaže istraživanja uz planiranje odgovarajuće metodologije i analize rezultata.*		
ELEMENTI	**5**	**3**	**1**
CILJ I PRETPOSTAVKA ISTRAŽIVANJA	*cilj je **dobro postavljen i dokumentiran** ***logična razrada** u metodologiji istraživanja *jasna **pretpostavka, logično postavljena** i povezana s postavljenim ciljem *dobro **razlučena nezavisna i zavisna varijabla**	* cilj je **postavljen pomalo nespretno**, ali **može se iščitati namjera i smisao rada** ***pretpostavka** nespretno postavljena, **nije povezana s ciljem istraživanja** *logično razlučena samo **jedna varijabla**	*cilj i pretpostavke su **nespretno postavljene i nisu međusobno povezane** *iz pretpostavke se **ne prepoznaje problem istraživanja, varijable nisu razlučene ili su pogrešno određene** *cilj je loše postavljen te vodi nepotrebnom ponavljanju istraživanja i/ili nesvrhovitom istraživanju
PLAN ISTRAŽIVANJA	***dobro opisano istraživanje**, prikazana tablica, skica ili crtež s naznačenim detaljima neophodnim za provođenje istraživanja ***dobro planirani kontrolni i ponovljeni uzorci**	* postoji opis istraživanja, ali **nedostaju detalji koji omogućavaju jasno praćenje** metodologije istraživanja *planirani kontrolni i/ili ponovljeni uzorci	*površno izrađen plan istraživanja, bez objašnjenja i detalja važnih za istraživanje ***nisu planirani kontrolni ni ponovljeni uzorci**
PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I METODE RADA	***detaljno nabrojani** svi materijali i/ili opisano područje istraživanja ili uzorak *metodologija **osigurava prikupljanje vjerodostojnih rezultata**, primjerena je problematici ***metodologija proizlazi iz cilja i hipoteze** i detaljno je isplanirana uz **citirane autore predviđene metodologije** i/ili jasno izražene osobne preinake osnovne metodologije	*nabrojani svi neophodni materijali za provedbu istraživanja i/ ili opisano područje istraživanja ili uzorak ***metodologija** je dobro odabrana, ali **nije detaljno isplanirana i dokumentirana** i/ili **nepotpuno citirani autori** predviđene metodologije i/ili izostaje naznaka preinake osnovne metodologije	***izostaju neki materijali** neophodni za provedbu istraživanja ***metodologija loše odabrana,** isplanirana i dokumentirana *metodologija **neprimjerena problemu i/ili uzrastu učenika** i/ili **izostaje navod izvora predviđene metodologije** *uzorkovanje je manjkavo i/ili provedeno na zaštićenim vrstama i/ili obuhvaća besmisleno manipuliranje prirodom
ANALIZA PODATAKA	*predviđene su **statističke metode koje omogućavaju donošenje logičnih zaključaka** na temelju prikupljenih rezultata	***navedene su samo osnovne statističke metode**	***nisu navedene ni osnovne statističke metode** i/ili nije opisana analiza rezultata

Prijava teme bit će bodovana i sudionici će dobiti povratnu informaciju koja će im služiti za poboljšanje projekta, ali bodovi prijave teme neće ulaziti u zbir bodova za konačni uspjeh na natjecanju.

Prilog 2: Obrazac s elementima procjene rukopisa istraživačkog rad

Hrvatsko biološko društvo
Societas biologorum croatica

Agencija za odgoj i obrazovanje
Education and Teacher Training Agency

RUKOPIS UZ UČENIČKI ISTRAŽIVAČKI RAD			
ISHOD	***Učenik planira i provodi istraživanje te primjenjuje analitičke vještine pri obradi i tumačenju rezultata.***		
	5	**3**	**1**
PROPISANI ELEMENTI RADA	*** pisani rad slijedi propisane upute i kvalitetno pripremljena sva poglavlja:** Uvod, Obrazloženje teme, Materijali i metode rada, Rezultati, Rasprava, Zaključci, Sažetak, Popis literature	***pisani rad slijedi propisane upute, ali jedno od poglavlja (Zaključci, Sažetak, Popis literature ...) nije zadovoljavajuće kvalitete**	***pisani rad slijedi propisane upute, ali više od jednog poglavlja nije zadovoljavajuće kvalitete i/ili nedostaje**
OBRAZLOŽENJE TEME I CILJ ISTRAŽIVANJA	***cilj je jasno i koncizno obrazložen** s poveznicama prema hipotezi i zaključcima *u skladu s dobi učenika *postavljena je **zanimljiva hipoteza ili istraživačko pitanje** koje će omogućiti značajne spoznaje o predmetu istraživanja *pronalaženje odgovora na pitanje zahtijeva **napredno razumijevanje tematike istraživanja**	***cilj je nespretno obrazložen i/ili nije u skladu s dobi učenika** *izostaju poveznice prema hipotezi i zaključcima *dobro postavljena hipoteza, primjena odgovarajućeg istraživanja, ali **pitanje nije naročito proničljivo ili originalno**	*cilj je nespretno/nejasno obrazložen ***istraživačko pitanje ili hipoteza nije razumljivo objašnjeno** ***ima očigledan odgovor koji ne zahtijeva istraživanje** kako bi se na njega odgovorilo
UVOD	***poznavanje odabrane tematike je opsežno** i obuhvaća odgovarajuću širinu i dubinu sadržaja ***opširno i pregledno prikazanatematika** istraživanja uz navođenje odgovarajućih literaturnih navoda (više od 3) ***rječnik je primjeren dobi učenika**	***poznavanje odabrane tematike obuhvaća osnovnu problematiku** ***neprikladno prikazana tematika, prisutni mnogi nepotrebni dijelovi** ***literaturni navodi nisu primjereni ili su nedostatni (manje od 3)** ***rječnik neprimjeren dobi učenika**	***usmjerenost postavljenoj temi nije jasna** ***tematika je prikazana s mnogo nevažnih informacija** ***rječnik neprimjeren dobi učenika** ***nema literaturnih navoda**

1

Prilog 3. Obrazac s elementima procjene plakata za prikaz učeničkog istraživačkog rada

	PLAKAT ZA PRIKAZ UČENIČKOG ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA			
ISHOD	*Učenik sažeto i kreativno prikazuje provedeno istraživanje slijedeći pravila znanstvenog prikaza rezultata istraživanja.*			
ELEMENTI	5	4	3	2
SADRŽAJ PLAKATA	*prisutne su sve očekivane sadržajne komponente plakata, jasno su istaknute i lako se prate bez prisutnosti autora *cilj i svrha jasno su istaknuti *rezultati su jasni i uočljivi *tekst je jezgrovit i bez pravopisnih i gramatičkih grešaka	*prisutne su sve očekivane sadržajne komponente plakata, ali se teško prate bez prisutnosti autora *cilj i/ili svrha nisu jasno su istaknuti *rezultati su jasni i uočljivi *tekst je jezgrovit i bez pravopisnih i gramatičkih grešaka	* prisutna je većina očekivanih komponenata plakata, ali ih nije moguće pratiti bez prisutnosti autora *tekst je relativno jasan, ali sadrži nekoliko pravopisnih i/ili gramatičkih pogrešaka *sadržaj plakata nije sasvim jasan (da bi se razumjeli odnosi između pojedinih dijelova potrebni su dodatni izvori i/ili pojašnjenje autora)	*prisutne su sve predviđene komponente, ali svaka/većina je po nečemu manjkava *teško praćenje dijelova plakata bez prisutnosti autora
STVARALAŠTVO I OBLIKOVANJE	*plakat je skladno oblikovan (skladna upotreba boja, fontova, slika i dodataka) *plakat je uočljiv i pregledan s udaljenosti 2 m *kompozicija i upotreba boja, fontova, slika pokazuju veliki udio razmišljanja i stvaralaštva pri izradi plakata *prisutni elementi interaktivnosti s promatračem	*svaki element na plakatu je dobro oblikovan, ali zajedno ne predstavljaju skladnu cjelinu *uočljiv je i pregledan s udaljenosti od 2 m *nema elemenata interaktivnosti s promatračem	*kompozicija, naslovi i opisi nisu skladno oblikovani *nema kreativnosti u oblikovanju plakata	*postoje manjkavosti oblikovanja i/ili preglednosti *nije posvećena dovoljna pažnja izradi plakata
PRIKLADNOST PRIKAZA PODATAKA	*tablični, slikovni i grafički prikazi su prikladni, ispravno označeni i poboljšavaju razumijevanje plakata i vizualni dojam *tekstovi su pisani spretnom upotrebom znanstvenog stila	*tablični, slikovni i/ili grafički prikazi su ispravno označeni, ali presitni/prekrupni pa je otežano razumijevanje plakata i smanjen je vizualni dojam *tekstovi su pisani prikladnim znanstvenim stilom	*pojedini tablični, slikovni i/ili grafički prikazi su razložno odabrani, ali nisu povezani s tekstom i/ ili su loše označeni *znanstveni stil se u nekim dijelovima može nazrijeti	*pojedini tablični, slikovni i/ili grafički prikazi nisu prikladni ili ih nema dovoljno pa ne pridonose boljem razumijevanju rada *izostaje znanstveni stil teksta

Prilog 4. Obrazac s elementima procjene za prezentaciju istraživačkog rada

Hrvatsko biološko društvo
Societas biologorum croatica

Agencija za odgoj i obrazovanje
Education and Teacher Training Agency

	PREZENTACIJA UČENIČKOG ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA			
ISHOD	***Učenik jasno, skladno i kreativno prikazuje svoje istraživanje uz uspješnu komunikaciju s publikom.***			
ELEMENTI	**5**	**4**	**3**	**2**
OPĆI DOJAM PREZENTACIJE	*prikaz istraživanja je **skladno oblikovan** *skladna dinamika izlaganja i sudjelovanja prezentatora *prezentacija je pobudila **veliki interes** publike *razlikuje se od plakata i rukopisa	*prikaz istraživanja je skladno oblikovan *izlaganje je ponavljanje teksta plakata ili rukopisa	*prikaz istraživanja je dobro oblikovan, ali nedovoljno dinamičan	*prikaz istraživanja je monoton i nesistematičan *prisutni su nepotrebni sadržaji ili izostaju važni elementi istraživanja *prezentacija **nije pobudila interes kod publike** *prezentacija je nerazumljiva/monotona/ nesistematična
JASNOĆA IZLAGANJA	* cilj i svrha projekta jasno su izloženi *učenik jasno **interpretira rezultate kroz logičke rasprave o rezultatima** *koristi podatke drugih autora kako bi objasnio **„zašto"** *do zaključka se dolazi po obrascu koji se **lako prati**	* cilj i svrha projekta jasno izloženi *jednostavno i razgovijetno izlaganje koje pokazuje znanje o temi *jasne su sve faze i rezultati projekta, ali nema logičke rasprave	*izlaganje pokazuje **osnovno znanje o temi** *učenik **pokušava objasniti „zašto"**, ali ne povezuje svoje rezultate sa svojim objašnjenjem ni rezultatima drugih autora *nisu objašnjene sve faze rada na projektu *izlaganje je opterećeno s **mnogo općenitih i nepotrebnih dijelova**	*izlaganje pokazuje oskudno znanje o temi * prezentacija naučena bez razumijevanja *učenik objašnjava „što" se dogodilo, ali ne „zašto" se dogodilo
NASTUP	* siguran i uvjerljiv nastup, bez poštapalica, u suglasju s hrvatskim književnim govorom * izrazito zanimljiva prezentacija popraćena **kreativnom demonstracijom** metodologije rada i/ili rezultata (modela, pokusa, procesa...) *tijekom prezentacije postoji **kontinuirana interakcija s publikom** koja nudi aktivnost i interes publike * pobuđuje veliki interes publike	*nastup siguran, bez poštapalica, uglavnom u suglasju s hrvatskim književnim govorom * zanimljiva prezentacija popraćena demonstracijom metodologije rada i/ili rezultata (modela, pokusa, procesa...) *postoji interakcija s publikom u obliku postavljenih pitanja (npr. razgovor s publikom) * pobuđuje interes publike	*izlaganje dobro, s manjim odstupanjima od hrvatskog književnog govora *dobro pripremljena prezentacija s **demontracijom metodologije** i/ili rezultata koji nisu naročito kreativni (samo doslovno prenesen protokol metodologije, film drugih autora i sl.) *pokušaj interakcije s publikom koji nije ostvaren (npr. retoričko pitanje) *slabi interes publike	*nesigurno izlaganje zbog nedovoljne pripremljenosti i/ili veće odstupanje od pravilnog hrvatskog govora * skroman prikaz projekta *nema **interakcije s publikom** ***isključivo PP prezentacija**, bez praktične demonstracije metodologije, rezultata i/ili mogućnosti primjene rezultata *ne pobuđuje interes publike

Prilog 5. Obrazac s elementima procjene za odgovor učenika uz prezentaciju istraživačkog rada

ODGOVORI UČENIKA UZ PREZENTACIJU ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA			
ISHOD	***Učenik raspravlja o teoretskoj osnovi i iskustvima izvedbe istraživanja uz povezivanje koncepata.***		
ELEMENTI	**5**	**4**	**3**
ZNANSTVENA PODLOGA	*razumije i **vlada svim potrebnim konceptima*** *primjenjuje sve potrebne činjenice pri obrazloženjima kao dokaz konceptualnog razumijevanja *u obrazloženju **koristi i povezuje dodatne koncepte koje povezuje s osnovnim pitanjem**	*koristi neophodne činjenice, ali ih **ponekad reproducira pri obrazlaganju*** *iskazuje povremene probleme pri povezivanju odgovora u širi kontekst	*većinom **reproducira osnovne činjenice uz oskudno razumijevanje i povezivanje**
INTERPRETACIJA METODOLOGIJE	***** uočljivo je da su sudionici podjednako sudjelovali u svim fazama istraživanja*** *samostalno su proveli istraživanje *pokazuju dobru i opširnu primjenu znanja i interpretaciju iskustva	*povremena **nesigurnost** ukazuje na to da je korištena **pomoć pri izvedbi istraživanja*** ***pojedinci su sudjelovali samo u pojedinim fazama istraživanja**	*izražena nesigurnost uz izostanak iskustvenih saznanja ukazuje na **veliku pomoć pri izvedbi istraživanja*** ***uočava se da je istraživanje proveo samo jedan učenik u timu**
POVEZIVANJE REZULTATA I TEORETSKIH OSNOVA	***sveobuhvatno vladaju teoretskom osnovom** neophodnom za interpretaciju rezultata *** raspravljaju o radovima drugih učenika** i svrhovito komentiraju tuđe rezultate i metodologiju istraživanja	***osnovno poznavanje teoretske osnove** neophodne za interpretaciju rezultata *komentar istraživanja drugih učenika nije dovoljno utemeljen	*izraziti **nesklad u iznošenju teoretske osnove neophodne za interpretaciju rezultata i iskustvenih saznanja*** ***u komentaru istraživanja drugih učenika pokazuje nerazumijevanje rezultata i metodologije**