Utvrđivanje miskoncepcija i konceptualnog razumijevanja u iskazivanju kvantitativnog sastava smjese u nastavi kemije

Plander, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:181:248547

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

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

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Diplomski sveučilišni studij Biologija i kemija; smjer: nastavnički

Marko Plander

Utvrđivanje miskoncepcija i konceptualnog razumijevanja u iskazivanju kvantitativnog sastava smjese u nastavi kemije

Diplomski rad

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA **Diplomski rad**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Biologije i kemije; smjer: nastavnički
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Kemija

Utvrđivanje miskoncepcija i konceptualnog razumijevanja u iskazivanju kvantitativnog sastava smjese u nastavi kemije

Marko Plander

Rad je izrađen na: Odjel za biologiju
Mentor: Dr. sc. Valentina Pavić, doc.
Komentor: Dr. sc. Elvira Kovač Andrić, doc.

Kratak sažetak diplomskog rada: Prema konstruktivističkom pristupu proces učenja odvija se učenikovom konstrukcijom i rekonstrukcijom znanja. Učenjem se stvaraju novi koncepti koji se povezuju s prethodno formiranim konceptima. Međusobnim povezivanjem koncepata u cjelinu omogućuje se kvalitetna pohrana znanja u dugoročnom pamćenju. Prilikom usvajanja novih koncepata može doći do razvoja miskoncepcija. Miskoncepcije su krive predodžbe koncepta koje nisu u skladu s važećim znastvenim teorijama. Javljaju se na svim razinama obrazovanja i često se zadržavaju i nakon školovanja. Zbog svoje jednostavnosti i razumljivosti učenicima vrlo su otporne na promjene. Utvrđivanje miskoncepcija vezanih uz iskazivanje sastava smjese provedeno je u školskoj godini 2018./2019. među 30 učenika sedmog razreda osnovne škole s područja Osječko-baranjske županije, 28 učenika sedmog razreda osnovne škole i 53 učenika prvog razreda srednje škole s područja Brodsko-posavske županije. Istraživanjem je utvrđeno više istih miskoncepcija kod učenika obje osnovne škole u odnosu na učenike srednje škole. Bolji uspjeh u rješavanju pisane provjere znanja postigli su učenici srednje škole, a na razini osnovne škole bolji uspjeh postigli su učenici osnovne škole s područja Osječko-baranjske županije.

Broj stranica: 61
Broj slika: 41
Broj tablica: 4
Broj literaturnih navoda: 57
Broj priloga: 4
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječ: kemijski koncepti, miskoncepcije, maseni udio, volumni udio

Datum obrane: 01. srpnja 2019.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Dr. sc. Irena Labak, doc., *predsjednik,*

2. Dr. sc. Elvira Kovač- Andrić, doc., *komentor i član,*

3. Dr. sc. Senka Blažetić, 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**

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Department of Biology
Graduate university study programme in Biology and Chemistry Education
Scientific Area: Natural sciences
Scientific Field: Chemistry

Determination of misconceptions and conceptual understanding in expressing the quantitative composition of a mixture in chemistry

Marko Plander

Thesis performed at: Department of Biology
Supervisor: Valentina Pavić, Phd, assistant professor
Co supervisor: Elvira Kovač-Andrić, Phd, assistant professor

Short Abstract: According to the constructivist approach, the learning process takes place through the student's construction and reconstruction of knowledge. Learning creates new concepts that are linked to previously formed concepts. By linking the concepts together, it is possible to store knowledge well in a long-term memory. While adopting new concepts, students can develop misconceptions. Misconceptions are wrong ideas of concepts that are not in line with valid scientific theories. They occur at all levels of education and often remain after the end of education. Because of their simplicity and intelligibility to students, they are very resistant to change. Detection of the misconceptions related to the expressing the quantitative composition of a mixture was carried out in the school year 2018. /2019. among the 30 students of the seventh grade of elementary school of Osijek-Baranja County, 28 students of the seventh grade of elementary school and 53 first-grade high school students from the Brod-Posavina County. High school students achieved better success in solving the test, although better success at elementary school level achieved elementary school pupils from the Osijek-Baranja County Elementary School.

Number of pages: 61
Number of figures: 41
Number of tables: 4
Number of references: 57
Original in: Croatian

Keywords: chemical concepts, misconceptions, mass fraction, volume fraction

Date of the thesis defence: 01. 07. 2019.

Reviewers:

1. Irena Labak, PhD, assistant professor, *chair*,

2. Elvira Kovač-Andrić, Phd, assistant professor, *co supervisor and member*,

3. Senka Blažetić, Phd, assistant professor, *member*,

4. Filip Stević, PhD, assistant professor, *substitute member*.

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

Zahvaljujem se mojoj mentorici doc. dr. sc. Valentini Pavić na ukazanom povjerenju i pomoći prilikom izrade diplomskog rada.

Također zahvaljujem mojoj komentorici doc. dr sc. Elviri Kovač- Andrić na stručnom vodstvu, uloženom vremenu i konstruktivnim savjetima koji su mi pomogli prilikom izrade rada.

Veliko hvala mojim roditeljima koji su mi omogućili studiranje i bili mi podrška tijekom ovih pet godina.

Rad posvećujem roditeljima.

Sadržaj:

1. UVOD 1
1.1. Konstruktivizam 1
1.2. Koncept 2
1.2.1. Temeljni koncepti u kemiji 3
1.3. Miskoncepcije 4
1.3.1. Miskoncepcije u kemiji 5
1.3.2. Utvrđivanje i ispravljanje miskoncepcija 8
1.4. Cilj diplomskog rada 10
2. MATERIJALI I METODE 11
2.1. Uzorak 11
2.2. Tijek istraživanja 11
2.3. Instrument istraživanja 12
3. REZULTATI 15
3.1. Analiza pisane provjere znanja 15
3.1.1. Usporedba rezultata osnovnih škola 17
3.1.2. Usporedba rezultata osnovne i srednje škole 19
3.2. Rezultati uspješnosti rješavanja pisane provjere znanja 21
3.2.1. Usporedba rezultata osnovnih škola 21
3.2.2. Usporedba rezultata osnovne i srednje škole 23
3.3. Analiza odgovora pojedinog pitanja pisane provjere znanja i utvrđivanje miskoncepcija 25
3.3.1. Usporedba rezultata osnovnih škola 25
3.3.2. Usporedba rezultata osnovne i srednje škole 37
4. RASPRAVA 51
5. ZAKLJUČAK 55
6. LITERATURA 56
7. PRILOZI 62

1. UVOD

1.1. Konstruktivizam

Različiti su pristupi učenju i poučavanju, ali možemo izdvojiti dva osnovna: empirističko-redukcionistički pristup i konstruktivistički pristup. Danas je u većini škola zastupljen empirističko-redukcionistički pristup koji racionalno, ekonomično i precizno kontrolira nastavni proces u kojem učenici ponavljaju zadane obrasce (Jukić, 2013). Nastavni sadržaji različitih predmeta su nepovezani kako međusobno tako i sa svakodnevnim životom i iskustvom učenika. Učenici su pasivni sudionici nastave (Kolomuç, 2001) kojima nastavnik prenosi nove informacije koristeći se izravnim poučavanjem. Nastavnik se strogo drži propisanog plana i programa, a u oblikovanju nastave koristi se isključivo udžbenicima i priručnicima. Poučavanje se temelji na memoriranju velike količine činjenica, kojima se preopterećuje kratkoročno pamćenje, koje učenici vrlo brzo zaboravljaju jer nove informacije međusobno ne povezuju sa prethodno stečenim znanjima (Jukić, 2013). Također nastavni se sadržaji vrlo često generaliziraju. Sve to za posljedicu ima vrlo slabu primjenjivost učeničkog znanja u konkretnim situacijama i loše razumijevanje. Kao dokaz slabe učinkovitosti ovoga pristupa u nastavi možemo navesti PISA test međunarodni program procjene učeničkih znanja i vještina. Program je započeo 2000. godine i provodi se svake tri godine, a za cilj ima procjenu prirodoslovne, čitalačke i matematičke pismenosti učenika u dobi do petnaest godina (Web 1). Rezultati učenika hrvatskih škola su ispod prosjeka i svakim provedenim ciklusom su sve lošiji.

Konstruktivistički pristup zasniva se na pretpostavci da se proces učenja odvija vlastitom učenikovom konstrukcijom i rekonstrukcijom znanja koje je rezultat interakcija s okolinom uz posredovanje prethodno stečenih znanja (Jukić, 2013). Konstruktivizam se pojavio početkom 20. stoljeća kao opreka objektivizmu prema kojem znanje postoji neovisno o našoj svijesti i percepciji. Bošnjak (2009) navodi dva temeljna konstruktivistička pristupa u učenju: društveni i radikalni konstruktivizam. Društveni konstruktivizam ističe kako se znanje konstruira interakcijom i komunikacijom pojedinca s njegovom okolinom koja mu omogućuje brže usvajanje novih znanja i vještina. Nove informacije se procesiraju i dovode u vezu s prethodno stečenima nakon čega dobivaju svoje značenje. Radikalni konstruktivizam navodi kako se znanje konstruira organizacijom spoznaje pri čemu se

procesom asimilacije nove informacije povezuju s prethodno stečenim znanjem, a procesom akomodacije prethodno stečena znanja se mijenjaju u skladu s novim informacijama. U konstruktivističkom pristupu učenik nije pasivan sudionik nastave, već on aktivno sudjeluje u nastavi pri čemu konstruira nova znanja (Kolomuç, 2001), a pri tome istražuje, rješava probleme, surađuje s drugim učenicima. Učenik nije *tabula rasa* već se on pri konstrukciji novoga znanja koristi određenim predznanjima koja je stekao prethodnim školovanjem ili iskustvom. To dovodi do stvaranja novih ideja i iskustava ili do promjene već postojećih. Konstruktivističkim pristupom učenicima se zadaju različiti izazovi i postavljaju problemski zadatci povezani sa svakodnevnim životom koji omogućuju upotrebu iskustva (Jukić, 2013). Iskustva učenika se ne smiju podcijeniti, već upravo suprotno: potrebno ih je pratiti, prepoznati i koristiti u nastavi jer ona predstavljaju poveznicu koja nastavnim sadržajima daju smisao i omogućuju njihovu primjenu i upotrebu. Konstruktivistički nastavnik potiče učenike na konstrukciju novih znanja, ideja i mišljenja, poučavanje prilagođava učenicima, usmjerava učenike u radu, postavlja pitanja i potiče učenike na postavljanje pitanja, potiče učenike na dijalog s nastavnikom i na međusoban dijalog, motivira učenike za rad i omogućuje im kreativnost u radu (Jukić, 2013). Također može se koristiti i izravnim poučavanjem, ali na način kojim održava motivaciju i interes učenika za određenu nastavnu temu. Nastavnik posjeduje određene kompetencije poput: timskog rada, snalaženja u novim situacijama, samostalnog učenja i promišljanja, kritičnosti i samokritičnosti…, i te kompetencije kroz nastavu razvija i kod svojih učenika. Četiri su elementa konstruktivističkog poučavanja (prema Bošnjak, 2009): aktivno i autentično učenje, višestruka perspektiva i suradničko učenje. Aktivnim učenjem učenik se koristi vlastitim iskustvom pri rješavanju određenog problema. Autentično učenje podrazumijeva da se nastavni sadržaji učenicima prenose kroz stvarne uvjete. Višestruka perspektiva omogućuje prenosivost znanja, a suradničko učenje učenike potiče na razmjenu znanja i međusobnu provjeru razumijevanja nastavnih sadržaja.

1.2. Koncept

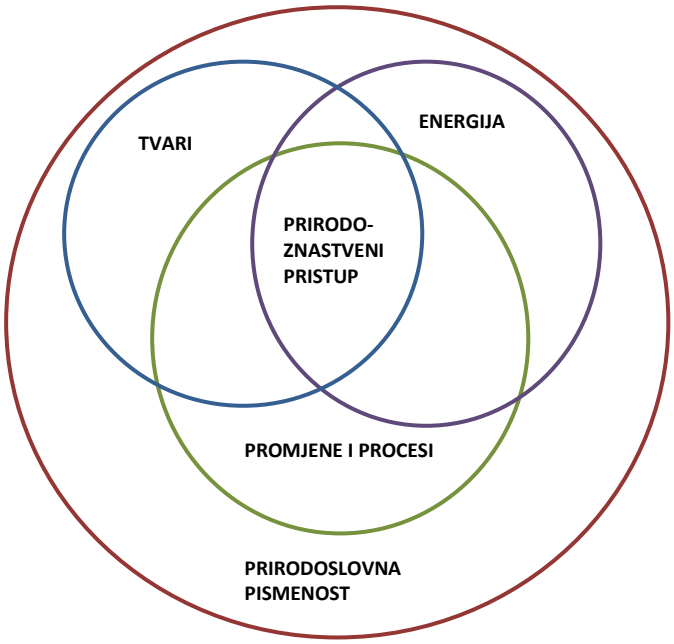
Konstruktivistički pristup potiče stvaranje koncepata i razvoj konceptualnog razumijevanja. Koncept možemo definirati kao ideju ili predodžbu koju smo sami konstruirali pomoću iskustva ili informacija, a sažima zajedničke karakteristike pojedinačnih pojava ili entiteta (Lukša, 2011). Koncept treba razlikovati od pojma jer koncept nastaje našom vlastitom konstrukcijom, dok pojam predstavlja preuzeto značenje.

Procesom učenja konstruiraju se novi koncepti koji se procesom asimilacije uklapaju u već postojeće koncepte ili se procesom akomodacije postojeći koncepti mijenjaju u skladu s novim konceptima. Koncepti se neprestano nadograđuju, a različiti su koncepti međusobno povezani zajedničkim karakteristikama što omogućuje bolje pamćenje novih informacija i konceptualno razumijevanje. Međusobna povezanost koncepata u cjelinu omogućuje kvalitetnu pohranu u dugoročnom pamćenju. Ovakav način konstrukcije novih znanja je učinkovitiji i korisniji od memoriranja velikih količina nepovezanih činjenica koje učenici vrlo brzo zaboravljaju i preopterećuju kratkoročno pamćenje. Formiranju novih koncepata mogu prethoditi predkoncepcije. Predkoncepcije nastaju prije procesa učenja na temelju iskustva ili netočnih informacija i one nisu u skladu sa važećim znastvenim teorijama. One su razumljive pojedincu koji pomoću njih daje smisao svijetu ograničenim znanjem koje posjeduje (Babić, 2018). Predkoncepcije ometaju i otežavaju stvaranje i razumijevanje novih koncepata. Nastavnici obično ne provjeravaju predkoncepcije s kojima učenici dolaze na nastavu što vodi ka njihovom produbljivanju ili razvoju miskoncepcija. Paralelno s konceptima mogu se razvijati alternativni koncepti, koji obuhvaćaju ideje i predodžbe koje su točne, ali nisu u okviru sadržaja predviđenog za obradu ili ga samo djelomično objašnjavaju (Posavac, 2013). Također obuhvaćaju različite predkoncepcije te prethodno važeće znanstvene teorije i vrlo su otporne na promjene.

1.2.1. Temeljni koncepti u kemiji

Glynn i sur. (1991) navode četiri temeljna koncepta koja su neophodna za razumijevanje kemije: kemijske i fizikalne promjene, čestična priroda tvari, kinetička molekularna teorija i kemijske reakcije. Ako učenici kvalitetno usvoje navedena četiri koncepta razumjeti će i ostale koncepte u kemiji. Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta kemija (MZO, 2018) predviđa četiri temeljna koncepta u kemiji: tvari, energija, promjene i procesi i prirodoznastveni pristup. Prva tri proizlaze iz makrokoncepata prirodoslovnog područja, a koncept prirodoznastvenog pristupa uveden je s ciljem razvoja matematičkih i eksperimentalnih vještina te prirodoslovne pismenosti učenika. Prirodoznastveni pristup prožima i povezuje ostala tri koncepta (Slika 1.1). Ispitni katalog za državnu maturu (NCVVO, 2018) kemijske sadržaje dijeli na šest koncepata odnosno područja: tvari, kemijske promjene, energija, brzina kemijskih reakcija, ravnoteža kemijskih reakcija, prikupljanje podataka, obrada i prikazivanje rezultata. Svako područje podijeljeno je nekoliko potpodručja. Možemo zaključiti da je u oba dokumenta podjela kemijskog

sadržaja vrlo slična s time da je u ispitnom katalogu za državnu maturu koncept promjena i procesa razdijeljen u tri koncepta. Također u ispitnom katalogu koncept prirodoznastvenog pristupa nije izdvojen kao poseban koncept već je on ugrađen u ostale navedene koncepte kroz koje se razvija. Tema „*Iskazivanje sastava smjese*“ je u Nacionalnom kurikulmu nastavnog predmeta kemija svrstana u koncept prirodoznastvenog pristupa, a u Ispitnom katalogu za državnu maturu u koncept tvari. U oba dokumenta kroz ovu temu se predviđa jačanje i primjena matematičkih kompetencija u kemiji.



Slika 1.1. Temeljni kemijski koncepti i prirodoznastveni pristup

1.3. Miskoncepcije

Prilikom usvajanja novih koncepata osim predkoncepija i alternativnih koncepcija može doći do pojave miskoncepcija. Miskoncepcije su mentalne prezentacije koncepata koje nisu u skladu s trenutno važećim znanstvenim teorijama (Nakiboglu, 2003). U literaturi možemo naći čitav niz drugih naziva koje različiti autori koriste umjesto izraza miskoncepcije poput izraza: alternativne koncepcije (Taber, 2001), naivna vjerovanja (Caramazza i sur., 1981), naivne teorije (Resnik, 1983), naivne koncepcije (Champagne i sur., 1983), intuitivne koncepcije (Lee i Law, 2001), intuitivna znanost (Preece, 1984) itd. Međutim ipak u većini radova nalazimo upravo izraz miskoncepcije. On je po svome karakteru internacionalan, u skladu je s jezičnim pravilima i njegova upotreba izaziva najmanje nesuglasnosti (Lukša, 2011). Također Bahar (2003) objašnjava kako je upravo

pojam miskoncepcije dobro poznat javnosti i lako prenosi poruku kontradiktornosti koncepta s važećom znanstvenom teorijom.

Učenici na nastavu dolaze sa već formiranim predkoncepcijama koje mogu, a ne moraju biti u skladu sa važećom znanstvenom teorijom. Ukoliko su one netočne, a nastavnici ih ne prepoznaju i ne ispravljaju one se produbljuju i prelaze u miskoncepcije. Miskoncepcije s kojima učenici dolaze na nastavu nadilaze dob, spol, kulturološke razlike, sposobnosti pojedinca, a svoje porijeklo imaju u osobnom iskustvu ili krivom tumačenju gradiva. (Bahar, 2003). Prisutne su na svim razinama obrazovanja od osnovne škole do fakulteta, ali također i kod nastavnika i profesora. Zbog svoje stabilnosti i otpornosti zadržavaju se i nakon završetka školovanja učenika (Guzetti, 2000). Upravo zato nastavnik tijekom procesa poučavanja treba ispitati postojanje miskoncepcija kod učenika vezanih uz određenu nastavnu temu te ih po potrebi ispraviti. Fisher (1985) navodi šest karakteristika miskoncepcija:

1. Nisu u skladu s trenutno važećim znastvenim teorijama
2. Ista miskoncepcija ili nekoliko njih se pojavljuje kod većeg broja učenika
3. Većina ih je otporna na promjenu i zamjenu ispravnim konceptima pogotovo upotrebom tradicionalnih modela poučavanja
4. Ponekad uključuju alternativne sustave koji su logički povezani i učenici ih sustavno koriste
5. Neke miskoncepcije imaju povijesne uzroke, odnosno u skladu su sa prijašnjim spoznajama koje su netočne
6. Mogu biti rezultat neuroloških poremećaja ili genetike kao što je automatska obrada jezika bez korekcije smisla. Posljedica su zajedničkih iskustva većeg broja ljudi, mogu nastati pogrešnim procesom poučavanja u školi i u drugim uvjetima.

1.3.1. Miskoncepcije u kemiji

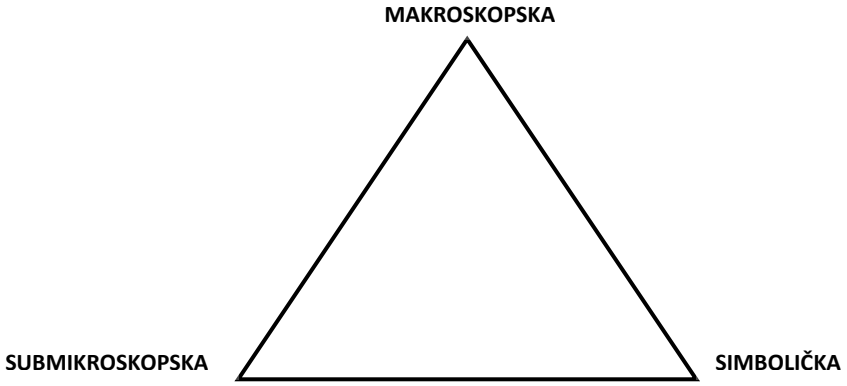
Za kemiju možemo reći da je vrlo konceptualan predmet, međutim mnogi koncepti su učenicima vrlo apstraktni što dovodi do nastanka miskoncepcija. Iz tog razloga znanstvenici diljem svijeta bave se njihovim ispitivanjem i proučavanjem. Miskoncepcije u kemiji se javljaju gotovo u svim područjima, a najčešća područja su: elementi, spojevi i smjese (Papageorgiou i Sakka, 2000), kemijske reakcije (Özmen i Ayas, 2003), kemijske veze (Coll i Treagust, 2003), kemijska ravnoteža (Chiu i sur, 2002), atomi i molekule

(Harrison i Treagust, 2000), kiseline i baze (Sisović i Bojović, 2000), čestična priroda tvari (Valanides, 2000), topljivost i otopine (Ebenezer i Fraser, 2000), množina tvari (Gorin, 1994), evaporacija i kondenzacija (Chang, 1999).

Ispitivanje miskoncepcija vezanih uz kemijske smjese provedeno je u nekoliko istraživanja (Awan i sur., 2001; Ayas i Demirbas, 1997; Costu i sur, 2007; Kingir i sur., 2012; Papageorgiou i Sakka, 2000; Milenković i sur., 2016) u kojima su utvrđene poteškoće učenika u razlikovanju kemijskih spojeva i smjesa, prepoznavanju homogenih i heterogenih smjesa, pripremi otopina, razlikovanju smjesa i otopina, itd. Na području Hrvatske nisu provedena istraživanja miskoncepcija vezanih uz kemijske smjese. Općenito, na području Hrvatske ne nalazimo istraživanja koja ispituju miskoncepcije u kemiji, te su istraživanja miskoncepcija uglavnom vezana uz druga područja poput biologije i fizike.

Različiti autori iznose različite uzroke nastanka miskoncepcija u kemiji. Prema Özmen (2004) miskoncepcije nastaju zbog: netočnog, nepreciznog i nepotpunog poučavanja, preopterećenih kurikuluma i udžbenika. Kurikulumi preopterećeni nastavnim sadržajima za obradu ne daju nastavnicima dovoljno vremena za zadržavanje na pojedinim temama, dok udžbenici mogu sadržavati neprecizne ili netočne informacije koje nisu u skladu sa važećim znastvenim teorijama. Prekomjerno pojednostavljivanje određenih koncepata (Chu i Kong, 2010), koje nastavnici koriste kako bi učenici što bolje razumjeli određeni koncept, može dovesti do razvoja miskoncepcija. Također i česta upotreba modela pomoću kojih nastavnici pokušavaju učenicima objasniti složene i apstraktne pojmove (Nahum i sur., 2004). Problem je što učenici modele ne koriste kao pomoć pri razumijevanju određenih pojmova, već ih shvaćaju doslovno. Sirhan (2007) navodi sljedeće uzroke: međusobna nepovezanost kemijskih razina, prenatrpanost radnog pamćenja, jezik i komunikacija te formacija koncepata. Učenici kemijske sadržaje uče na tri razine: makroskopskoj, submikroskopskoj i simboličkoj (Slika 1.2). Makroskopska se odnosi na sadržaje koje možemo percipirati našim osjetilima, submikroskopska je razina čestica, a simbolička razina međusobno povezuje makroskopsku i submikroskopsku razinu (Gilbert i Treagust, 2009). Simboličkoj razini pripadaju kemijski simboli, kemijske formule i kemijske jednadžbe koje koristimo u prethodne dvije razine. Međusobna povezanost svih triju razina je vrlo važna za usvajanje kemijskih koncepata, međutim Johnstone (1991)

navodi kako je učenicima vrlo teško učenje svih triju razina odjednom, te da nastavnici ponekad u poučavanju izostavljaju pojedine razine što dovodi do razvoja miskoncepcija.



Slika 1.2. Tri razine kemijskih sadržaja

Velika količina novih informacija opterećuje radno pamćenje i onemogućuje učenicima razlikovanje bitno od manje bitnog. Posljedica toga je memoriranje novih informacija bez razumijevanja (Jukić, 2013). Jezik i komunikacija također mogu imati ulogu u pojavi miskoncepcija zbog upotrebe novih i učenicima nepoznatih pojmova kao što su znanstveni pojmovi koje nastavnici koriste bez objašnjavanja njihova značenja učenicima ili upotreba pojmova na stranim jezicima. Problem može biti i upotreba riječi iz svakodnevnog života koje u kemiji imaju drugačija značenja (Milenković i sur., 2016). Posljednji uzrok kojeg navodi Sirhan (2007) je formiranje novih koncepata, naime do miskoncepcija i njihovog produbljivanja dolazi ukoliko se novi koncepti nadograđuju na prethodno krivo usvojene koncepte. Nastavnici također mogu imati značajnu ulogu u razvoju miskoncepcija kod svojih učenika. Iako je njihov zadatak da procesom poučavanja učenicima približe apstraktne kemijske koncepte, ispitaju i eliminiraju miskoncepcije (Özmen, 2004), ponekad sami nastavnici posjeduju miskoncepcije vezane uz određene kemijske sadržaje, a da toga često nisu ni svjesni. Nesvjesni svojih miskoncepcija nastavnici poučavanjem prenose vlastite miskoncepcije na svoje učenike. Posljedica toga je da iste miskoncepcije pronalazimo kod nastavnika i njihovih učenika (Kolomuç, 2001). Miskoncepcije kod nastavnika mogu nastati zbog: načina na koji su učeni, udžbenika iz kojih su učili, nedostatka iskustva u poučavanju ili iskustava iz svakodnevnog života (Pardhan i Bano, 2011). Prilikom edukacije mladih nastavnika važno je ispitati postojanje eventualnih miskoncepcija i po potrebi ih ispraviti kako ih ne bi prenosili na svoje učenike.

1.3.2. Utvrđivanje i ispravljanje miskoncepcija

Metode za utvrđivanje miskoncepcija mogu se podijeliti na subjektivne i objektivne. Subjektivne se koriste rijetko, dok se objektivne koriste češće jer omogućuju ispitivanje većeg broja učenika u kraćem vremenskom intervalu. Najčešće korištene metode su: intervju, testovi sa zadatcima otvorenog tipa, testovi za zadatcima višestrukog izbora i višeslojni testovi (Gurel i sur., 2015). Najčešće se koristi intervju. On omogućuje detaljno ispitivanje i veću mogućnost razrade, što daje detaljan opis učeničkih kognitivnih struktura (Gurel i sur., 2015). Intervju nam daje uvid u razmišljanja učenika o određenoj temi. Nedostaci ove metode su velika količina vremena koju je potrebno uložiti u ispitivanje učenika i potreban velik broj ispitivača koji posjeduju određeno iskustvo. Kako bi se ispitao veći broj učenika u određenom vremenu, mogu se koristiti testovi sa zadatcima otvorenog tipa u kojima učenici pismeno iznose svoja razmišljanja i stavove. Kod ove metode javlja se problem evaluacije zadataka i nečitak rukopis učenika (Gurel i sur., 2015). Testovi sa zadatcima višestrukog izbora koriste se kako bi se izbjegli nedostaci prethodne dvije metode. Prednosti ove metode su (prema Gurel i sur., 2015): pokrivanje širokog raspona tema u kratkom vremenu, svestranost i mogućnost mjerenja kognitivnih razina, objektivnost i pouzdanost, brza i laka analiza, lakše iskazivanje znanja onih učenika koji se teško pismeno izražavaju, pružaju važne dijagnostičke informacije i omogućuju utvrđivanje učestalosti i distribucije miskoncepcija. Međutim, Chang (2010) iznosi neke nedostatke ove metode zbog kojih je teško sastaviti kvalitetan test: smanjena pouzdanost zbog mogućnosti pogađanja, onemogućen dublji uvid u ideje učenika i konceptualno razumijevanje te onemogućeno iznošenje vlastitih ideja zbog unaprijed zadanog obrasca odgovora. Najveća zamjerka ove metode je da točan odgovor koji učenik odabire ne znači nužno da taj odgovor zna i objasniti (Tamir, 1990). Iz tog razloga uvode se višeslojni testovi koji mogu biti: dvoslojni, troslojni i četveroslojni. U dvoslojnom testu učenik prvo odabire jedan od ponuđenih odgovora i nakon toga iznosi objašnjenje zašto je izabrao upravo taj odgovor što omogućuje provjeru učenikova razumijevanja. Međutim, ograničenost testa je u zapažanju razlika između nedostatka znanja, miskoncepcija i literarnog razumijevanja (Gurel i sur., 2015). Kako bi se to izbjeglo mogu se koristiti troslojni i četveroslojni testovi. Kod troslojnih testova se u trećem sloju traži učenikova procjena slaganja s danim odgovorom, a u četveroslojnim učenikova procjena posebno odabranog odgovora, a posebno objašnjenja. Četveroslojni testovi se međutim vrlo rijetko

koriste. Od ostalih metoda za procjenu miskoncepcija mogu se koristit: igre asocijacija, konceptualne mape, diskusije, pojmovne mreže i konceptualni fazni dijagrami (Bahar, 2003). Svaka od ovih metoda ima svoje prednosti i nedostatke te ne postoji jedinstvena metoda za ispitivanje miskoncepcija, već ih je potrebno kombinirati.

Nakon utvrđenog postojanja miskoncepcija u određenom području, potrebno ih je ispraviti, no miskoncepcije su vrlo otporne na promjene. Razlog njihove privlačnosti i trajnosti je njihova razumljivosti i jednostavnost (Delimar, 2011). Proces utvrđivanja i ispravljanja miskoncepcija naziva se konceptualna promjena. Proces nije jednostavan niti brz i podrazumijeva promjenu miskoncepcija u ispravne znanstvene koncepte (Babić 2018). Jedan od razloga zašto proces nije brz jest taj da nastavnici obično ne provjeravaju postojanje miskoncepcija kod svojih učenika ili posjeduju iste miskoncepcije kao i njihovi učenici, a obično ih nisu niti svjesni. Na taj se način miskoncepcije nastavljaju produbljivati dok učenici sami ne spoznaju da postojeće koncepte ne mogu upotrijebiti za rješavanje problema. Posner i sur. (1982) navode četiri glavna uvjeta koji su potrebni za konceptualnu promjenu:

1. Prisutnost nezadovoljstva postojećim konceptom. Učenici nevoljko mijenjaju svoje koncepte, sve dok se ne uvjere da im manje radikalne promjene neće pomoći u rješavanju novih problema ili situacija.
2. Razumljivost novog koncepta. Ukoliko novi koncept nema smisla, učenik ga neće prihvatiti zbog čega novi koncept neće moći zamijeniti postojeće miskoncepcije iako su pogrešne.
3. Uvjerljivost novog koncepta. Novi koncept mora moći riješiti problem koji prethodni koncept nije mogao. Ukoliko novi koncept nije uvjerljiv, neće moći zamijeniti postojeće miskoncepcije.
4. Novi koncept mora biti plodonosniji od staroga. Mora imati sposobnost vlastitog proširenja, rješavanja problema i mora biti koristan u realnom svijetu.

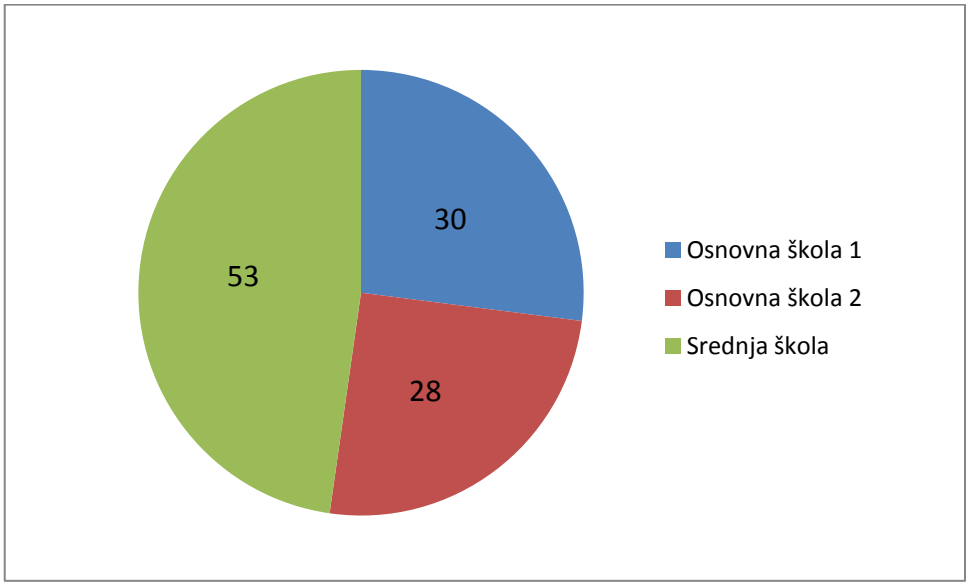
1.4. Cilj diplomskog rada

Cilj ovoga diplomskog rada je utvrditi nastale miskoncepcije vezane uz iskazivanje kvantitativnog sastava smjese (maseni udio i volumni udio) kod učenika, usporediti učestalost miskoncepcija kod učenika sedmih razreda osnovnih škola i učenika prvih razreda gimnazije, te ujedno provjeriti uspješnost rješavanja zadataka vezanih uz temu kvantitativnog iskazivanja sastava smjese.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Uzorak

Istraživanje je provedeno tijekom mjeseca svibnja u školskoj godini 2018./2019. na uzorku od 111 učenika. Od ukupnog uzorka 30 učenika je sedmih razreda osnovne škole sa područja Osječko-baranjske županije (osnovna škola 1), 28 učenika je sedmih razreda osnovne škole sa područja Brodsko-posavske županije (osnovna škola 2) i 53 učenika je prvoga razreda gimnazije sa područja Brodsko-posavske županije (srednja škola) (Slika 2.1).



Slika 2.1. Ukupan broj učenika osnovnih i srednje škole koji su sudjelovali u istraživanju

2.2. Tijek istraživanja

Za potrebe istraživanja sastavljena je pisana provjera znanja koja je imala 9 zadataka (Prilog 4), od kojih je 7. zadatak imao 4, a 8. zadatak 2 potpitanja. Prema tome pisana provjera imala je ukupno 13 pitanja. Prilikom konstrukcije pisane provjere korišteni su udžbenici kemije za sedmi razred osnovne škole (Lukić i sur., 2015; Kovač-Andrić i sur.,

2013) i CARNet-ova stranica Edutorij e-škole (Web 2). U pisanoj provjeri znanja obuhvaćene su sve 3 razine postignuća prema Crooksu (1988): reproduktivno znanje (R1), konceptualno razumijevanje i primjena (R2) i rješavanje problema (R3). Pitanja u pisanoj provjeri znanja bila su podijeljena u 3 skupine zadataka:

1. zadaci alternativnog izbora (točno/netočno)
2. zadaci višestrukog izbora (jedan točan dogovor)
3. zadaci kratkih odgovora

Svaki od 9 zadataka sadržavao je uputu za uspješno rješavanje zadataka. Pisana provjera provedena je na satima kemije i prije pristupanja samoj provjeri učenicima je objašnjeno kako je provjera anonimna te da rezultati koje postignu neće imati utjecaj na njihov školski uspjeh. Učenici su za rješavanje pisane provjere imali 30 minuta. Nakon provođenja pisane provjere su ispravljene, bodovane te rangirane prema uspješnosti.

2.3. Instrument istraživanja

Obrada i analiza podataka pisane provjere podrazumijevala je međusobnu usporedbu rezultata osnovne škole 1 i osnovne škole 2, te usporedbu rezultata osnovne i srednje škole. Izračunat je ukupan postotak riješenosti na sva pitanja, postotak riješenosti za svako pojedino pitanje, prosječan broj ukupno ostvarenih bodova i prosječan broj ostvarenih bodova po kognitivnim razinama učenika dvaju osnovnih škola, te osnovne i srednje škole. Utvrđivanje miskoncepcija provedeno je svrstavanjem odgovora učenika u klase s obzirom na uspjeh postignut na pisanoj provjeri znanja. Ovim istraživanjem utvrđeno je 8 klasa riješenosti za učenike osnovnih škola (> 80 %, 80-70 %, 70-60 %, 60-50 %, 50-40 %, 40-30 %, 30-20 % i < 20 %) i 8 klasa riješenosti za učenike srednje škole (> 90 %, 90-80 %, 80-70 %, 70-60 %, 60-50 %, 50-40 %, 40-30% i < 30%). Obzirom na klase, ukoliko se isti netočan odgovor pojavi u svim klasama riješenosti, tada se taj odgovor smatra miskoncepcijom.

Računat je indeks lakoće *(p*) koji omogućuje procjenu lakoće pojedinog pitanja te njegovu eventualnu promjenu ili preoblikovanje tijekom budućeg provođenja pisane provjere. Računa se prema sljedećoj formuli:

$$p = \frac{broj\ točnih\ odgovora\ na\ pojedino\ pitanje}{ukupan\ broj\ učenika}$$

Pitanja s vrijednostima indeksa lakoće od 0,3 do 0,7 smatraju se idealnim za testiranje, dok ona najteža na koja nije bilo odgovora se uklanjaju u sljedećim provedbama pisane provjere (Petz, 2004)

Računanjem indeksa diskriminativnosti (*D*) mjeri se sposobnost zadatka da razlikuje učenike s obzirom na njihove razlike u znanju. Za određivanje indeksa diskriminativnosti (*D*) potrebno je odrediti trećinu najboljih (*B*) i trećinu najlošijih učenika (*L*), u odnosu na ukupan broj učenika, s obzirom na broj bodova koji su postigli na pisanoj provjeri i na temelju toga zauzeli određeno mjesto na rang ljestvici. Računa se prema sljedećoj formuli:

$$D = \frac{2 \cdot (B - L)}{ukupan\ broj\ učenika}$$

Pitanja s vrijednostima indeksa diskriminativnosti (*D*) većima od 0,35 smatraju se izvrsnima, između 0,35 i 0,25 dobrima, između 0,25 i 0,15 prihvatljivima i s vrijednostima manjima od 0,15 neprihvatljivima. Što je vrijednost *D* veća, pitanje bolje razlikuje učenike obzirom na njihovo znanje, dok niže vrijednosti pokazuju slučajnu povezanost zadatka i ukupnog uratka te bi takva pitanja trebalo ukloniti u sljedećoj provedbi pisane provjere (Haladyna i sur., 2002)

Procjenom prirodoslovne pismenosti (*PP*) i utjecaja pitanja na odgovor (*U*) određuje se kvaliteta pojedinog pitanja. Prirodoslovna pismenost (*PP*) i utjecaj pitanja na odgovor (*U*) određuju se pomoću elemenata danih u tablici 2.1.. Kvaliteta pitanja (*KP*) računa se prema sljedećoj formuli:

$$KP = \frac{PP + U}{2}$$

Pitanja s vrijednošću 1 smatraju se lošim, 2 slabim, 3 dobrim, 4 vrlo dobrim i 5 izvrsnim pitanjima (Radanović i sur., 2010).

Tablica 2.1. Računanje kvalitete pitanja procjenom prirodoslovne pismenosti (*PP*) i utjecaja pitanja na odgovor (*U*) u pismenoj provjeri znanja (Radanović i sur., 2010)

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

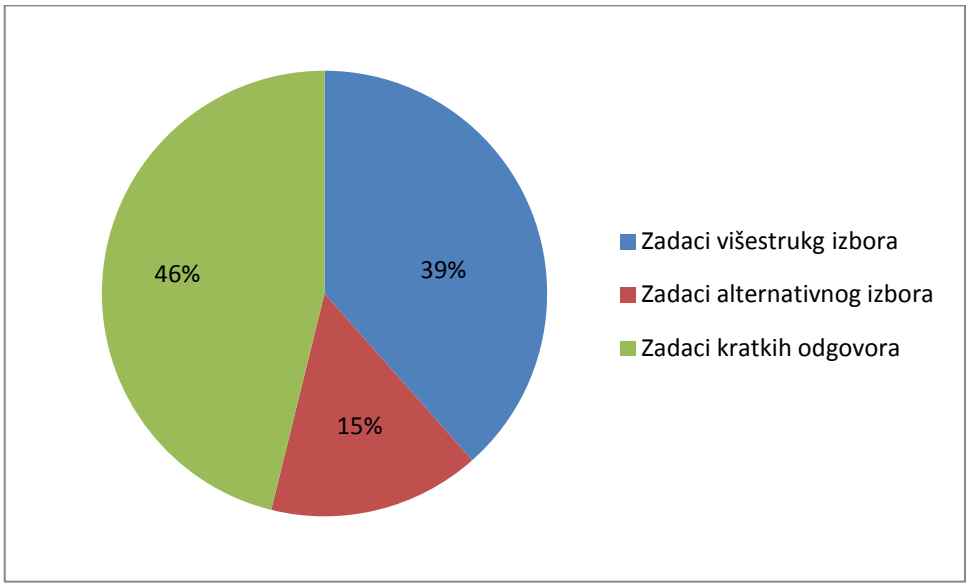
2.4. Obrada podataka

Rezultati provedenih pisanih provjera znanja su obrađeni i grafički prikazani u Microsoft Office Excel programu.

3. REZULTATI

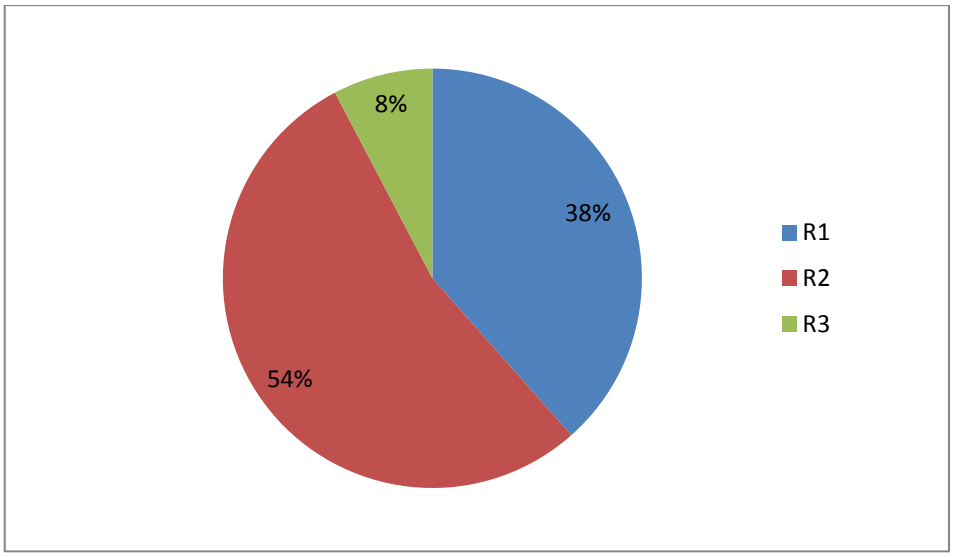
3.1. Analiza pisane provjere znanja

Pisana provjera znanja sadržavala je ukupno 9 zadataka sa 13 pitanja. Na pisanoj provjeri znanja moglo se ukupno ostvariti 12 bodova, a pojedini zadaci bodovani su s 0,5, 1 ili 2 boda. Prema Grgin (1994) 5 zadataka (39%) je višestrukog izbora, 2 zadatka (15%) su alternativnog tipa i 6 zadataka (46%) je kratkog odgovora (Slika 3.1). Zadaci višestrukog izbora nosili su ukupno 6 bodova, zadaci alternativnog tipa 2 boda, a zadaci dosjećanja 4 boda.



Slika 3.1. Udio pojedinog tipa zadataka u pisanoj provjeri znanja (prema Grgin, 1994.)

Obzirom na razine postignuća prema Crooksovoj (1988) taksonomiji 5 zadataka (38%) je prve razine (R1), 7 zadataka (54%) je druge razine (R2) i 1 zadatak (8%) je treće razine (R3) (Slika 3.2). Zadaci prve razine nosili su ukupno 3,5 bodova, druge razine 6,5 bodova i treće razine 2 boda.



Slika 3.2. Udio pojedinih razina postignuća prema Crooksovoj (1988.) takosnomiji u pisanoj provjeri znanja

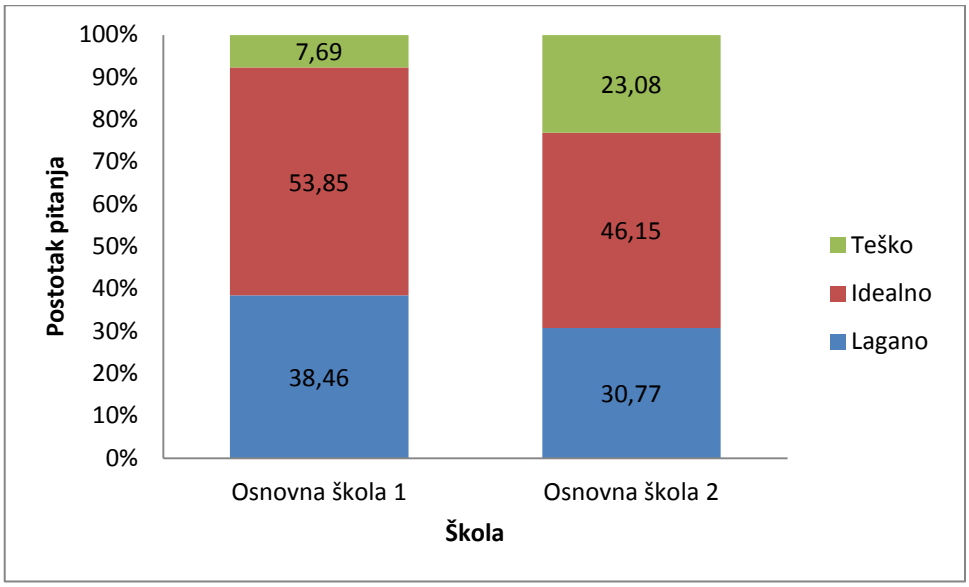
Procjenom kvalitete pitanja utvrđena su: 3 dobra i 10 vrlo dobrih pitanja. Procjenom prirodoslovne pismenosti, najveća je utvrđena kod 9. pitanja (*PP* = 3,67), a najmanja kod 7. a), b) i c) pitanja (*PP* = 2,17). Najveća vrijednost procjene utjecaja pitanja na odgovor utvrđena je kod 1. i 6. pitanja (*U* = 4,83), dok je najmanja vrijednost utvrđena kod 8. b) pitanja (*U* = 4,42) (Tablica 3.1).

Tablica 3.1. Prikaz pitanja pisane provjere znanja provedene u osnovnoj i srednjoj školi obzirom na prirodoslovnu pismenost (*PP*), utjecaj pitanja na odgovor (*U*) i kvalitetu pitanja

Redni broj	Prirodoslovna pismenost (*PP*)	Utjecaj pitanja na odgovor (*U*)	Kvaliteta pitanja	
1.	3,33	4,83	4,08	Vrlo dobro
2.	2,75	4,58	3,67	Vrlo dobro
3.	3,42	4,83	4,13	Vrlo dobro
4.	3,33	4,50	3,92	Vrlo dobro
5.	3,50	4,50	4,00	Vrlo dobro
6.	3,25	4,83	4,04	Vrlo dobro
7. a)	2,17	4,50	3,33	Dobro
7. b)	2,17	4,50	3,33	Dobro
7. c)	2,17	4,50	3,33	Dobro
7. d)	2,50	4,67	3,58	Vrlo dobro
8. a)	3,33	4,58	3,96	Vrlo dobro
8. b)	3,08	4,42	3,75	Vrlo dobro
9.	3,67	4,58	4,13	Vrlo dobro

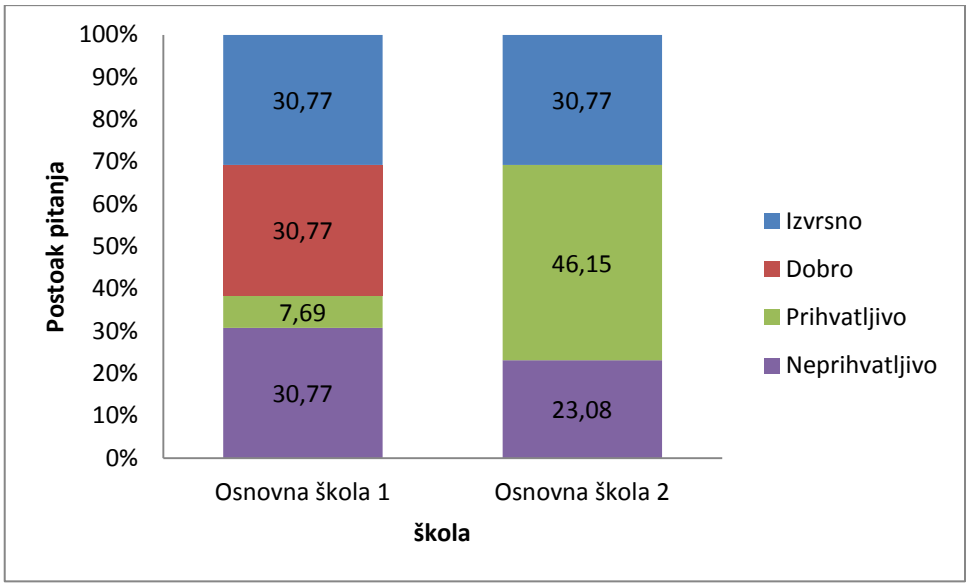
3.1.1. Usporedba rezultata osnovnih škola

Prema indeksu lakoće (*p*) utvrđeno je: 7 idealnih, 5 laganih i 1 teško pitanje za učenike osnovne škole 1, dok je za učenike osnovne škole 2 utvrđeno: 6 idealnih, 4 lagana i 3 teška pitanja (Slika 3.3; Tablica 3.2).



Slika 3.3. Procjena pitanja pisane provjere znanja prema indeksu lakoće (*p*) u osnovnim školama

Prema indeksu diskriminativnosti (*D*) pomoću rezultata dobivenih u osnovnoj školi 1 utvrđena su: 4 izvrsna, 4 dobra, 1 prihvatljivo i 4 neprihvatljiva pitanja, a pomoću rezultata u osnovnoj školi 2 utvrđena su: 4 izvrsna, 6 prihvatljivih i 3 neprihvatljiva pitanja (Slika 3.4; Tablica 3.2)



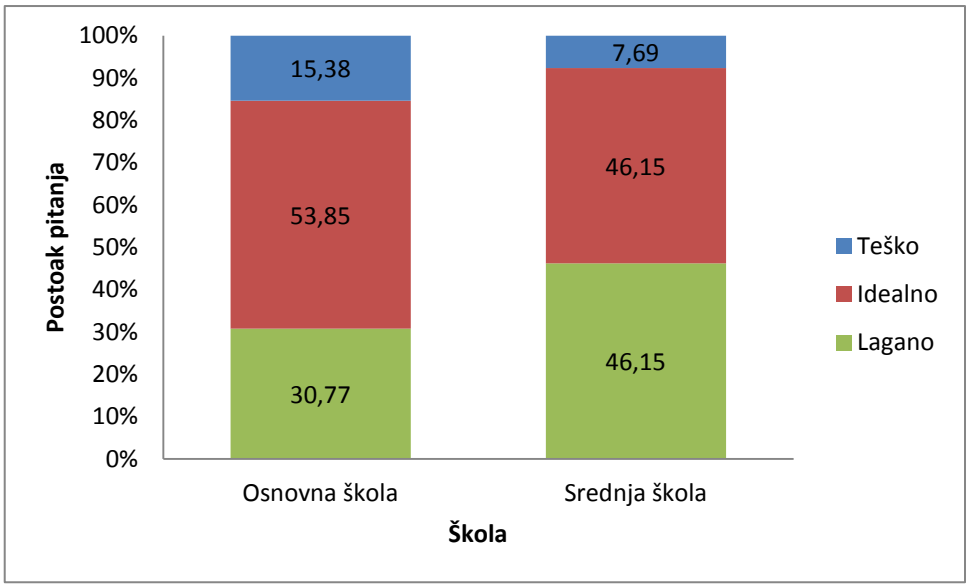
Slika 3.4. Procjena pitanja pisane provjere znanja prema indeksu diskriminativnosti (*D*) u osnovnim školama

Tablica 3.2. Prikaz pitanja pisane provjere znanja provedene u osnovnim školama obzirom na indeks lakoće (*p*) i indeks diskriminativnosti (*D*)

	Osnovna škola 1				**Osnovna škola 2**			
R. broj	***p***		***D***		***p***		***D***	
1.	0,4	Idealno	0,33	Dobro	0,1	Teško	0,21	Prihvatljivo
2.	0,7	Idealno	0,53	Izvrsno	0,4	Idealno	0,36	Izvrsno
3.	0,8	Lagano	0,13	Neprihvatljivo	0,8	Lagano	0,21	Prihvatljivo
4.	0,6	Idealno	0,47	Izvrsno	0,7	Idealno	0,00	Neprihvatljivo
5.	0,3	Idealno	-0,27	Neprihvatljivo	0,3	Idealno	0,00	Neprihvatljivo
6.	0,8	Lagano	0,27	Dobro	0,6	Idealno	0,21	Prihvatljivo
7. a)	1,0	Lagano	0,13	Neprihvatljivo	0,8	Lagano	0,36	Izvrsno
7. b)	0,9	Lagano	0,27	Dobro	0,8	Lagano	0,36	Izvrsno
7. c)	1,0	Lagano	0,20	Prihvatljivo	0,9	Lagano	0,21	Prihvatljivo
7. d)	0,5	Idealno	-0,07	Neprihvatljivo	0,3	Idealno	0,21	Prihvatljivo
8. a)	0,3	Idealno	0,40	Izvrsno	0,1	Teško	0,07	Neprihvatljivo
8. b)	0,3	Idealno	0,33	Dobro	0,2	Teško	0,21	Prihvatljivo
9.	0,2	Teško	0,40	Izvrsno	0,4	Idealno	0,57	Izvrsno

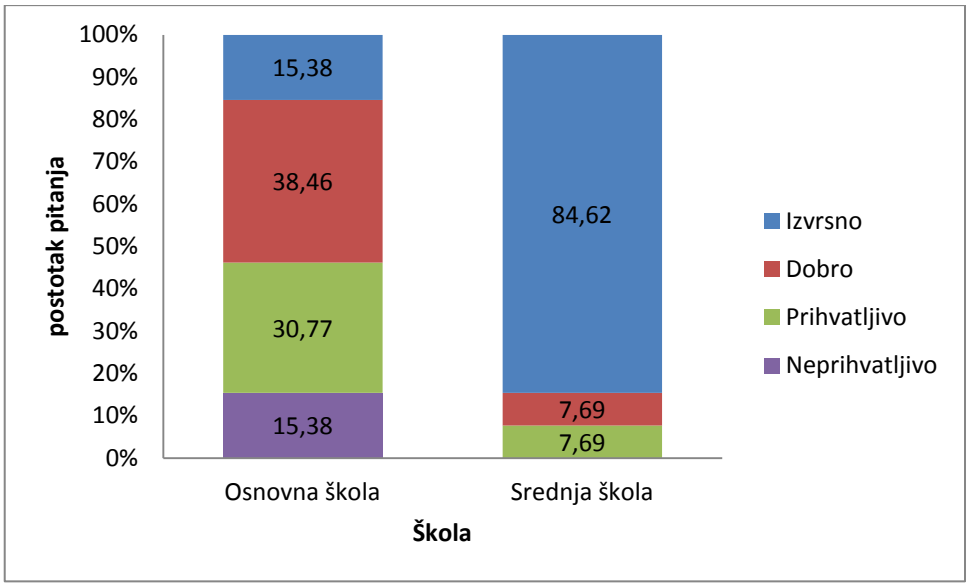
3.1.2. Usporedba rezultata osnovne i srednje škole

Indeksom lakoće (*p*) utvrđeno je: 7 idealnih, 4 lagana i 2 teško pitanja za učenike osnovne škole, dok je za učenike srednje utvrđeno: 6 idealnih, 6 laganih i 1 teško pitanje (Slika 3.5; Tablica 3.3).



Slika 3.5. Procjena pitanja pisane provjere znanja prema indeksu lakoće (*p*) u osnovnoj i srednjoj školi

Prema indeksu diskriminativnosti (*D*) u osnovnoj školi utvrđena su: 2 izvrsna, 5 dobrih, 4 prihvatljiva i 2 neprihvatljiva pitanja, a pomoću rezultata dobivenih u srednjoj školi utvrđena je: 11 izvrsnih, 1 dobro i 1 prihvatljivo pitanja (Slika 3.6; Tablica 3.3)



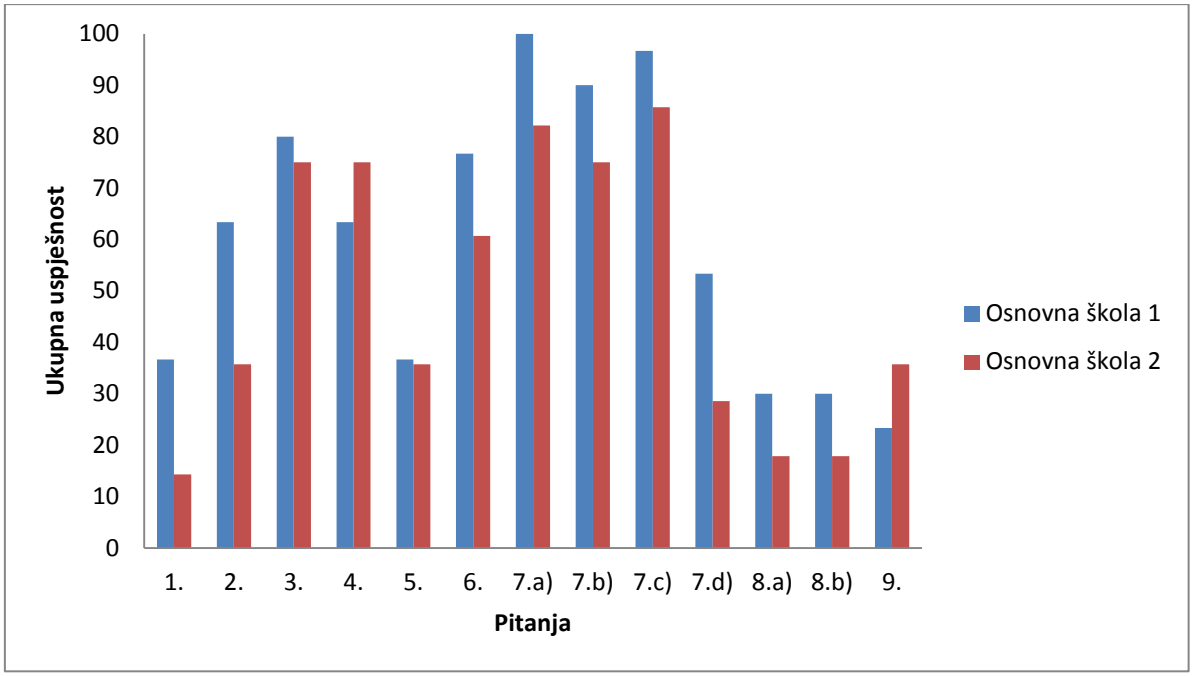
Slika 3.6. Procjena pitanja pisane provjere znanja prema indeksu diskriminativnosti (*D*) u osnovnoj i srednjoj školi

Tablica 3.3. Prikaz pitanja pisane provjere znanja provedene u osnovnoj i srednjoj školi obzirom na indeks lakoće (*p*) i indeks diskriminativnosti (*D*)

	Osnovna škola				**Srednja škola**			
R. broj	***p***		***D***		***p***		***D***	
1.	0,3	Idealno	0,28	Dobro	0,5	Idealno	0,49	Izvrsno
2.	0,5	Idealno	0,52	Izvrsno	0,5	Idealno	0,38	Izvrsno
3.	0,8	Lagano	0,17	Prihvatljivo	0,8	Lagano	0,72	Izvrsno
4.	0,7	Idealno	0,21	Prihvatljivo	1,0	Lagano	0,49	Izvrsno
5.	0,3	Idealno	-0,07	Neprihvatljivo	0,3	Idealno	0,26	Dobro
6.	0,7	Idealno	0,28	Dobro	0,9	Lagano	0,49	Izvrsno
7. a)	0,9	Lagano	0,28	Dobro	1,0	Lagano	0,49	Izvrsno
7. b)	0,8	Lagano	0,34	Dobro	0,9	Lagano	0,53	Izvrsno
7. c)	0,9	Lagano	0,24	Prihvatljivo	1,0	Lagano	0,42	Izvrsno
7. d)	0,4	Idealno	0,14	Neprihvatljivo	0,6	Idealno	0,64	Izvrsno
8. a)	0,2	Teško	0,21	Prihvatljivo	0,6	Idealno	0,60	Izvrsno
8. b)	0,2	Teško	0,24	Dobro	0,7	Idealno	0,57	Izvrsno
9.	0,3	Idealno	0,38	Izvrsno	0,1	Teško	0,15	Prihvatljivo

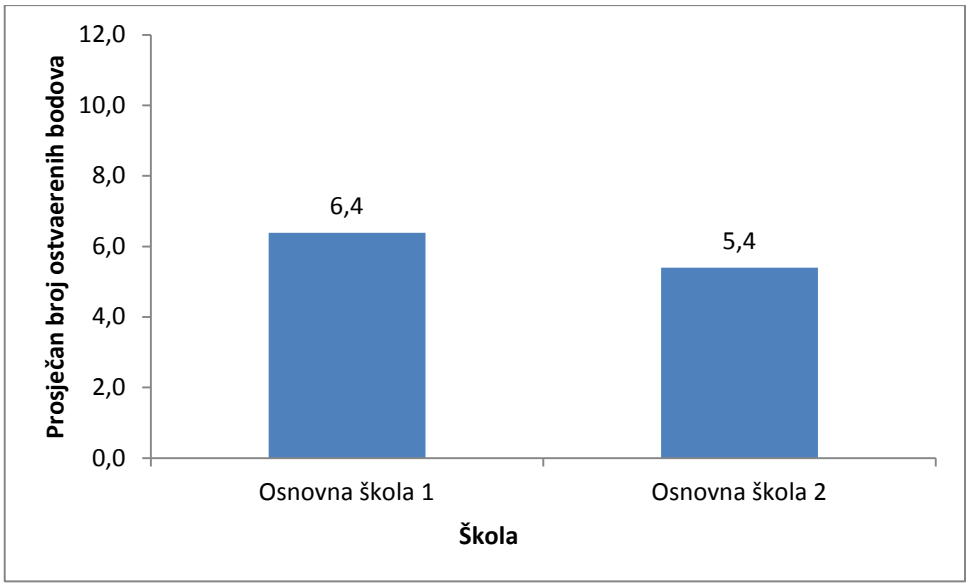
3.2. Rezultati uspješnosti rješavanja pisane provjere znanja

3.2.1. Usporedba rezultata osnovnih škola



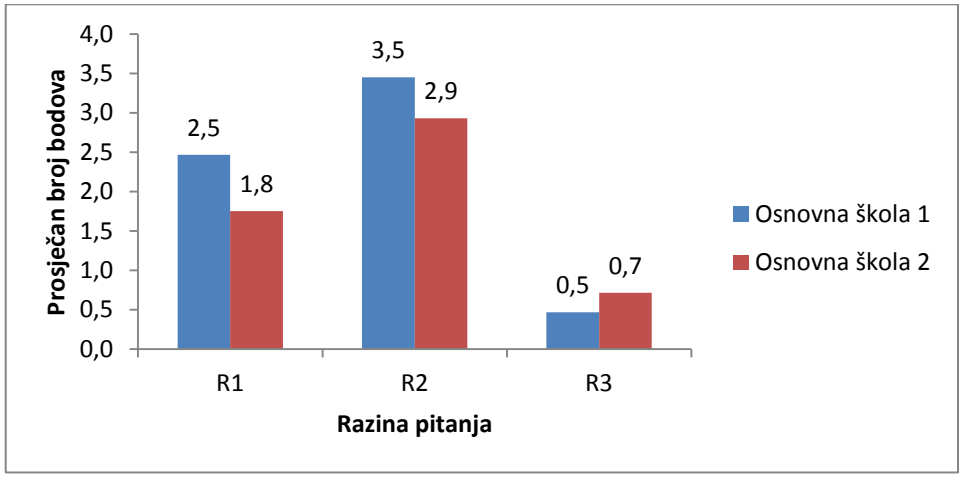
Slika 3.7. Usporedba ukupne uspješnosti učenika osnovnih škola po pitanjima

Učenici osnovne škole 1 postižu veću uspješnost u svim pitanjima osim 9. pitanja u kojem su veću uspješnost postigli učenici osnovne škole 2. Najveća uspješnost (100%) učenici osnovne škole 1 postižu u 7.a) pitanju, dok najmanju uspješnost (23,33%) postižu u 9. pitanju. Učenici osnovne škole 2 najveću uspješnost (85,71%) postižu u 7.c), a najmanju uspješnost (14,29%) postižu u 1. pitanju. Učenici obje osnovne škole najveće uspješnosti postižu u 7. a), b) i c) pitanju, dok približno jednaku uspješnost postižu u 5. pitanju (Slika 3.7).



Slika 3.8. Prosječan broj ostvarenih bodova u pisanoj provjeri znanja u osnovnim školama

Od ukupno 12 bodova koje su učenici mogli ostvariti u pisanoj provjeri znanja, učenici osnovne škole 1 prosječno ostvaraju 6,4 bodova, dok učenici osnovne škole 2 prosječno ostvaruju 5,4 bodova što je za 1 bod više od učenika osnovne škole 1. Vidljivo je kako učenici osnovne škole 2 postižu lošiji uspjeh od učenika osnovne škole 1 (Slika 3.8).

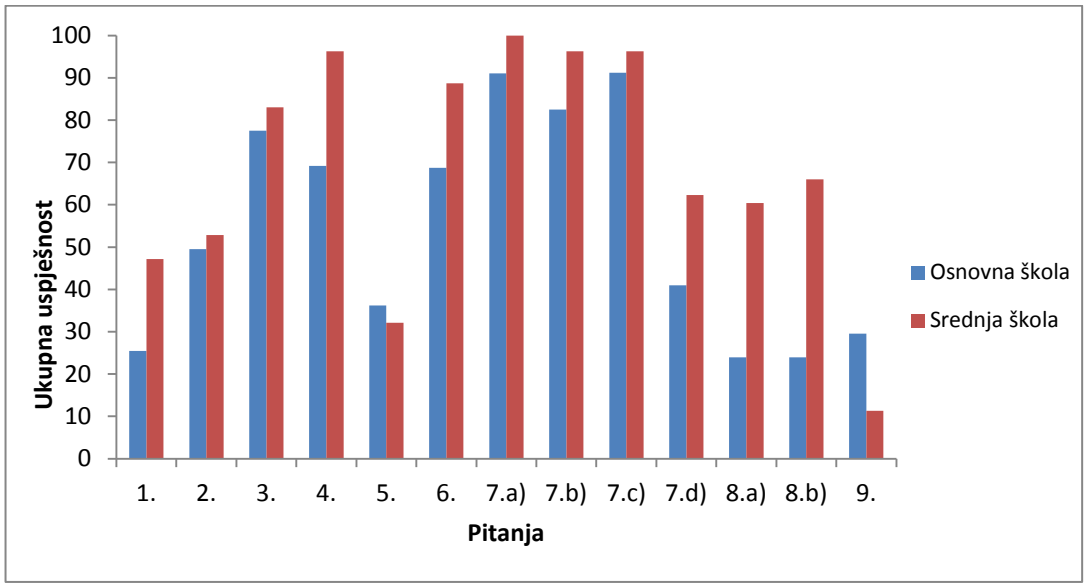


Slika 3.9. Prosječan broj ostvarenih bodova po kognitivnim razinama u osnovnim školama

Od mogućih 3,5 bodova na 1. kognitivnoj razini učenici osnovne škole 1 prosječno postižu 2,5, a učenici osnovne škole 2 prosječno 1,8 bodova. Na 2. kognitivnoj razini učenici osnovne škole 1 prosječno postižu 3,5, a učenici osnovne škole 2 prosječno 2,9 bodova od ukupno 6,5 bodova. Na trećoj kognitivnoj razini od moguća 2 boda učenici osnovne škole 2 prosječno postižu 0,7 bodova, a učenici osnovne škole 1 prosječno 0,5 bodova. Općenito

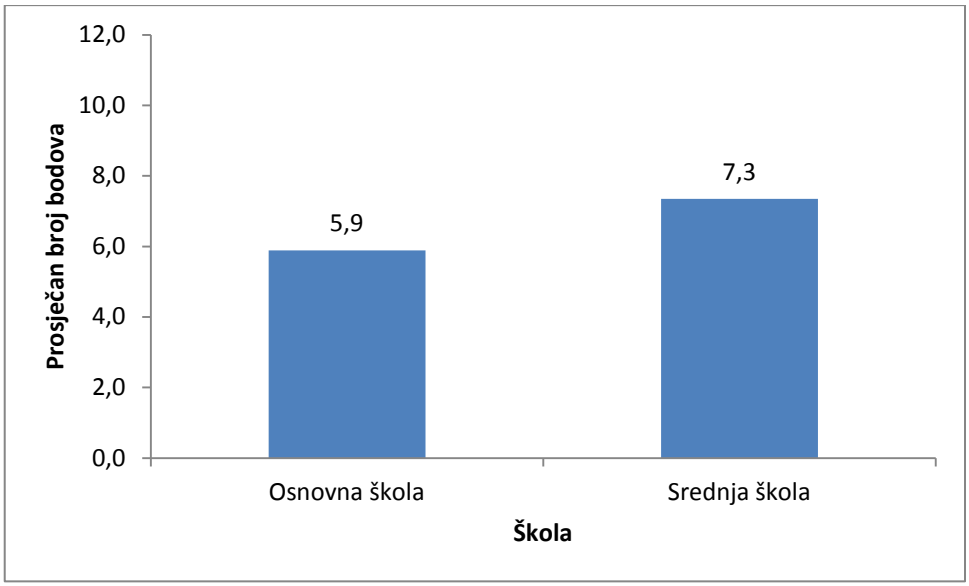
učenici osnovne škole 1 postižu veći prosječan broj bodova na 1. i 2. kognitivnoj razini, dok učenici obje škole postižu lošiji uspjeh u rješavanju pitanja 3. kognitivne razine. (Slika 3.9).

3.2.2. Usporedba rezultata osnovne i srednje škole



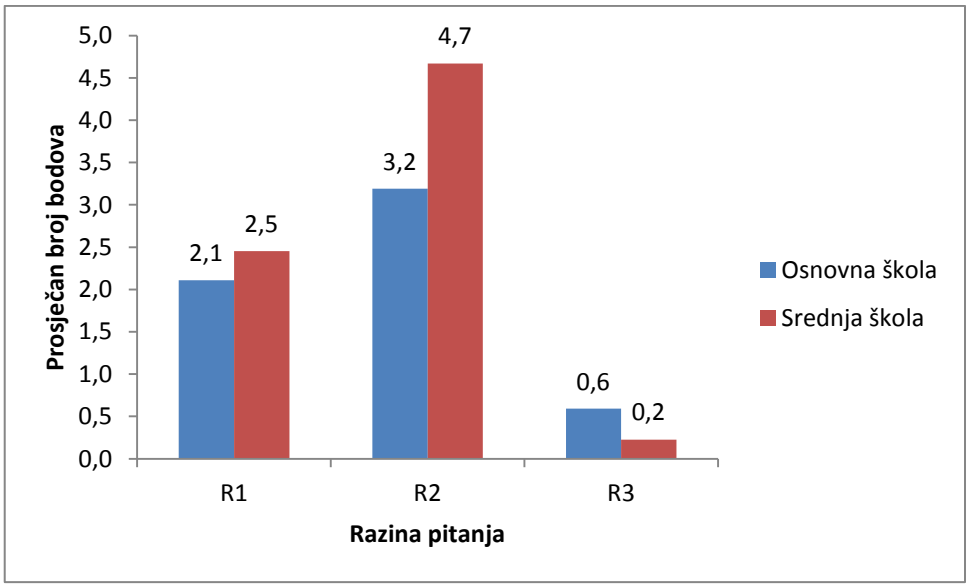
Slika 3.10. Usporedba ukupne uspješnosti učenika osnovne i srednje škole

Učenici srednje škole postižu veću uspješnost na svim pitanjima osim na 5. i 9. pitanju u kojima veću uspješnost postižu učenici osnovne škole. Učenici srednje škole najveću uspješnost postižu na 7. a) pitanju (100%), a najmanju uspješnost na 9. pitanju (11,32%). Učenici osnovne škole najveću uspješnost postižu na 7.c) pitanju (91,19%), a najslabiju uspješnost na 8. a) i b) pitanju (23,93%). Približno jednaku uspješnost učenici obje škole postižu na 2. pitanju (Slika 3.10).



Slika 3.11. Prosječan broj ostvarenih bodova na pisanoj provjeri znanja u osnovnoj i srednjoj školi

Od mogućih 12 bodova koliko je nosila pisana provjera znanja učenici osnovne ostvaruju prosječno 5,9 bodova, a učenici srednje škole 7,3 boda što je za 1,4 bodova više od učenika osnovne škole. Općenito učenici srednje škole postižu bolji uspjeh od učenika osnovne škole (Slika 3.11)



Slika 3.12. Prosječan broj ostvarenih bodova po kognitivnim razinama u osnovnoj i srednjoj školi

Učenici osnovne škole postižu prosječno 2,1 bod, a učenici srednje škole 2,5 bodova od mogućih 3,5 bodova na 1. kognitivnoj razini. Od ukupno 6,5 bodova na 2. kognitivnoj

razini učenici osnovne škole ostvaraju prosječno 3,2 boda, a učenici srednje škole 4,7 bodova. Na trećoj kognitivnoj razini od moguća 2 boda učenici osnovne škole prosječno ostvaruju 0,6 bodova, a učenici srednje škole 0,2 boda. Općenito učenici srednje škole ostvaruju veći prosječan broj bodova na 1. i 2. kognitivnoj razini, a na 3. kognitivnoj razini učenici obje škole postižu lošiji uspjeh. Najveća razlika u prosječnom broju ostvarenih bodova između učenika osnovne i srednje škole je na 2. kognitivnoj razini i iznosi 1,5 bodova (Slika 3.12).

3.3. Analiza odgovora pojedinog pitanja pisane provjere znanja i utvrđivanje miskoncepcija

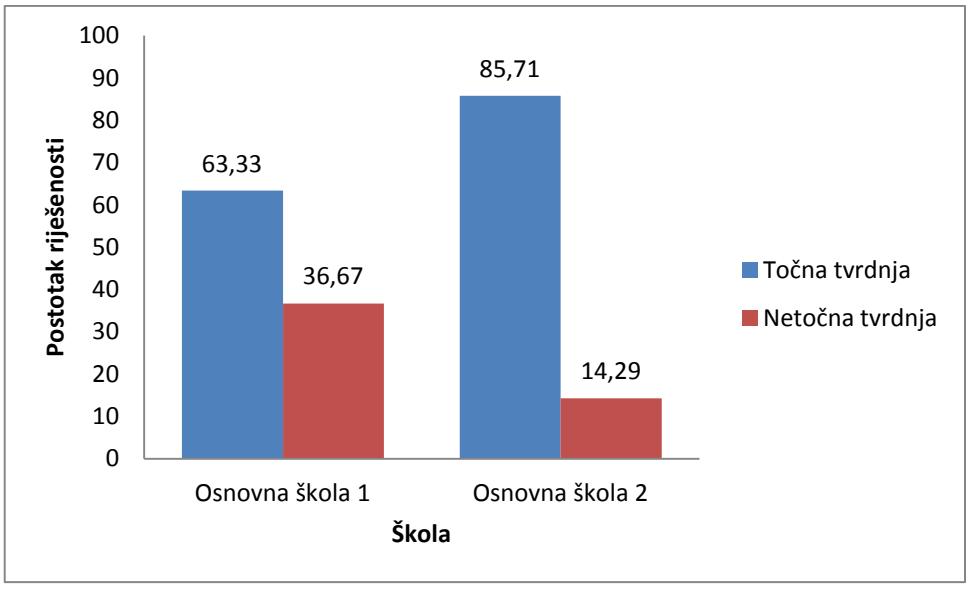
Točni odgovori na pitanja pisane provjere znanja u daljnjem tekstu su podcrtani.

3.3.1. Usporedba rezultata osnovnih škola

1. Pitanje:

Maseni udio sastojka u smjesi definiramo kao omjer mase smjese i mase određenog sastojka.

Točna tvrdnja **<u>Netočna tvrdnja</u>**



Slika 3.13. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 1. pitanje

Na 1. pitanje pisane provjere znanja točan odgovor ponudilo je 36,67% učenika osnovne škole 1 i samo 14,29% učenika osnovne škole 2. Preko 50% učenika u obje škole netočno

je odgovorilo na ovo pitanje (Slika 3.13). Pitanje je prema indeksu lakoće (p = 0,4) procijenjeno kao idealno za testiranje među učenicima osnovne škole 1, te kao teško pitanje (p = 0,1) među učenicima osnovne škole 2. Prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,33) pitanje je procijenjeno kao dobro među učenicima osnovne škole 1 i kao prihvatljivo (D = 0,21) među učenicima osnovne škole 2 (Tablica 3.2). Prema kvaliteti pitanja, pitanje je procijenjeno kao vrlo dobro (KP = 4,08) (Tablica 3.1).

2. Pitanje:

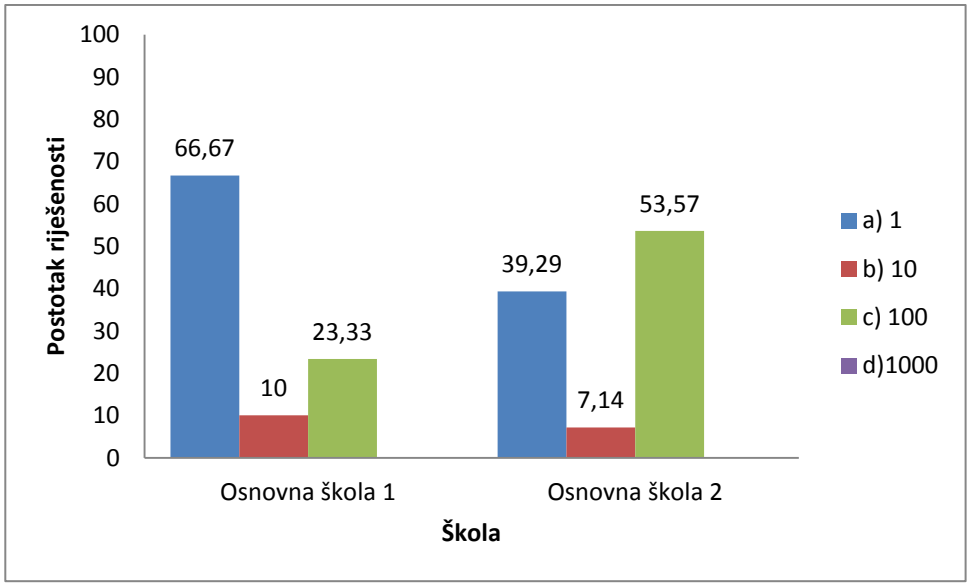
Zbroj udjela svih sastojka u smjesi jednak je:

a) 1

b) 10

c) 100

d) 1000



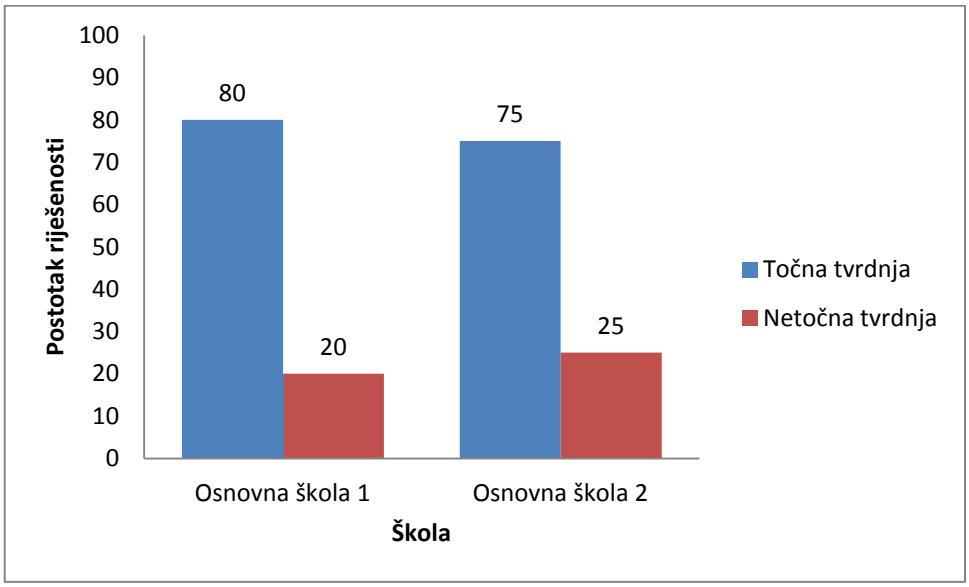
Slika 3.14. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 2. pitanje

Na 2. pitanje pisane provjere znanja točan odgovor ponudilo je 66,67% učenika osnovne škole 1 i 39,29% učenika osnovne škole 2 (Slika 3.14). Ovo pitanje je ocjenjeno kao idealno (p = 0,7 za osnovnu školu 1; p = 0,4 za osnovnu školu 2) za testiranje u obje osnovne škole, a prema indeksu diskriminativnosti kao izvrsno (D = 0,53 za osnovu školu 1; D = 0,36 za osnovu školu 2) također u obje osnovne škole (Tablica 3.2). Procjenom kvalitete pitanja utvrđeno je da je pitanje vrlo dobro (KP = 3,67) (Tablica 3.1)

3. Pitanje:

Ako za smjesu sušenog voća kažemo da se sastoji od: 40% grožđica, 20% sušenih banana, 20% brusnica, 10% ananasa i 10% šljiva, onda smo iskazali njezin kvantitativni sastav.

Točna tvrdnja **Netočna tvrdnja**



Slika 3.15. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 3. pitanje

Ovo pitanje je u obje osnovne škole riješeno s postotkom točnosti većim od 70% (Slika 3.15). Prema indeksu lakoće (p = 0,8) pitanje je ocjenjeno kao lagano u obje osnovne škole, dok je prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,13) ocjenjeno kao neprihvatljivo među učenicima osnovne škole 1 i kao prihvatljivo (D = 0,21) među učenicima osnovne škole 2 (Tablica 3.2). Utvrđeno je da je pitanje vrlo dobro (KP = 4,13) procjenom kvalitete pitanja (Tablica 3.1).

4. Pitanje:

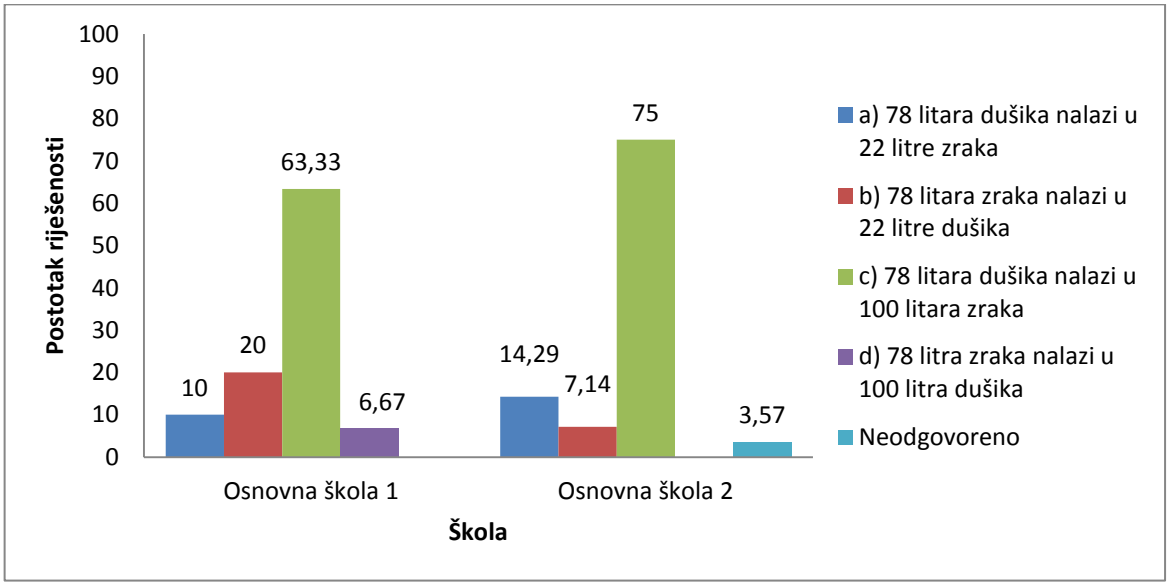
Zrak je homogena smjesa različitih plinova u kojem je volumni udio dušika 78%. To znači da se:

a) 78 litara dušika nalazi u 22 litre zraka

b) 78 litara zraka nalazi u 22 litre dušika

c) 78 litara dušika nalazi u 100 litara zraka

d) 78 litra zraka nalazi u 100 litra dušika



Slika 3.16. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 4. pitanje

Na 4. pitanje pisane provjere znanja učenici osnovne škole 2 odgovaraju točno većom riješenošću (75%) od učenika osnovne škole 1 (63,33%). Za razliku od učenika osnovne škole 1, na ovo pitanje ne odgovara 3,57% učenika osnovne škole 2 (Slika 3.16). Među učenicima obje osnovne škole pitanje je ocijenjeno kao idealno za testiranje (p = 0,6 za osnovnu školu 1; p = 0,7 za osnovnu školu 2). Indeksom diskriminativnosti (D = 0,47) utvrđeno je da je pitanje izvrsno za učenike osnovne škole 1, a neprihvatljivo (D = 0) za učenike osnovne škole 2 (Tablica 3.2). Procjenom kvalitete pitanja utvrđeno je da je pitanje vrlo dobro (KP = 3,92) (Tablica 3.1).

5. Pitanje

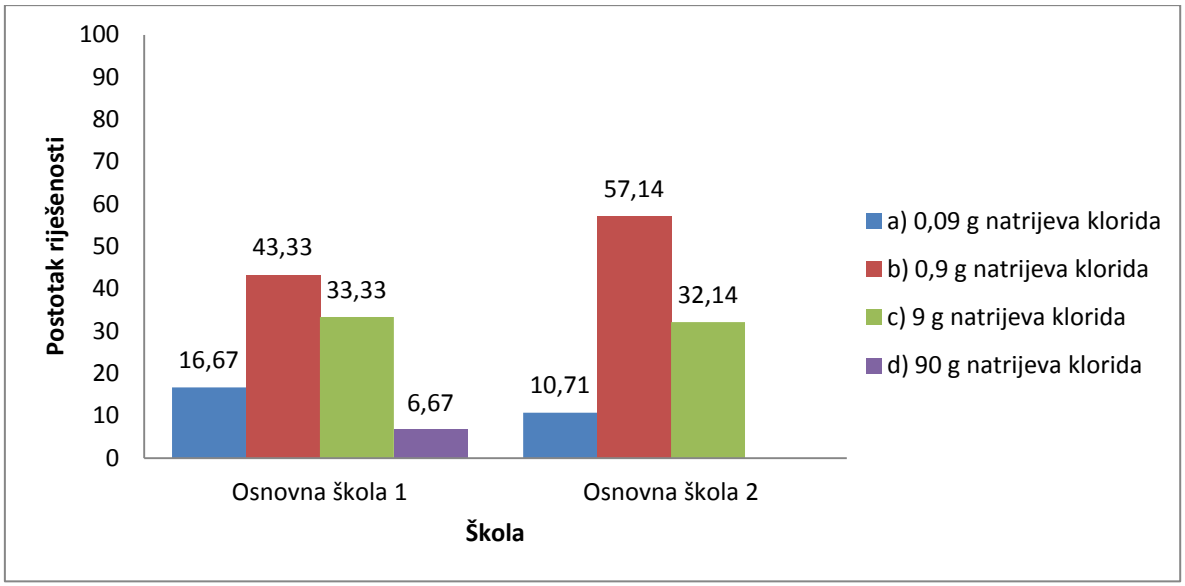
Fiziološka otopina je 0,9%-tna otopina natrijeva klorida u vodi. Za pripremu 1 litre fiziološke otopine potrebno je u vodi otopiti:

a) 0,09 g natrijeva klorida

b) 0,9 g natrijeva klorida

c) 9 g natrijeva klorida

d) 90 g natrijeva klorida



Slika 3.17. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 5. pitanje

Na 5. pitanje točan odgovor ponudilo je 33,33% učenika osnovne škole 1 i 32,14% učenika osnovne škole 2. Međutim odgovor pod b) 0,9 g natrijeva klorida zastupljen je najvećim postotkom i javlja se u svim klasama učenika u obje osnovne škole zbog čega on predstavlja miskoncepciju (Slika 3.17). Pitanje je među učenicima obje osnovne škole ocjenjeno kao idealno za testiranje (p = 0,3), a prema indeksu diskriminativnosti kao neprihvatljivo (D = -0,27 za osnovnu školu 1; D = 0 za osnovnu školu 2), što znači da ne razlikuje najbolje od najlošijih učenika (Tablica 3.2). Prema kvaliteti pitanja, pitanje je vrlo dobro (KP = 4,00) (Tablica 3.1).

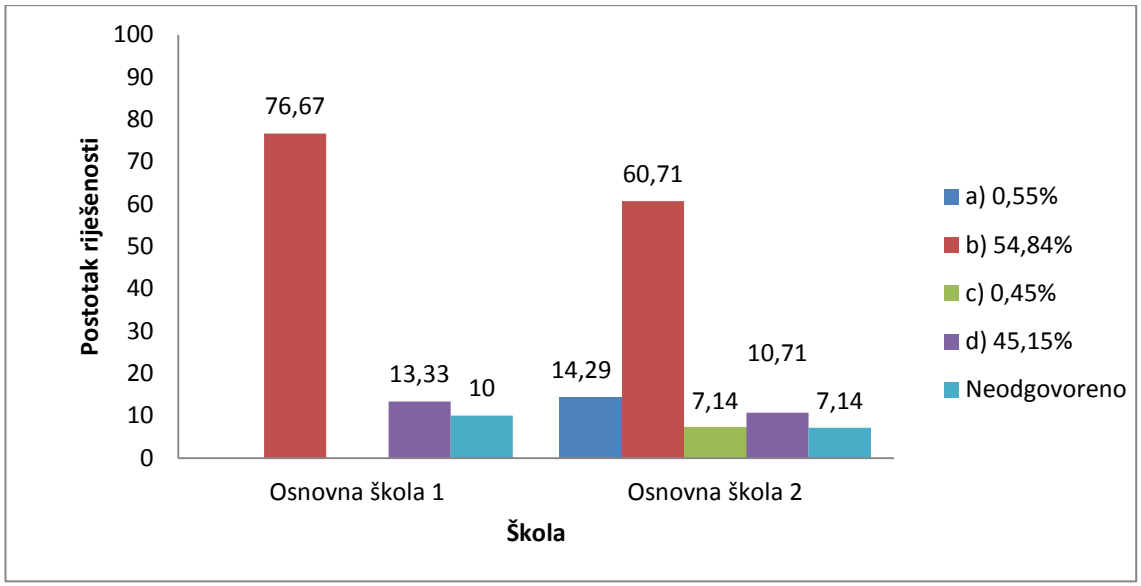
6. Pitanje:

Smjesa se sastoji od 34,5 grama brašna i 28,4 grama soli. Maseni udio brašna u smjesi iznosi: a) 0,55%

b) 54,84%

c) 0,45%

d) 45,15%



Slika 3.18. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 6. pitanje

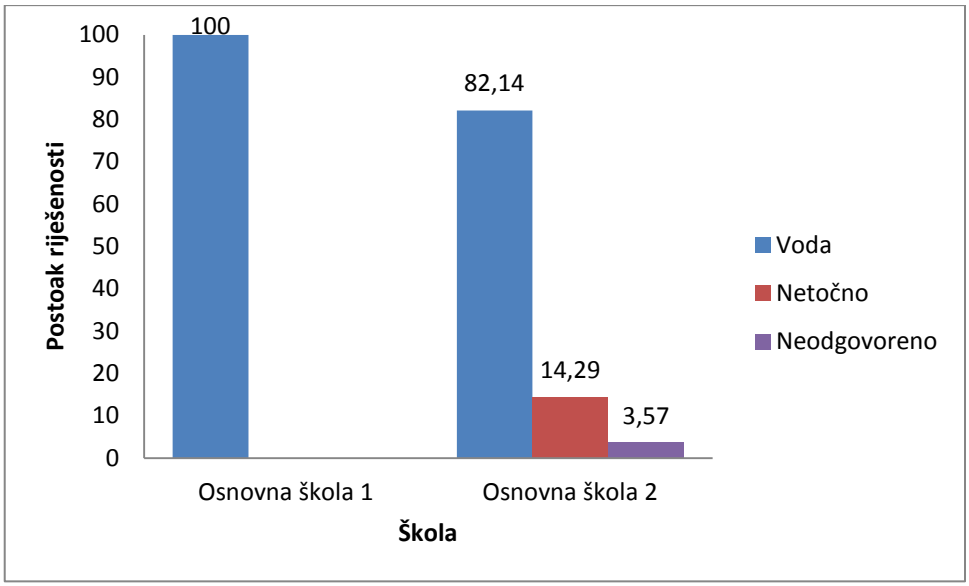
Na 6. pitanje točan odgovor je u obje škole ponudilo preko 60% učenika, s time da je veći postotak točnih odgovora zabilježen među učenicima osnovne škole 1. Za razliku od osnovne škole 1, odgovor pod c) 0,45% kao točan odgovor odabire 7,14% učenika osnovne škole 2. 10% učenika osnovne škole 1 i 7,14% učenika osnovne škole 2 ne odgovara na ovo pitanje (Slika 3.18). Prema indeksu lakoće (p = 0,8) pitanje je procijenjeno kao lagano među učenicima osnovne škole 1, dok je među učenicima osnovne škole 2 procijenjeno kao idealno (p = 0,6) za testiranje. Prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,27) pitanje je ocijenjeno kao dobro među učenicima osnovne škole 1, dok je među učenicima osnovne škole 2 ocijenjeno kao prihvatljivo (D = 0,21) (Tablica 3.2). Procjenom kvalitete pitanja utvrđeno je da je pitanje vrlo dobro (KP = 4,04) (Tablica 3.1).

7. Pitanje:

Sastav kravljeg mlijeka prikazan je grafom. Prouči graf i odgovori na pitanja.

7. a) Koji je sastojak zastupljen najvećim masenim udjelom u mlijeku ?

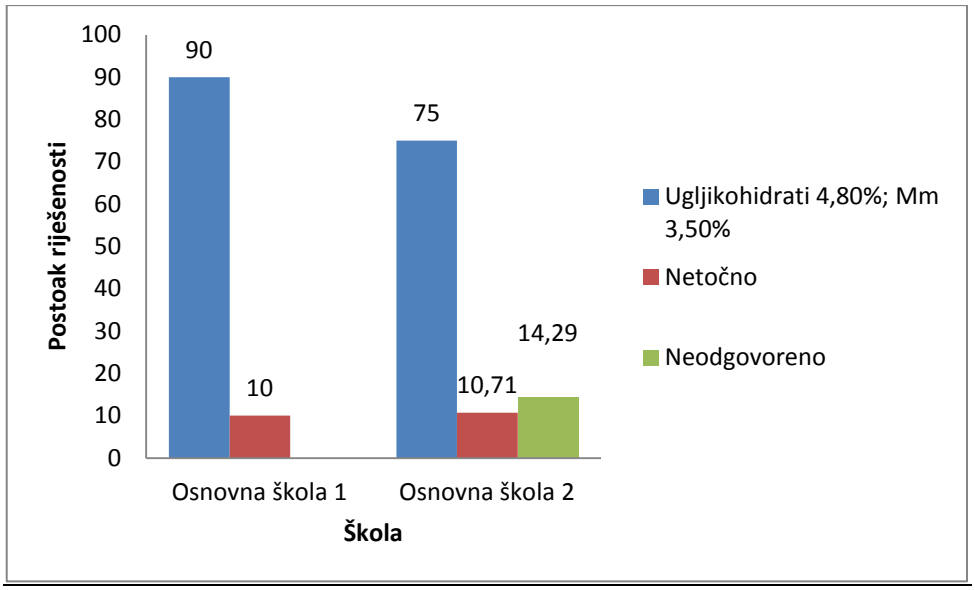
Voda



Slika 3.19. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 7. a) pitanje

Riješenost 7. a) pitanja veća je od 80% s time da svi učenici osnovne škole 1 odgovaraju točno, dok 14,29% učenika osnovne škole 2 odgovara netočno, a 3,57% ih ne rješava ovo pitanje (Slika 3.19). Među učenicima obje škole pitanje je ocijenjeno kao lagano (p = 1 za osnovnu školu 1; p = 0,8 za osnovnu školu 2), dok je prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,13) pitanje neprihvatljivo među učenicima osnovne škole 1, a izvrsno (D = 0,36) prema učenicima osnovne škole 2 (Tablica 3.2). Pitanje je procijenjeno kao dobro (KP = 3,33) procjenom kvalitete pitanja (Tablica 3.1).

7. b) Koliki maseni udio u mlijeku zauzimaju ugljikohidrati, a koliki mliječne masti ?
Ugljikohidrati 4,80%, mliječne masti 3,50%

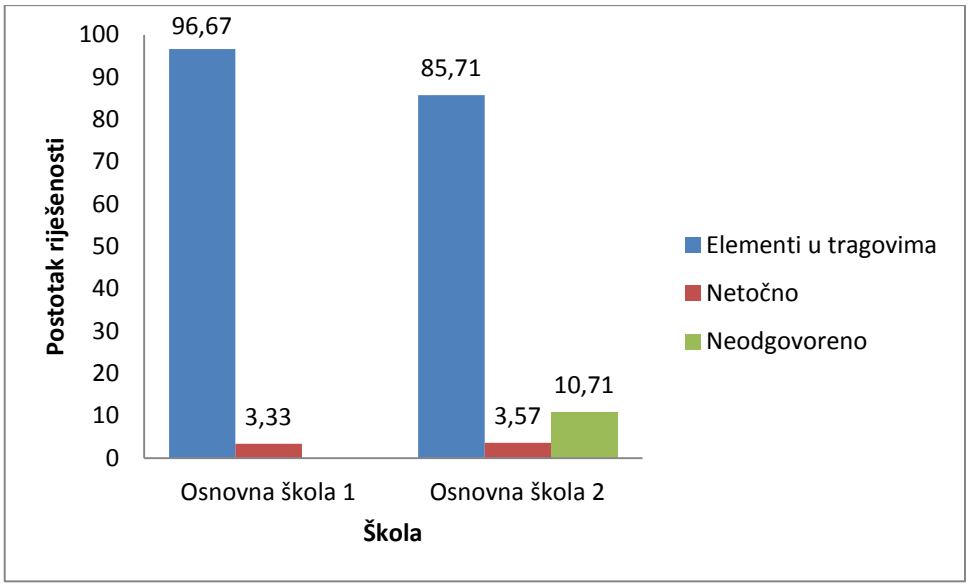


Slika 3.20. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 7. b) pitanje

7. b) pitanje riješeno je s postotkom točnosti preko 70% s time da učenici osnovne škole 1 postižu bolji uspjeh u rješavanju ovog pitanja. Za razliku od učenika osnovne škole 1, ovo pitanje ne rješava 14,29% učenika osnovne škole 2 (Slika 3.20). I ovo je pitanje među učenicima obje osnovne škole ocijenjeno kao lagano (p = 0,9 za osnovnu školu 1; p = 0,8 za osnovnu školu 2), dok je prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,27) ocjenjeno kao dobro prema učenicima osnovne škole 1, a prema učenicima osnovne škole 2 ocjenjeno je kao izvrsno pitanje (D = 0,36) (Tablica 3.2). Procjenom kvalitete pitanja utvrđeno je da je pitanje dobro (KP = 3,33) (Tablica 3.1).

7. c) Koji je sastojak zastupljen najmanjim masenim udjelom u mlijeku?

Elementi u tragovima

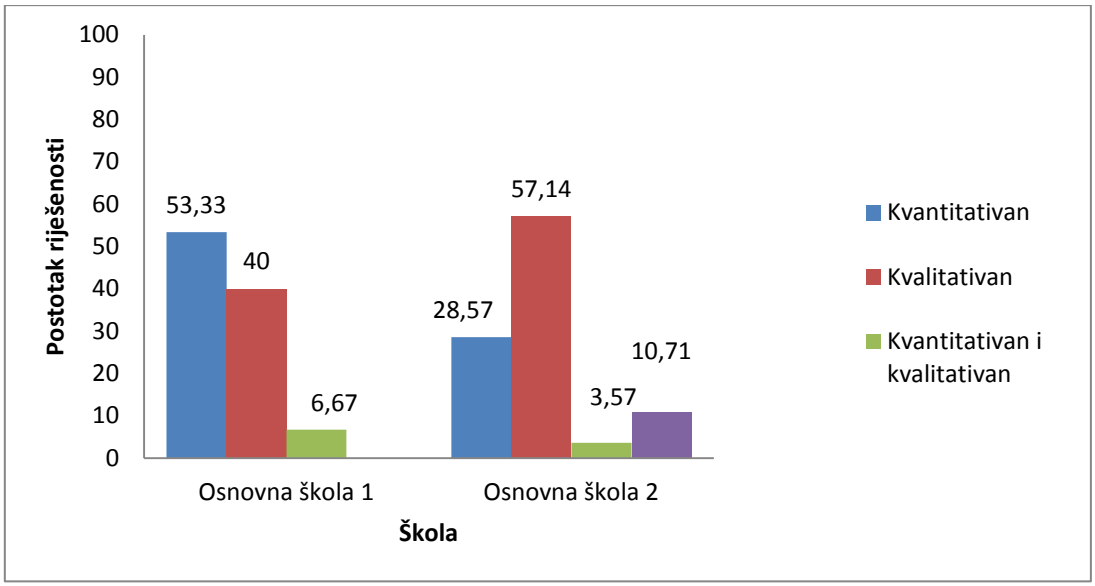


Slika 3.21. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 7. c) pitanje

7. c) pitanje treće je u nizu koje bilježi veliki postotak riješenosti među učenicima u obje osnovne škole. Učenici osnovne škole 1 rješavaju ga s 96,67% točnosti, a učenici osnovne škole 2 s 85,71% točnosti. Ovo pitanje ne rješava 10,71% učenika osnovne škole 2 (Slika 3.21). Pitanje je također ocijenjeno kao lagano (p = 1,0 za osnovnu školu 1; p = 0,9 za osnovnu školu 2) među učenicima obje osnovne škole, a prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,20 za osnovnu školu 1; D = 0,21 za osnovnu školu 2) pitanje je ocjenjeno kao prihvatljivo među učenicima obje osnovne škole (Tablica 3.2). Procjenom kvalitete pitanja, pitanje je dobro (KP = 3,33) (Tablica 3.1).

7. d) Je li prikazani sastav mlijeka kvantitativan ili kvalitativan?

Kvantitativan



Slika 3.22. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 7. d) pitanje

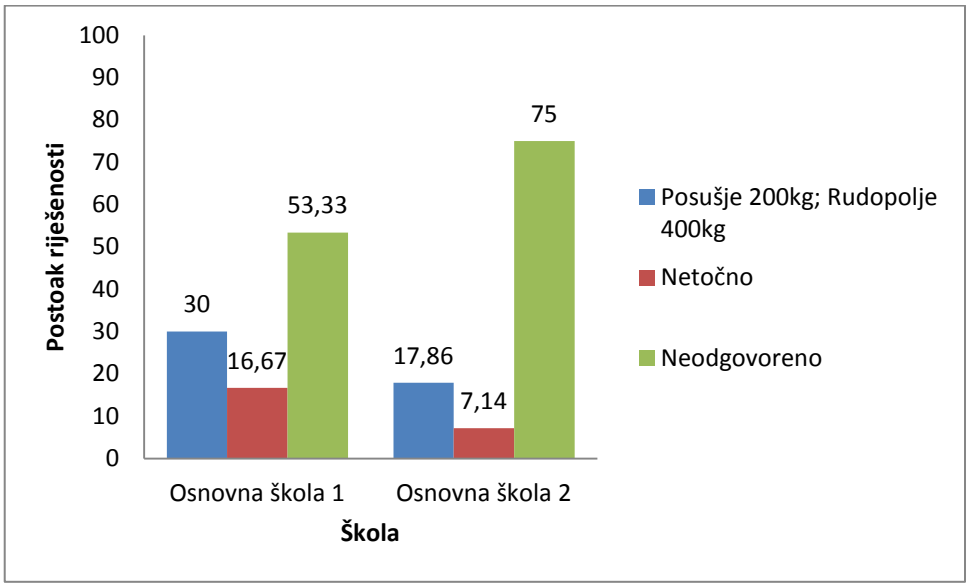
7. d) pitanje točno je riješilo 53,3% učenika osnovne škole 1 i 28,57% učenika osnovne škole 2. Za razliku od učenika osnovne škole 1 10,71% učenika osnovne škole 2 ne odgovara na ovo pitanje. 40% učenika osnovne škole 1 i 57,14% učenika osnovne škole 2 na ovo pitanje odgovara da je prikazani sastav smjese kvalitativan što predstavlja miskoncepciju iz razloga jer se isti odgovor javlja u svim klasam učenika u obje osnovne škole (Slika 3.22). Indeksom lakoće (p = 0,5 za osnovnu školu 1; p = 0,3) utvrđeno je da je pitanje idealno za testiranje u obje osnovne škole. Indeksom diskriminativnosti (D = -0,07) pitanje je ocijenjeno kao neprihvatljivo za osnovnu školu 1, dok je u osnovnoj školi 2 utvrđeno da je pitanje prihvatljivo (D = 0,21) (Tablica 3.2). Utvrđeno je da je pitanje vrlo dobro (KP = 3,58) procjenom kvalitete pitanja (Tablica 3.1).

8. Pitanje

Aluminij je metal koji ima široku upotrebu. U prirodi ne dolazi u elementarnom stanju već u obliku smjese minerala koje nazivamo rudama. U rudniku u Posušju maseni udio aluminija u rudi iznosi 20%, a u rudniku u Rudopolju maseni udio aluminija u rudi iznosi 40%.

a) Izračunaj koliko kilograma aluminija možemo dobiti iz jedne tone rude iz rudnika u Posušju, a koliko kilograma aluminija iz jedne tone rude iz rudnika u Rudopolju.

200 kg Posušje; 400 kg Rudopolje

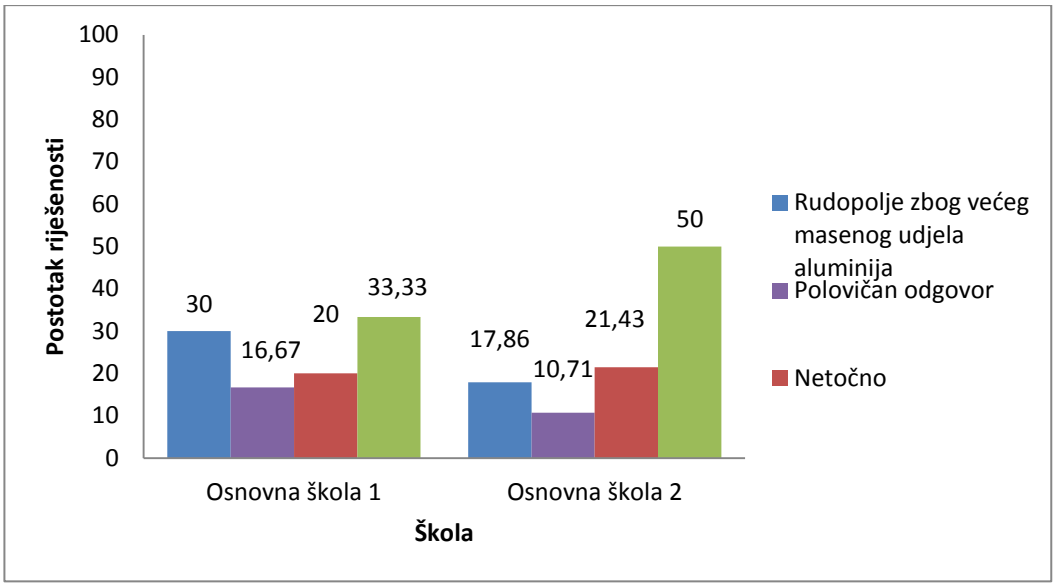


Slika 3.23. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 8. a) pitanje

Na 8. a) pitanje točan odgovor ponudilo je 30% učenika osnovne škole 1 i samo 17,86% učenika osnovne škole 2. 53,33% učenika osnovne škole 1 i čak 75% učenika osnovne škole 2 ne odgovara na ovo pitanje (Slika 3.22). Procjenom indeksa lakoće (p = 0,3) utvrđeno je da je pitanje idealno za testiranje za učenike osnovne škole 1, a teško (p = 0,1) za učenike osnovne škole 2. Pitanje je izvrsno (D = 0,40) prema rezultatima učenika osnovne škole 1 i neprihvatljivo (D = 0,07) prema rezultatima učenika osnovne škole 2 (Tablica 3.2). Procjenom kvalitete pitanja utvrđeno je da je pitanje vrlo dobro (KP = 3,96) (Tablica 3.1).

8. b) Koji je rudnik ekonomski isplativiji i zašto?

Rudnik u Rudopolju zbog većeg masenog udjela aluminija.



Slika 3.24. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 8. b) pitanje

8. b) pitanje riješeno je malim postotkom točnosti u obje osnovne škole. 16,67% učenika osnovne škole 1 i 10,71% učenika osnovne škole 2 na ovo pitanje daje polovičan odgovor navodeći samo rudnik koji je ekonomski isplativiji, ali bez objašnjenja. 33,33% učenika osnovne škole 1 i čak 50% učenika osnovne škole 2 ne odgovara na ovo pitanje (Slika 3.24). Prema indeksu lakoće (p = 0,3) pitanje je idealno za testiranje za učenike osnovne škole 1, a teško (p =0,2) za učenike osnovne škole 2. Prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,33) pitanje je dobro za učenike osnovne škole 1 i prihvatljivo (D = 0,21) za učenike osnovne škole 2 (Tablica 3.2). Prema procjeni kvalitete pitanje je vrlo dobro (KP = 3,75) (Tablica 3.1)

9. Pitanje

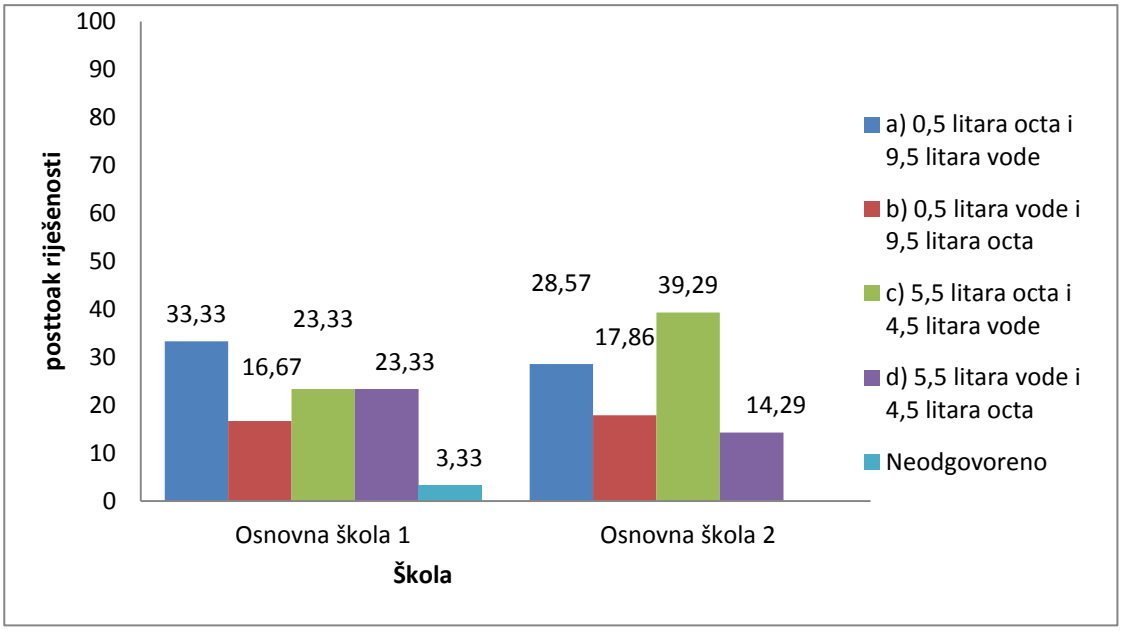
U trgovini se prodaje 9%-tni ocat koji se koristi u pripremi zimnice. Za kiseljenje krastavaca potrebno nam je 10 litara 5%-tne otopine octa. Kolike volumene octa i vode je potrebno pomiješati za dobivanje otopine željenog sastava?

a) 0,5 litara octa i 9,5 litara vode

b) 0,5 litara vode i 9,5 litara octa

c) 5,5 litara octa i 4,5 litara vode

d) 5,5 litara vode i 4,5 litara octa



Slika 3.25. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovnih škola na 9. pitanje

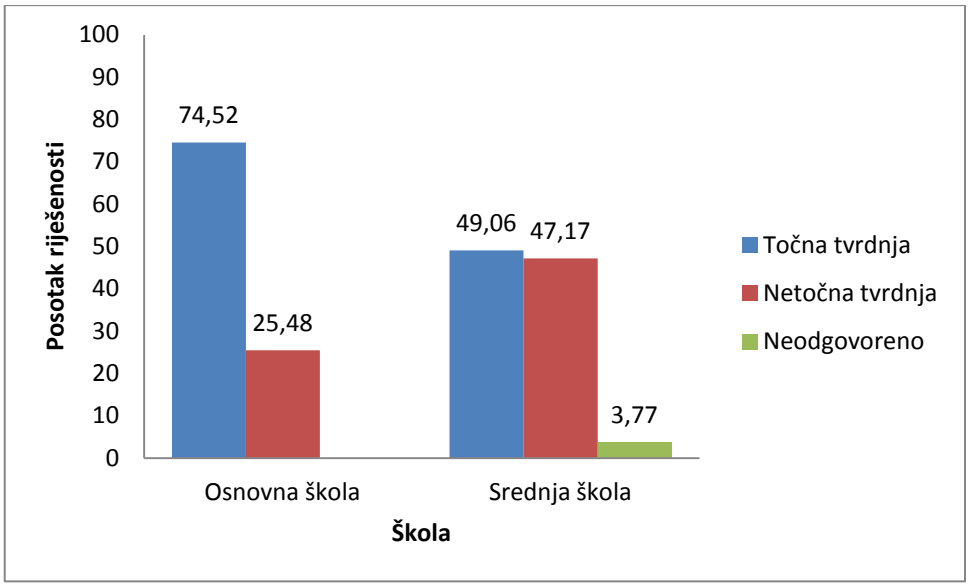
U 9. pitanju postotak riješenosti je ispod 40% s time da bolji rezultat postižu učenici osnovne škole 2. Za razliku od njih, ovaj zadatak nije riješilo 3,33% učenika osnovne škole 1 . Odgovor pod a) 0,5 litara octa i 9,5 litara vode kojeg odabire 33,33% učenika osnovne škole 1 i 28,57% učenika osnovne škole 2, javlja se u svim klasama učenika u obje osnovne škole i zbog toga se smatra miskoncepcijom (Slika 3.25). Pitanje je procijenjeno kao teško (p = 0,2) među učenicima osnovne škole 1, dok je među učenicima osnovne škole 2 procijenjeno idealnim (p = 0,4) pitanjem za testiranje. Za učenike obje osnovne škole pitanje izvrsno razlikuje najbolje od najlošijih učenika (D = 0,40 za osnovnu školu 1; D = 0,57 za osnovnu školu 2) (Tablica 3.2). Pitanje je procijenjeno kao vrlo dobro (KP = 4,13) prema kvaliteti pitanja (Tablica 3.1)

3.3.2. Usporedba rezultata osnovne i srednje škole

1. Pitanje:

Maseni udio sastojka u smjesi definiramo kao omjer mase smjese i mase određenog sastojka.

Točna tvrdnja **<u>Netočna tvrdnja</u>**



Slika 3.26. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 1. pitanje

Na 1. pitanje točno odgovara samo 25,48% učenika osnovne škole i 47,17% učenika srednje škole, s time da je u srednjoj školi postotak točnih i netočnih odgovora približno jednak. Na ovo pitanje ne odgovara 3,77% učenika srednje škole (Slika 3.26). Pitanje je ocijenjeno kao idealno za testiranje (p = 0,3 za osnovnu školu; p = 0,5 za srednju školu) među učenicima obje škole, a prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,28 za osnovnu školu) pitanje je ocjenjeno kao dobro među učenicima osnovne škole, dok je među učenicima srednje škole ocijenjeno kao izvrsno (D = 0,49) pitanje (Tablica 3.3).

2. Pitanje:

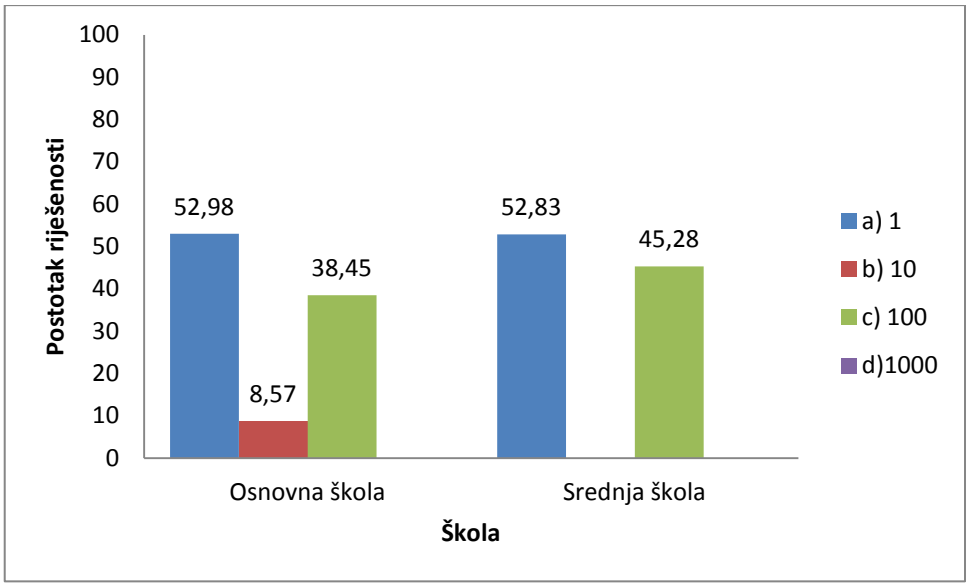
Zbroj udjela svih sastojka u smjesi jednak je:

a) 1

b) 10

c) 100

d) 1000



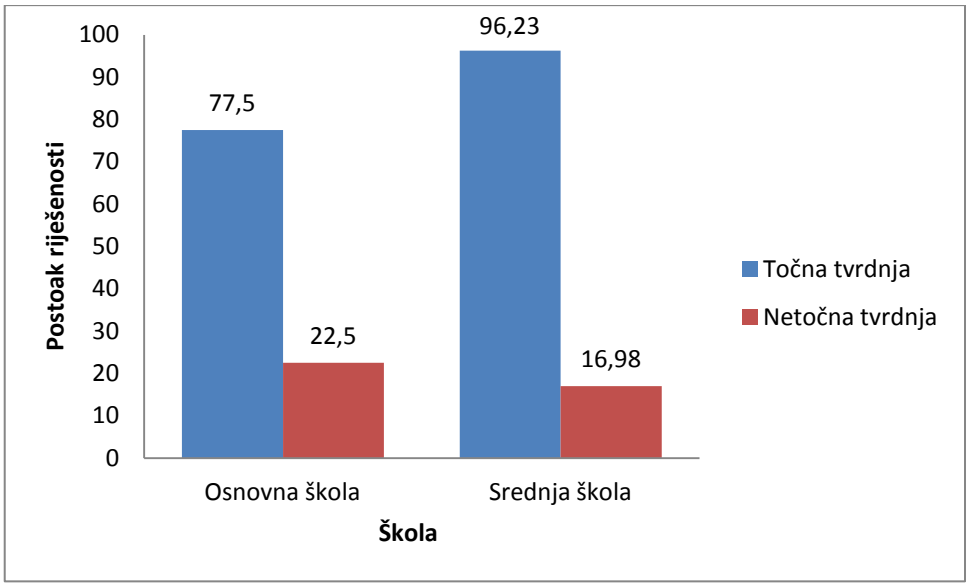
Slika 3.27. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 2. pitanje

Učenici obje škole na 2. pitanje odgovaraju s približno jednakim postotkom točnosti. 38,45% učenika osnovne škole i 45,28% učenika srednje škole odabire odgovor pod c) 100 kao točan odgovor, a za razliku od učenika srednje škole 8,57% učenika osnovne škole odabire odgovor pod b) 10 (Slika 3.27). Pitanje je među učenicima obje škole ocjenjeno kao idealno za testiranje (p = 0,5 za osnovnu i srednju školu), a prema indeksu diskriminativnosti kao izvrsno pitanje (D = 0,52 za osnovnu školu; D = 0,38 za srednju školu) što znači da razlikuje najbolje od najlošijih učenika (Tablica 3.3)

3. Pitanje:

Ako za smjesu sušenog voća kažemo da se sastoji od: 40% grožđica, 20% sušenih banana, 20% brusnica, 10% ananasa i 10% šljiva, onda smo iskazali njezin kvantitativni sastav.

Točna tvrdnja **Netočna tvrdnja**



Slika 3.28. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 3. pitanje

Točan odgovor na 3. pitanje ponudilo je 77,5% učenika osnovne škole i čak 96,23% učenika srednje škole (Slika 3.28). Procjenom indeksa lakoće (p = 0,8 za osnovnu i srednju školu) utvrđeno je da je pitanje lagano za učenike osnovne i srednje škole. Pitanje je prihvatljivo (D = 0, 17) prema rezultatima učenika osnovne škole i izvrsno (D = 0,72) prema rezultatima učenika srednje škole (Tablica 3.3).

4. Pitanje:

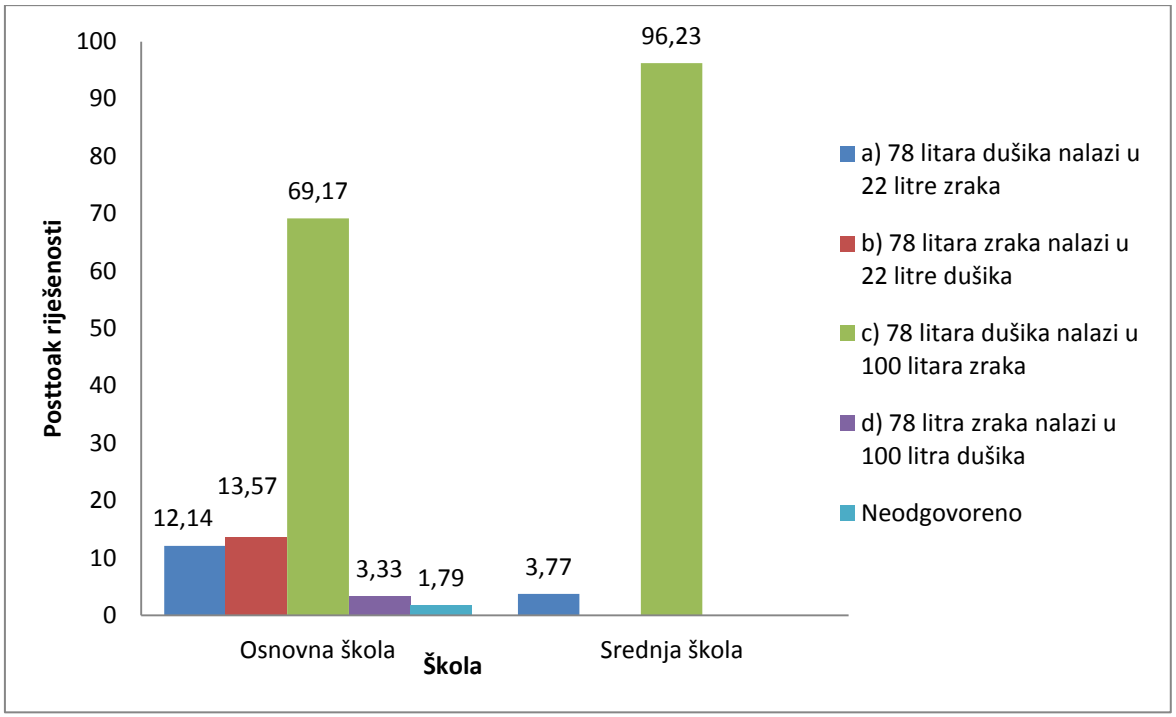
Zrak je homogena smjesa različitih plinova u kojem je volumni udio dušika 78%. To znači da se:

a) 78 litara dušika nalazi u 22 litre zraka

b) 78 litara zraka nalazi u 22 litre dušika

c) 78 litara dušika nalazi u 100 litara zraka

d) 78 litra zraka nalazi u 100 litra dušika



Slika 3.29. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 4. pitanje

4. pitanje riješeno je s velikom postotkom točnosti i to 69,17% u osnovnoj školi i 96,23% u srednjoj školi. Za razliku od učenika srednje škole, na ovo pitanje ne odgovara 1,79% učenika osnovne škole (Slika 3.29). Pitanje je procijenjeno idealnim (p = 0,7) za testiranje među učenicima osnovne škole, među učenicima srednje škole pitanje je procijenjeno laganim (p = 1,0). Za učenike osnovne škole pitanje je prihvatljivo (D = 0,21 za osnovnu školu), dok je za učenike srednje škole pitanje izvrsno (D = 0,49) (Tablica 3.3).

5. Pitanje

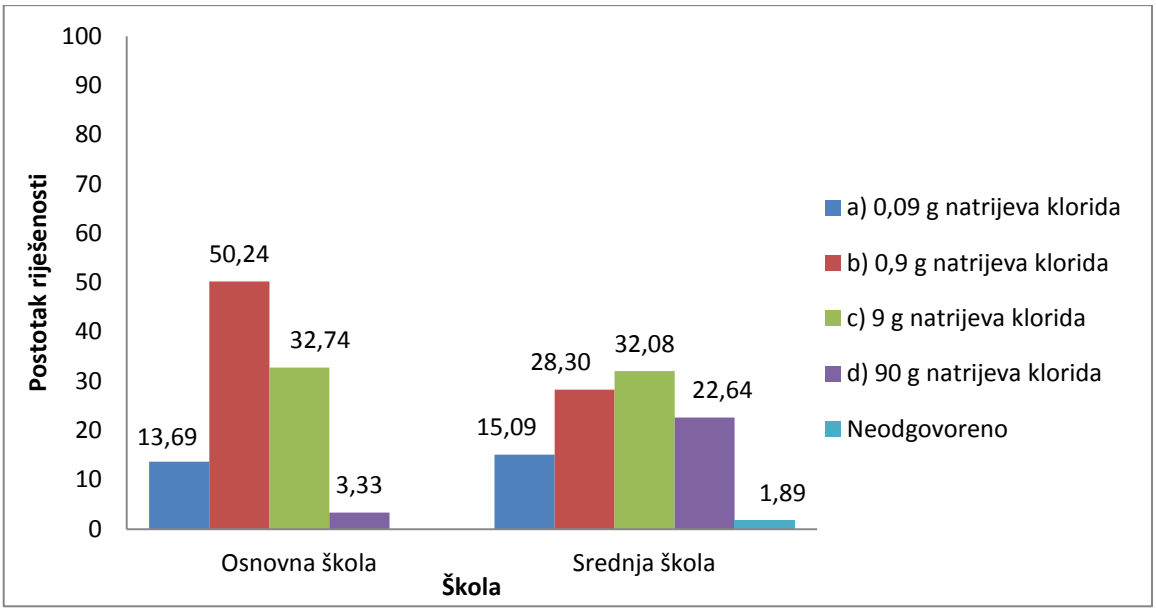
Fiziološka otopina je 0,9%-tna otopina natrijeva klorida u vodi. Za pripremu 1 litre fiziološke otopine potrebno je u vodi otopiti:

a) 0,09 g natrijeva klorida

b) 0,9 g natrijeva klorida

c) 9 g natrijeva klorida

d) 90 g natrijeva klorida



Slika 3.30. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 5. pitanje

Iako je na 5. pitanje točan odgovor ponudilo 32,74% učenika osnovne škole i 32,08% učenika srednje škole, odgovor pod b) 0,9 g natrijeva klorida, kojeg odabire 50,24% učenika osnovne škole i 28,30% učenika srednje škole, javlja se u svim klasama učenika zbog čega se smatra miskoncepcijom (Slika 3.30). Ovo pitanje je među učenicima obje škole ocijenjeno kao idealno (p = 0,3 za osnovnu i srednju školu) pitanje za testiranje, dok je prema indeksu diskriminativnosti (D = -0,07) ocjenjeno kao neprihvatljivo prema učenicima osnovne škole, a prema učenicima srednje škole ocjenjeno je kao dobro pitanje (D = 0,26) (Tablica 3.3).

6. Pitanje:

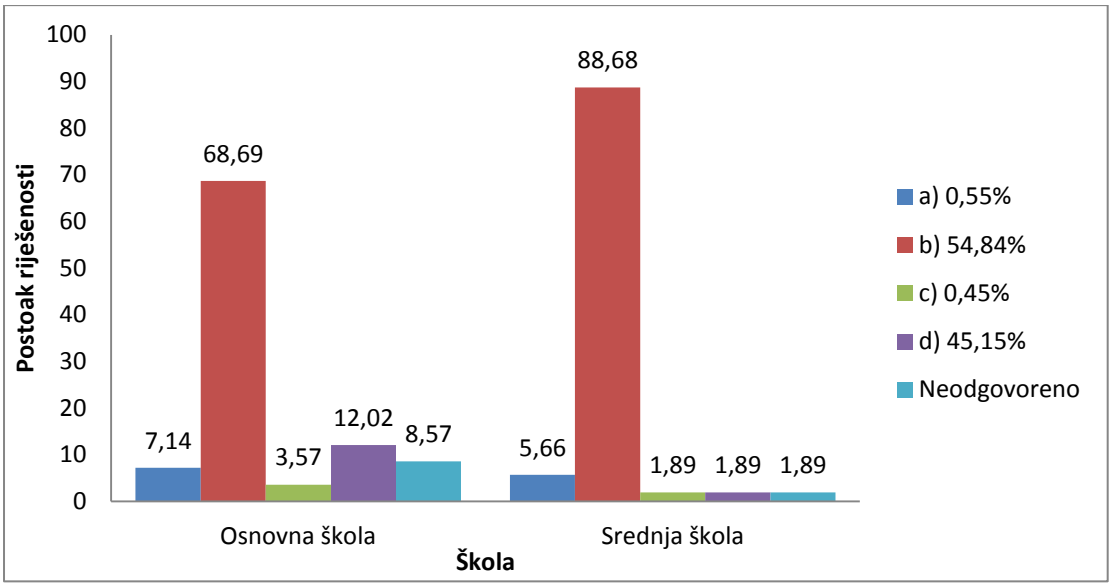
Smjesa se sastoji od 34,5 grama brašna i 28,4 grama soli. Maseni udio brašna u smjesi iznosi:

a) 0,55%

b) 54,84%

c) 0,45%

d) 45,15%



Slika 3.31. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 6. pitanje

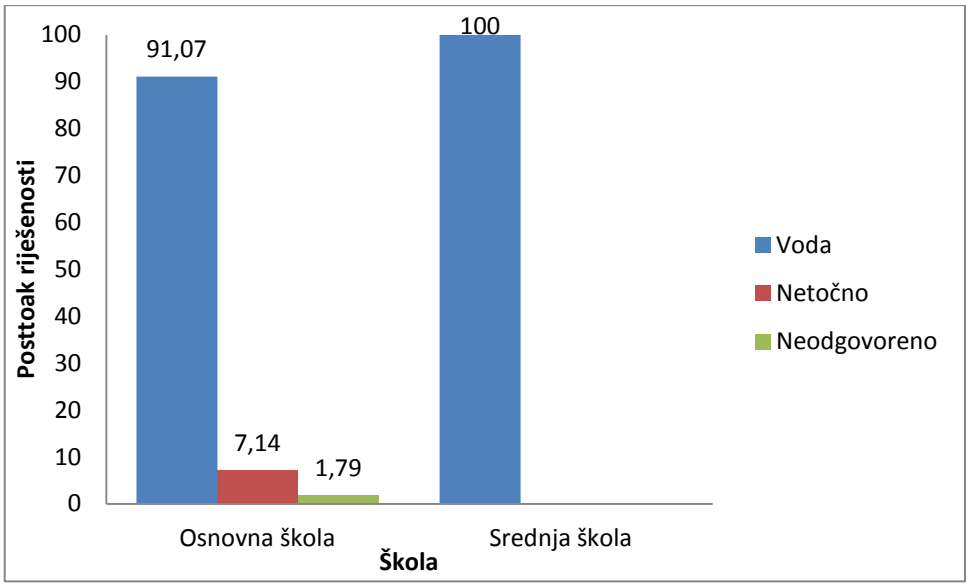
Na 6. pitanje točno odgovara 68,69% učenika osnovne škole i 88,68% učenika srednje škole. Na ovo pitanje ne odgovara 8,57% učenika osnovne škole i 1,89% učenika srednje škole (Slika 3.31). Prema indeksu lakoće (p = 0,7) pitanje je ocjenjeno kao idealno za testiranje za učenike osnovne škole, a kao lagano (p = 0,9) za učenike srednje škole. Prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,28) pitanje je ocjenjeno kao dobro među učenicima osnovne škole i kao izvrsno (D = 0,49) među učenicima srednje škole (Tablica 3.3).

7. Pitanje:

Sastav kravljeg mlijeka prikazan je grafom. Prouči graf i odgovori na pitanja.

7. a) Koji je sastojak zastupljen najvećim masenim udjelom u mlijeku ?

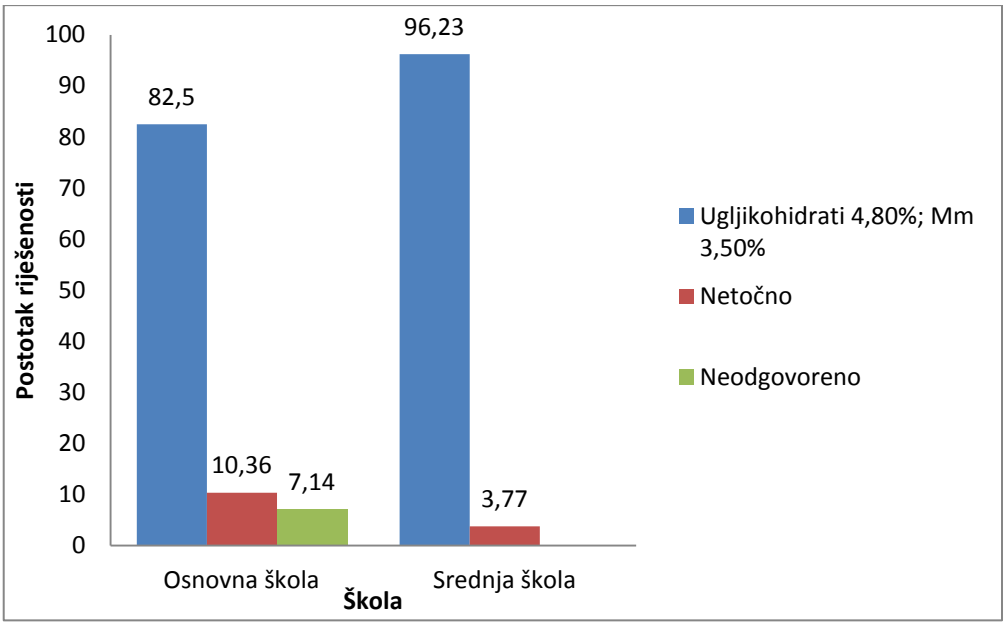
Voda



Slika 3.32. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 7. a) pitanje

7. a) pitanje u obje škole riješeno je postotkom točnosti većim od 90% s time da ga svi učenici srednje škole rješavaju točno. Za razliku od srednje škole, 7,14% učenika osnovne škole na ovo pitanje odgovara netočno, a 1,79% ih na ovo pitanje ne odgovara (Slika 3.32). Procjenom indeksa lakoće (p = 0,9 za osnovnu školu; p = 1,0 za srednju školu) utvrđeno je da je pitanje lagano za učenike obje škole. Pitanje je dobro (D = 0,28) prema rezultatima učenika osnovne škole i izvrsno (D = 0, 49) prema rezultatima učenika srednje škole (Tablica 3.3).

7. b) Koliki maseni udio u mlijeku zauzimaju ugljikohidrati, a koliki mliječne masti ?
Ugljikohidrati 4,80%, mliječne masti 3,50%

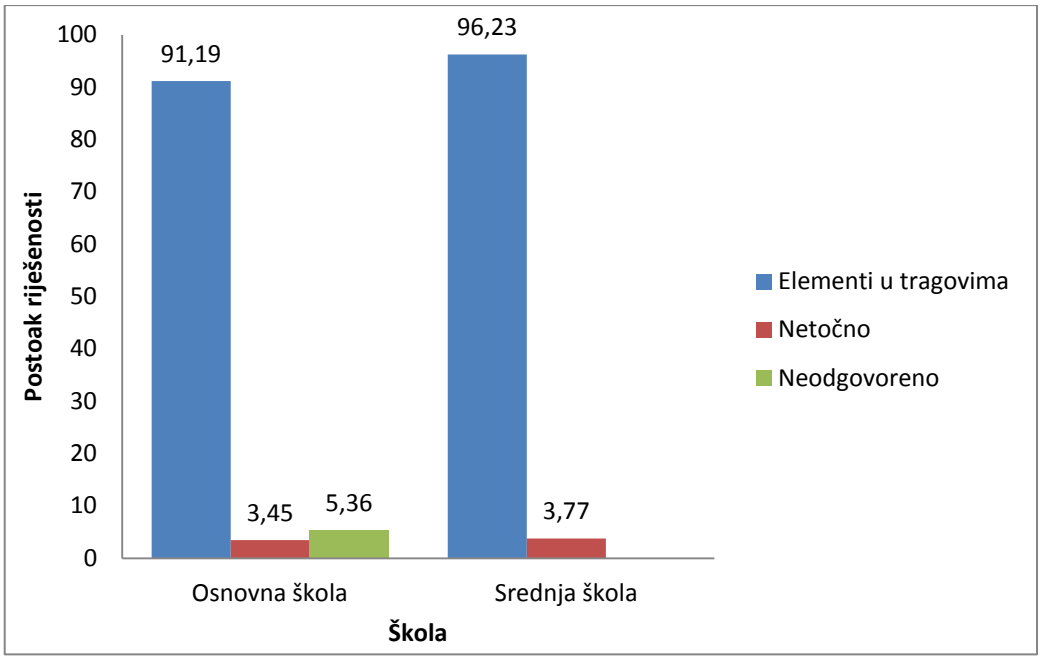


Slika 3.33. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 7. b) pitanje

Na 7. b) većom točnošću odgovaraju učenici srednje škole (96,23%) za razliku od učenika osnovne škole (82,5%). Na ovo pitanje netočno odgovara 10,36% učenika osnovne škole i 3,77% učenika srednje škole, dok na ovo pitanje ne odgovara 7,14% učenika osnovne škole (Slika 3.33). Ovo pitanje je ocjenjeno kao lagano (p = 0,8 za osnovnu školu; p = 0,9 za srednju školu) u obje škole, a prema indeksu diskriminativnosti kao dobro (D = 0,34) u osnovnoj školi te kao izvrsno (D = 0,53) za srednju školu (Tablica 3.3).

7. c) Koji je sastojak zastupljen najmanjim masenim udjelom u mlijeku?

Elementi u tragovima

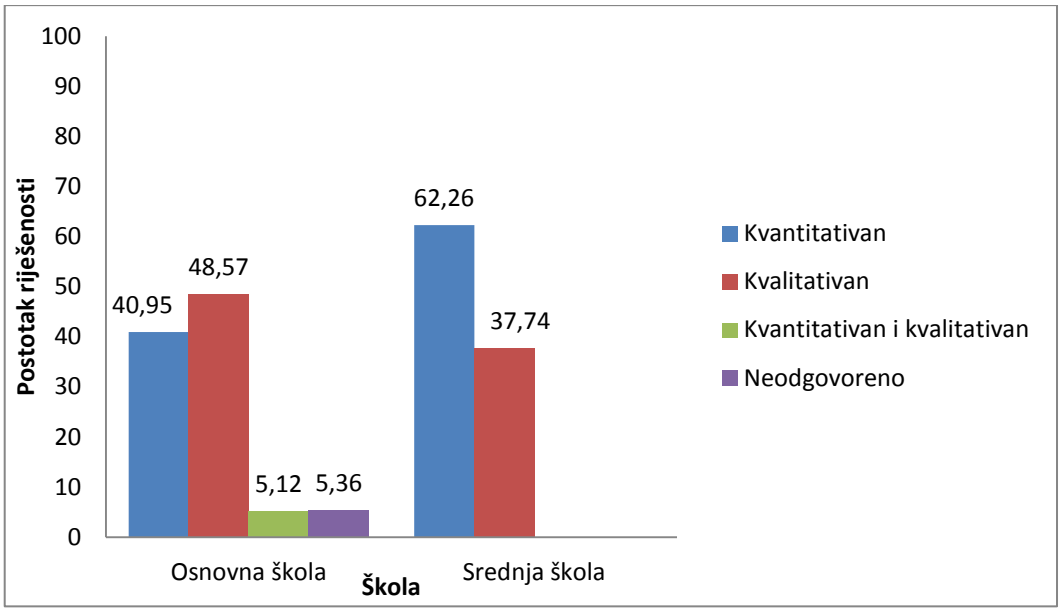


Slika 3.34. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 7. c) pitanje

7. c) pitanje također je riješeno velikim postotkom točnosti, preko 90%, u obje škole. Na ovo pitanje netočno odgovara 3,45% učenika osnovne škole i 3,77% učenika srednje škole, a na ovo pitanje ne odgovara 5,36% učenika osnovne škole (Slika 3.34). Među učenicima obje škole pitanje je ocijenjeno kao lagano (p = 0,9 za osnovnu školu; p = 1,0 za srednju školu). Indeksom diskriminativnosti (D = 0,24) utvrđeno je da je pitanje prihvatljivo za učenike osnovne škole, a izvrsno (D = 0,42) za učenike srednje škole (Tablica 3.3)

7. d) Je li prikazani sastav mlijeka kvantitativan ili kvalitativan?

Kvantitativan



Slika 3.35. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 7. d) pitanje

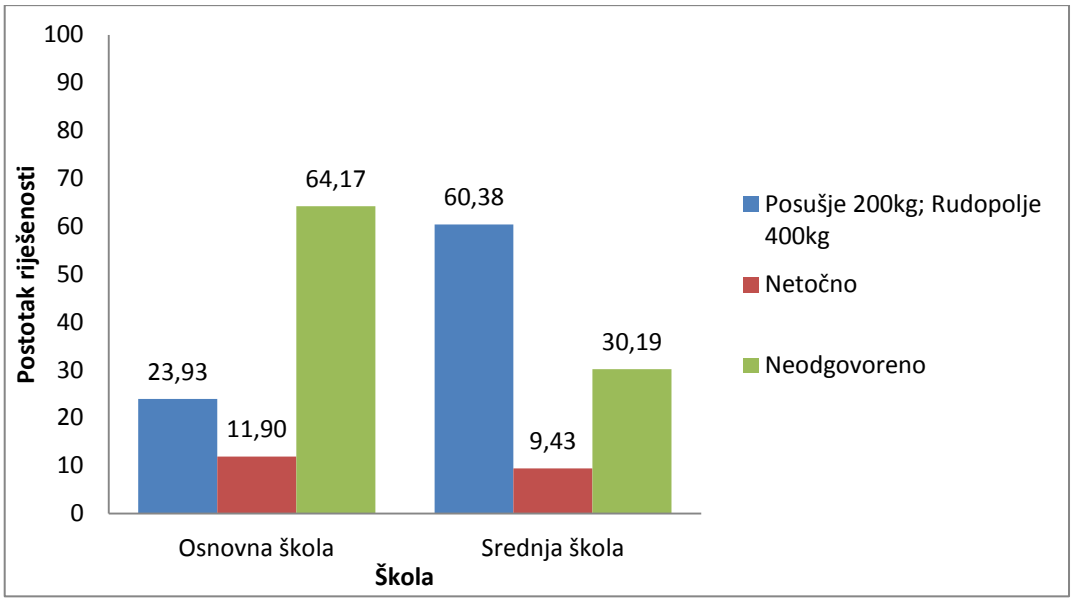
Na 7. d) pitanje točan odgovor je ponudilo 40,95% učenika osnovne škole i 62,26% učenika srednje škole. Odgovor *Kvalitativan*, kojeg daje 48,57% učenika osnovne škole i 37,74% učenika srednje škole, javlja se u svim klasama učenika osnovne škole zbog čega se smatra miskoncepcijom, dok se kod učenika srednje škole javlja u 6 od 8 klasa. 5,36% učenika osnovne škole ne odgovara na ovo pitanje (Slika 3.35). Prema indeksu lakoće (p = 0,4 za osnovnu školu; p = 0,6 za srednju školu) pitanje je procijenjeno kao idealno za testiranje među učenicima obje škole. Prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,14) pitanje je ocijenjeno kao neprihvatljivo među učenicima osnovne škole, dok je među učenicima srednje škole ocijenjeno kao izvrsno (D = 0,64) pitanje (Tablica 3.3).

8. Pitanje

Aluminij je metal koji ima široku upotrebu. U prirodi ne dolazi u elementarnom stanju već u obliku smjese minerala koje nazivamo rudama. U rudniku u Posušju maseni udio aluminija u rudi iznosi 20%, a u rudniku u Rudopolju maseni udio aluminija u rudi iznosi 40%.

a) Izračunaj koliko kilograma aluminija možemo dobiti iz jedne tone rude iz rudnika u Posušju, a koliko kilograma aluminija iz jedne tone rude iz rudnika u Rudopolju.

<u>200 kg Posušje; 400 kg Rudopolje</u>

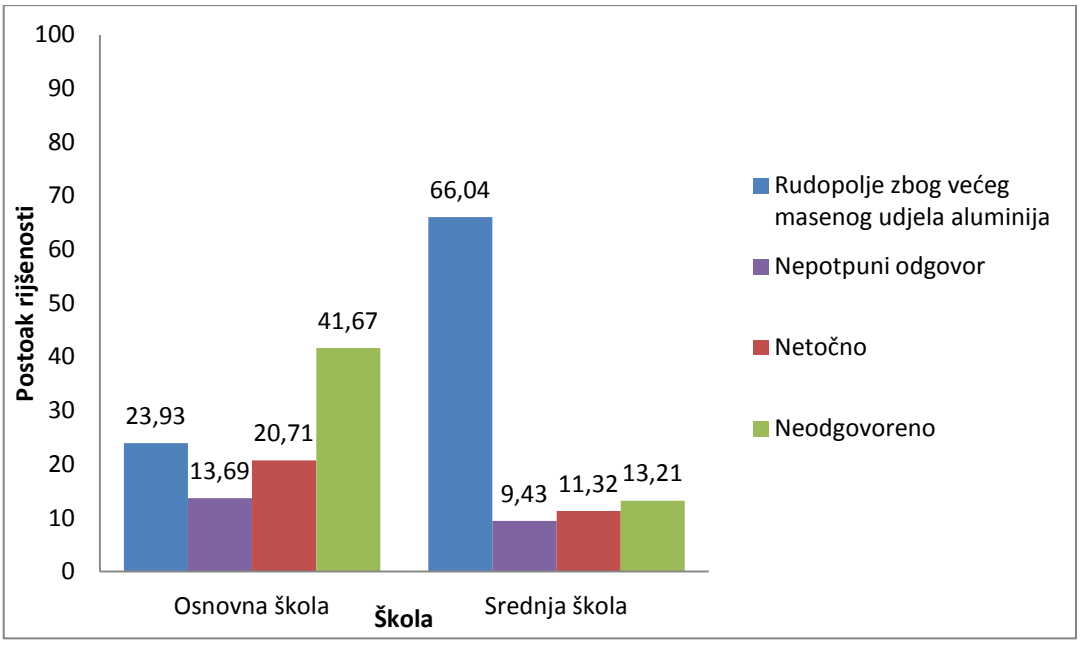


Slika 3.36. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 8. a) pitanje

8. a) pitanje rješava samo 23,93% učenika osnovne škole i 60,38% učenika srednje škole. Na ovo pitanje ne odgovara čak 64,17% učenika osnovne škole i 30,19% učenika srednje škole (Slika 3.36). Pitanje je prema indeksu lakoće (p = 0,2) procijenjeno kao teško među učenicima osnovne škole te kao idealno pitanje (p = 0,6) među učenicima srednje škole. Prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,21) pitanje je procijenjeno kao prihvatljivo među učenicima osnovne škole i kao izvrsno (D = 0,60) među učenicima srednje škole (Tablica 3.3).

8. b) Koji je rudnik ekonomski isplativiji i zašto?

Rudnik u Rudopolju zbog većeg masenog udjela aluminija



Slika 3.37. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 8. b) pitanje

U 8. b) pitanju također je vidljiva velika razlika u postotku točnosti među učenicima osnovne i srednje škole pa tako ovo pitanje točno rješava 23,93% učenika osnovne škole i 66,04% učenika srednje škole. 13,69% učenika osnovne i 9,43% učenika srednje škole daje nepotpun odgovor navodeći samo ime rudnika bez objašnjenja zašto je on ekonomski isplativiji. Na ovo pitanje ne odgovara 41,67% učenika osnovne škole i 13,21% učenika srednje škole (Slika 3.37). Među učenicima osnovne škole pitanje je ocijenjeno kao teško (p = 0,2), a među učenicima srednje škole kao idealno (p = 0,7) za testiranje, dok je prema indeksu diskriminativnosti (D = 0,24) pitanje dobro među učenicima osnovne škole, a izvrsno (D = 0,57) prema učenicima srednje škole (Tablica 3.3).

9. Pitanje

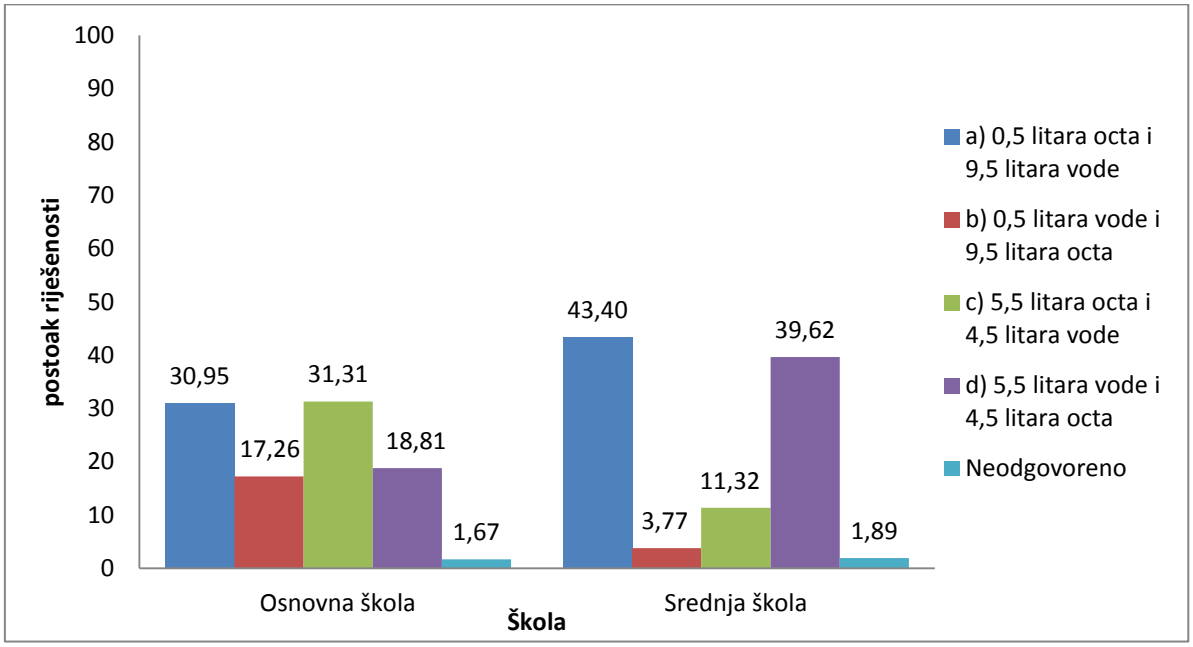
U trgovini se prodaje 9%-tni ocat koji se koristi u pripremi zimnice. Za kiseljenje krastavaca potrebno nam je 10 litara 5%-tne otopine octa. Kolike volumene octa i vode je potrebno pomiješati za dobivanje otopine željenog sastava?

a) 0,5 litara octa i 9,5 litara vode

b) 0,5 litara vode i 9,5 litara octa

c) 5,5 litara octa i 4,5 litara vode

d) 5,5 litara vode i 4,5 litara octa



Slika 3.38. Učestalost pojedinog odgovora kod učenika osnovne i srednje škole na 9. pitanje

Na 9. pitanje točno odgovara 31,31% učenika osnovne škole i samo 11,32% učenika srednje škole. Odgovor pod a) 0,5 litara octa i 9,5 litara vode smatra se miskoncepcijom među učenicima osnovne škole jer se javlja u svim klasama učenika, dok se među učenicima srednje škole ovaj odgovor javlja u 6 od 8 klasa učenika. 1,67% učenika osnovne škole i 1,89% učenika srednje škole ne odgovara na ovo pitanje (Slika 3.38). Indeksom lakoće (p = 0,3) utvrđeno je da je pitanje idealno za testiranje u osnovnoj školi, a u srednjoj školi je utvrđeno da je pitanje teško (p = 0,1). Indeksom diskriminativnosti (D = 0,38) pitanje je ocijenjeno kao izvrsno za osnovnu školu, dok je za srednju školu utvrđeno da je pitanje prihvatljivo (D = 0,15) (Tablica 3.3).

4. RASPRAVA

U provedenom istraživanju učenici osnovne škole 1 postigli su bolji uspjeh od učenika osnovne škole 2, dok na razini osnovne i srednje škole bolji uspjeh postižu učenici srednje škole što se može vidjeti iz prosječno ostvarenog broja bodova. Međutim treba naglasiti kako međusobne razlike u postignutom uspjehu između učenika osnovne škole 1 i osnovne škole 2 te između učenika osnovne i srednje škole nisu velike. Ukoliko se pogleda riješenost pitanja s obzirom na kognitivne razine prema Crooksu (1988), veći prosječan broj bodova u rješavanju pitanja prve i druge razine ostvaruju učenici osnovne škole 1 u odnosu na učenike osnovne škole 2, a također veći prosječan broj bodova na pitanjima prve i druge razine ostvaruju učenici srednje škole u odnosu na učenike osnovne škole. Na pitanje treće razine učenici osnovnih i srednje škole postigli su malen prosječan broj bodova što se može povezati s činjenicom da nastavnici često daju zadatke nižih kognitivnih razina (Momsen i sur., 2010), odnosno ispituju činjenično znanje (Lukša, 2011). Također se ne može reći da su učenici srednje škole iskusniji u rješavanju zadatka treće razine jer su ostvarili manji prosječan broj bodova od učenika osnovne škole.

Svakako da je na uspjeh učenika imala utjecaj i motivacija. Učenicima je prije provedbe pisane provjere znanja naglašeno kako rezultat koji postignu neće imati utjecaj na njihov uspjeh, što je moglo biti razlogom njihove nemotiviranosti za rješavanje pisane provjere znanja. Nemotiviranost negativno utječe na rezultate pisanih provjera (Lord, 1997). Osim motivacije na rezultate su mogli utjecati i drugi čimbenici, primjerice učenici obje osnovne škole su rješavali pisanu provjeru znanja u istom razdoblju u kojem su iz kemije imali redovnu pisanu provjeru znanja. Nemotiviranost je vidljiva kod učenika obje osnovne škole u rješavanju 8. a) pitanja u kojemu su trebali izračunati masu aluminija u rudnicima iz 1 tone rude, te 8. b) pitanju u kojemu su trebali navesti i obrazložiti koji je od rudnika ekonomski isplativiji. Također, i u srednjoj školi oba pitanja imaju najveći postotak neriješenosti u odnosu na ostala pitanja međutim ti postotci nisu veliki kao oni zabilježeni među učenicima obje osnovne škole što govori podatak da su oba pitanja riješena postotkom točnosti većim od 60%. Učenici srednje škole uglavnom rješavaju sva pitanja i među njihovim rezultatima mali postotak neriješenosti zabilježen je u 5., 6. i 9. pitanju. Razlog tome je što učenici ove srednje škole često sudjeluju u sličnim istraživanjima.

Prema indeksu lakoće (p) neka pitanja procijenjena su kao lagana ili teška među učenicima osnovnih i srednje škole što znači da ih je u budućim provedbama pisane provjere znanja

potrebno korigirati ili izostaviti (Petz, 2004). Indeksom diskriminativnosti (*D*) neka pitanja pisane provjere znanja procijenjena su kao neprihvatljiva među učenicima obje osnovne škole. Takva pitanja ne razlikuju najbolje od najlošijih učenika, već pokazuju slučajnu povezanost zadataka i ukupnog uratka zbog čega ih je potrebno ukloniti u sljedećim provedbama pisane provjere znanja (Haladyna i sur., 2002). Iako su procjenom kvalitete pitanja (KP) pitanja procijenjena kao dobra ili vrlo dobra svakako treba uzeti u obzir i rezultate dobivene procjenom indeksa lakoće (*p*) i indeksa diskriminativnosti (*D*) te određena pitanja korigirati ili izostaviti.

Analizom odgovora pojedinog pitanja, miskoncepcije su utvrđene u 5. pitanju među učenicima obje osnovne i srednje škole, te u 7.d) i 9. pitanju među učenicima osnovnih škola. U 5. pitanju je utvrđena miskoncepcija da je potrebno otopiti 0,9 grama natrijeva klorida za pripremu 1 litre 0,9%-tne fiziološke otopine u vodi. Ovaj odgovor se javio u svim klasama učenika, a izabralo ga je 43,33% učenika osnovne škole 1, 57,14% učenika osnovne škole 2 i 28,30% učenika srednje škole. Miskoncepcija nije posljedica neznanja kemije već slabe primjene matematičkih kompetencija u kemiji. Potgieter i sur. (2008) u svom istraživanju navode kako se problemi u učenju kemije javljaju zbog međusobnog nepovezivanja kemije s matematikom.

Sljedeće dvije miskoncepcije javile su se samo među učenicima osnovne škole. U 7. d) pitanju učenici su na osnovu grafičkog prikaza trebali zaključiti je li prikazani sastav mlijeka kvalitativan ili kvantitativan. Da je sastav kvalitativan netočno je zaključilo 40% učenika osnovne škole 1 i 57,14% učenika osnovne škole 2. Izrazi kvalitativan i kvantitativan sastav učenicima 7. razreda su novi i vrlo slični. Miskoncepcije zbog sličnih pojmova javljaju se i u drugim istraživanjima, a posebno su česte u biologiji na području genetike (Bahar, 2003).

U 9. pitanju bilo je potrebno izračunati kolike je volumene octa i vode potrebno pomiješati za pripremu 10 litara 5%-tne otopine octa. 30,95% učenika osnovne škole 1 i 43,40% učenika osnovne škole 2 odgovara da je za pripremu ove otopine potrebno 0,5 litara octa i 9,5 litara vode što bi bio točan odgovor kada bi na raspolaganju imali 100%-tnu octenu kiselinu. Međutim u zadatku je kao polazna otopina navedena 9%-tna otopina octene kiseline, zbog čega navedeni odgovor nije točan. Učenici su za rješavanje zadatka upotrijebili pravilne formule za računanje volumnog udjela, međutim nisu vodili računa o tome koju otopinu imaju na raspolaganju za pripravu zadane otopine. Pinarbasi i Canpolat

(2003) navode da se ovaj problem javlja kod učenika koji počinju učiti kemiju i pravilno primjenjuju algoritme, međutim bez konceptualnog razumijevanja. Učenici zapravo zadatke rješavaju šablonski, odnosno na način kako im je pokazano na nastavi, a da pri tome često ne razumiju što konkretno zadatak od njih traži.

7. a), b) i c) pitanje su pitanja riješena velikim postotkom točnosti među učenicima obje osnovne i srednje škole te spadaju među najbolje riješena pitanja pisane provjere znanja. Ipak veću uspješnost postižu učenici osnovne škole 1, a na razini osnovne i srednje škole veću uspješnost postižu učenici srednje škole. U ovoj skupini pitanja ispitana je sposobnost čitanja podataka iz grafičkog prikaza. Sastav smjese često se prikazuje grafičkim prikazom. Kako se u mnogim područjima kemije, a ne samo pri iskazivanju sastava smjese, podatci radi njihovog lakšeg razumijevanja prikazuju grafički, važna je sposobnost čitanja grafa. Iz tog razloga ovu sposobnost je važno razvijati kod učenika jer kako navodi Glazer (2011), to je temeljna vještina za obavljanje istraživanja i važna komponenta u prirodoslovnom i matematičkom obrazovanju.

4. i 6. pitanje također se ubrajaju u pitanja riješena velikim postotkom točnosti. Veću uspješnost u rješavanju 4. pitanja postigli su učenici osnovne škole 2, a u rješavanju 6. pitanja bolji su bili učenici osnovne škole 2. Učenici srednje škole postigli su veći uspjeh u rješavanju oba pitanja u odnosu na učenike osnovne škole. Oba pitanja od učenika su zahtijevala primjenu formule za maseni odnosno volumni udio sastojka u smjesi.

1. i 2. pitanje provjeravala su činjenično znanje, odnosno osnovne pojmove vezane uz iskazivanje sastava smjese. U 1. pitanju učenici su trebali utvrditi je li navedena definicija masenog udjela točna ili netočna. Pitanje je loše riješeno među učenicima obje osnovne i srednje škole što govore rezultati prema kojima je netočno odgovorilo na ovo pitanje 80% učenika osnovne škole 1, 75% učenika osnovne škole 2 i 49,06% učenika srednje škole odgovarajući kako je navedena tvrdnja točna. Učenici će prije zapamtiti formulu za izračun masenog udjela jer ju koriste češće prilikom rješavanja zadataka, nego samu definiciju masenog udjela. Također problemi kod učenika se javljaju zbog formulacija u udžbenicima (Milenković i sur., 2016) u kojima su često formule za izračun uočljivije od samih definicija.

U 2. pitanju trebalo je odrediti koliki je zbroj svih sastojaka u smjesi. Naglasak pitanja je bio na razlikovanju dvaju načina iskazivanja vrijednosti udjela: postotkom i decimalnim brojem. U rješavanju ovoga pitanja najlošiji rezultat su postigli učenici osnovne škole 2 od

kojih je preko 50% učenika utvrdilo da je zbroj udjela svih sastojaka u smjesi jednak 100. Za razliku od njih, preko 60% učenika osnovne škole 1 utvrdilo je da je zbroj udjela svih sastojaka jednak 1 što je točan odgovor. Na razini osnovne i srednje škole pitanje je riješeno približno jednakom točnosti, međutim preko 40% učenika srednje škole također je utvrdilo da je zbroj svih udjela jednak 100. Razlog zašto je određeni postotak učenika osnovne škole 2 i srednje škole odabralo odgovor 100 je što se u zadacima od učenika uglavnom traži da konačni rezultat izračunatog udjela prikažu postotkom, rijetko decimalnim brojem, a zbroj udjela svih sastojaka u smjesi jednak je 100%. Ayas i Demirbas (1997) navode kako učenici često mogu zaboraviti ono što su naučili, a to možemo vidjeti u ovom pitanju u kojem je određeni postotak učenika zaboravio drugi način iskazivanja vrijednosti udjela.

Nastavnici bi tijekom poučavanja trebali provjeravati predznanja učenika, a samim time utvrditi miskoncepcije. Potrebno je aktivno uključivati učenike u nastavu kako bi sami konstruirali nove koncepte i povezivali ih s postojećima, ali i radi suočavanja s vlastitim miskoncepcijama. Njihovo otklanjanje nije lagano jer su vrlo otporne na promjene zbog njihove jednostavnosti i razumljivosti učenicima. Istraživanjem su utvrđene 3 miskoncepcije kod učenika obje osnovne škole i 1 miskoncepcija kod učenika srednje škole što znači da se pojedine miskoncepcije ispravljaju tijekom školovanja. Prilikom poučavanja teme iskazivanje sastava smjese kod učenika je potrebno razvijati matematičke kompetencije i sposobnost čitanja grafa jer su one važne učenicima u daljnjem učenju kemije. Na taj način učenici će lakše uočavati i promišljati o sličnostima i različitostima u između prirodnih sustava, te će se razvijati prirodoslovna pismenost kod učenika, a to je temeljni koncept u prirodoslovnom području (razumijevanje i obogaćivanje znanja iz prirodoslovlja) (MZO, 2018). Kako navodi Costu i sur. (2007) shvaćanje koncepta smjese presudno je za shvaćanje mnogih drugih koncepata u kasnijim fazama školovanja.

5. ZAKLJUČAK

Nakon provedene i analizirane pisane provjere znanja među učenicima dvije osnovne i jedne srednje škole moguće je izvesti sljedeće zaključke:

- određene miskoncepcije utvrđene su kod učenika osnovne i srednje škole
- kod učenika osnovne škole utvrđeno je više miskoncepcija nego kod učenika srednje škole
- iste miskoncpcije utvrđene su kod učenika obje osnovne škole
- kod učenika osnovne škole utvrđene su sljedeće miskoncepcije:
  - 0,9 grama natrijeva klorida je potrebno za pripremu 1 litre 0,9%-tne fiziološke otopine
  - prikazani sastav kravljeg mlijeka je kvalitativan (grafički prikaz masenog udjela vode, ugljikohidrata, mliječnih masti, bjelančevina i elemenata u tragovima u kravljem mlijeku)
  - 0,5 litara octa i 9,5 litara vode je potrebno za pripremu 10 litara 5%-tne otopine octa iz 9%-tne otopine octa
- kod učenika srednje škole utvrđena je sljedeća miskoncepcija:
  - 0,9 grama natrijeva klorida je potrebno za pripremu 1 litre 0,9%-tne fiziološke otopine
- bolji uspjeh u rješavanju pitanja prve i druge kognitivne razine postižu učenici osnovne škole 1
- učenici srednje škole postižu bolji uspjeh u rješavanju pitanja prve i druge kognitivne razine u odnosu na učenike osnovne škole
- učenici obje osnovne i srednje škole postižu loš uspjeh u rješavanju pitanja treće kognitivne razine
- učenici osnovne škole 1 postižu bolji uspjeh od učenika osnovne škole 2 u rješavanju pisane provjere znanja
- učenici srednje škole postižu bolji uspjeh od učenika osnovne škole u rješavanju pisane provjere znanja

6. LITERATURA

Awan, S. R., Khan, T. M., Mohsin, M. N., Doger, A. H. (2011) Students' misconceptions in learning basic concept 'composition of matter' in chemistry. International Journal of Applied Science and Technology. 1: 161-167.

Ayas, A., Demirbas, A. (1997) Turkish Secondary Students' Conceptions of Introductory Chemistry Concepts. Journal of Chemical Education. 74: 518-521.

Babić, F. (2018.) Utvrđivanje miskoncepcija i konceptualnog razumijevanja vezanih uz fotosintezu i stanično disanje kod studenata biologije. Diplomski rad. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek.

Bahar, M. (2003) Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. Educational Sciences: Theory and Practice 3: 55-64.

Bošnjak, Z. (2009) Primjena konstruktivističkog poučavanja i kritičkog mišljenja u srednjoškolskoj nastavi sociologije: pilot-istraživanje. Revija za sociologiju. 40: 257-277.

Carmazza, A., McCloskey, M., Green B. (1981) Naive beliefs in "sophistkated" subjects: misconceptions about trajectories of objects. Cognition. 9: 117-123.

Chang, C. Y., Yeh T. K., Barufaldi, J. P. (2010) The Positive and Negative Effects of Science Concept Tests on Student Conceptual Understanding. International Journal of Science Education. 32: 265-282.

Chang, J. Y. (1999) Teachers College Students' Conceptions about Evaporation, Condensation, and Boiling. Science Education. 83: 511-526.

Chiu, M. H., Chou, C. C., Liu, C. J. (2002) Dynamic Processes of Conceptual Change: Analysis of Constructing Mental Models of Chemical Equilibrium. Journal of Research in Science Teaching. 39: 688-712.

Coll, R. K., Treagust, T. F., (2003) Investigation of Secondary School, Undergraduate, and Graduate Learners' Mental Models of Ionic Bonding. Journal of Research in Science Teaching. 40: 464-486.

Crooks, T. J. (1988) The impact of classroom evaluation practices on students. Review of Educational Research 58: 438-481.

Costu, B., Ünal, S., Ayas, A. (2007) A hands-on activity to promote conceptual change about mixtures and chemical compounds. Journal of Baltic Science Education. 6: 35-46.

Delimar, D. (2011) Miskoncepcije sudionika županijskog natjecanja iz biologije za učenike srednjih škola. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb.

Ebenezer, J. V., Fraser, D. M. (2001) First Year Chemical Engineering Students' Conceptions of Energy in Solution Processes: Phenomenographic Categories for Common Knowledge Construction. Science Education. 85: 509-535.

Fisher, K. M. (1985) A misconception in biology: amino acids and translation. Journal of Research in Science Teaching 22: 53-62.

Gilbert, J. K., Treagust, D. F. (2009) Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education. Multiple Representations in Chemical Education. 4: 1-8.

Glazer, N. (2011) Challenges with graph interpretation: a review of the literature. Studies in Science Education. 47: 183-210.

Glynn, S. M., Britton, B. K., Yeany, R. H. (1991) The Psychology of Learning Science. New York, Lawrence Erlbaum Associates.

Grgin, T. (1994) Školska dokimologija. Naklada Slap, Jastrebarsko.

Gorin, G. (1994) Mole and Chemical Amount. Journal of Chemical Education. 71: 114-116.

Guzzeti, B. J. (2000) Learning counter-intuitive science concepts: what have we learned from over a decade of research?. Reading and Writing Quarterly. 16: 89-98.

Haladyna, T. M., Downing, S. M., Rodriguez, M. C. (2002) A review of multiple-choice item-writing guidelines for classroom assessment. Applied Measurement in Education 15: 309-334.

Harrison, A. G., Treagust, D. F. (2000) Learning about Atoms, Molecules, and Chemical Bonds: A Case Study of Multiple-Model Use in Grade 11 Chemistry. Science Education. 84: 352-381.

Johnstone, A. H. (1991) Why is science difficult to learn? Things areseldom what they seem. Journal of Computer Assisted Learning. 7: 75-83.

Jukić, R. (2013) Konstruktivizam kao poveznica poučavanja sadržaja prirodoznanstvenih i društvenih predmeta. Pedagogijska istraživanja. 10: 241-263.

Kaltakci Gurel, D., Eryilmaz, A., McDermott, L. C. (2015) A review and comparison of diagnostic instruments to indentify students' misconceptions in science. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education 11: 989-1008.

Kay, C. C., Yiin, H. K. (2010) Misconceptions in the teaching of chemistry in secondary schools in singapore & malaysia. Proccedings of Sunway Academic Conference 2010.

Kingir, S., Geban, O., Gunel, M. (2013) Using the ScienceWriting Heuristic Approach to Enhance Student Understanding in Chemical Change and Mixture. Research in Science Education. 43: 1645-1663.

Klopfer, L. E., Champagne, A. B., Gunstone, R. F., (1983) Naive Knowledge and Science Learning. Research in Science & Technological Education. 1: 173-183.

Kolomuç, A., Tekin, S. (2011) Chemistry Teachers' Misconceptions Concerning Concept of Chemical Reaction Rate. Eurasian Journal of Physics and Chemical Education. 3: 84-101.

Kovač-Andrić, E., Štiglić, N., Lopac-Groš, A. (2013.) Kemija 7. Udžbenik kemije za sedmi razred osnovne škole. Profil, Zagreb.

Lee, Y., Law N. (2001) Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift. International Journal of Science Education. 23: 111-149.

Lord, T. R. (1999) A comparison between traditional and constructivist teaching in environmental science. The Journal of Environmental Education 30: 22-27.

Lukić, S., Varga, M., Trenčevska, N., Volarević, D., Dujmović, I. (2015.) Kemija 7. Udžbenik kemije za sedmi razred osnovne škole. Školska knjiga, Zagreb.

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

Milenković, D. D., Hrin, T. N., Segedinac, M. D., Horvat, S. (2016) Identification of Misconceptions through Multiple Choice Tasks at Municipal Chemistry Competition Test. Journal of Subject Didactics. 1: 3-12.

Momsen, J. L., Long, T. M., Wyse, S. A., Ebert-May, D. (2010) Just the Facts? Introductory Undergraduate Biology Courses Focus on Low-Level Cognitive Skills. CBE—Life Sciences Education. 9: 435-440.

MZO (2018) Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta kemija. Ministarstvo znanosti i obrazovanja, Zagreb

Nahum, T. L., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., Bar-Dov, Z. (2004) Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry?. Chemistry education: research and practice. 5: 301-325.

Nakiboglu, C. (2003) Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. Chemistry education: research and practice. 4: 171-188.

NCVVO (2018) Ispitni katalog za državnu maturu u školskoj godini 2018./2019. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, Zagreb.

Özmen, H. (2004) Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. Journal of Science Education and Technology. 13: 147-159.

Özmen, H., Ayas, A. (2003) Student's. difficulties in understanding of the conservation of matter in open and closed-system chemical reactions. Chemistry education: research and practice. 4: 279-290.

Papageorgiou, G., Sakka, D. (2000) Primary school teachers' views on fundamental chemical concepts. Chemistry education: research and practice in Europe. 1: 237-247.

Pardhan, H., Bano, Y. (2001) Science teachers' alternate conceptions about directcurrents. International Journal of Science Education. 23: 301-318.

Petz, B. (2004) Osnove statističke metode za nematematičare. Naklada Slap, Jastrebarsko.

Pinarbasi, T., Canpolat, N. (2003) Students' Understanding of Solution Chemistry Concepts. Journal of Chemical Education. 80: 1328-1332.

Posavac, I. (2013) Istraživanje učestalih miskoncepcija kod učenika osnovne škole na osnovi konstruiranog konceptualnog testa. Diplomski rad. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., Gertzog, W. A. (1982) Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education 66: 211-227.

Potgieter, M., Harding, A., Engelbrecht, J. (2008) Transfer of Algebraic and Graphical Thinking between Mathematics and Chemistry. Journal of research in science teaching. 45: 197-218.

Preece, P. F. W. (1984) Intuitive science: Learned or triggered?. European Journal of Science Education. 6: 7-10.

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

Sirhan, G. (2007) Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. Journal of Turkish Science Education. 4: 2-20.

Sisović, B., Bojović, S. (2000) Approaching the concepts of acids and bases by cooperative learning. Chemistry education: research and practice in Europe. 1: 263-275.

Taber, K. S. (2001) constructing chemical concepts in the classroom?: using research to inform practice. Chemistry education: research and practice in Europe. 2: 43-51.

Tamir, P. (1990) Justifying the selection of answers in multiple choice items. International Journal of Science Education. 12: 563-573.

Valanides, N. (2000) Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. Chemistry education: research and practice in Europe. 1: 249-262.

Mrežne stranice

Web 1. OECD: Programme for International Student Assessment (PISA).

http://www.oecd.org/pisa/ (04.05.2019.)

Web 2. Hrvatska akademska i istraživačka mreža (CARNet): Edutorij e-škole.

https://edutorij.e-skole.hr/share/page/home-page (25.03.2019.)

7. PRILOZI

Prilog 1. Metodički dio – priprema za sat

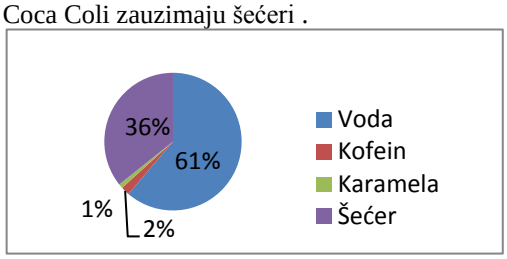
Ime i prezime nastavnika	Škola	Datum
Marko Plander	Osnovna škola	

Nastavna jedinica /tema		Razred
Iskazivanje sastava smjese		**2.**
Temeljni koncepti	**Ključni pojmovi**	
Tvari i prirodoznanstveni pristup	**Maseni udio, volumni udio, kvalitativni i kvantitativni sastav**	
Cilj nastavnog sata (nastavne teme)		
Upoznati načine kvantitativnog iskazivanja sastava smjese te njihovu primjenu u svakodnevnom životu		

Ishodi učenja

1. Razlikovati kvalitativni i kvantitativni sastav smjese
2. Izračunati maseni i volumni udio sastojka u smjesi
3. Pripremiti otopinu određenog masenog ili volumnog udjela
4. Analizirati i grafički prikazati kvantitativni sastav smjese

Br.	Razrada ishoda nastavne jedinice	Zadatak/ primjer ključnih pitanja za provjeru ostvarenosti ishoda	KR	PU
1.	1.1. Definirati kvalitativni sastav smjese	1.1.1. Što iskazujemo kvalitativnim sastavom smjese? 1.1.2. Ako kažemo da se limunada sastoji od vode, šećera i limunovog soka koji sastav smjese smo iskazali?	R1 R2	
	1.2. Definirati kvantitativni sastav smjese	1.2.1. Što iskazujemo kvantitativnim sastavom smjese? 1.2.2. Napiši sastojke potrebne za pripremu tvog omiljenog kolača. Sastojke iskaži u kvalitativnom i kvantitativnom obliku.	R1 R2	
2.	2.1. Izračunati masni udio sastojka u smjesi	2.1.1. Pomoću koje formule računamo maseni udio sastojak u smjesi? 2.1.2. Smjesa se sastoji od 40 g vode, 50 g brašna i 10 g soli. Koliki je maseni udio brašna u smjesi?	R1 R2	
	2.2. Izračunati volumni udio sastojka u smjesi	2.2.1. Kako definiramo volumni udio sastojka u smjesi? 2.2.1. Zrak se sastoji od 70% dušika, 20% kisika i 10% ostalih plinova. Koliko litara kisika sadrži 65 litara zraka?	R1 R2	
3.		3.1.1. Pripremi 100 mL 0,9% otopine natrijeva klorida.	R2	

4	4.1. Analizirati grafički prikaz kvantitativnog sastava smjese	4.2.1. Pomoću grafičkog prikaza odredi koliki udio u Coca Coli zauzimaju šećeri .  	R2	
	4.2. Grafički prikazati smjesu određenog kvantitativnog sastava	4.2.1. Grafički prikaži sastav žbuke koja se sastoji od 60% pijeska, 20% živog vapna i 10% vode.	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 minuta**

STRUKTURNI ELEMENT NASTAVNOG SATA	DOMINANTNA AKTIVNOST	BR. ISHODA	KORISTITI U IZVEDBI	METODA	SOCIOLOŠKI OBLIK RADA	TRAJANJE (min)
Uvodni dio	N ⇨ Sat započinje kratkim ponavljanjem podjele tvari, homogenih i heterogenih smjesa. U ⇨ Odgovaraju na pitanja koja nastavnik postavlja N ⇨ Najavljuje temu i cilj nastavnog sata, zapisuje naziv teme na ploču ,postavlja učenicima motivacijsko pitanje : „Kako bi prikazali sastav svog omiljenog jela?“ do čijeg će odgovora doći tijekom nastavnog sata U ⇨ Zapisuju naslov teme u bilježnice		P,PP	R	I,F	5
Središnji dio	N ⇨Pomoću PP prezentacije i slikovnih prikaza učenicima objašnjava dva načina iskazivanja sastava smjesa te potiče učenike da primjere vlastitih smjesa iskažu kvalitativno i kvantitativno . U ⇨ Rade bilješke i odgovaraju na pitanja nastavnika	1	PP, UDŽ	R	I,F	5
	N⇨ Objašnjava učenicima maseni i volumni udio, zapisuje formule masenog i volumnog udjela na ploču, pokazuje učenicima primjere zadataka koje zajednički rješavaju U ⇨ Rade bilješke i rješavaju zadatke	2	PP, P, UDŽ	R, D,I	I,F	5
	N⇨ Pomoću grafičkog prikaza sastava kravljeg mlijeka učenicima objašnjava grafičku interpretaciju podataka i analizu grafičkih prikaza kvantitativnog sastava smjese	4	PP, P	D, CR,	I,F	5
	N⇨ Dijeli učenike u grupe za izvođenje pokusa, daje učenicima smjernice za izvođenje pokusa, dijeli radne listiće vezane za pokus, nakon pokusa provjerava radni listić U ⇨ Izvode pokus, rješavaju radni listić, prezentiraju rezultate pokusa	3	E,RL	PR, I,R	I,G	15
Završni dio	N ⇨ Provjerava odgovore na motivacijsko pitanje, daje učenicima radni listić za ponavljanje, zadaje domaću zadaću U ⇨Odgovaraju na motivacijsko pitanje i rješavaju radni listić	1,2, 3,4	RL	I,R ,T	I	10

Nositelji aktivnosti: – 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 , PL - plakat
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

Udžbenik, računalo, projektor, pribor i kemikalije za izvođenje pokusa

Plan učeničkog zapisa

Iskazivanje sastava smjese

- načini iskazivanja: → kvalitativno (od čega se smjesa sastoji)
  → kvantitativno (koliko čega ima u smjesi)

Kvantitativno iskazivanje sastava smjese:

- maseni udio w = $\frac{m\,(sastojak)}{m\,(smjesa)}$

- volumni udio ϕ = $\frac{V\,(sastojak)}{V\,(smjesa)}$

- zbroj svih udjela u smjesi → 1 ili 100%

Prilagodba za učenike s posebnim potrebama

Metode i postupci prilagodbe te aktivnosti učenika prilagođavaju se ovisno o njihovim teškoćama i u suradnji sa stručnom službom škole.

Prilozi

1. Radni listić za izvođenje pokusa (Prilog 2)
2. Radni listić za ponavljanje (Prilog 3)

Literatura

Lukić S., Varga M., Trenčevska N., Volarević D., Dujmović I. (2015.) Kemija 7. Udžbenik kemije za sedmi razred osnovne škole. Školska knjiga, Zagreb

Kovač-Andrić E., Štiglić N., Lopac-Groš A. (2013.) Kemija 7. Udžbenik kemije za sedmi razred osnovne škole. Profil, Zagreb

Web:Hrvatska akademska i istraživačka mreža (CARNet): Edutorij e-škole.

https://edutorij.e-skole.hr/share/page/home-page (25.03.2019.)

Zabilješke nakon izvedbe

Prilog 2. Radni listić za izvođenje pokusa

Pokus: Fiziološka otopina

Fiziološka otopina je 0,9 postotna otopina natrijeva klorida (kuhinjska sol) u destiliranoj vodi. Maseni udio soli u fiziološkoj otopini sličan je onome u tjelesnim tekućinama poput, suza ili krvi, i zbog toga ima široku primjenu u medicini: kao infuzija, za čišćenje rana, kao kapi za nosi ili oči, za ispiranje kontaktnih leća i nosa.

Zadatak: Pripremite 100 mL 0,9% fiziološke otopine.

Pribor i kemikalije: vaga, odmjerna tikvica od 100 mL, žlica, kapalica, lađica za vaganje, čaša, destilirana voda, lijevak, boca štrcaljka, kuhinjska sol (natrijev klorid)

Postupak: Prije same pripreme otopine izračunajte masu kuhinjske soli potrebne za pripremu 100 mL otopine. Nakon što izračunate masu kuhinjske soli, posudicu za vaganje stavite na vagu, tarirajte i izvažite masu kuhinjske soli što je moguće točnije. Na odmjernu tikvicu stavite lijevak i pomoću njega kuhinjsku sol iz posudice za vaganje uspite u odmjernu tikvicu. Nakon toga pomoću boce štrcaljke isperite lijevak i napunite odmjernu tikvicu do polovine njenog volumena. Sklonite stakleni lijevak i začepite odmjernu tikvicu čepom. Mućkajte sadržaj tikvice dok se sva kuhinjska sol ne otopi. Nakon što se kuhinjska sol otopila pomoću boce štrcaljke napunite vodom tikvicu približno do oznake, a ostatak vode do oznake dodajte kapalicom tako da se donji rub meniskusa otopine podudara s oznakom na vratu tikvice. Ponovno začepite tikvicu i dobro promućkajte otopinu te tikvicu odložite na stol.

Prostor za izračun:

Opažanja:

Skica aparature:

Zaključak:

Prilog 3. Radni listić za ponavljanje

Ponovimo što smo naučili…

1. Kada za neku smjesu navodimo od čega se sastoji onda iskazujemo njezin _____ sastav, a kada navodimo koliko čega u smjesi ima iskazujemo njezin _____ sastav.

2. a) Ako kažemo da se limunada sastoji od vode, šećera i limunovog soka tada smo iskazali njezin kvantitativni sastav.

Točna tvrdnja **Netočna tvrdnja**

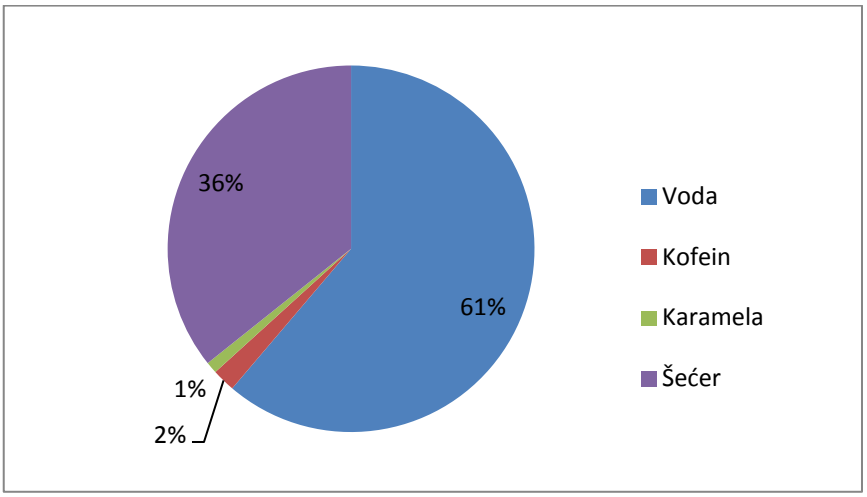
b) Fiziološka otopina je 9% otopina natrijeva klorida u destiliranoj vodi.

Točna tvrdnja **Netočna tvrdnja**

3. Smjesa se sastoji od 40 g vode, 50 g brašna i 10 g soli. Izračunaj koliki je maseni udio brašna u smjesi?

4. Zrak se sastoji od 70% dušika, 20% kisika i 10% ostalih plinova. Izračunaj koliko litara kisika se nalazi 65 litara zraka?

5. Sastav Coca Cole prikazan je na slici. Prouči graf i odgovori na pitanja.



Slika 1. Grafički prikaz volumnog udjela vode, kofeina, karamele i šećera u Coca Coli

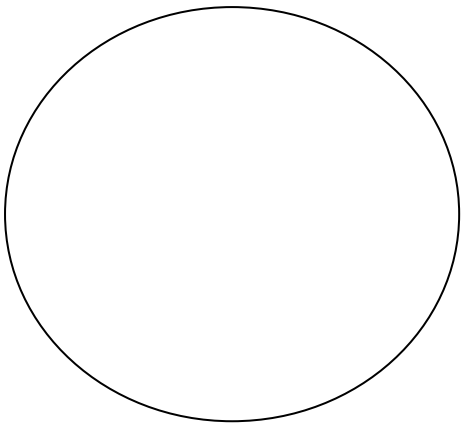
a) Koliki volumni udio zauzima šećer?

_____

b) Koji je sastojak zastupljen najvećim volumnim udjelom?

_____

6. Grafički prikaži sastav žbuke koja se sastoji od 60% pijeska, 20% živog vapna i 10% vode.



Domaća zadaća: Napiši sastojke potrebne za pripremu tvog omiljenog kolača. Sastojke iskaži u kvalitativnom i kvantitativnom obliku.

Prilog 4.

Pisana provjera znanja

Škola: _____

Razred: _____

1. Zaokruži T, ako je tvrdnja točna, N ako je tvrdnja netočna.

Maseni udio sastojka u smjesi definiramo kao omjer mase smjese i mase određenog sastojka.

T N

2. Zaokruži slovo ispred jednog točnog odgovora.

Zbroj udjela svih sastojka u smjesi jednak je:

a) 1

b) 10

c) 100

d) 1000

3. Zaokruži T, ako je tvrdnja točna, N ako je tvrdnja netočna.

Ako za smjesu sušenog voća kažemo da se sastoji od: 40% grožđica, 20% sušenih banana, 20% brusnica, 10% ananasa i 10% šljiva, onda smo iskazali njezin kvantitativni sastav.

T N

4. Zaokruži slovo ispred jednog točnog odgovora.

Zrak je homogena smjesa različitih plinova u kojem je volumni udio dušika 78%. To znači da se:

a) 78 litara dušika nalazi u 22 litre zraka

b) 78 litara zraka nalazi u 22 litre dušika

c) 78 litara dušika nalazi u 100 litara zraka

d) 78 litra zraka nalazi u 100 litra dušika

5. Zaokruži slovo ispred jednog točnog odgovora.

Fiziološka otopina je 0,9%-tna otopina natrijeva klorida u vodi. Za pripremu 1 litre fiziološke otopine potrebno je u vodi otopiti:

a) 0,09 g natrijeva klorida

b) 0,9 g natrijeva klorida

c) 9 g natrijeva klorida

d) 90 g natrijeva klorida

6. Zaokruži slovo ispred jednog točnog odgovora.

Smjesa se sastoji od 34,5 grama brašna i 28,4 grama soli. Maseni udio brašna u smjesi iznosi:

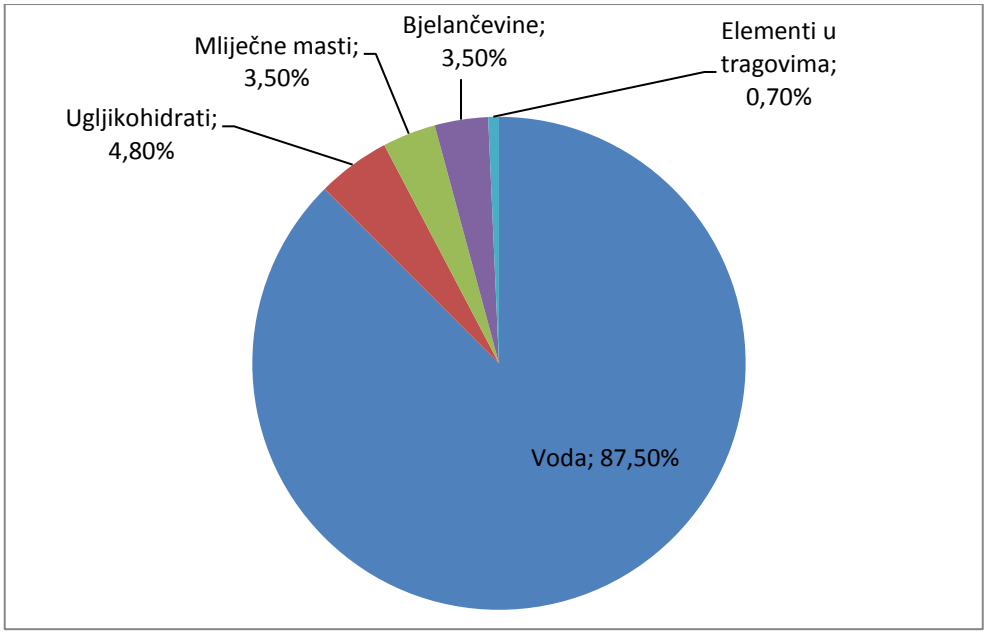
a) 0,55%

b) 54,84%

c) 0,45%

d) 45,15%

7. Sastav kravljeg mlijeka prikazan je grafom. Prouči graf i odgovori na pitanja.



Slika 1. Grafički prikaz masenog udjela vode, ugljikohidrata, mliječnih masti, bjelančevina i elemenata u tragovima u kravljem mlijeku.

a) Koji je sastojak zastupljen najvećim masenim udjelom u mlijeku ?

_____

b) Koliki maseni udio u mlijeku zauzimaju ugljikohidrati, a koliki mliječne masti?

_____

c) Koji je sastojak zastupljen najmanjim masenim udjelom u mlijeku?

_____

d) Je li prikazani sastav mlijeka kvantitativan ili kvalitativan?

_____

8. Aluminij je metal koji ima široku upotrebu. U prirodi ne dolazi u elementarnom stanju već u obliku smjese minerala koje nazivamo rudama. U rudniku u Posušju maseni udio aluminija u rudi iznosi 20%, a u rudniku u Rudopolju maseni udio aluminija u rudi iznosi 40%.

a) Izračunaj koliko kilograma aluminija možemo dobiti iz jedne tone rude iz rudnika u Posušju, a koliko kilograma aluminija iz jedne tone rude iz rudnika u Rudopolju.

b) Koji je rudnik ekonomski isplativiji i zašto?

---

9. Zaokruži slovo ispred jednog točnog odgovora.

U trgovini se prodaje 9%-tni ocat koji se koristi u pripremi zimnice. Za kiseljenje krastavaca potrebno nam je 10 litara 5%-tne otopine octa. Kolike volumene octa i vode je potrebno pomiješati za dobivanje otopine željenog sastava?

a) 0,5 litra octa i 9,5 litra vode
b) 0,5 litra vode i 9,5 litara octa
c) 5,5 litara octa i 4,5 litara vode
d) 5,5 litara vode i 4,5 litara octa