NACIONALNI CENTAR ZA VANJSKO VREDNOVANJE OBRAZOVANJA

KVALITATIVNA ANALIZA ISPITA PROVEDENIH 2008. GODINE U OSNOVNIM ŠKOLAMA

FIZIKA I KEMIJA

Zagreb, prosinac 2010.

BIBLIOTEKA VANJSKO VRJEDNOVANJE OBRAZOVANJA

KVALITATIVNA ANALIZA ISPITA PROVEDENIH 2008. GODINE U OSNOVNIM ŠKOLAMA

Izvješće o projektu - **FIZIKA I KEMIJA**

NACIONALNI CENTAR ZA VANJSKO VREDNOVANJE OBRAZOVANJA

Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama

Izvješće o projektu

NAKLADNIK:

Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja

ZA NAKLADNIKA:

Goran Sirovatka, dipl. ing.,
ravnatelj *Nacionalnog centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja*

GLAVNI UREDNIK:

mr. sc. Nenad Marković

UREDNICI:

mr. sc. Nenad Marković
Natalija Ćurković, prof. psihologije
Irena Matoic, prof. sociologije

RECENZENTI:

dr. sc. Maja Planinić
dr. sc. Marija Pavkov
mr. sc. Marina Luetić
Mladen Klaić, prof. fizike

AUTORICE I AUTORI (fizika):

doc. dr. sc. Darko Androić
mr. sc. Vlado Halusek
mr. sc. Verica Jovanovski
Vedran Šarac, prof. fizike
Siniša Režek, prof. fizike
Natalija Ćurković, prof. psihologije

AUTORICE I AUTORI (kemija):

prof. dr. sc. Ivan Vicković
doc. dr. sc. Nenad Judaš
doc. dr. sc. Draginja Mrvoš Sermek
Petar Vrkljan, prof. kemije
Mihaela Vrbnjak, prof. biologije i kemije
Tomislav Vrbanec, prof. biologije i kemije
Natalija Ćurković, prof. psihologije

LEKTURA I KOREKTURA:

Ivančica Plavec, prof. hrvatskog jezika

Grafičko oblikovanje:

Rajmundo Lankaš

TISAK:

ITG d.o.o.

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 763797

ISBN: 978-953-7556-19-8

Sadržaj

1. UVOD **5**

2. STRUKTURA ISPITA IZ FIZIKE I KEMIJE **8**

2.1. Polazni tekst i ispitni zadatci iz fizike 8

2.1.1. Opće karakteristike ispita iz fizike 12

2.1.2. Obuhvaćenost nastavnih tema 13

2.2. Polazni tekst i ispitni zadatci iz kemije 15

2.2.1. Opće karakteristike ispita iz kemije 20

2.2.2. Obuhvaćenost nastavnih tema 21

3. METODOLOGIJA RADA **23**

3.1. Metrijske osobine cjelokupnoga ispita i uzorka ispita za kvalitativnu analizu zadataka iz fizike 23

3.2. Metrijske osobine cjelokupnoga ispita i uzorka ispita za kvalitativnu analizu zadataka iz kemije 27

4. ANALIZA ISPITA IZ FIZIKE I KEMIJE **29**

4.1. Analiza ispita iz fizike 29

4.1.1. Analiza netočnih odgovora 29

4.1.2. Postupci provedeni tijekom kvalitativne analize 30

4.1.3. Kognitivna valorizacija ispita iz fizike 30

4.1.4. Pojedinačna analiza zadataka 33

4.1.5. Tipologija pogrješaka na temelju analize netočno riješenih zadataka 76

4.2. Analiza ispita iz kemije 78

4.2.1. Analiza netočnih odgovora 78

4.2.2. Postupci provedeni tijekom kvalitativne analize ispita iz kemije 79

4.2.3. Kognitivna valorizacija ispita iz kemije 80

4.2.4. Pojedinačna analiza zadataka iz kemije 81

4.2.5. Tipologija pogrešaka na temelju analize netočno riješenih zadataka iz kemije 113

5. KORELACIJSKI ASPEKTI KVALITATIVNE ANALIZE ZADATAKA IZ FIZIKE i KEMIJE **114**

5.1. Korelacijski aspekti kvalitativne analize zadataka iz fizike 114

5.2. Korelacijski fenomeni i viši stupnjevi kognitivnih kompetencija 117

5.3. Korelacije općeg uspjeha u školi i uspjeha na nacionalnom ispitu 122

5.4. Korelacijski fenomeni i eksperimentalni pristup nastavi 125

5.5. Korelacijski fenomeni i strukturirano znanje 126

6. ZAKLJUČCI **127**
6.1. Zaključci- fizika 127
6.1.1. Opće konstatacije temeljene na ovom istraživanju 128
6.2. Zaključci – kemija 129

7. PREPORUKE **130**
7.1. Preporuke - nastavni plan i program 130
7.2. Preporuke za poučavanje u nastavi 132
7.3. Preporuke za stručno usavršavanje učitelja 135
7.4. Preporuke za vanjsko vrjednovanje u budućnosti 136

8. LITERATURA **139**

ZNAČENJE PARAMETARA KOJI SE DOBIVAJU STANDARDNIM PSIHOMETRIJSKIM ANALIZAMA **140**

POJMOVNIK **148**

Na temelju članka 4. stavka 2. Zakona o *Nacionalnom centru za vanjsko vrednovanje obrazovanja* (Narodne novine br.151/2004) ravnatelj *Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja* (u daljnjem tekstu: *Centar*) donio je 11. studenoga 2009. godine Odluku o imenovanju članova *Povjerenstva* za rad na kvalitativnoj analizi ispita u osnovnoj školi iz nastavnoga predmeta Fizika i Kemija u predmetnoj nastavi provedenih u 8. razredima školske godine 2007./2008. U toj Odluci ravnatelj Centra imenuje povjerenstvo u sastavu:

KEMIJA

1. prof. dr. sc. Ivan Vicković, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
2. doc. dr. sc. Draginja Mrvoš - Sermek, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
3. doc. dr. sc. Nenad Judaš, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
4. Petar Vrkljan, prof., Zagreb
5. Mihaela Vrbnjak, prof., VI. Osnovna škola Varaždin, Varaždin
6. Tomislav Vrbanec, prof., Osnovna škola Orehovica, Orehovica

FIZIKA

1. doc. dr. sc. Darko Androić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
2. mr. sc. Vlado Halusek, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
3. mr. sc. Verica Jovanovski, prof., Osnovna škola Dragutina Tadijanovića, Vukovar
4. Vedran Šarac, prof., Osnovna škola dr. Ante Starčevića, Zagreb
5. Siniša Režek, prof., Osnovna škola Žitnjak, Zagreb

1. UVOD

U Republici Hrvatskoj u zadnjih pet godina započete su i provode se promjene na svim razinama odgojno-obrazovnoga sustava [2]. Obrazovni sustav izuzetno je važan segment društvenoga funkcioniranja, a njegova kvaliteta utječe na sva područja društva i na osobni razvoj pojedinca. Jedan od bitnih čimbenika koji utječu na poboljšanje kvalitete obrazovnoga sustava je i razvijanje sustava vanjskoga vrjednovanja u Republici Hrvatskoj. Sustav vanjskoga vrjednovanja u obrazovanju jedan je od strateških ciljeva našega obrazovanja opisan u dokumentu *„Plan razvoja sustava odgoja i obrazovanja 2005.-2010."* koji je izdalo Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2005) [4]. Vanjsko vrjednovanje obrazovanja je mehanizam za objektivno praćenje obrazovnoga sustava u Republici Hrvatskoj, a temelji se na standardiziranim ispitima koje provodi institucija neovisna o pojedinoj školi, odnosno *Centar*. *Centar* je započeo s projektima vrjednovanja obrazovanja 2006. godine, a oni se temelje na predlošcima koji su razvijeni u nekim europskim zemljama, primjerice u Engleskoj, Škotskoj te Nizozemskoj. Školske godine 2006./2007. Centar i Institut društvenih znanosti Ivo Pilar organizirali su i proveli vrlo uspješno prvo vanjsko vrjednovanje obrazovnih postignuća učenika osnovne škole. Vrjednovanjem su bili obuhvaćeni nastavni predmeti Hrvatski jezik i Matematika. Bio je to velik korak prema unapređenju kvalitete hrvatskoga školskoga sustava. Centar je, nadalje, školske godine 2007./2008. uz stručnu i znanstvenu potporu Instituta društvenih znanosti Ivo Pilar te uz podršku Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa (u daljnjem tekstu: Ministarstva) proveo vanjsko vrjednovanje obrazovnih postignuća učenika 4. i 8. razreda u osnovnoj školi na cijeloj populaciji učenika. U projektu je sudjelovalo oko 8000 suradnika Centra (ravnatelji osnovnih škola, učitelji i stručni suradnici u školama - članovi školskih ispitnih povjerenstava, članovi stručnih radnih skupina, ocjenjivači i dr.). U srpnju 2007. godine Centar je s vanjskim stručnim suradnicima napisao strategiju za navedeni projekt koja je kasnije poslužila za izradbu metodologije istraživanja. Strategija za projekt vanjskoga vrjednovanja u osnovnoj školi 2007/2008. godine za potrebe Centra napisana je prema dokumentima Ministarstva, *Vodič kroz Hrvatski nacionalni obrazovni standard u osnovnoj školi (2005) i Nastavni plan i program za osnovnu školu (2006).*

Prema projektu PISA prirodoslovna pismenost je definirana kao sposobnost korištenja prirodoslovnog znanja, prepoznavanja pitanja i izvođenja zaključaka temeljenih na dokazima radi razumijevanja i lakšeg donošenja

odluka o prirodnom svijetu i promjenama koje u njemu izaziva ljudska aktivnost.

U skladu s dokumentima Vlade i MZOŠ-a (Plan razvoja sustava odgoja i obrazovanja 2005.-2010., HNOS, 2006., Nastavni plan i program, 2006., Prijedlog strategije za izradu i razvoj nacionalnog kurikuluma za predškolski odgoj, opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje, 2007) donesena je **Strategija vanjskog vrjednovanja** obrazovnih postignuća učenika osmih razreda iz predmeta Biologija, Kemija, Fizika, Geografija i Povijest (NCVVO, kolovoz 2007). Iz Strategije je vidljivo da se prirodne znanosti odlikuju samo njima svojstvenom metodologijom i tehnologijom istraživanja te je za zapažanja i tumačenje rezultata istraživanja i pokusa potrebno kombinirati spoznaje iz više znanstvenih područja u obliku međupredmetne korelacije i integracije, čime se kod učenika razvija i njeguje cjelovit pogled na zbivanja u prirodi, društvu i tehnologiji. Na osnovu strategije nacionalnih ispita postavljen je cilj nacionalnih ispita: provjeriti obrazovna postignuća učenika, misleći pri tome na razvijanje sposobnosti mišljenja, trajnost usvojenih znanja, sposobnosti rješavanja problemskih interdisciplinarnih zadataka i kompetencije u učenju istraživanjem i otkrivanjem te donošenju zaključaka na temelju rezultata istraživanja.

U prvom koraku prema ostvarenju tog cilja učinjeno je sljedeće:

- Kreirani su probni ispiti;
- Analizirane su metrijske karakteristike probnih ispita;
- Kreirane su konačne inačice ispita na temelju metrijske analize, jezičnih i drugih korekcija;
- Nakon provedbe glavnoga ispitivanja ispiti su ocijenjeni i kvantitativno analizirani temeljem općih metrijskih parametara.
- Rezultati ovog složenog postupka iscrpno su prezentirani u istraživačkom izvještaju s naslovom: *Vanjsko vrednovanje obrazovnih postignuća u osnovnim školama Republike Hrvatske; učenici 8. Razreda; školska godina 2007./2008.*

U skladu s navedenim činjenicama koncipiran je jedinstveni ispit u tri dijela koji je sadržavao ispit iz Biologije, Kemije i Fizike. Tako se približno 25% pitanja odnosilo na nastavne sadržaje iz Biologije, 25% pitanja na nastavne sadržaje iz Kemije, 25% pitanja na nastavne sadržaje iz Fizike, a preostalih 25% pitanje bilo je interdisciplinarno. Za točan odgovor na postavljeno interdisciplinarno pitanje potrebno je istodobno upotrijebiti stečena znanja i sposobnosti iz svih triju prirodoslovnih predmeta (Biologija, Kemija, Fizika),

ali i opće sposobnosti i znanja koja nužno nisu obuhvaćena tim nastavnim predmetima (*Vodič kroz projekt vanjskog vrednovanja obrazovnih postignuća učenika četvrtih i osmih razreda osnovne škole šk. god. 2007/2008).*

Iz strategije je bilo vidljivo da pitanja iz ispita za fiziku i kemiju ne smiju biti tako koncipirana da potiču reproduciranje napamet naučenih pojmova i definicija, već da problemski postavljena pitanja provjeravaju učeničke mogućnosti uporabe stečenih sposobnosti i znanja. Istaknuto je da ispitima treba omogućiti vrjednovanje sposobnosti i vještina stečenih praktičnim radom te kompetentnost u eksperimentiranju i donošenju zaključaka na temelju rezultata pokusa.

2. STRUKTURA ISPITA IZ FIZIKE I KEMIJE

2.1. Polazni tekst i ispitni zadatci iz fizike

UPUTA
Ovaj će dio ispita trajati 30 minuta.
Pozorno pročitaj svaki zadatak i uputu.
Želimo ti mnogo uspjeha.
Počni s rješavanjem.

U sljedećim zadatcima odgovor **upiši** na praznu crtu ili u za to predviđeni prostor.

1. U lijevome stupcu nalazi se oznaka fizičke veličine, a u desnome stupcu oznaka pripadajuće mjerne jedinice.
Napiši broj koji se nalazi ispred pripadajuće mjerne jedinice uz svaku oznaku fizičke veličine.

V	_____	1) V
U	_____	2) J
W	_____	3) kg
M	_____	4) W
		5) m^3

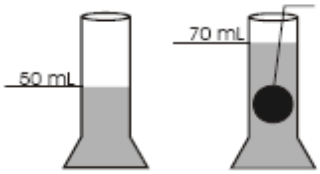
2. Pridruži svakome pojmu iz skupine na lijevoj strani broj odgovarajućega pojma s desne strane.

jabuka na grani	_____	1) kinetička energija
rastegnuta opruga	_____	2) gravitacijska potencijalna energija
automobil koji se giba	_____	3) elastična potencijalna energija
čekić na stolu u odnosu na pod	_____	

3. Pretvori.

50 m = _____ dm
50 m^2 = _____ dm^2
50 m^3 = _____ dm^3
50 L = _____ dm^3

4. Promotri sliku i odredi obujam kuglice.



V =_____

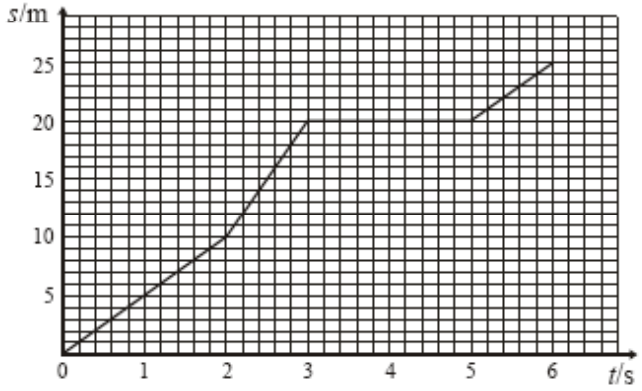
5. Dinamometar i uteg na slici međudjeluju silom od 10 N.
Koliku silu označava jedan podjeljak na ljestvici dinamometra?

F =_____

6. Kolika je gustoća kamena ako komad kamena mase 5 600 kg istisne 2 m^3 vode u bazenu?

Gustoća kamena je _____

7. Na temelju grafičkoga prikaza gibanja učenika biciklom napiši koliki put on prijeđe od druge do četvrte sekunde.
Učenik od druge do četvrte sekunde prijeđe put od _____.



U sljedećim zadatcima samo je **jedan odgovor** točan.
Zaokruži slovo ispred točnoga odgovora.

8. Težina tijela je:
a) drugi naziv za masu tijela
b) sila kojom tijelo djeluje na podlogu ili na ovjes ako visi
c) količnik mase i obujma tijela
d) mjera za tromost ili inerciju tijela

9.Na skijama se manje propada u snijeg nego u cipelama jer:
a) skije imaju veću ploštinu od cipela
b) skije imaju manju masu od cipela
c) su skije uske
d) skije imaju glatku površinu

10. Unutarnju energiju tijela čine:
a) elastična i kinetička energija njegovih molekula
b) gravitacijska i potencijalna energija tijela
c) kinetička i potencijalna energija njegovih molekula
d) kinetička i električna energija tijela

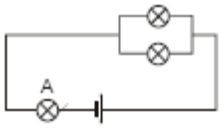
11. Električnom grijalicom prolazi struja 5 A, a priključena je na napon gradske mreže.
Kolika je snaga električne grijalice?
a) 1 100 V
b) 1 100 W
c) 220 V
d) 220 W

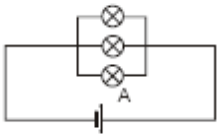
12. U čašama na stolu nalaze se jednake količine vode sobne temperature. Podignemo li jednu čašu, promijenit će se:
    a) unutarnja energija vode
    b) gravitacijska potencijalna energija vode
    c) kinetička energija vode
    d) kemijska energija vode

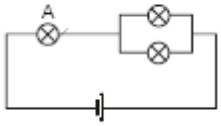
13. Pregrijano mlijeko temperature 100 ºC ne možemo piti, pa ćemo dodati jednaku količinu hladnoga mlijeka temperature 8 ºC. Zanemarimo li toplinske gubitke, toplina koju preda toplije mlijeko bit će:
    a) veća od topline koju hladnije primi
    b) ovisna o gustoći toplijega mlijeka
    c) jednaka toplini koju primi hladnije mlijeko
    d) ovisna o gustoći hladnijega mlijeka

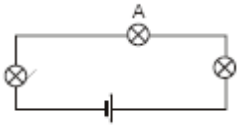
14. Jabuka slobodno pada s drveta. To znači da se brzina jabuke:
    a) ne mijenja cijelim dijelom puta
    b) stalno jednoliko povećava
    c) u početku povećava, a zatim smanjuje
    d) u početku povećava, a zatim ostaje ista

15. U strujnim krugovima na slici sve su žaruljice **jednake**. U kojem će strujnome krugu žaruljica A **najslabije** svijetliti?

a) 

b) 

c) 

d) 

2.1.1. Opće karakteristike ispita iz fizike

Opće karakteristike ispita pokazuju da prvih 7 zadataka ispituju elemente fizičke pismenosti, ostalih 8 zadataka ispituju poznavanje fizičkih oncepata.

Elementi fizičke pismenosti koji se ispituju:

1.1. Fizičke veličine i mjerne jedinice (zadatci: 1.1. – 1. 4, 2.1. – 2.4. [8 bodova]);

1.2. Redovi veličine, matematičke pretpostavke (zadatak 3.1. – 3.4., [4 boda]);

1.3. Mjerenja, opažanja i proračun (zadatci: 4, 5. i 6. [4 boda]);

1.4. Grafičko predočavanje rezultata mjerenja (zadatak: 7. [2 boda]);

Fizički koncepti koji se ispituju:

2.1. Mehanika (zadatci: 8., 9. i 14. [3 boda]):

Težina (zadatak 8. [1 bod]),

Sila (zadatak 9. [1 bod]),

Gibanje (zadatak 14. [1 bod]);

2.2. Elektricitet (zadatci: 11. i 15. [2 boda]):

Električna struja i napon (zadatak 15. [1 bod]),

Snaga električne struje (zadatak 11. [1 bod]);

2.3. Termodinamika (zadatci: 10., 12. i 13. [3 boda]):

Unutarnja energija (zadatak 10. [1 bod]),

Energija (zadatak 12. [1 bod]),

Toplina (zadatak 13. [1 bod]).

2.1.2. Obuhvaćenost nastavnih tema

Pokrivenost nastavnih tema i ključnih pojmova prema nastavnom planu i programu (PIP) [9] predviđenim HNOS-om [5] prikazana je u Tablici 2.1. Od ukupno 25 tema predviđenih za sedmi razred ispitom je obuhvaćeno njih 16 ili 64%, s time da se četiri teme pojavljuju više puta u ispitu. Najviše puta (5 puta) se pojavljuje tema *Mjerenje ploštine plohe i obujma tijela,* ali s različitim ključnim pojmovima. Pokrivenost ključnih pojmova iznosi 48,8%, tj. od 82 ključna pojma navedena u PIP-u, u ispitu se obuhvaća njih 40. Osmi razred ima slabiju pokrivenost od sedmog razreda. Za osmi razred je predviđeno PIP-om 28 nastavnih tema, a do provođenja ispita obrađeno je 19 nastavnih tema koje su došle u obzir za ispitivanje. Od tih 19 tema ispitivanjem je obuhvaćeno njih 9 ili 47,4%. Samo jedna od njih javlja se dva puta. Pokrivenost ključnih pojmova je još slabija i iznosi 31,7%, tj. od 60 ključnih pojmova koji su došli u obzir za ispitivanje, obuhvaćeno je samo 19. S druge strane, mora se uzeti u obzir da je u ispitu bilo samo 15 pitanja s kojima je trebalo pokriti 44 teme. Uzevši to u obzir, može se reći da je područje koje pokriva ispit usklađeno s nastavnim planovima i programima predviđenim HNOS-om, što je prikazano uz pojedinačnu analizu svakog zadatka. Većim brojem zadataka moglo bi se kvalitetnije pokriti područje znanja i vještina koje očekujemo od ispitanog učeničkog uzrasta, ali je tijekom analize i interakcije s drugim povjerenstvima uočeno da je provedeni nacionalni ispit iz fizike, kemije i biologije zajedno s integracijskom dijelom predstavljao prevelik psihofizički napor za značajan dio ispitane populacije. Stoga se povjerenstvo od samog početka opredijelilo za veoma blisku suradnju sa skupinama koje dijele istu ili sličnu problematiku, pa se njihova zapažanja mogu dovesti u korelirani odnos s obzirom na neka vitalna pitanja nastavnog procesa, a osobito na matematičke kompetencije i simboličku pismenost i izražavanje.

Tablica 1. Obuhvaćenost nastavnih tema ispitom iz fizike

VII. razred		**VIII. razred**	
Tema u PIP-u	Broj pojavljivanja u ispitu	Tema u PIP-u	Broj pojavljivanja u ispitu
3. Mjerenje duljine	1	1. Strujni krug i njegovi elementi	1
4. Mjerenje ploštine plohe i obujma tijela	5	3. Spajanje trošila u strujnome krugu	1
5. Mjerenje mase tijela	1	8. Mjerenje električne struje	1
6. Gustoća tvari	1	9. Električni napon	2
7. Građa tvari	1	11. Rad i snaga električne struje	1
8. Sila	1	15. Gibanje i brzina	2
9. Elastična sila i mjerenje sile	1	16. Jednoliko i nejednoliko gibanje	1
10. Sila teža	1	18. Jednoliko ubrzamo gibanje	1
14. Tlak	1		
15. Rad	1		
16. Energija	2		
17. Gravitacijska energija	2		
18. Elastična energija	1		
19. Snaga	1		
20. Unutarnja energija	3		
22. Mjerenje temperature	1		

2.2. Polazni tekst i ispitni zadatci iz kemije

UPUTA
Ovaj će dio ispita trajati 30 minuta.
Pozorno pročitaj svaki zadatak i uputu.
Želimo ti mnogo uspjeha.
Počni s rješavanjem.

U sljedećim zadatcima samo je **jedan odgovor** točan.
Zaokruži slovo ispred točnoga odgovora.

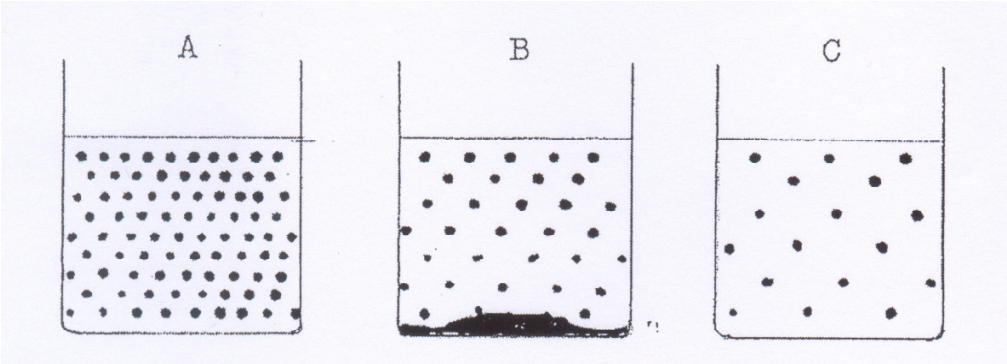
1. Ovaj znak upozorenja znači:

a) otrovno
b) opasno
c) nagrizajuće
d) zapaljivo

2. Promjena H_2O (l) → H_2O (g) jest:

a) sublimacija
b) taljenje
c) isparavanje
d) kondenzacija

3. U prikazanim čašama A, B i C nalaze se otopine šećera različitih koncentracija.
Koja od navedenih mogućnosti ispravno opisuje prikazane otopine?



a)	nezasićena	zasićena	prezasićena
b)	zasićena	prezasićena	nezasićena
c)	prezasićena	zasićena	nezasićena
d)	nezasićena	prezasićena	zasićena

4. Produkt žarenja željezne vune je:

a) oksid željeza
b) hidroksid željeza
c) sulfid željeza
d) klorid željeza

5. Što će se dogoditi ako zrak iz pluća upuhujemo u vodenu otopinu kalcijeva hidroksida?

a) otopina će ostati bezbojna
b) otopina će pocrvenjeti
c) otopina će postati ljubičasta
d) otopina će se zamutiti

6. Empirijska je formula nekoga ugljikovodika **CH_2**.
Gustoća ispitivanoga ugljikovodika 14 je puta veća od gustoće vodika pri istim uvjetima.
Molekulska formula toga ugljikovodika je:

a) CH_2
b) C_2H_4
c) C_3H_6
d) C_4H_8

7. Miješanjem isključivo dviju otopina izborom među HCl, NaOH, H_2O i fenolftaleina samo jedna kombinacija dat će otopinu koja je:

a) bezbojna
b) žuta
c) crveno-ljubičasta (purpurna)
d) plava

8. Kation čija je oznaka **Fe^{2+}**sadržava:

a) 20 elektrona
b) 22 elektrona
c) 24 elektrona
d) 26 elektrona

9. Na brzinu kemijske reakcije **ne utječe**:

a) promjena mase reaktanata
b) promjena koncentracije
c) dodatak katalizatora
d) promjena temperature

10. Valencija sumpora u sumporovu dioksidu je:

a) II
b) III
c) IV
d) V

U sljedećim zadatcima odgovor **upiši** na praznu crtu.
Prikaži postupak rješavanja.
Boduje se i **postupak** i točan **odgovor**.

11. U menzuri se nalazi 50 mL vode. Ako u menzuru s vodom uronimo željezni valjak, volumen iznosi 150 mL.

a) Odredi volumen željeznoga valjka.

Postupak:

Odgovor: _____ mL

b) Izmjerena je masa toga željeznoga valjka i ona iznosi 780 g. Izračunaj gustoću željeznoga valjka.

Postupak:

Odgovor: _____ g/mL

12. Žarena je ljuštura školjkaša.
Potom je stavljena u vodu i dodana je kap fenolftaleina.

a) Kakve je boje otopina?

_____

b) Dovrši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije.

$CaCO_3$ → _____ + _____

c) Koji su produkti žarenja ljušture?

_____

13. Bakar i sumpor su elementarne tvari.

a) Kakvu **vrstu smjese** dobijemo ako pomiješamo bakar i sumpor?

_____

b) Koju ćemo vrstu čiste tvari dobiti **zagrijavanjem smjese** bakra i sumpora?

_____

c) Napiši odgovarajuću **jednadžbu kemijske reakcije**.

_____

14. Elektrolizom vode nastaju elementarne tvari.

a) U kojem su agregacijskom stanju produkti elektrolize vode?

_____

b) Napiši jednadžbu kemijske reakcije elektrolize vode:

_____

15. Kemijskom analizom utvrđeno je da se neki prirodni kemijski spoj sastoji od natrija, dušika i kisika.
Omjer broja atoma u tom je spoju 1:1:3.
Napiši kemijsku formulu tog spoja.

Formula spoja: _____

2.2.1. Opće karakteristike ispita iz kemije

Kreiranje i izbor zadataka te konstrukcija ispita iz kemije omogućila je vrjednovanje širokog spektra učeničkih kompetencija (znanja i sposobnosti). Temeljni cilj ispita bio je saznati kakva je i kolika elementarna kemijska pismenost, kakvo je znanje temeljeno na rezultatima eksperimenta, naglašava li se u nastavi povezivanje makrosvijeta opažanja sa submikroskopskim svijetom atoma, molekula i kemijskim simboličkim jezikom te koliko je razvijeno operativno znanje temeljnih računskih operacija i veličinske jednadžbe.

1. Elementi kemijske pismenosti koji se ispituju

1.1. Simbolički jezik
(zadatci: 2., 6., 7., 8., 10., 12.b, 13.c, 14.b, 15.) (9 bodova)

1.2. Fizičke veličine i temeljne računske operacije
(zadatci: 11.a, 11.b, 6., 8., 15.) (5 bodova)

2. Znanje i sposobnosti temeljene na eksperimentalnom radu

(zadatci: 3., 4., 5., 7., 9., 11., 12.a., 13.a, b, 14.a,) (11 bodova)

3. Kemijski koncepti

- promjena fizičkog stanja 2., 14.a (2 boda)
- otopina 3., 5., 7., 12.a (4 boda)
- vrste anorganskih spojeva 4., 7., 12.b, c, 15. (5 bodova)
- lužina 5., 7. (2 boda)
- kiselina 7. (1 bod)
- sol 4., 5., 7., 12b., 13c., 15 (1 bod)
- neutralizacija 4., 5., 7. (3 boda)
- empirijska formula 2., 6., 7., 10., 12.b, 13.c (6 bodova)
- molekulska formula 2., 6., 14.b (3 boda)
- kiselo – bazni indikator 7., 12.a (2 boda)
- građa atoma 8. (1 bod)
- brzina kemijske reakcije 9. (1 bod)
- katalizator 9. (1 bod)

- valencija 10.	(1 bod)
- gustoća 11.b	(1 bod)
- kemijska reakcija 4., 5., 7., 9., 12., 13., 14.	(11 bodova)
- jednadžba kemijske reakcije 2., 12.b, 13.c, 14.a	(4 boda)
- smjesa 3., 13.a,b, 14.a	(4 boda)
- sigurnost, opasnosti 1.	(1 bod)

2.2.2. Obuhvaćenost nastavnih tema

Pokrivenost nastavnih tema i ključnih pojmova prema nastavnom planu i programu (PIP) [9] predviđenim HNOS – om [5] prikazana je u Tablici 2. Od ukupno 20 tema predviđenih za sedmi razred, ispitom je obuhvaćeno 17 ili 85%. Trinaest tema (65%) pojavljuje se više puta. Najčešće se pojavljuju teme Makroskopske fizikalne i kemijske pojave (8 puta) i Valencija i kemijske formule (7 puta). U učestalim temama traže se različiti ključni pojmovi. Pokrivenost ključnih pojmova iznosi 66%, tj. od 85 ključnih pojmova navedenih u PIP-u, u ispitu je obuhvaćeno 56. Za osmi razred predviđeno je PIP-om 20 tema, a u ispitu je zastupljeno samo 6. Do pripreme ispita u školama je moglo biti obrađeno najviše 10 nastavničkih tema, što je trebalo uzeti u obzir kod izrade zadataka za ispit. Od tih je, dakle, zastupljeno 60%. Tri teme pojavljuju se više od 4 puta. Pokrivenost ključnih pojmova je 47%, odnosno 14 pojmova od 30 koji su došli u obzir za ispit. U ispitu je bilo samo 15 pitanja s kojima je trebalo pokriti 30 tema. Uzevši to u obzir, područje pokriveno ispitom usklađeno je s nastavnim planom i programom predviđenim HNOS – om, što je prikazano uz pojedinačnu analizu svakog zadatka. Većim brojem zadataka moglo bi se kvalitetnije pokriti područje znanja i sposobnosti koje očekujemo od ispitanog učeničkog uzrasta, ali je tijekom analize i interakcije s drugim povjerenstvima uočeno da je provedeni nacionalni ispit iz fizike, kemije i biologije zajedno s integracijskim dijelom predstavljao velik psihofizički napor za značajan dio ispitane populacije. Povjerenstvo se od samog početka opredijelio za blisku suradnju sa skupinama koje dijele istu ili sličnu problematiku pa se njihova zapažanja mogu dovesti u korelirani odnos s obzirom na neka vitalna pitanja nastavnog procesa, a osobito na matematičke kompetencije i simboličku pismenost i izražavanje.

Tablica 2. Obuhvaćenost nastavnih tema ispitom iz kemije

VII. razred		**VIII. razred**	
Tema u PIP-u	Broj pojavljivanja u ispitu	Tema u PIP-u	Broj pojavljivanja u ispitu
1. Što proučava kemija?	1	1. Nemetali	5
2. Makroskopska fizikalna svojstva tvari	3	2. Metali	4
3. Makroskopske fizikalne i kemijske promjene	8	3. Soli	4
4. Vrste tvari	3	4. Maseni udio elementa u spoju i formula spoja	1
5. Smjese i postupci razdvajanja smjese	3	5. Ugljik i spojevi	1
6. Otopine	4	10. Nezasićeni i aromatski ugljikovodici	1
8. Zrak	2		
9. Voda	2		
10. Vodik	2		
11. Atomi i kemijski elementi	3		
12. Relativna atomska masa	2		
13. Ioni	1		
14. Povezivanje atoma i molekula	4		
15. Valencija i kemijske formule	7		
16. Relativna molekulska masa	1		
17. Kemijske reakcije i očuvanje mase	4		
19. Brzina kemijske reakcije	1		

3. METODOLOGIJA RADA

Radnoj grupi za prirodoslovlje na prvom sastanku u rujnu 2009. godine prezentirani su rezultati i postignuća izvješća kvantitativne analize ispita iz 2008. godine. Dogovoren je okvirni cilj postupka kvalitativne analize: proizvesti dokument komplementaran postojećem izvješću o kvantitativnoj analizi ispita provedenih 2008. godine. U procesu kvalitativne analize povjerenstvo se bavilo stručnim aspektima i sadržajem samog ispita, a manje metrijskim pokazateljima i statističkim parametrima ispita u cjelini. Pored spomenute problematike analize netočnih odgovora, povjerenstvo je sistematiziralo uočene dodatne elemente u ispitima koji nisu mogli biti obuhvaćeni statističkom analizom. Postojale su i informacije o stavovima i mišljenjima nastavničke populacije prema ispitima s obzirom da je izvještaj o kvantitativnoj analizi bio prethodno prezentiran na nizu županijskih aktiva.

3.1. Metrijske osobine cjelokupnoga ispita i uzorka ispita za kvalitativnu analizu zadataka iz fizike

Radnoj skupini za fiziku omogućen je uvid u bazu podataka vezanih uz postignuća na Nacionalnim ispitima iz 2008. godine, a u svrhu dodatne statističke obrade za potrebe kvalitativne analize ispita iz fizike. Kako je razvidno iz daljnjeg teksta većina prezentiranih i diskutiranih grafova napravljena je na osnovu postojeće baze ispitanika. Ipak, ključan korak kvalitativne analize bio je ponovni ispravak ispita iz **reprezentativnog uzorka (N=500)** s ciljem prikupljanja podataka koji nisu sadržani u originalnoj bazi Centra. Naime, ponovni ispravak svih ispita ogroman je i skup posao, a uočeno je da tipologija netočnih odgovora na pitanja u zadatcima otvorenog tipa nije velika te da miskoncepcije i modeli netočnih odgovora ne premašuju brojku deset, stoga je moguće procijeniti njihovu težinu na osnovi reprezentativnog uzorka.

Tablica 3. Ukupni rezultat učenika u ispitu iz Fizike

N	21 817
M (aritmetička sredina)	14,22
C (središnja vrijednost)	14,00
Sd	5,55
Minimum	,00
Maximum	26
% Rješivosti-prosječni rezultat	54,69

S obzirom da se radilo o prvom i veoma opsežnom istraživanju obrazovnih postignuća učenika 8. razreda osnovnih škola (21817 učenika), povjerenstvo je zaključilo da mora **zadržati visok stupanj objektivnosti** u svom radu pazeći da činjenice interpretira u što manjoj mjeri te tako omogući čitatelju da stvori vlastiti stav o vrijednostima i postignućima, kako učenika 8. razreda školske godine 2007./2008. tako i o valjanosti ispita Centra.

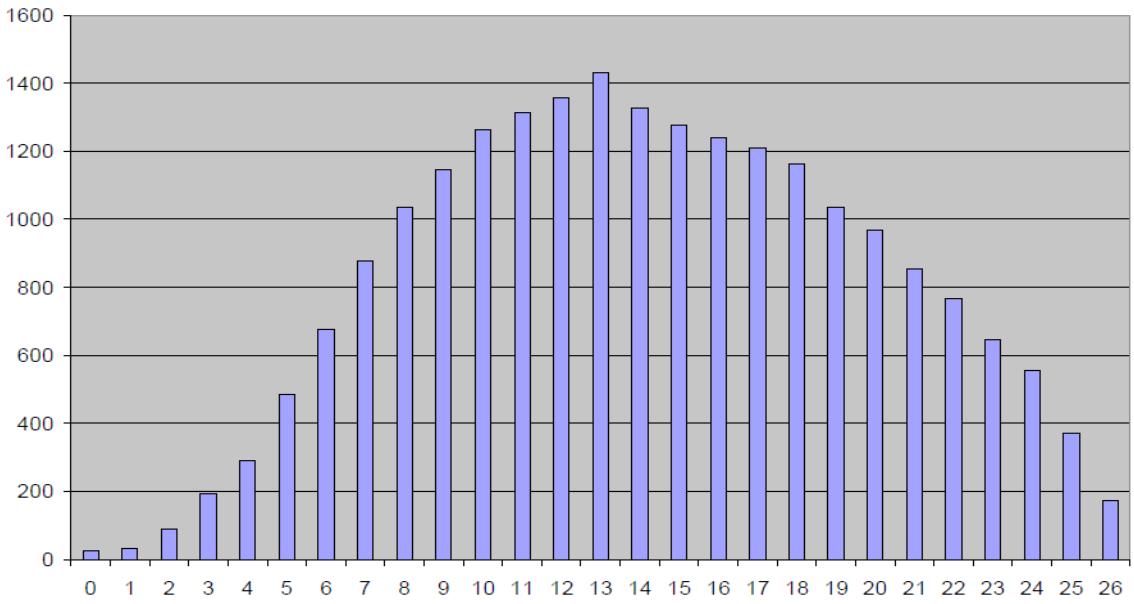
Tablica 4. Učestalost pojavljivanja različitih uspjeha na ispitu iz Fizike

Ukupan broj bodova na ispitu iz Fizike	Broj ispita	Udio ispita(%)	Kumulativni udio (%)
0	25	,1	,1
1	32	,1	,3
2	91	,4	,7
3	195	,9	1,6
4	292	1,3	2,9
5	485	2,2	5,1
6	677	3,1	8,2
7	879	4,0	12,3
8	1037	4,8	17,0
9	1145	5,2	22,3
10	1263	5,8	28,1
11	1314	6,0	34,1
12	1358	6,2	40,3
13	1431	6,6	46,9
14	1328	6,1	52,9
15	1277	5,9	58,8
16	1240	5,7	64,5
17	1210	5,5	70,0
18	1163	5,3	75,4
19	1037	4,8	80,1
20	969	4,4	84,6
21	854	3,9	88,5
22	767	3,5	92,0
23	646	3,0	94,9
24	555	2,5	97,5
25	373	1,7	99,2
26	174	,8	100,0
Ukupno	21817	100,0	

Nacionalni ispit bio je složeni ispit učeničkih postignuća s obzirom da su učenici sukcesivno pisali četiri odvojena dijela ispita (fizika, kemija biologija, BFK integracija). Nadalje, provjeravana su kumulativna znanja sa znatnom vremenskom odgodom. Namjera je bila da se ispita što veće područje nastavnih sadržaja s relativno malim brojem pitanja. Statističke osobine cjelokupnog ispita morale su ciljati normalnu (Gaussovu) razdiobu. Ova činjenica uvelike je diktirala i konačni izbor zadataka. Srednji uspjeh populacije u rasponu od 40% do 60% prirodna je posljedica uvjetovana metrijskim zahtjevima, stoga on, sam po sebi, i nema veće spoznajne vrijednosti već samo utvrđuje opću valjanost ispita **(Slika 1.).**

Prije samog izvođenja kvalitativne analize uzorka konstatirano je sljedeće:

- Na temelju metrijskih analiza cjelokupne populacije i uzoraka ispita za kvalitativnu analizu uočeno je vrlo dobro slaganje izabranog uzorka sa cjelokupnom populacijom i utvrđena njegova vjerodostojnost;
- Svi zadatci ispita iz fizike valjani su za kvalitativnu analizu [12] što nužno ne implicira njihovu potpunu prihvatljivost, s obzirom na uočene nedostatke ili manjkavosti;
- Kvantitativni pokazatelji podupiru kvalitativnu analizu u segmentu usporedivosti metoda temeljenih na inspekciji distribucije točnih, odnosno netočnih odgovora [13];



Pouzdanost ispita iz Fizike (Tablica 5) mjerena metodom unutarnje konzistencije zadovoljavajuća je (Cronbach α=0,84). Ovaj dio ispita većinom svojih čestica mjeri jedinstven predmet mjerenja – znanje Fizike. Dodatnom analizom povezanosti pojedinih čestica i ukupnoga uratka u ovome ispitu uočeno je da samo jedna čestica ima nešto nižu povezanost s ukupnim uratkom. To je čestica (zadatak) F12, koja se odnosi na kretanje tijela pri slobodnom padu. Uzroke njezine nešto niže povezanosti s ukupnim uratkom treba sadržajno analizirati.

Slika 1. Frekvencija rezultata učenika u ispitu iz Fizike; preslika iz [4], zapravo grafičko predočenje podataka sa Slike 2.

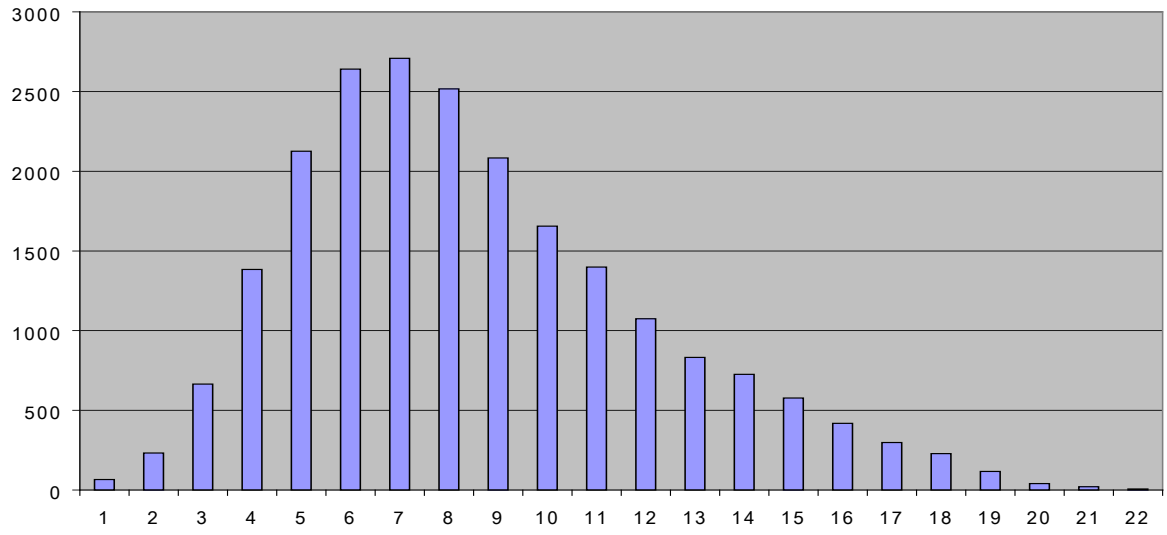
3.2. Metrijske osobine cjelokupnoga ispita i uzorka ispita za kvalitativnu analizu zadataka iz kemije

Ispit iz Kemije sastoji se od ukupno 15 zadataka, odnosno ispitnih čestica koji, promatrani kao zasebni elementi vrjednovanja, formiraju 21 ispitnu česticu.

Tablica 5. Ukupni rezultat učenika u ispitu iz Kemije

N	21 817
M (aritmetička sredina)	7,54
C (središnja vrijednost)	7,00
Sd	3,64
Minimum	,00
Maximum	21
% Rješivosti-prosječni rezultat	35,90

Distribucija rezultata: Jasno pozitivna asimetrična raspodjela, čime je vidljivo da je veći broj učenika postigao relativno niske rezultate na ispitu **(Slika 2.).** Vidljivo je da je ispit iz Kemije bio težak učenicima te ovakav ispit ima smanjenu mogućnost razlikovanja ispitanika (osjetljivost) preko cijele skale mogućih bodova. Ispit bolje razlikuje ispitanike s višim rezultatima, dok je mogućnost razlikovanja onih s prosječnim ili nižim rezultatima u ovome ispitu smanjena. Zaključno, ispit se pokazao preteškim te je na donjoj granici prihvatljive diskriminativnosti.



Slika 2. Frekvencija rezultata učenika u ispitu iz Kemije

Pouzdanost ispita: Pouzdanost ispita mjerena metodom unutarnje konzistencije, donekle je zadovoljavajuća (Cronbachov α = 0,75), pogotovo ako se uzme u obzir relativno mali broj zadataka (21) te težinska primjerenost ispita. Ovaj dio ispita većinom svojih čestica mjeri jedinstven predmet mjerenja – znanje iz Kemije.

Konstruktna valjanost ispita: Utvrđena je faktorskom analizom – metodom analize glavnih komponenata. Prva glavna komponenta objašnjava oko 20,56% varijabiliteta svih ispitnih zadataka. Većina zadataka koji čine ovaj dio ispita ima pozitivne i zadovoljavajuće saturacije prvom glavnom komponentom, što ukazuje na to da čestice mjere jedinstven predmet mjerenja.

Vanjska valjanost: Na osnovi povezanosti rezultata u ispitu iz Kemije, ocjene iz Kemije i općeg uspjeha sedmoga razreda, vidljivo je da ovaj dio ispita ima zadovoljavajuću vanjsku valjanost. Korelacija rezultata u ispitu i ocjene iz Kemije na kraju sedmoga razreda iznosi r=0,46, što ukazuje na zadovoljavajuću povezanost. Isto tako, povezanost uratka u ispitu i općeg uspjeha na kraju sedmoga razreda je zadovoljavajuća.

Metodom slučajnog odabira izabran je **reprezentativni uzorak od 500 ispita**, a ispit iz kemije analiziran je preko sljedećih zadataka:

- ***zadatci 1. – 10. zatvorenog tipa***
- ***zadatci 11.a, 11.b, 12.a, 12.b, 12.c, 13.a, 13.b, 13.c, 14.a, 14.b, 15. otvorenog tipa***

Reprezentativni uzorak je analiziran metrijski – kvantitativno, a rezultati su uspoređeni s odgovarajućom kvantitativnom analizom **cjelokupnoga uzorka svih ispitanika** (**N = 21 817**).

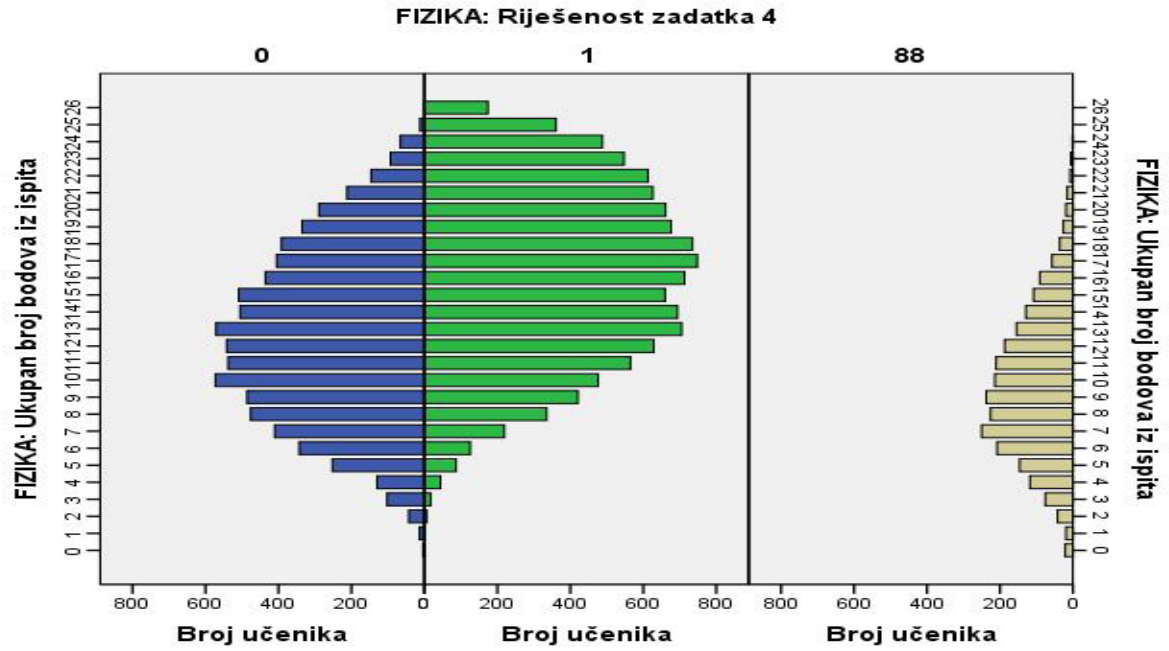
Uočeno je vrlo dobro slaganje izabranog uzorka i cjelokupnoga uzorka, utvrđena je njegova vjerodostojnost te je zaključeno da su svi zadatci iz Kemije pogodni za kvalitativnu analizu.

4. ANALIZA ISPITA IZ FIZIKE I KEMIJE

4.1. Analiza ispita iz fizike

4.1.1. Analiza netočnih odgovora

Kako je već prije napomenuto, ključan korak kvalitativne analize bio je ponovni ispravak ispita iz reprezentativnog uzorka s ciljem prikupljanja i obrade podataka koji nisu sadržani u originalnoj bazi Centra. Jedan od prioriteta ovog istraživanja bio je u svakom zadatku ponaosob istražiti elemente uspješnosti i diskriminativnosti (s posebnim naglaskom na uočeno u objektivnim zadatcima otvorenog tipa (ispit iz fizike: zadatci 1. – 7.). Nakon utvrđivanja valjanosti pripremljenog reprezentativnog uzorka napravljen je ponovni ispravak [6] pripremljenog reprezentativnog uzorka. Distribucija netočnih odgovora prikazana je, također, kroz shemu kao na **Slici 3**. koju smatramo pogodnom za brzu inspekciju valjanosti odabira ometača (distraktora). Slika prikazuje simultano histograme distribucije pojavljivanja netočnih (ali i točnih odgovora u svakom pojedinom zadatku) u ovisnosti o općem uspjehu (rezultatu) svakog učenika na ispitu.



Slika 3. Matrica uspješnosti rješavanja svakog pojedinog zadatka o ovisnosti od ukupno postignutog rezultata na ispitu iz fizike (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora; 99 -višeznačno)

4.1.2. Postupci provedeni tijekom kvalitativne analize

Korake postupka kvalitativne analiza ispita kojoj je primarni cilj bio kvantizirati sistematiku pogrješnih odgovora učenika i tako dopuniti dotadašnju, metrijsku analizu ispita, koju je načinio Institut društvenih znanosti Ivo Pilar, možemo sažeti prema vremenskom slijedu:

- ✓ Metodom slučajnog izbora odabran je reprezentativni uzorak od 500 ispita;
- ✓ Uzorak je analiziran kvantitativno, a rezultati uspoređeni s odgovarajućom kvantitativnom analizom svih ispita;
- ✓ Ispravljanje ispita, dokumentiranje pojavljivanja i učestalost netočnih odgovora te ostalih elemenata koji su se javljali u ispitima;
- ✓ Načinjena je detaljna analiza pojavljivanja netočnih odgovora i postupaka na odabranom uzorku od 500 ispita koja otkriva elemente nastavnog procesa, koji su ostali skriveni kvantitativnoj analizi provedenoj od strane Centra i Instituta Ivo Pilar [4];
- ✓ Prezentiranje rezultata u odgovarajućoj formi;
- ✓ Valoriziranje svakoga zadatka iz ispita na temelju predložene reducirane Bloomove sheme [7,3] koja je prikladna u slučaju provođenja ispita zadatcima objektivnog tipa.

4.1.3. Kognitivna valorizacija ispita iz fizike

Kognitivna valorizacija ispita, odnosno kognitivna angažiranost učenika procijenjena je prema reduciranoj Bloomovoj shemi [7] koja je prikazana u Tablici 5. Reducirana i adaptirana Bloomova taksonomija [3], radi lakšeg snalaženja i veće primjenjivosti u nastavi razlikuje tri razine postignuća: prepoznavanje, primjena i više kognitivne kompetencije.

Tablica 6. Reducirana shema Bloomove taksonomije

	RAZINA		PRIPADAJUĆI GLAGOLI
KOGNITIVNO PODRUČJE	I. Prepoznavanje	ZNANJE - prepoznavanje informacija(najniža razina)	definiraj, imenuj, zapamti, zabilježi, ispričaj, sastavi popis, ponovi, izvijesti ...
		RAZUMIJEVANJE - shvaćanje informacija	opiši, objasni, identificiraj, izvijesti, razmotri, izrazi, prepoznaj, raspravljaj...
	II. Primjena	PRIMJENA - primjena znanja u rješavanju problema	primjeni, izvedi, protumači, ilustriraj, vježbaj, izloži, prikaži, prevedi...
	III. Više kognitivne kompetencije	ANALIZA - razdvajanje informacija kako bi se prilagodile različitim situacijama	usporedi, raspravljaj, razluči, riješi, diferenciraj, napravi inventuru...
		SINTEZA - primjena informacija radi poboljšanja kvalitete neke situacije i života	predloži, uredi, organiziraj, kreiraj, sastavi, klasificiraj, poveži, formuliraj...
		VRJEDNOVANJE - prosuđivanje korisnosti (najviša razina)	prosudi, izaberi, procijeni, rangiraj, vrjednuj, izmjeri, odredi prioritet, predvidi...

Prva razina, razina prepoznavanja, odnosi se na reproduktivno znanje temeljeno na memoriranju podataka. Tu je uključeno literarno razumijevanje do kojeg se dolazi, ponajprije, zahvaljujući razvijenim semantičkim sposobnostima učenika, što uključuje i reprodukciju zaključaka te objašnjenja izvedenih tijekom poučavanja ili pročitanih u literaturnim izvorima. To znači da će učenik moći, zahvaljujući pamćenju i jezičnim kompetencijama, prepričati neki sadržaj, a da pri tome nužno ne dostigne razinu razumijevanja koncepta.

Druga razina uključuje konceptualno razumijevanje sadržaja koje je rezultat ostvarenja konceptualne promjene i osnova je trajnog znanja. Konceptualno razumijevanje uključuje proces generalizacije i apstraktnog mišljenja pri čemu se sažimaju značajke pojedinačnih primjera, da bi se došlo do suštine koncepta. Do konceptualnog razumijevanja često se dolazi tek kada je potrebno primijeniti stečena znanja. Primjena znanja zahtijeva da se osnova, koju predstavlja literarno razumijevanje, poveže s ostalim postojećim znanjem stvaranjem konceptualnih poveznica. Tako umreženo znanje postaje konceptualno, trajno znanje.

Treća razina objedinjuje više kognitivne razine (analiza, vrjednovanje, stvaranje) Bloom-ove taksonomije. Pritom se strategija rješavanja problema može oslanjati na algoritamsku ili heurističku metodu. Algoritamska metoda rješavanja problema uključuje poznavanje temeljnih činjenica, procesa i zakonitosti koje učenik treba prepoznati i interpretirati na zadanom primjeru, kako bi znao odabrati i primijeniti odgovarajući algoritam. Heuristička metodologija podrazumijeva povezivanje zadanih uvjeta s poznatim činjenicama i usvojenim konceptima korištenjem prirodoznanstvene metode, uz neophodno integriranje znanja i primjenu kritičkog razmišljanja.

S obzirom da, ***prema procjeni stručne radne skupine za fiziku, svaki zadatak sadrži sve tri kategorije, ali u različitim udjelima, predlaže se procjena udjela svake kategorije u postocima. Stoga je svaki zadatak procijenjen, prema kognitivnom udjelu pojedine kategorije, na način da je svaki član skupine donio svoju procjenu iz koje se donosila konačna procjena zadatka, uz usuglašavanje do konsenzusa.*** Ta procjena se nalazi u tablici vezanoj uz analizu svakog pojedinačnog zadatka u tekstu koji slijedi.

4.1.4. Pojedinačna analiza zadataka

Pri pojedinačnoj analizi zadataka najprije se daje pitanje s rješenjem koje se analizira uz popratne metrijske karakteristike te uz procijenjene kognitivne vrijednosti. Uz te podatke, navodi se tema u nastavnom planu i programu (PIP-u) [9] u kojoj se obrađuje problematika koja se ispituje tim zadatkom te pripadajući ključni pojmovi. Na kraju se analiziraju pogrješni odgovori s osobitim naglaskom na zapaženu problematiku uočenu tijekom kvalitativne analize statistički reprezentativnog uzorka. Nakon ovakvog cjelovitog prikaza slijedi statistička distribucija svih odgovora (točnih i netočnih) prema distraktorima.

Kognitivna procjena zadataka može se pojasniti pomoću Tablice 5. i Tablice 6.1. koja se odnosi na zadatak F1. Prema Tablici 6.1., procijenjeno je da se 60% zadatka F1 odnosi na prepoznavanje, 30% na primjenu i 10% na više kognitivne sposobnosti.

Statistička obrada odgovora za svaki pojedini zadatak može se pojasniti pomoću dijagrama na Slici 3.1.1. koji prikazuje raspodjelu odgovora na zadatak F1_1 u odnosu na ukupno postignut broj bodova na ispitu. Na navedenom dijagramu os apscisa prikazuje broj učenika podijeljen u tri kategorije tako da: 0 predstavlja netočne odgovore na zadatak F1_1, točni odgovori imaju oznaku 1, dok se oznaka 88 koristi u bazi podataka u slučaju kad nema odgovora. U nekim zadatcima se koristi i 99 u slučaju kad je dano više odgovora na jedno pitanje. Os ordinata prikazuje broj bodova postignut na cjelokupnom ispitu iz fizike. Tako, na primjer, od svih učenika koji imaju 18 bodova na cjelokupnom ispitu, njih 200 ima netočan odgovor na zadatak F1_1, a 1000 ih ima točan odgovor. U zadatcima višestrukog izbora vrijedi preslika oznakama (**1,2,3,4**), a odnosi se na zaokruženi odgovor (**a,b,c,d**) iz ispita.

Zadatak F1

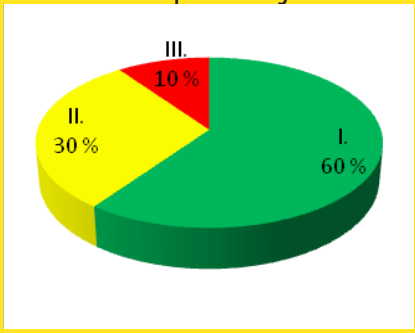
Kvalitativna analiza zadatka F1 prikazana je u Tablici 6.1. Metrijske karakteristike koje su prikazane preuzete su od Instituta društvenih znanosti Ivo Pilar [6]. Način procjene vrijednosti kognitivne kompetencije opisan je u odjeljku 4.1.3.

Ovim pitanjem se ispituje poznavanje osnovnih elemenata fizičke pismenosti, tj. poznavanje oznaka za fizičke veličine i mjerne jedinice. Iako je prosječna uspješnost 55,75%, to nije zadovoljavajuće s obzirom na značaj ovog pitanja za fizičku pismenost.

Tablica 6.1. Analiza zadatka F1

<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F1
U lijevome stupcu nalazi se oznaka fizičke veličine, a u desnome stupcu oznaka pripadajuće mjerne jedinice.
Napiši broj koji se nalazi ispred pripadajuće mjerne jedinice uz svaku oznaku fizičke veličine.
Jedna mjerna jedinica je višak.

V _____ 1) V
U _____ 2) J
W _____ 3) kg
m _____ 4) W
5) m^3

Svaki odgovor 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>V (5)</td><td>56%</td><td>0,562</td><td>0.810</td></tr>
<tr><td>U (1)</td><td>41%</td><td>0,403</td><td>0.817</td></tr>
<tr><td>W (2)</td><td>53%</td><td>0,492</td><td>0,813</td></tr>
<tr><td>m (3)</td><td>73%</td><td>0,509</td><td>0.813</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJMOVI</td></tr>
<tr><td colspan="3">4./VII. Mjerenje ploštine plohe i obujma tijela</td><td>- obujam tijela, kubni metar, m^3</td></tr>
<tr><td colspan="3">9./VIII. Električni napon</td><td>- električni napon, volt, V</td></tr>
<tr><td colspan="3">15./VII. Rad</td><td>- rad sile, džul, J</td></tr>
<tr><td colspan="3">5./VII. Mjerenje mase tijela</td><td>- masa tijela, kilogram, kg</td></tr>
</table>

SIGNIFIKANTNA UČESTALOST POGRJEŠNIH ODGOVORA		
Odgovor	**Učestalost**	**Komentar stručne radne skupine**
V (1)	15%	- povezivanje istih slova
V (4)	9%	
U (2)	24%	- povezivanje oznaka u istom redu
W (4)	22%	- povezivanje istih slova
W (1)	15%	
m (5)	12%	- povezivanje istih slova

Na temelju signifikantne učestalosti pogrješnih odgovora zaključeno je da su učenici davali većinu pogrješnih odgovora na način da povezuju ista slova ili povezuju isti red. Nijedno od toga u fizici nije ispravno te upućuje na nepoznavanje oznaka temeljnih fizičkih veličina i mjernih jedinica. Detaljnije obrazloženje ovog zaključka slijedi uz analizu svakog potpitanja.

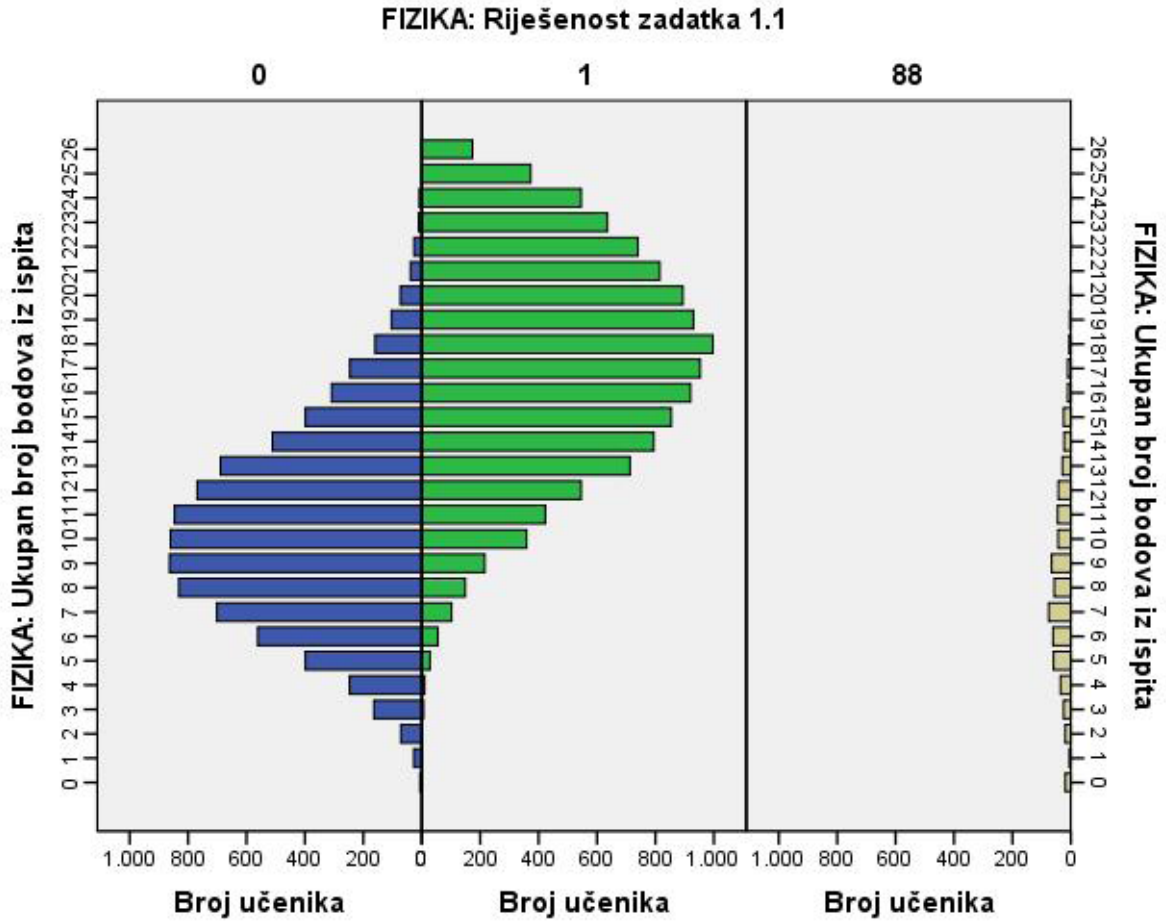
Zadatak F1.1

U prvom dijelu pitanja traži se poznavanje oznake za obujam i pripadajuće mjerne jedinice, tj. trebalo je povezati *V* i m^3. S obzirom da se ispituju elementi osnovne fizičke pismenosti, a točnih odgovora ima 56%, može se reći da to nije zadovoljavajuće. Taj podatak je značajan i zbog toga jer se oznaka za obujam, *V,* koristi u fizici, kemiji i matematici. U matematici se volumen kvadra i prizme obrađivao u isto vrijeme u kojem je bilo provedeno ispitivanje. To znači da bi u sva ova tri predmeta trebalo više inzistirati na korištenju SI oznaka fizičkih veličina i mjernih jedinica.

Ista slova,*V* i V, spojilo je 15% učenika – iz čega se zaključuje da ti učenici ne poznaju razliku između fizičke veličine i mjerne jedinice. Također *V* i W pridružilo je 9% učenika. Na temelju toga i prethodnog zaključka pretpostavlja se da su ti odgovori također dani na lingvističkim osnovama.

Grafički prikaz distribucije uspješnosti za ovaj zadatak **(Slika 3.1.),** odnosno usporedba riješenosti ovog zadatka i ukupnog uspjeha u rješavanju ispita iz fizike, pokazuje da ovaj zadatak uspješnije (zelena boja) rješavaju učenici

koji su uspješniji u cijelom ispitu. Drugim riječima, većina učenika koji nisu uspješni u ovom zadatku nisu uspješni niti u cijelom ispitu.



Slika 3.1. Distribucija uspješnosti u zadatku F1.1 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

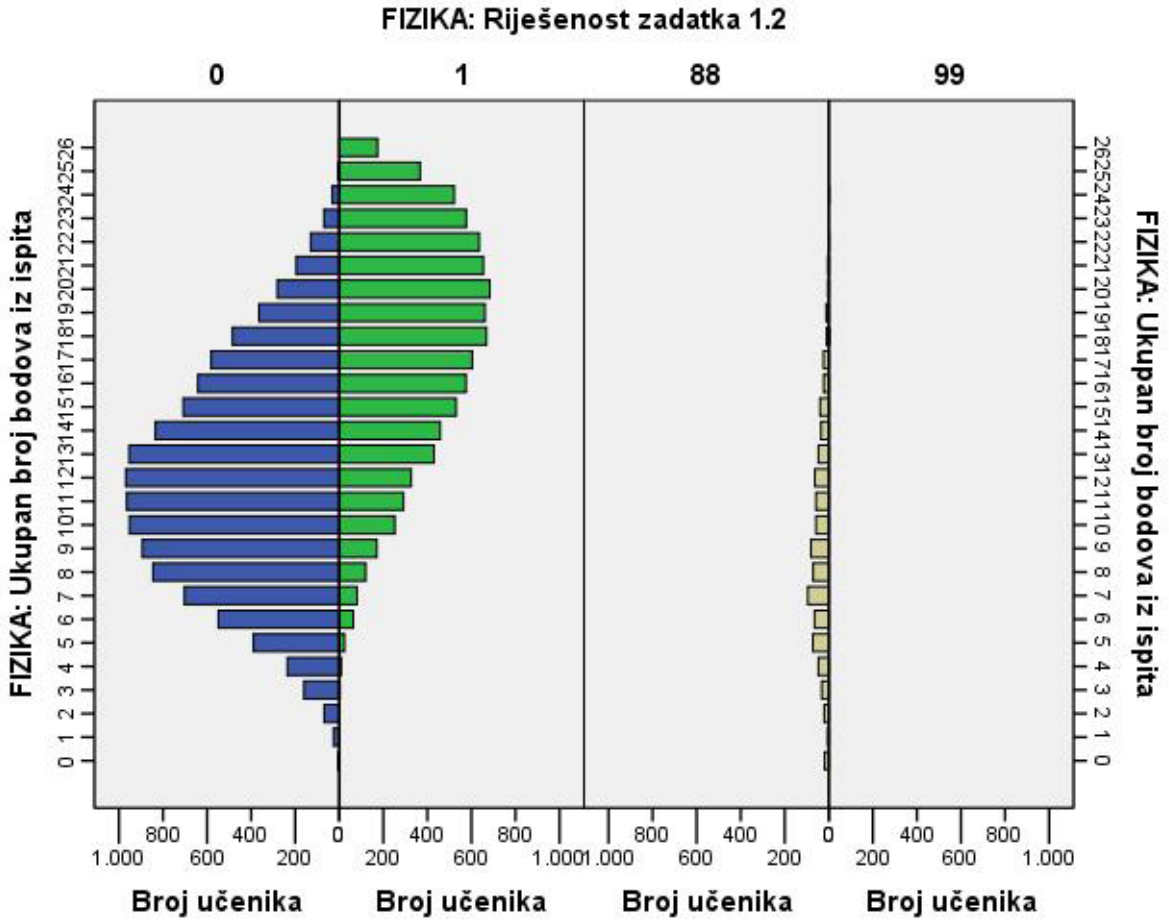
Zadatak F1.2

Drugi dio pitanja F1, odnosno F1.2 zahtijeva poznavanje oznake za napon i pripadajuće mjerne jedinice. Potrebno je povezati *U* i V što je učinilo 42% učenika. Taj podatak, odnosno podatak da 58% učenika ne zna oznaku za napon ili za pripadajuću mjernu jedinicu, predstavlja ozbiljno upozorenje svim učiteljima fizike, naročito ako se uzmu u obzir ocjene iz fizike. Poznavanje oznaka za fizičke veličine i mjerne jedinice spada u najosnovnije elemente

fizičke pismenosti zbog čega bi to trebalo biti uvjet za pozitivnu ocjenu, a ovdje vidimo da 58% cjelokupne populacije to ne zna.

Usporedbom uspješnosti odgovora za F1.1 i F1.2 uočavamo da je značajno bolja uspješnost (56%) za F1.1. Na temelju toga i podatka da se oznake iz F1.1 koriste u fizici, matematici i kemiji, zaključeno je, ili bolje reći potvrđeno, da se bolji rezultati postižu ako se ista problematika obrađuje u više predmeta.

Prema signifikantnoj učestalosti pogrješnih odgovora (Tablica 6.1.) vidi se da je *U* i J pridružilo 24% učenika. S obzirom da su oboje u istom redu u postavljenom zadatku, zaključak je da su učenici spajali iste redove u nedostatku ispravnih argumenta. Dakle, pokušavali su riješiti postavljeni zadatak nekom logikom, iako pogrješnom. To navodi na zaključak, u kombinaciji za zaključkom iz F1.1 gdje su povezivali ista slova, da su učenici imali pozitivan pristup ovom pitanju i cijelom ispitu, ali odgovor jednostavno ne znaju.



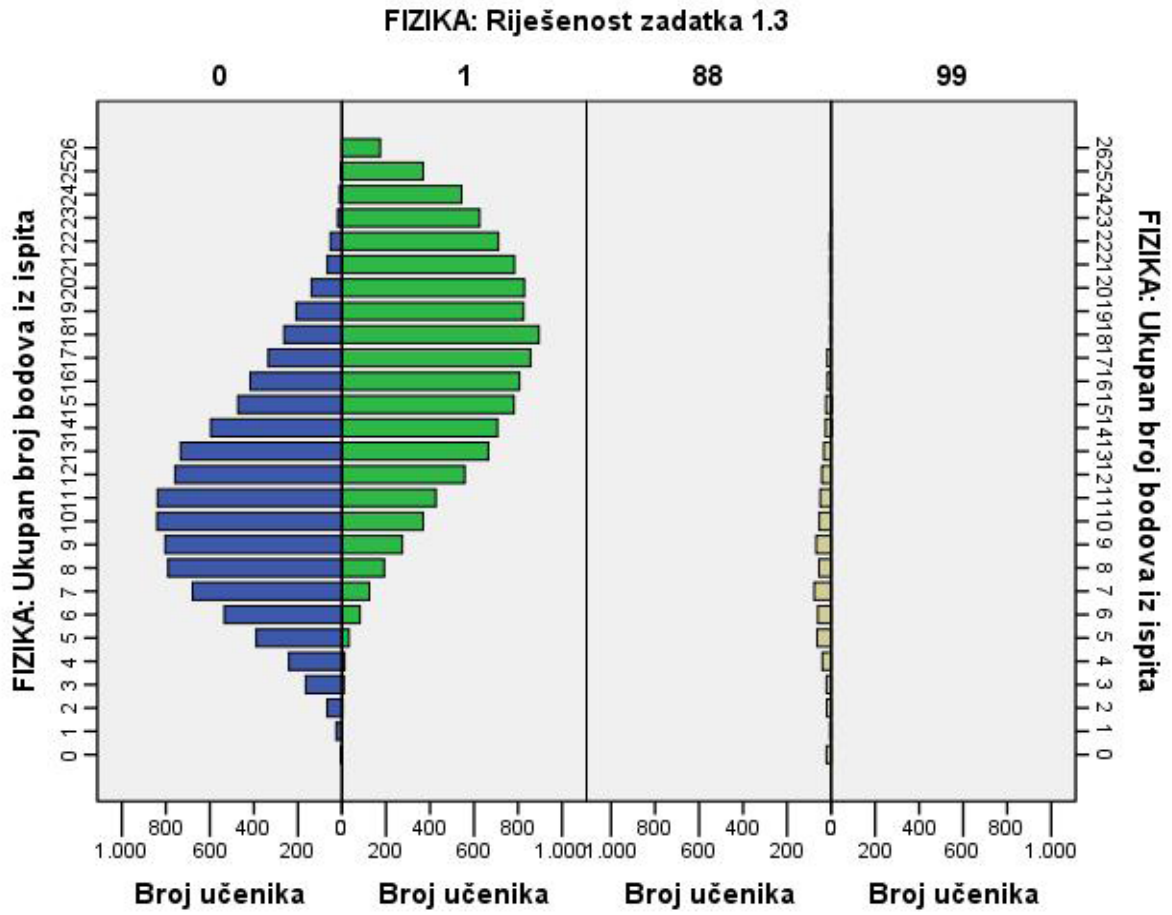
Slika 3.2. Distribucija uspješnosti u zadatku F1.2 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora; 99 –višeznačno)

Distribucija uspješnosti **(Slika 3.2.)** je još više pomaknuta, u odnosu na F1.1, prema ukupno uspješnim učenicima. Time je još više potvrđena korelacija između uspješnosti u ovom pitanju i u cjelokupnom ispitu, odnosno potvrđena je konstatacija da je poznavanje oznaka za fizičke veličine i mjerne jedinice od izuzetnog značaja za cjelokupnu uspješnost.

Zadatak F1.3

Treće potpitanje ispituje poznavanje oznake za rad i pripadajuće mjerne jedinice, tj. trebalo je pridružiti slova *W* i J. Točnih odgovora ima 53% što je također vrlo malo s obzirom na značaj ovog pitanja (osnovni elementi fizičke pismenosti), ali je ipak veći postotak u odnosu na F1.2 (42%). S obzirom da je način usvajanja tog znanja isti u oba slučaja (čisto zapamćivanje i reprodukcija), i s obzirom da se *W* i J koristi u 7. i 8. razredu, a *U* i V samo u 8., zaključeno je da se postižu bolji rezultati ako se isti sadržaji pojavljuju više puta kroz obrazovnu vertikalu.

Signifikantna učestalost pogrješnih odgovora potkrepljuje prije dani zaključak da učenici povezuju ista ili zvučno slična slova u nedostatku ispravnih argumenata. Tako u ovom potpitanju 22% učenika pridružuje slova *W* i W. Također *W* i V povezuje 15% učenika, dok je 4% istovremeno povezalo *V* i W (u F1.1 zadatku) te *W* i V u (F1.3 zadatku).



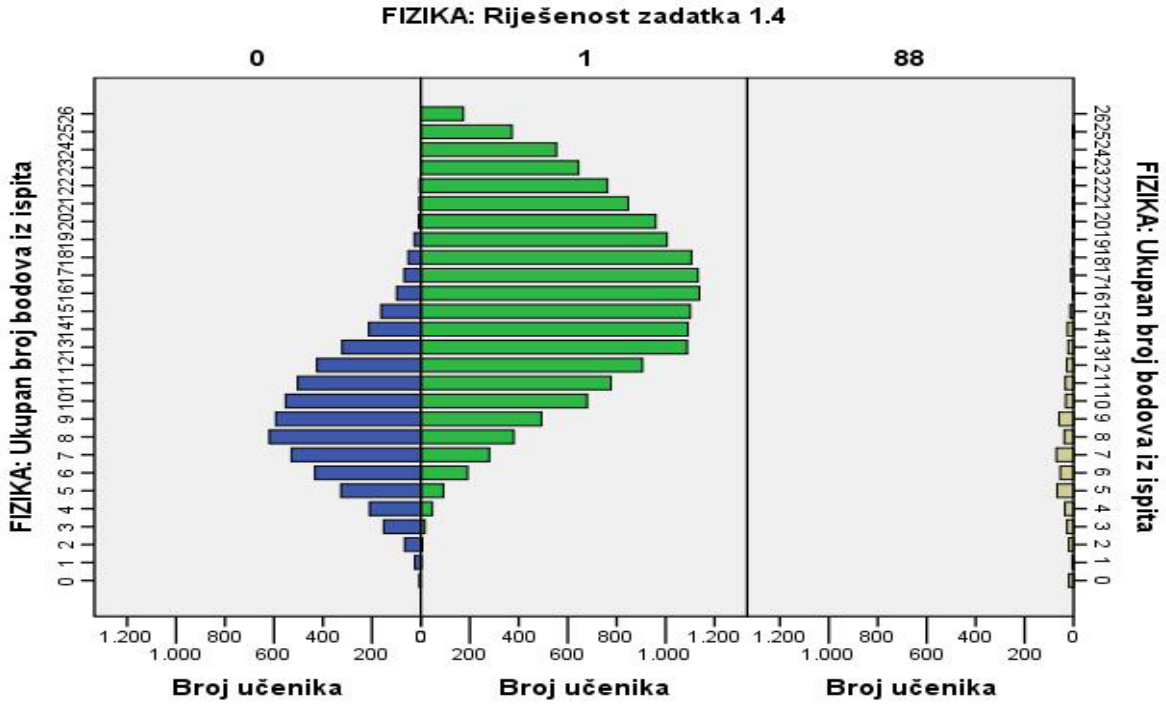
Slika 3.3. Distribucija uspješnosti u zadatku F1.3 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora, 99 – višeznačno)

Distribucija uspješnosti za ovaj zadatak **(Slika 3.3.)** ima pomak u odnosu na F1.2 prema učenicima s prosječnom uspješnošću na cjelokupnom ispitu, ali je još uvijek ostao izraženi pomak prema uspješnijim učenicima.

Zadatak F1.4

Ovdje se ispituje poznavanje oznaka za masu i njezinu mjernu jedinicu. Točno je odgovorilo 73% učenika, tj. povezalo je *m* i kg. U odnosu na prethodna tri potpitanja to je značajno bolje, ali još uvijek nedovoljno s obzirom na značaj pitanja kako za fiziku tako i za život. S obzirom na lošije rezultate u prethodnim potpitanjima, a sličnu problematiku kao i u ovom potpitanju, zaključak je da su ovdje bolji rezultati ostvareni zbog toga što se učenici s kilogramima susreću često i izvan redovnih školskih sadržaja.
Signifikantna učestalost pogrješnih odgovora ponovo potvrđuje prethodne zaključke o pridruživanju istih slova. Ista slova, *m* i m^3 je pridružilo 12% učenika, dok je 7% pridruživalo ista slova svim potpitanjima: F1.1, F1.2, F1.3 i F1.4.

Usporedba riješenosti ovog potpitanja **(Slika 3.4.)** i ukupnog uspjeha u rješavanju ispita iz fizike daje dosta pravilnu Gaussovu krivulju, s pomakom prema učenicima koji su uspješniji na ukupnom ispitu iz fizike. Najviše netočnih odgovora u ovom zadatku imaju učenici koji su na cijelom ispitu imali oko 30% točnih odgovora.



Slika 3.4. Distribucija uspješnosti u zadatku F1.4 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak F2

Drugi zadatak je postavljen tako da svakome pojmu iz skupine na lijevoj strani treba pridružiti broj odgovarajućega pojma s desne strane (Tablica 6.2.). Učenici su trebali pokazati poznavanje vrsta energije i to primijeniti na zadanim primjerima.

Razlog većini pogrješnih odgovora u cijelom F2 zadatku jest zamjena među pojmovima gravitacijske i kinetičke energije. To navodi na zaključak da se u ovim primjerima ne radi o nerazumijevanju fizike već o nerazumijevanju između samih termina.

Tablica 6.2. Analiza zadatka F2

<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F2
Pridruži svakome pojmu iz skupine na lijevoj strani broj odgovarajućega pojma s desne strane.

jabuka na grani ___

rastegnuta opruga ___

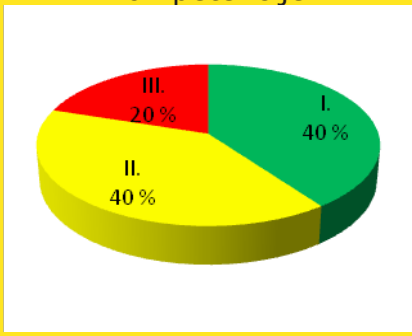
automobil koji se giba ___

čekić na stolu u odnosu na pod ___

1) kinetička energija

2) gravitacijska potencijalna energija

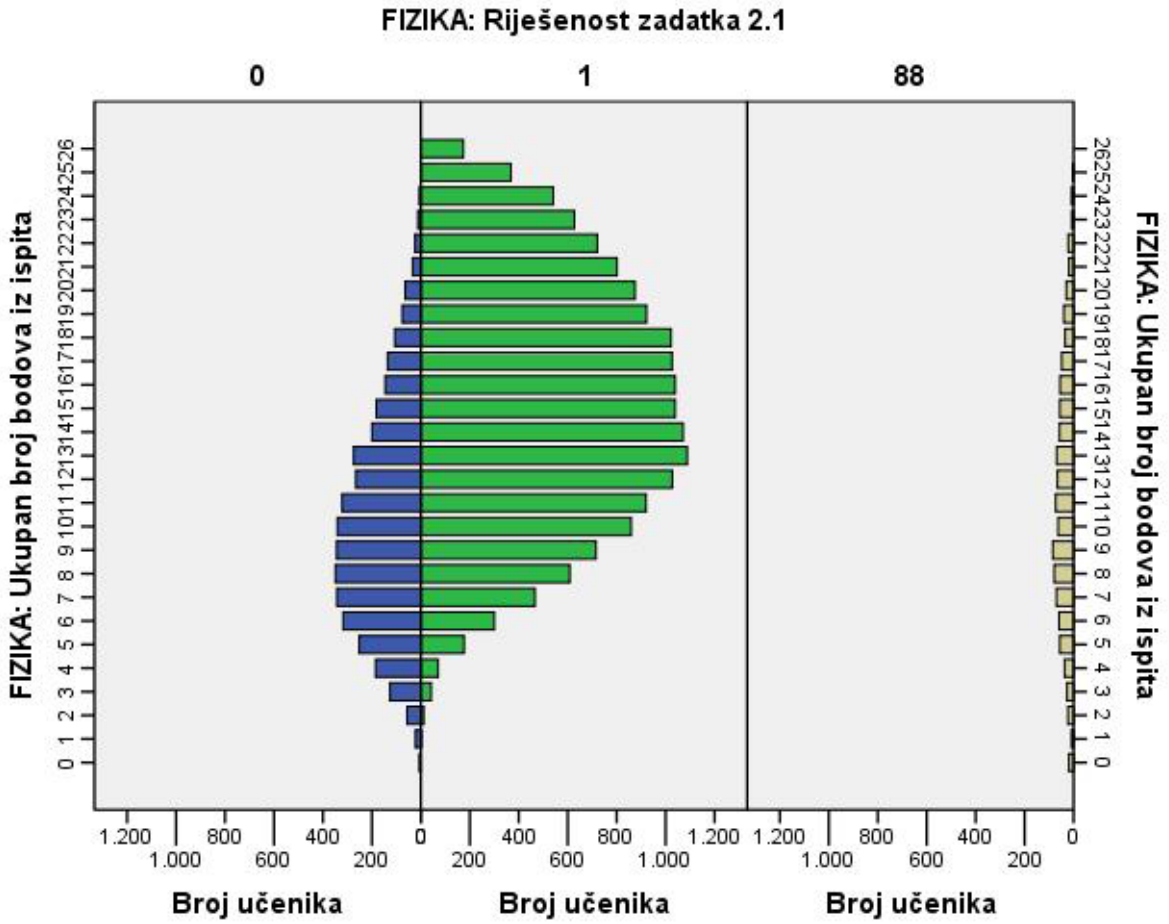
3) elastična potencijalna energija

Svaki odgovor 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>2)</td><td>76%</td><td>0,274</td><td>0,822</td></tr>
<tr><td>3)</td><td>95%</td><td>0,196</td><td>0,824</td></tr>
<tr><td>1)</td><td>75%</td><td>0,442</td><td>0,816</td></tr>
<tr><td>2)</td><td>71%</td><td>0,364</td><td>0.819</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJMOVI</td></tr>
<tr><td colspan="3">16./VII. Energija</td><td>- kinetička energija</td></tr>
<tr><td colspan="3">17./VII. Gravitacijska energija</td><td>- gravitacijska potencijalna energija</td></tr>
<tr><td colspan="3">18./VII. Elastična potencijalna energija</td><td>- elastična energija, potencijalna energija</td></tr>
<tr><td colspan="4">SIGNIFIKANTNA UČESTALOST POGRJEŠNIH ODGOVORA</td></tr>
<tr><td colspan="2">Odgovor</td><td>Učestalost</td><td>Komentar stručne radne skupine</td></tr>
<tr><td colspan="2">jabuka na grani <u>1</u></td><td>20%</td><td rowspan="3">- zamjena pojmova gravitacijske i kinetičke energije</td></tr>
<tr><td colspan="2">automobil koji se giba <u>2</u></td><td>23%</td></tr>
<tr><td colspan="2">čekić na stolu u odnosu na pod <u>1</u></td><td>23%</td></tr>
</table>

Zadatak F2.1

U prvom dijelu zadatka trebalo je prepoznati da jabuka na grani ima gravitacijsku potencijalnu energiju, tj. prepoznati primjer gravitacijske potencijalne energije. Sličan primjer se obrađuje na nastavi kroz koji se opisuje pretvorba energija (iz **gravitacijske potencijalne** – jabuka na grani u **kinetičku energiju** – jabuka pada s grane) što je najvjerojatnije utjecalo da točnih odgovora ima 76%. Signifikantna učestalost pogrješnih odgovora pokazuje da 20% učenika zamjenjuju pojmove gravitacijske potencijalne energije s kinetičkom energijom, tj. da ne poznaju razliku između navedenih energija.

Distribucija uspješnosti **(Slika 3.5.)** pokazuje da su učenici, koji su uspješniji na cijelom ispitu, također uspješni u ovom zadatku. Najviše su pogrješno odgovarali učenici koji su imali manje od 50% bodova na cijelom ispitu.

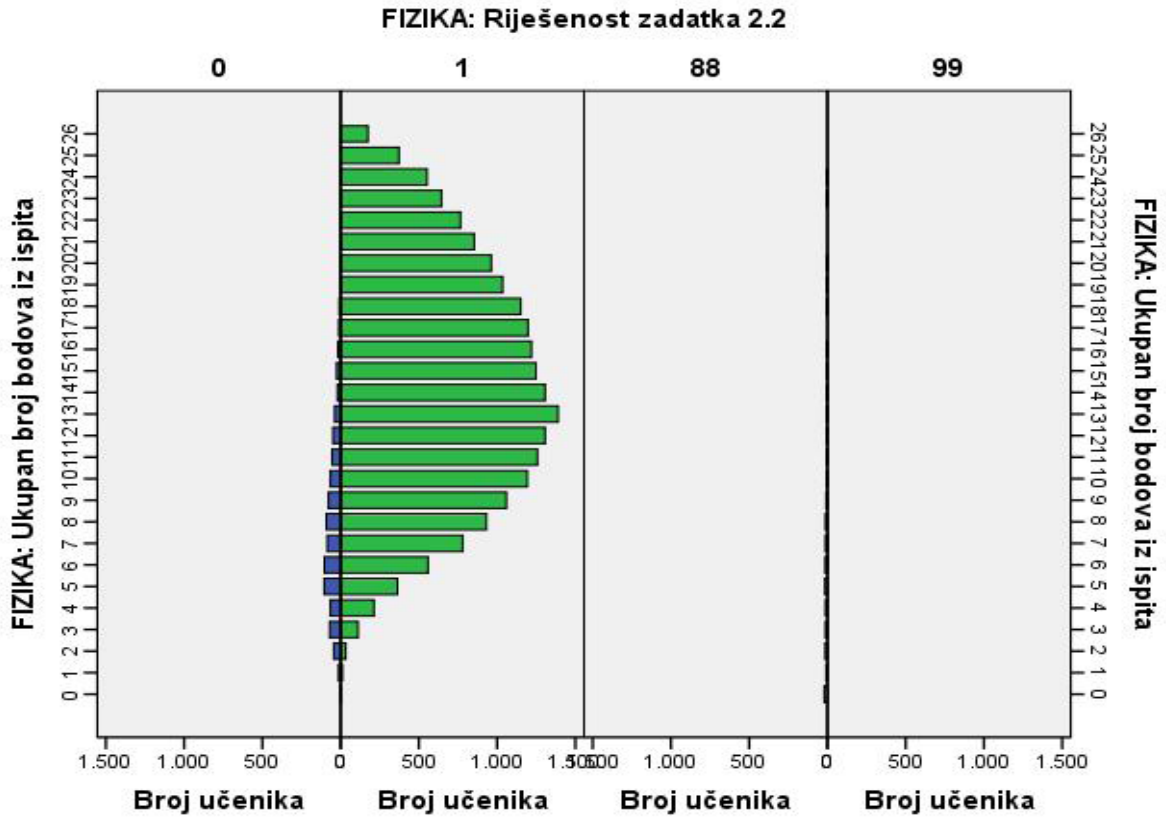


Slika 3.5. Distribucija uspješnosti u zadatku F2.1 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak F2.2

U drugom dijelu zadatka trebalo je povezati rastegnutu oprugu i elastičnu potencijalnu energiju, odnosno prepoznati primjer elastične potencijalne energije, što je učinilo 95% učenika. Ovaj zadatak pokazuje veoma dobru riješenost što nužno ne uključuje i valjano izgrađen fizikalni pojam o elastičnoj potencijalnoj energiji, s obzirom da se radi i o lingvističkoj uvriježenosti.

Velika uspješnost u ovom zadatku nema veći značaj na analizu samog zadataka, ali ima značaj za analizu cjelokupnog ispita jer govori da je velika većina učenika imala ozbiljan pristup ispitu. Tako se s obzirom na uspješnost od 95% u ovom pitanju, može zaključiti da je barem 95% učenika imalo pozitivan i ozbiljan pristup ispitu. Da nije tako, odnosno da su neozbiljno ili namjerno pogrješno odgovarali, sigurno ne bi bio ovako visok postotak točnih odgovora.
S obzirom da je vrlo visoka uspješnost u ovom zadatku, distribucija uspješnosti **(Slika 3.6.)** gotovo je identična kao i za cijeli ispit.



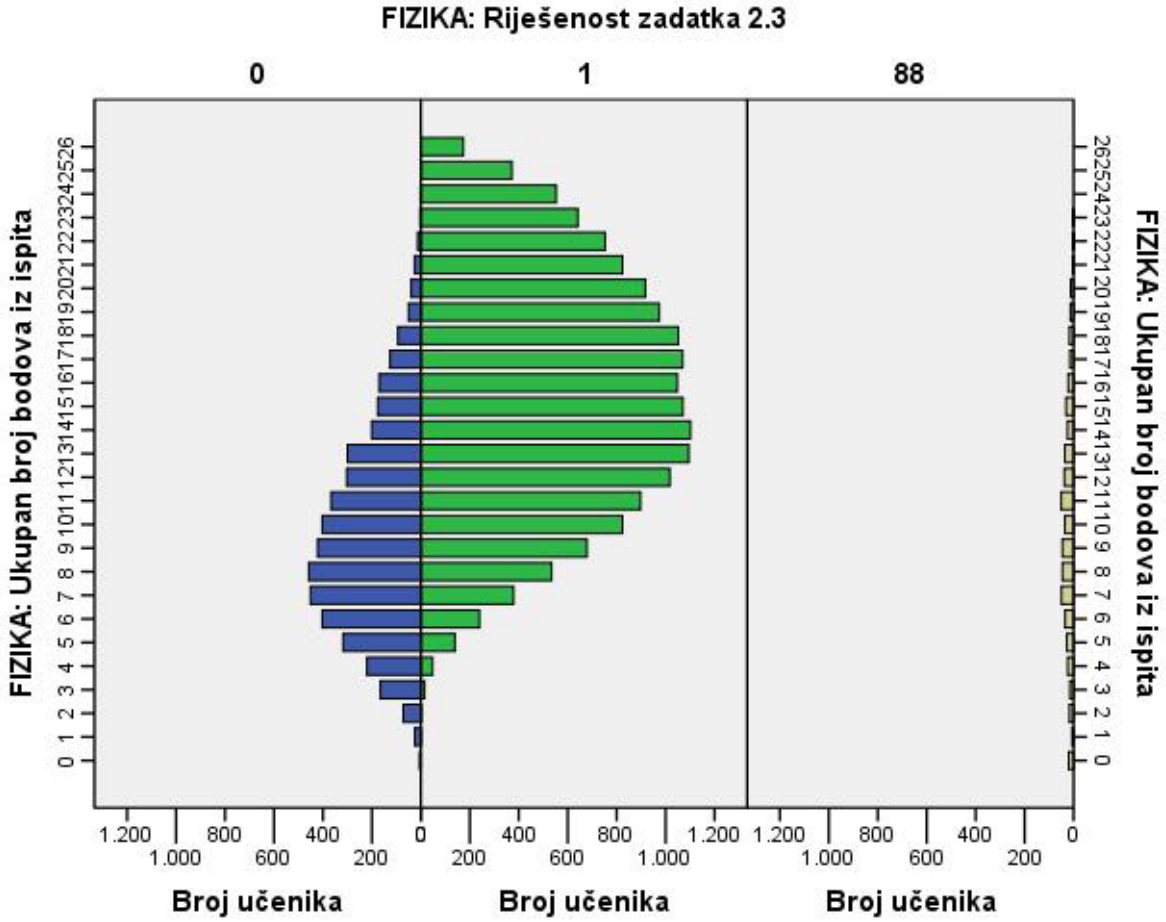
Slika 3.6. Distribucija uspješnosti u zadatku F2.2 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora, 99 –višeznačno)

Zadatak F2.3

Ovdje se tražilo prepoznavanje primjera kinetičke energije, tj. povezivanje automobila koji se giba kinetičkom energijom, što je učinilo 75% učenika.

Primjer automobila koji se giba 23% učenika povezuje s gravitacijskom potencijalnom energijom, dok 14% učenika istovremeno daje pogrješne odgovore u F2.1 i F2.3 (vezane uz gravitacijsku i kinetičku energiju), što i u ovome slučaju potvrđuje zaključak o međusobnom zamjenjivanju tih pojmova.

Distribucija uspješnosti za ovaj dio zadatka ima lagani pomak prema učenicima koji su uspješniji na cijelom ispitu **(Slika 3.7.)**. Distribucija netočnih odgovora pokazuje da su najviše pogrješno odgovarali učenici koji imaju uspješnost oko 30% na cjelokupnom ispitu.



Slika 3.7. Distribucija uspješnosti u zadatku F2.3 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

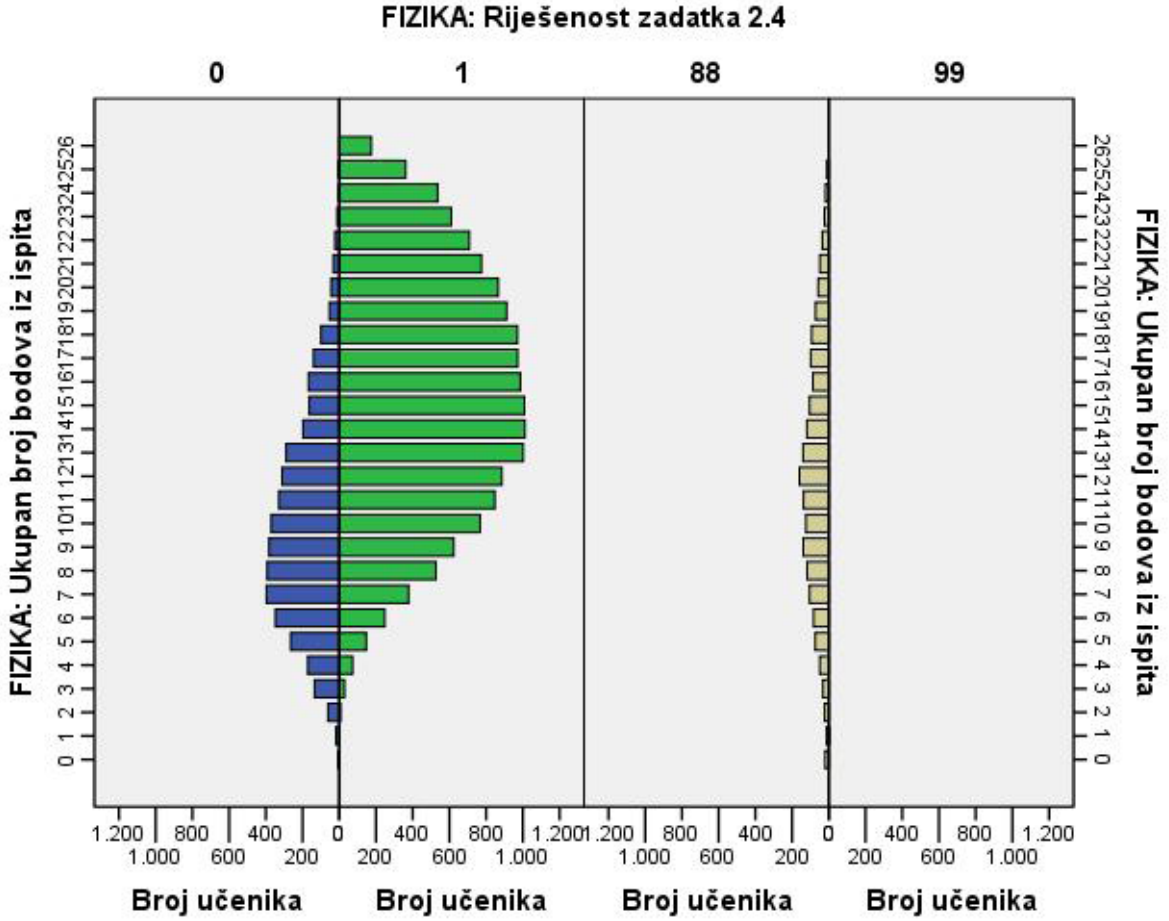
Zadatak F2.4

Četvrti dio drugog zadatka ponovo traži prepoznavanje primjera gravitacijske potencijalne energije kao i u prvom dijelu zadatka (F2.1). Ovdje ima 71% točnih odgovora, što je malo manje nego u F2.1, gdje ih ima 76%. Približno toliko koliko je ta razlika u uspješnosti iznosi povećanje broja učenika koji nisu dali odgovor na ovo pitanje **(Slika 3.8.).** Razlog tome bi moglo biti to što su učenici na lijevoj strani imali 4 primjera, a na desnoj strani 3 vrste energija, odnosno učenici nisu shvatili da istu energiju mogu pridružiti više puta. To je trebalo istaknuti u pitanju da ne bi zbunjivalo učenike.

Primjer čekića koji miruje na stolu u odnosu na pod, 23% učenika povezuje s kinetičkom energijom, a ne sa gravitacijskom potencijalnom energijom, čime se mogu potvrditi prethodni zaključci iz zadataka F2.1 i F2.3, koji se odnose na zamjenjivanje fizičkih pojmova gravitacijske potencijalne i kinetičke energije.

Distribucija uspješnosti **(Slika 3.8.)** daje dosta pravilnu Gaussovu distribuciju s laganim pomakom prema uspješnijim učenicima, s time da se ovdje javlja značajniji broj učenika koji nisu dali odgovor, ukupno 9,1%, što je pojašnjeno na početku ovog odjeljka kao nedostatak u konstrukciji pitanja.

Analiza zadatka F2 i učestalosti pogrješnih odgovora u navedenim primjerima upućuje na to da oko 20% učenika ne dovode u vezu energiju sa stanjem tijela što je nepovoljno s obzirom na važnost ovoga dijela gradiva u nastavi fizike.

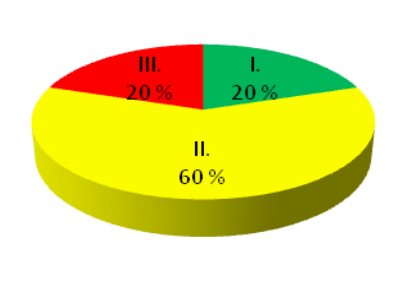


Slika 3.8. Distribucija uspješnosti u zadatku F2.4 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora, 99 –višeznačno)

Zadatak F3

U ovome zadatku se na jednostavnim primjerima ispituje primjena znanja pretvaranja mjernih jedinica uz pomoć osnovnih matematičkih operacija, ali i sposobnosti procjene reda fizikalne veličine koja je izuzetno važna u fizici. Kvalitetno matematičko predznanje omogućava učenicima rješivost zadatka i bez razvijenih fizičkih pojmova. Ovaj tip zadatka mjeri usuglašenost usvojenih znanja iz područja fizike i matematike. Iz analize zadatka uočeno je da kod učenika postoji nedovoljno poznavanje redova veličina mjernih jedinica, kao i nepoznavanje osnovnih matematičkih operacija (množenje i dijeljenje). Učestalost netočnih odgovora raste s "dimenzijom" prostora, tj. pri pretvaranju mjernih jedinica za ploštinu i obujam u odnosu na pretvaranje mjernih jedinica za duljinu (Tablica 6.3.).

Tablica 6.3. Analiza zadatka F3

Zadatak F3	PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Pretvori. 50 m_2= _____ dm_2 50 m_3 = _____ dm_3 50 m^3 = _____ dm_3 50 L = _____ dm Svaki odgovor 1 bod	Procjena kognitivne kompetencije 

METRIJSKE KARAKTERISTIKE			
Rješenje	**Uspješnost**	**Diskriminativnost**	**Cronbach α ako se izbaci zadatak**
500	**77%**	**0,436**	**0,816**
5000	**48%**	**0,442**	**0,815**
50000	**43%**	**0,454**	**0,815**
50	**40%**	**0,499**	**0,813**

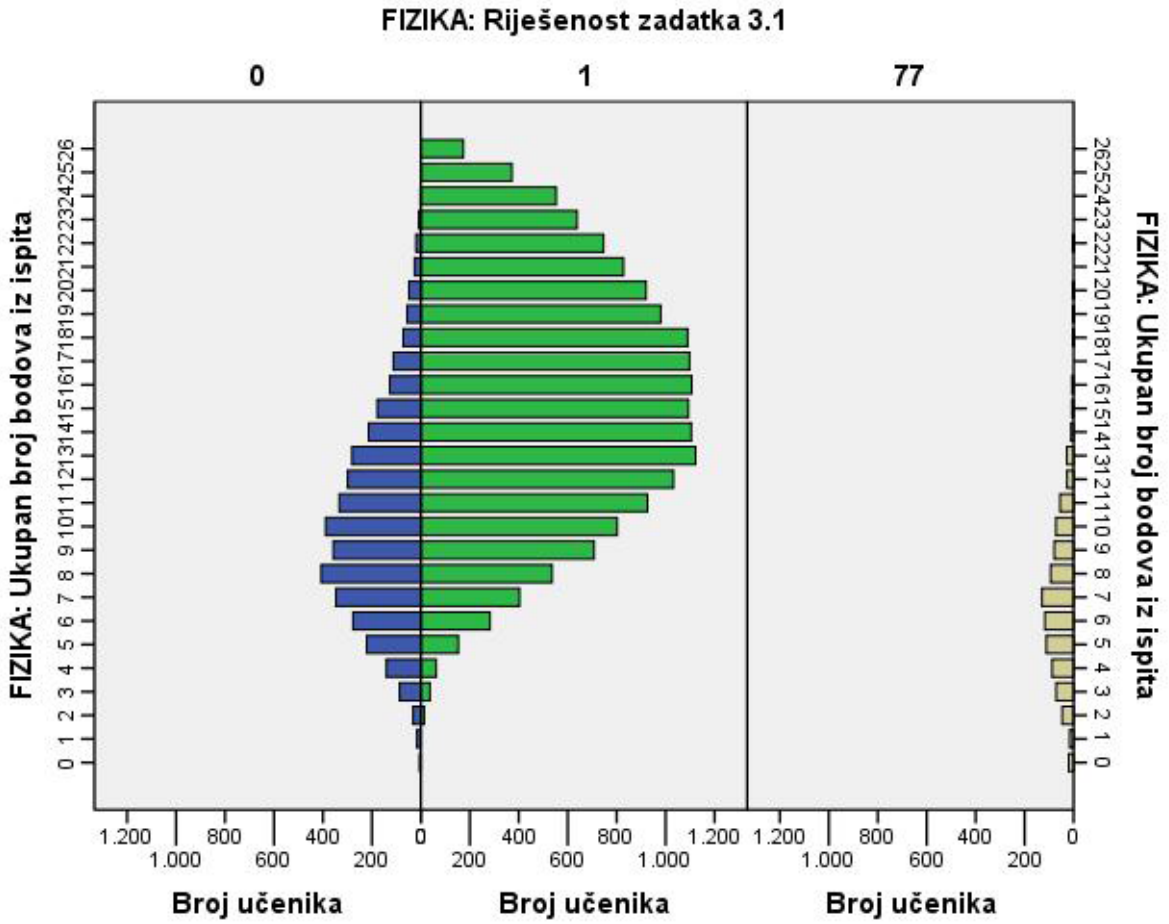
TEMA U PIP-u	KLJUČNI POJMOVI
3./VII. Mjerenje duljine	- duljina, metar, m
4./VII. Mjerenje ploštine plohe i obujma tijela	- kvadratni metar, m^2
4./VII. Mjerenje ploštine plohe i obujma tijela	- kubni metar, m^3
4./VII. Mjerenje ploštine plohe i obujma tijela	- litra, L

SIGNIFIKANTNA UČESTALOST POGRJEŠNIH ODGOVORA		
Odgovor	**Učestalost**	**Komentar stručne radne skupine**
50 m^2 = 500 dm^2	35%	- nedovoljno poznavanje redova veličina mjernih jedinica za ploštinu i obujam kao i slabo korištenje osnovnih matematičkih operacija
50 m^2 = 50000 dm^2	22%	
50 m^3 = 500 dm^3	28%	
50 m^3 = 5000000 dm^3	14%	
50 m^3 = 5000 dm^3	11%	

Zadatak F3.1

U prvom dijelu zadatka ispitivala se primjena pretvaranja mjernih jedinica za duljinu. Trebalo je pretvoriti duljinu izraženu u metrima u duljinu izraženu u decimetrima. Uzevši u obzir da su se učenici s pojmom duljine i pripadajućim mjernim jedinicama upoznali po prvi puta već u 2. razredu, uspješnost od 77% nije zadovoljavajuća. Iz toga je vidljivo da 23% učenika ne shvaća pojam dužine (geometrijski pojam) te da duljinu iskazujemo umnoškom brojčane vrijednosti i mjerne jedinice.

Distribucija uspješnosti za ovo pitanje ima sličan oblik kao i distribucija uspješnosti za cjelokupni ispit, tj. ima oblik Gaussove krivulje s laganim pomakom prema uspješnijim učenicima **(Slika 3.9.)**. U manjem opsegu je vidljiva pojava odgovora koji nemaju fizičkog ni logičkog smisla (stupac 77) kod učenika koji imaju manje od 50% bodova na cjelokupnom ispitu.



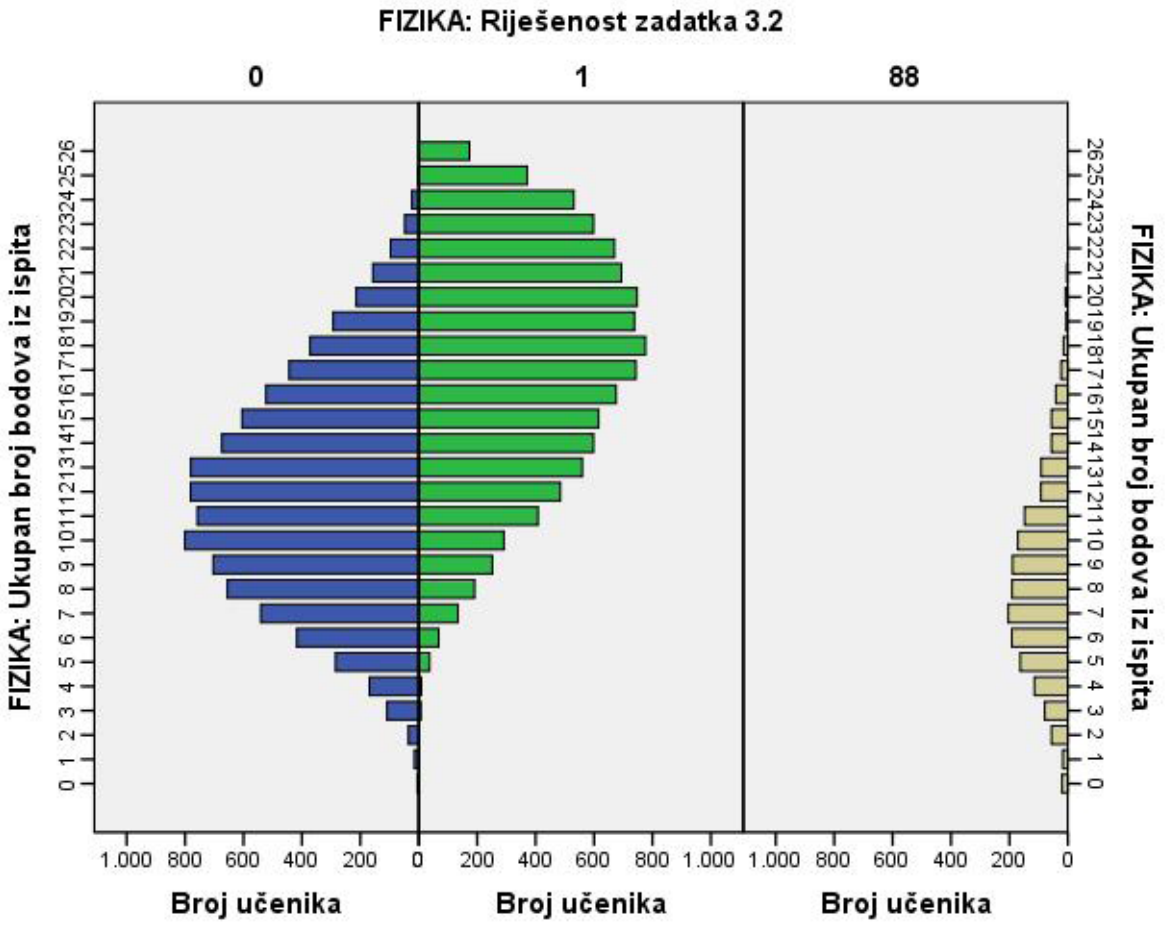
Slika 3.9. Distribucija uspješnosti u zadatku F3.1 (0 – netočno; 1 – točno, 77 – odgovor nema smisla)

Zadatak F3.2

U ovom pitanju se od učenika tražila primjena pretvaranja mjernih jedinica za ploštinu. Trebalo je pretvoriti ploštinu izraženu u m^2 u ploštinu izraženu u dm^2. Točnih odgovora ima samo 48% što ukazuje na nedovoljno poznavanje redova veličina mjernih jedinica za ploštinu, kao i na nepoznavanje postupka izračunavanja u matematičkom smislu.

Signifikantna učestalost pogrješnih odgovora ukazuje na nedovoljno poznavanje redova veličina mjernih jedinica za ploštinu i obujam, kao i na slabo korištenje osnovnih matematičkih operacija. Primjerice, umjesto točnog odgovora za pretvaranje $50m^2$ u dm^2, koji iznosi 5000 dm^2, udio od 35,37% učenika je odgovorilo 500 dm^2 ili iznos od 50000 dm^2 napisalo je 21,83% učenika. Oko 10% učenika je dalo odgovore poput: 3^2, 500^2, 2750, 12500, što navodi na zaključak da učenici ne prave razliku između potencija i izvedenih mjernih jedinica.

Distribucija uspješnosti pokazuje značajniji pomak točnih odgovora prema uspješnijim učenicima na cijelom ispitu **(Slika 3.10.)**. To znači da je ovo teže pitanje za učenike što potvrđuje i distribucija „praznih odgovora" (stupac 88). S obzirom da se mjerne jedinice za ploštinu pretvaraju u matematici od 4. razreda na dalje, a rezultati nisu zadovoljavajući, potrebno je promijeniti metode objašnjavanja pretvaranja mjernih jedinica. Trebalo bi inzistirati na vizualizaciji veličine pojedine mjerne jedinice kako bi učenici mogli procjenjivati rezultat, čime bi se izbjegli nelogični odgovori i time uspješnije rješavali ovakvi zadatci.



Slika 3.10. Distribucija uspješnosti u zadatku F3.2 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

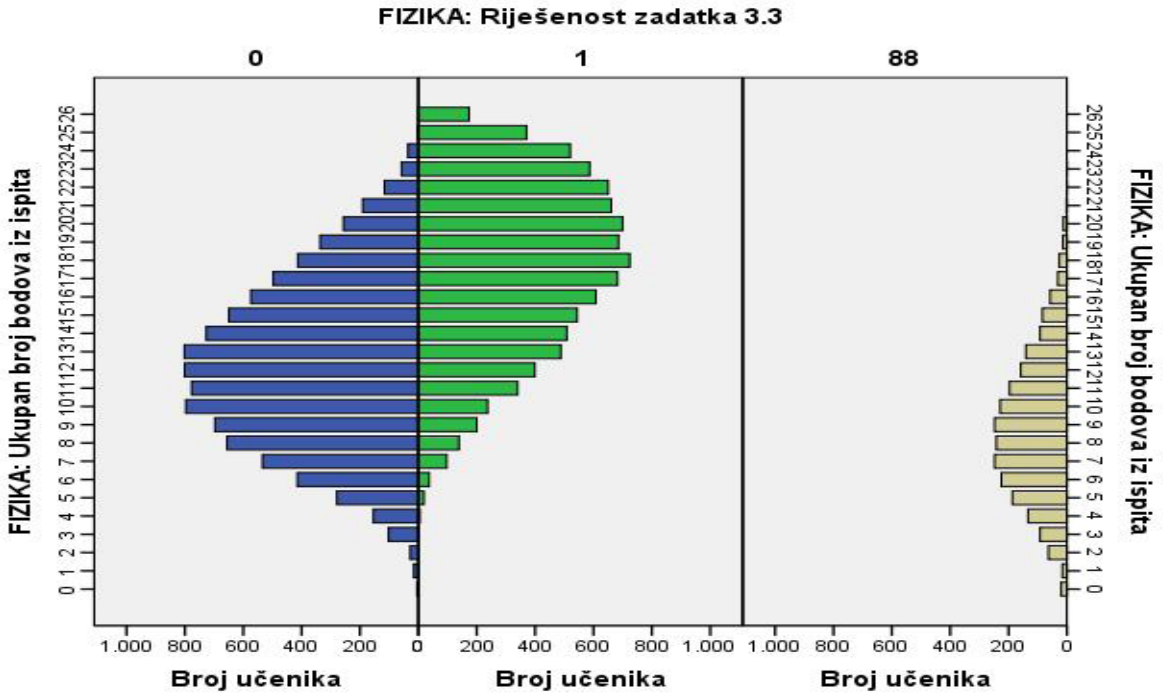
Zadatak F3.3

Treći dio zadatka, koji se odnosi na primjenu pretvaranja mjernih jedinica, ispituje pretvaranja mjernih jedinica za obujam. Obujam izražen u m^3 trebalo je pretvoriti u obujam izražen u dm^3. Ovdje ima samo 43% točnih odgovora, što je još manje nego u prethodnom pitanju gdje se tražilo pretvaranje mjernih jedinica za ploštinu, a značajno manje od prvog dijela zadatka gdje se tražilo pretvaranje mjernih jedinica za duljinu. Na temelju toga, može se zaključiti da udio netočnih odgovora pri pretvaranju mjernih jedinica raste s „dimenzijom" prostora.

Signifikantna učestalost pogrješnih odgovora pokazuje slično kao i u F3.2. Na pitanje koliko dm^3 zauzima obujam od $50m^3$ veliki dio učenika je napravio pogrješke u preračunavanju mjernih jedinica obujma. Najčešći netočni odgovori učenika su 500 dm^3 - što je odgovorilo 28,39% učenika, 13,98% učenika je

odgovorilo 5000000 dm³, a 5000 dm³ ima odgovor 11,02% učenika. I u ovome zadatku, 10% netočnih odgovora odnosi se na potpuno nepoznavanje preračunavanja fizičkih veličina. Takvi odgovori su primjerice 12500, 75000, 123000, 137500, što se može pretpostaviti samo kao nagađanje učenika ili davanje odgovora da bi se ispunila praznina na papiru.

Distribucija uspješnosti **(Slika 3.11.)** je vrlo slična kao i u prethodnom pitanju, gdje se tražilo pretvaranje mjernih jedinica za ploštinu, s tim da ovdje ima još više „praznih" odgovora koje su uglavnom davali učenici s manje od 50% uspješnosti na cijelom ispitu (stupac 88).



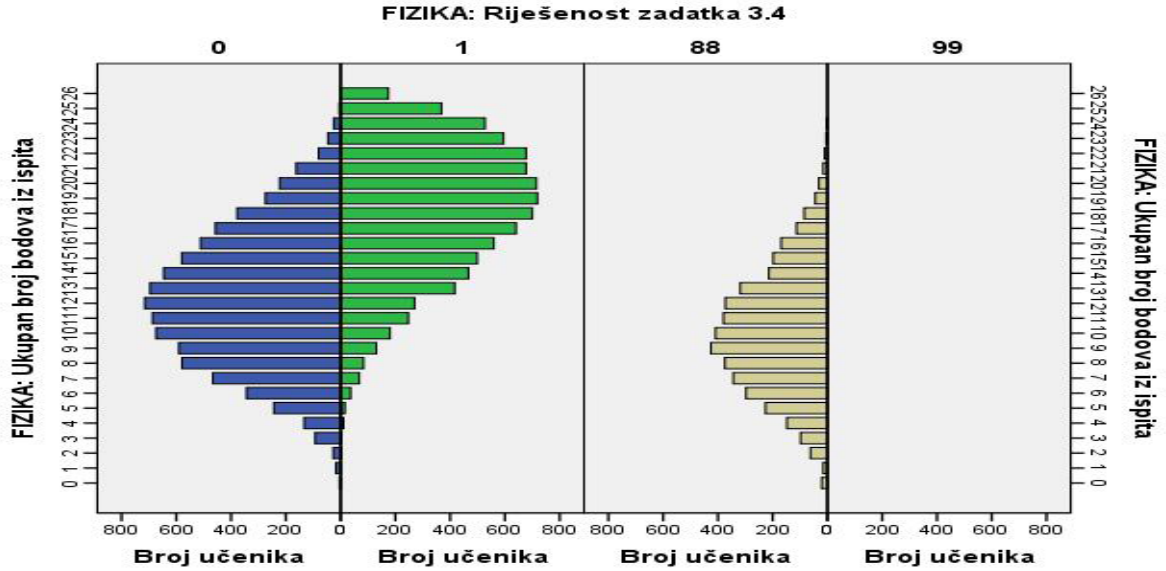
Slika 3.11. Distribucija uspješnosti u zadatku F3.3 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak F3.4

U zadnjem dijelu zadatka o pretvaranju mjernih jedinica ispituje se poznavanje veze između L i dm³. Nije bilo potrebno ništa računati već samo znati da je 1 L = 1 dm³, što je potrebno učenicima eksperimentalno pokazati da bi bolje zapamtili. Neuspješno povezivanje pojma litre s kubnim decimetrom (60% netočnih odgovora) upućuje na odsutnost eksperimentalne nastave, ne samo u fizici već i u ranijim obrazovnim razdobljima. Isto tako, potrebno je i iskustvo u mjerenju i radu s mjernim instrumentima, što se i kroz ovaj zadatak pokazalo kao nedovoljno zastupljeno u nastavi fizike.

Iako nije bilo potrebno računati, točnih odgovora ima manje nego u prethodnom pitanju gdje se trebalo znati računati, a oba pitanja se odnose na mjerne jedinice za obujam. Na temelju toga i podatka da se pretvaranje iz L u dm^3 ne obrađuje u matematici od 4. razreda, kao što se obrađuje pretvaranje iz m^3 u dm^3, može se zaključiti da je uzrok slabijoj uspješnosti u tome da se ovo radi samo u fizici. Drugim riječima, uspješnost je bolja ako se radi ista problematika u dva predmeta.

Distribucija točnih odgovora je značajno pomaknuta prema učenicima koji su uspješniji na cijelom ispitu **(Slika 3.12.).** Također je značajno i povećanje „praznih" odgovora u odnosu na prethodno pitanje. To znači da je ovaj zadatak još teži učenicima nego prethodni, iako bi po samoj logici trebao biti lakši čime je potvrđen prethodni zaključak.



Slika 3.12. Distribucija uspješnosti u zadatku F3.3 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora, 99 – višeznačno)

Zadatak F4

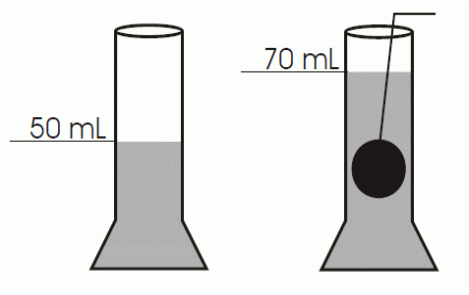
Zadatak F4 ispituje poznavanje i primjenu postupka za mjerenje obujma nepravilnih tijela te otkriva kompetencije eksperimentalnog predviđanja (Tablica 6.4.). Slabija uspješnost koja iznosi 52% te signifikantna učestalost pogrješnih odgovora potvrđuje zaključak iz prethodnog zadatka u kojem je, na osnovu velikog broja netočnih odgovora, uočeno da učenici ne shvaćaju dovoljno značaj mjernih jedinica.

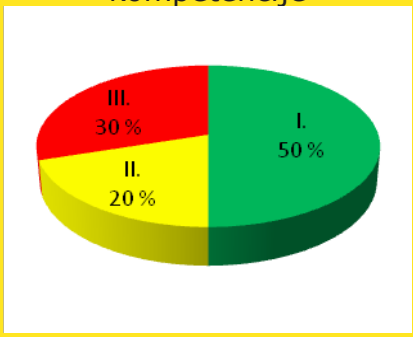
S obzirom da u ispitu iz kemije postoji slična problematika, ovaj zadatak može predstavljati osnovu za korelacijska istraživanja, ali i biti pokazatelj u kojim elementima tijekom poučavanja nastavnici trebaju intenzivirati eksperimentalni dio nastave obaju predmeta.

U ispitu iz fizike, učenici su trebali na osnovu prikazane slike dviju menzura odrediti razliku obujma matematičkom operacijom oduzimanja između početnog stanja razine tekućine (1. menzura – 50 mL) i razine tekućine nakon što je uronjena kuglica (2. menzura – 70 mL). Za točan odgovor trebalo je upisati točan broj i mjernu jedinicu, a to je učinilo 51,9% učenika. Signifikantna učestalost pogrješnih odgovora pokazuje da brojčanu vrijednost s krivom mjernom jedinicom ima 19% učenika, što znači da je točan broj imalo ukupno 70,8% učenika. U kemiji postoji isti tip zadatka koji je zadan riječima i s predloženom mjernom jedinicom, tj. traži se samo točan broj. Točnih odgovora ima 65,1%, što znači da je 5,8% učenika bolje odgovorilo na sličan zadatak u fizici koji je slikovno zadan. Iako ovaj podatak nije statistički značajan i treba ga uzeti s rezervom, ipak se može reći da rezultati blago sugeriraju mogućnost da učenici bolje rješavaju zadatak postavljen slikom od sličnog zadatka postavljenog riječima.

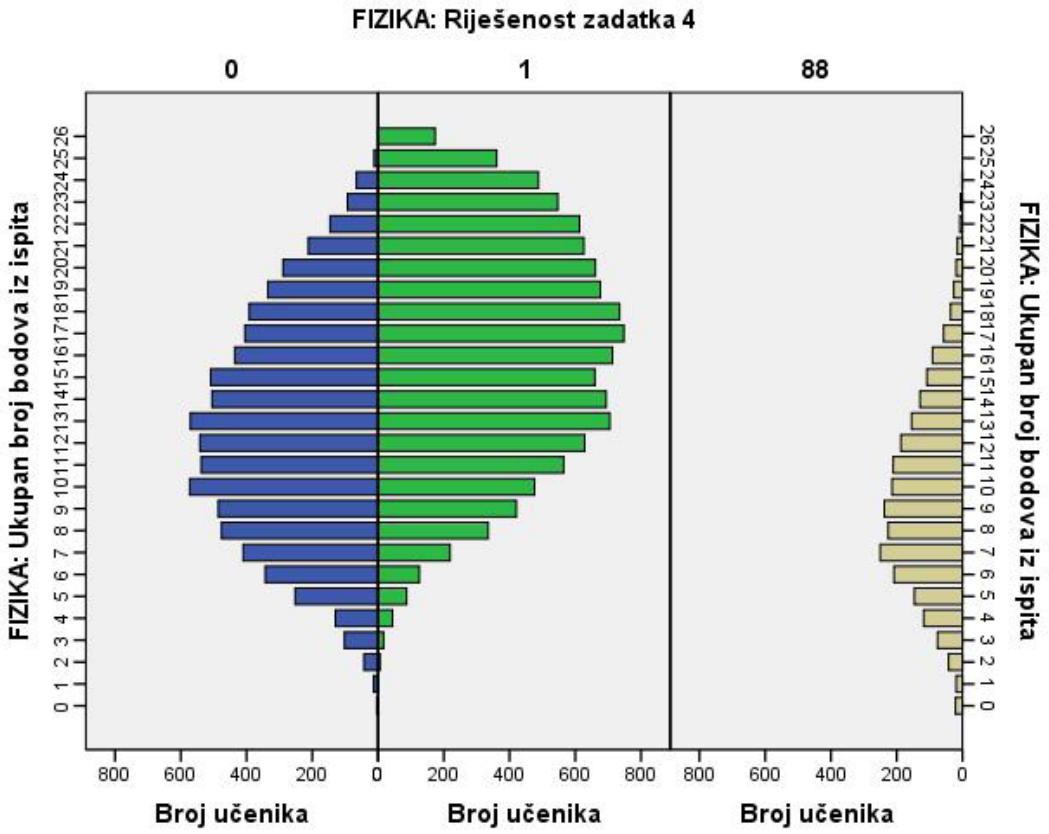
Tablica 6.4. Analiza zadatka F4

<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F4

Promotri sliku i odredi obujam kuglice.
V = _____
 

Broj i mjerna jedinica: 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>20 mL</td><td>52%</td><td>0,296</td><td>0,821</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJAM</td></tr>
<tr><td colspan="3">4./VII. Mjerenje ploštine plohe i obujma tijela</td><td>- obujam tijela</td></tr>
<tr><td colspan="4">SIGNIFIKANTNA UČESTALOST POGRJEŠNIH ODGOVORA</td></tr>
<tr><td colspan="2">Odgovor</td><td>Učestalost</td><td>Komentar stručne radne skupine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Točan broj, a kriva mjerna jedinica</td><td>19%</td><td>- ti učenici ne shvaćaju pojam ni značenje mjerne jedinice</td></tr>
</table>

Usporedba uspješnosti u ovom zadatku i uspješnosti na cijelom ispitu iz fizike **(Slika 3.13.)** pokazuje blagi pomak prema uspješnijim učenicima na cijelom ispitu, s time da je vidljiv značajan broj neriješenih zadataka, ukupno 12%. Na temelju toga i podatka da zadatak ispituje poznavanje i primjenu postupka za mjerenje obujma nepravilnih tijela te otkriva kompetencije eksperimentalnog predviđanja može se zaključiti da to ukazuje na manjak eksperimentalnog rada u nastavi fizike.



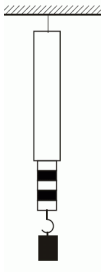
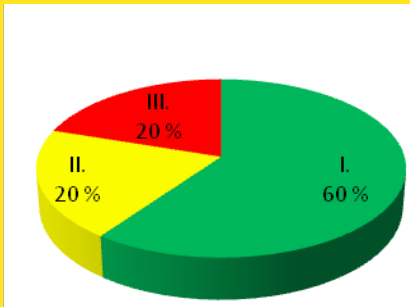
Slika 3.13. Distribucija uspješnosti u zadatku F4 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

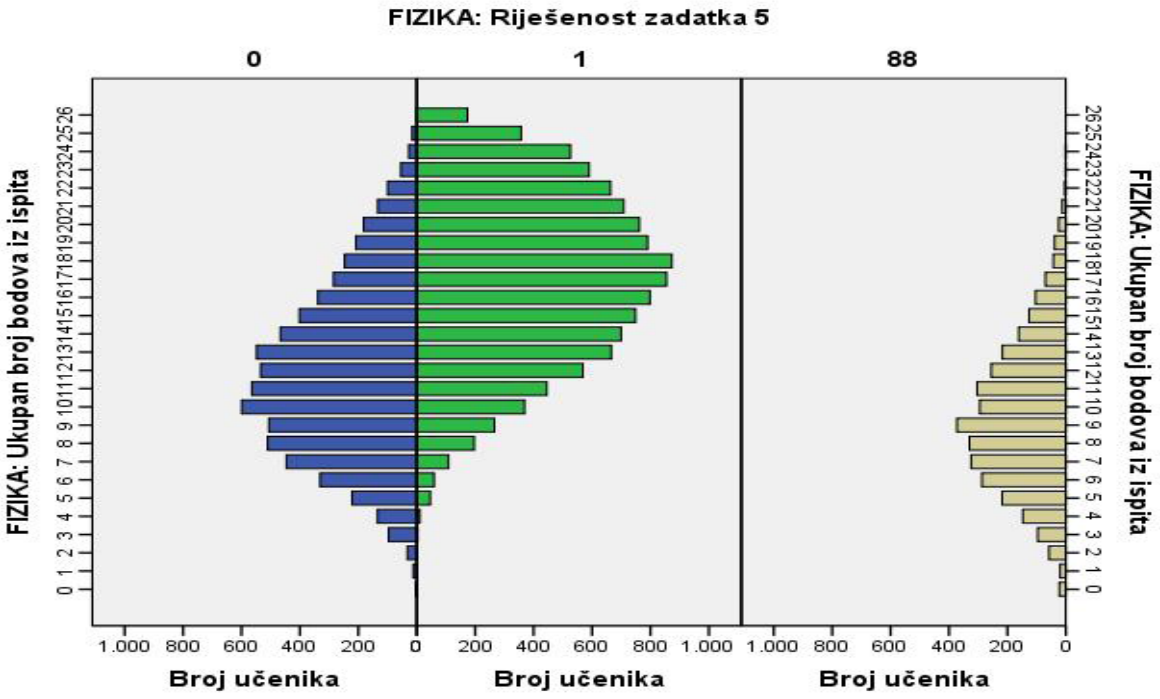
Zadatak F5

U ovome zadatku ispituje se poznavanje načina mjerenja sile pomoću dinamometra te kompetencije eksperimentalnog predviđanja rezultata mjerenja sile (Tablica 6.5.). Traženi broj i točnu mjernu jedinicu ima 51,7% učenika, a samo točan broj 4% učenika, što ukupno iznosi 55,7% učenika koji su dali točan broj. To je za 15% manje nego u zadatku F4, iako su i jedan i drugi istog tipa, tj. slikovni prikaz mjernog instrumenta s kojega je potrebno očitati rezultat. Uzrok bi mogao biti u tome da se ovaj zadatak (mjerenje sile) obrađuje samo u fizici, a prethodni u fizici i kemiji (mjerenje obujma), što može sugerirati da pri obradi istih sadržaja u fizici i kemiji učenici postižu bolje rezultate.

Distribucija uspješnosti **(Slika 3.14.)** pokazuje još veći broj „praznih" odgovora nego u F4. Ovdje ih ima 16,2% što upućuje na nedovoljni eksperimentalni rad u nastavi fizike, s obzirom da je za ovaj zadatak nužno bilo i iskustvo učenika u određivanju mjernog područja instrumenata, u ovom slučaju dinamometra.

Tablica 6.5. Analiza zadatka F5

<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F5
Dinamometar i uteg na slici međudjeluju silom od 10 N. Koliku silu označava jedan podjeljak na ljestvici dinamometra?
 
F =
Broj i mjerna jedinica: 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
  </td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>2 N</td><td>52%</td><td>0,380</td><td>0,818</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJMOVI</td></tr>
<tr><td colspan="3">8. /VII. Sila
9./VII. Elastična sila i mjerenje sile</td><td>- međudjelovanje, sila
- produljenje, njutn, N</td></tr>
<tr><td colspan="4">SIGNIFIKANTNA UČESTALOST POGRJEŠNIH ODGOVORA</td></tr>
<tr><td colspan="2">Odgovor</td><td>Učestalost</td><td>Komentar stručne radne skupine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Točan broj, a kriva mjerna jedinica ili bez nje</td><td>4%</td><td>Zabrinjavajući broj praznih odgovora!</td></tr>
</table>



Slika 3.14. Distribucija uspješnosti u zadatku F5 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

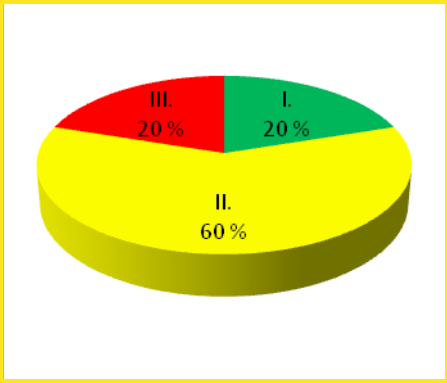
Zadatak F6

Gustoća je jedan od pojmova s kojim se učenici služe i u svakodnevnoj komunikaciji (gusta magla, gusta kosa, gustoća stanovništva i sl.) te ga u tome kontekstu uglavnom dobro razumiju. U ovome zadatku bilo je potrebno odrediti gustoću kamena primjenjujući izraz za gustoću kao kvocijent mase i obujma tijela (Tablica 6.6.). Uz rezultat je bilo potrebno upisati mjernu jedinicu, kg/m^3. Točnih odgovora koje se odnose na broj ima 38%, dok točnih mjernih jedinica ima samo 26%. Uspješno riješenih zadataka, bez ikakvog postupka i dodatnog postavljanja zadatka ili uvrštavanja zadanih elemenata u izraz za gustoću, imalo je 19% učenika.

Tablica 6.6. Analiza zadatka F6

<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F6
Kolika je gustoća kamena ako komad kamena mase 5600 kg istisne 2 m^3 vode u bazenu?

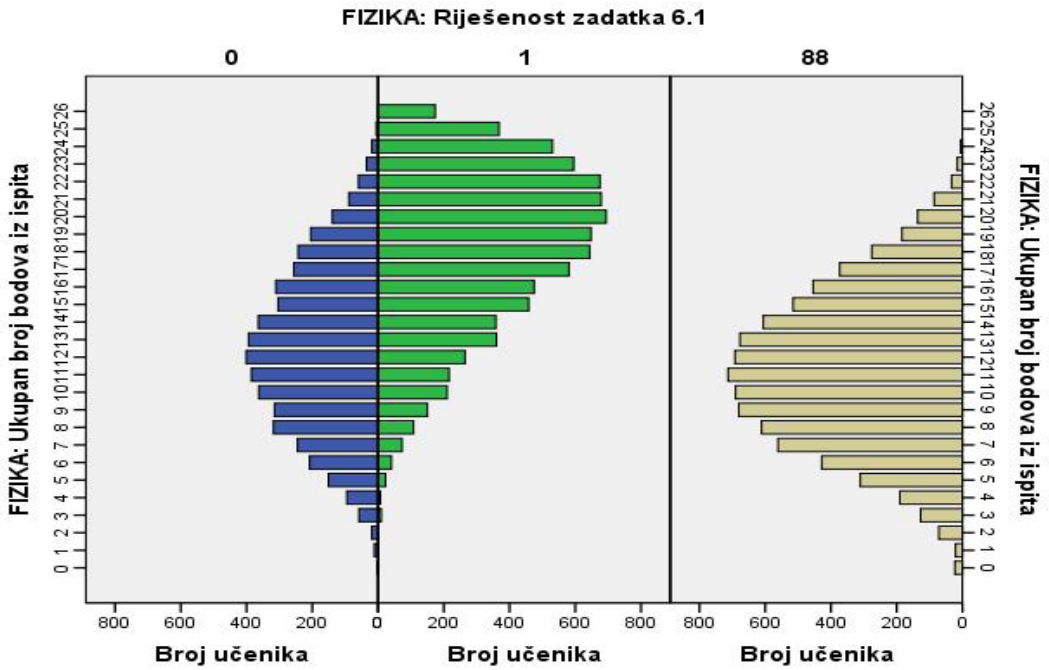
Gustoća kamena je _____ .

Broj: 1 bod
Mjerna jedinica: 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>2800</td><td>38%</td><td>0,494</td><td>0,813</td></tr>
<tr><td>kg/m^3</td><td>26%</td><td>0,528</td><td>0,813</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJMOVI</td></tr>
<tr><td colspan="3">6./VII. Gustoća tvari</td><td>- gustoća tijela, kilogram po kubnome metru, kg/m^3</td></tr>
<tr><td colspan="4">SIGNIFIKANTNA UČESTALOST POGRJEŠNIH ODGOVORA</td></tr>
<tr><td colspan="2">Odgovor</td><td>Učestalost</td><td>Komentar stručne radne skupine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Mjerna jedinica: kg</td><td>8%</td><td rowspan="3">-nepoznavanje mjerne jedinice za gustoću</td></tr>
<tr><td colspan="2">Mjerna jedinica: m^3</td><td>9%</td></tr>
<tr><td colspan="2">Točan broj bez mjerne jedinice</td><td>5%</td></tr>
<tr><td colspan="2">11200 (množenje umjesto dijeljenja)</td><td>4%</td><td>-kriva formula</td></tr>
<tr><td colspan="2">Razni rezultati kao: 10, 20, 23, 27, 36, 70, 2300, 16800</td><td>4%</td><td>-teško objašnjivo</td></tr>
</table>

U ovome zadatku se ponovo pokazao značaj mjernih jedinica, tj. svi učenici koji su točno upisali mjerne jedinice imaju i točan brojčani iznos. To upućuje na zaključak da je poznavanje mjernih jedinica nužno za uspješno rješavanje računskih zadataka. Pritom treba imati na umu da to nije samo po sebi dovoljno da bi uspješno rješavali računske zadatke.

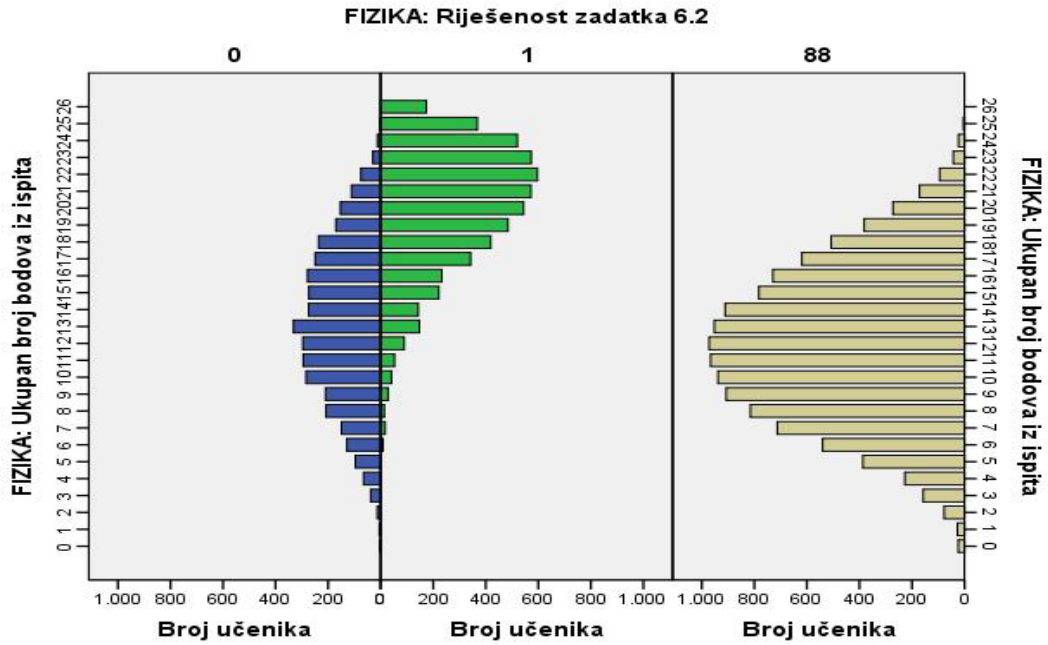
Signifikantna učestalost pogrješnih odgovora ukazuje u velikom djelu na nepoznavanje mjerne jedinice za gustoću. Ukupno ima 22% netočnih (najviše kg ili m^3) ili potpuno izostavljenih mjernih jedinica uz napisan broj. 4% učenika je pokazalo nepoznavanje osnovnih matematičkih operacija čije znanje podrazumijeva i rješavanje zadataka u fizici. Također, u manjem broju (4%) netočno riješenih zadataka su rezultati koji se mogu teško objasniti ili povezati s nekim logičnim postupkom primijenjenim pri njegovu rješavanju kao npr. 10, 20, 36, 70, 16800 i sl. Točan odgovor i račun ima 2% učenika, ali koriste krivu oznaku za gustoću.
U ispitu iz kemije je postavljen sličan zadatak, vezan uz podatak iz prethodnog zadatka i uz traženje samo točnog broja jer je mjerna jedinica već bila napisana. Točno ga je riješilo 31,6% učenika, dok je u ispitu iz fizike točan računski dio u 38,2% slučajeva. Razlika nije statistički značajna, ali ipak može sugerirati da je rješivost lošija ako je zadatak vezan uz prethodno pitanje kao u kemiji.

Distribucija uspješnosti za prvi dio zadatka (za točan brojčani dio) pokazuje značajan pomak prema uspješnijim učenicima na cijelom ispitu **(Slika 3.15.)**. U ovom zadatku je vrlo značajan udio pitanja bez odgovora, kojih ima 38,9%, čija distribucija ima izgled pravilne Gaussove krivulje s vrlo malim pomakom prema manje uspješnim učenicima na cijelom ispitu (stupac 88).



Slika 3.15. Distribucija uspješnosti u zadatku F6.1 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Distribucija uspješnosti za drugi dio zadatka (za točnu mjernu jedinicu) ima još veći pomak prema uspješnijim učenicima na cijelom ispitu, iz koje se vidi da točnu mjernu jedinicu imaju uglavnom samo oni učenici koji imaju uspješnost preko 30% na cijelom ispitu iz fizike **(Slika 3.16.)**. Ovdje je još veći broj učenika koji nisu dali nikakav odgovor. Njih ima 56,1% i njihova distribucija je također gotovo pravilna Gaussova krivulja kao i u prvom dijelu zadatka.



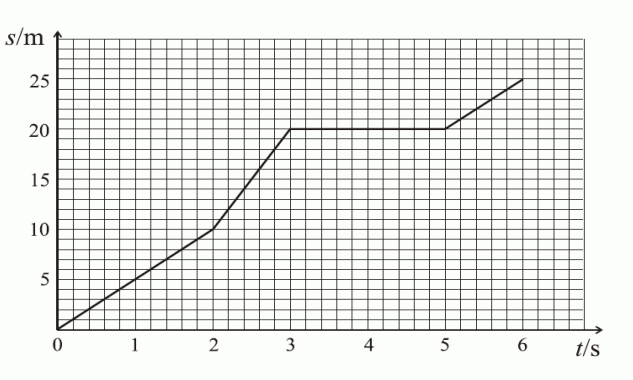
Slika 3.16. Distribucija uspješnosti u zadatku F6.2 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

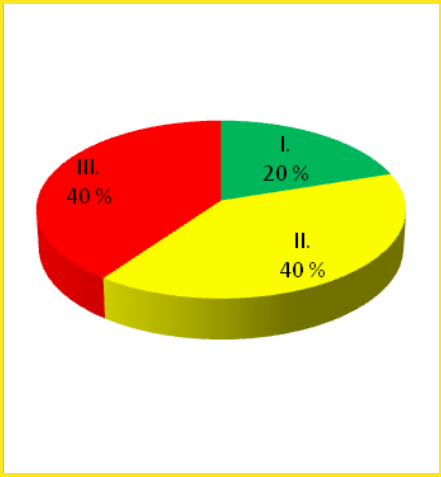
Zadatak F7

Ovaj zadatak traži primjenu analize grafičkog prikaza ovisnosti puta o vremenu (Tablica 6.7.). To je izuzetno važan zadatak jer je vezan za kompetencije čitanja grafičke prezentacije rezultata mjerenja, što nije vezano samo za fiziku, matematiku i neke druge školske predmete, već je česta pojava u raznim životnim situacijama. Posebno se bodovao točan broj, a posebno mjerna jedinica. Točan broj ima 49% učenika, a točnu mjernu jedinicu 62%. S obzirom na značaj ovog pitanja za školu i svakodnevni život, može se reći da rezultati nisu zadovoljavajući, što sugerira na manjkavosti u razumijevanju pojmova uvriježenih u matematici i u fizičkom kontekstu kao što su razumijevanje koncepta koordinatnog sustava i grafičkog prikaza funkcije.
Signifikantna učestalost pogrješnih odgovora pokazuje da 10% učenika za mjernu jedinicu puta koristi mjernu jedinicu brzine. Pretpostavka je da su to učinili zbog školske navike da iz ovakvog grafičkog prikaza određuju brzinu.

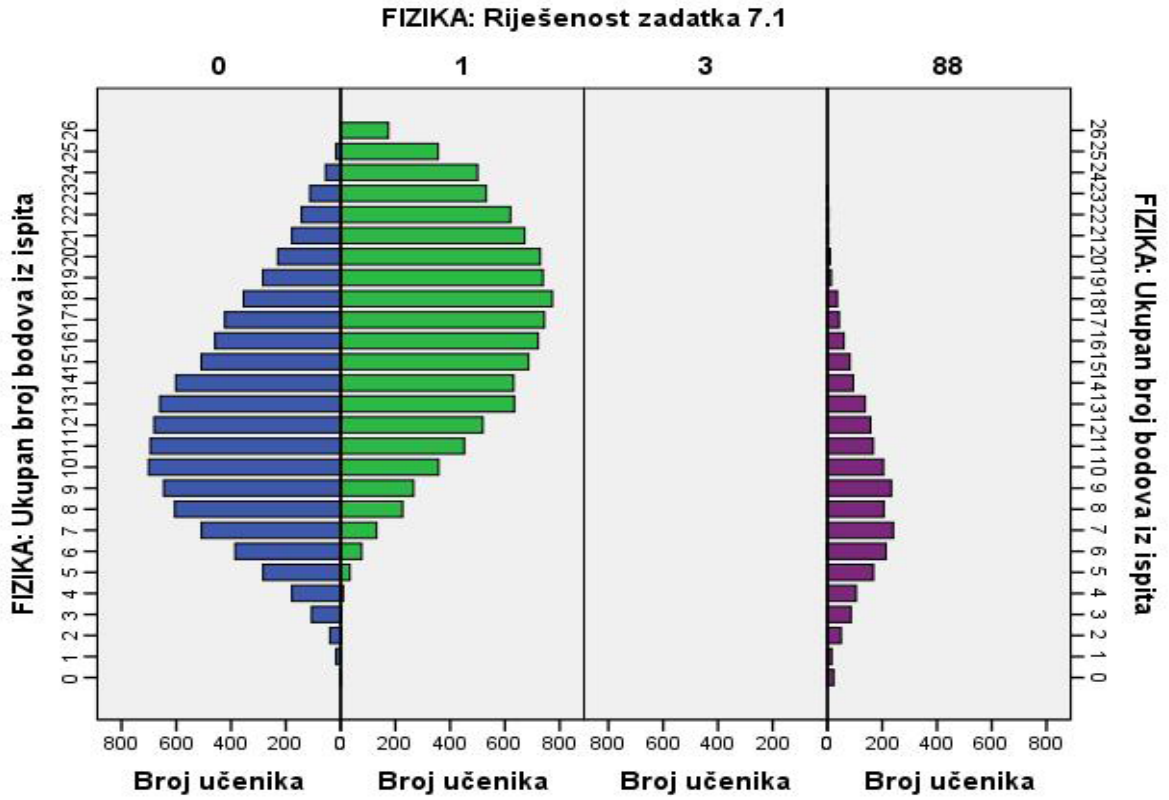
Ostale uočene pogrješke su u manjem opsegu, od čega se u 3% slučajeva javlja prepisivanje oznake iz osi ordinate, tj. pišu s/m kao mjernu jedinicu za put, a od još manje učestalih grješaka javljaju se t/s i s kao mjerne jedinice za put.

Tablica 6.7. Analiza zadatka F7

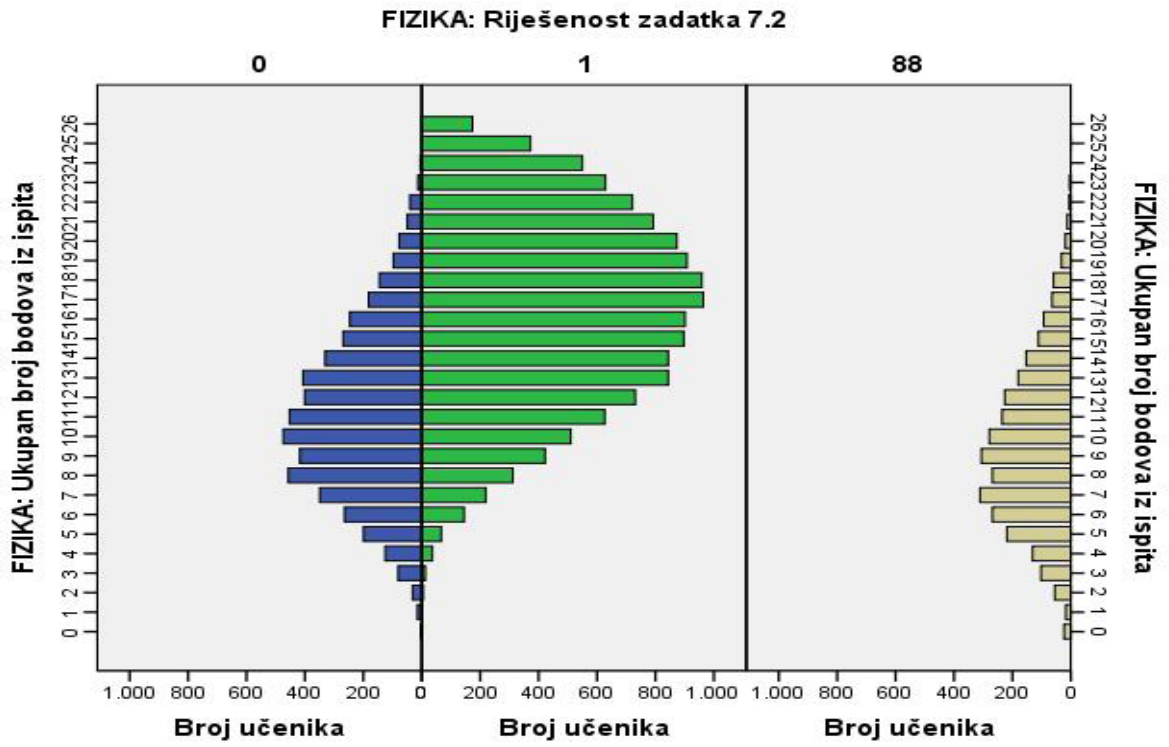
<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F7
Na temelju grafičkoga prikaza gibanja učenika biciklom napiši koliki put prijeđe od druge do četvrte sekunde.
Učenik od druge do četvrte sekunde prijeđe put od _____ .
 

Broj: 1 bod
Mjerna jedinica: 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>10</td><td>49</td><td>0,494</td><td>0,820</td></tr>
<tr><td>m</td><td>62</td><td>0,528</td><td>0,817</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJMOVI</td></tr>
<tr><td colspan="3">15./VIII. Gibanje i brzina
16./VIII. Jednoliko i nejednoliko gibanje</td><td>- put, vremenski interval
- jednoliko gibanje, nejednoliko gibanje</td></tr>
<tr><td colspan="4">SIGNIFIKANTNA UČESTALOST POGRJEŠNIH ODGOVORA</td></tr>
<tr><td colspan="2">Odgovor</td><td>Učestalost</td><td>Komentar stručne radne skupine</td></tr>
<tr><td colspan="2">Mjerna jedinica: m/s</td><td>10%</td><td>- mjerna jedinica za brzinu umjesto za put</td></tr>
<tr><td colspan="2">Mjerna jedinica: s/m</td><td>3%</td><td>- prepisano iz osi ordinata</td></tr>
</table>

Usporedba uspješnosti u ovom zadatku i uspješnosti na cijelom ispitu iz fizike pokazuje pomak prema uspješnijim učenicima na cijelom ispitu **(Slike 3.17. i 3.18.),** tj. bolje su rješavali ovaj zadatak učenici koji su uspješniji na cijelom ispitu iz fizike. S obzirom na značaj, važno je uočiti da ima 10,8% učenika koji nisu dali odgovor na brojčani dio pitanja. To su uglavnom učenici koji su srednje i ispodprosječno uspješni na cijelom ispitu **(Slika 3.17.).** Još više učenika nije napisalo nikakvu mjernu jedinicu. Njih ima 14,5%, a njihova distribucija **(Slika 3.18.)** je slična kao i kod prvog dijela zadatka.



Slika 3.17. Distribucija uspješnosti u zadatku F7.1 (0 – netočno, 1 – točno, 3 – nečitko, 88 – bez odgovora)



Slika 3.18. Distribucija uspješnosti u zadatku F7.2 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak F8

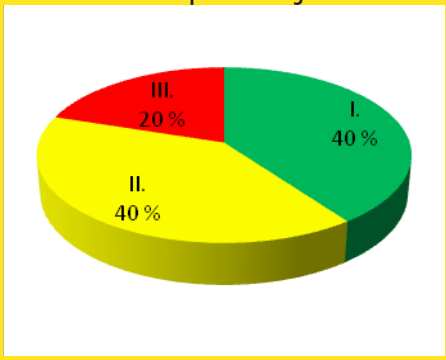
Prvo od 8 pitanja višestrukog izbora ispituje razumijevanje i primjenu pojma težine (Tablica 6.8.). Iako postoji vjerojatnost da se odgovor može dati na principu čiste reprodukcije jer se to spominje kao definicija za težinu u PIP-u, ta vjerojatnost je vrlo mala zbog toga što se to obrađivalo prije više od godinu dana u odnosu na vrijeme provođenja testiranja.

Točnih odgovora ima 50%, što je vrlo malo s obzirom na značaj razumijevanja koncepta težine u fizici, ali je tako nešto i očekivano zbog životnog utjecaja na formiranje koncepta težine s kojim učenici dolaze u školu. Pogrješan koncept težine, u kojem učenici težinu zamjenjuju s masom, je opće poznat i to se nastoji otkloniti u nastavi fizike, ali rezultati uglavnom nisu zadovoljavajući, što je i ovdje potvrđeno na temelju signifikantne učestalosti pogrješnih odgovora. Tako 22,7% učenika odgovara da je težina drugi naziv za masu tijela, a drugih 11,3% učenika za definiciju težine uzimaju definiciju za masu koja je uobičajena u udžbenicima. Pomalo je iznenađujuće da 15,5% učenika težinu shvaćaju kao gustoću.

Tablica 6.8. Analiza zadatka F8

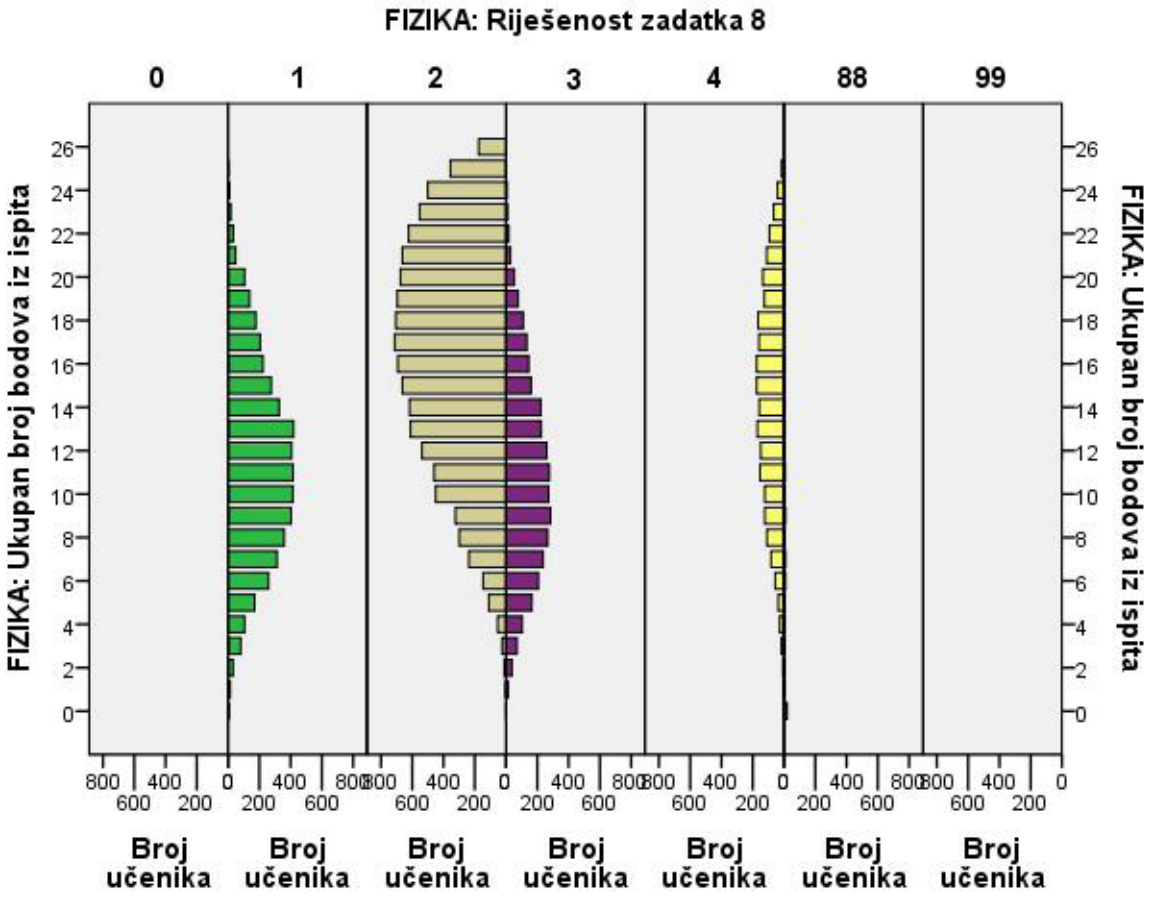
<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F8
Težina tijela je:

a) drugi naziv za masu tijela
b) sila kojom tijelo djeluje na podlogu ili na ovjes ako visi
c) količnik mase i obujma tijela
d) mjera za tromost ili inerciju tijela
.

Točan odgovor: 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>b)</td><td>50%</td><td>0,279</td><td>0,822</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJAM</td></tr>
<tr><td colspan="3">10./VIII. Sila teža</td><td>- težina</td></tr>
<tr><td colspan="4">SIGNIFIKANTNA UČESTALOST POGRJEŠNIH ODGOVORA</td></tr>
<tr><td>Odgovor</td><td>Učestalost</td><td colspan="2">Komentar stručne radne skupine</td></tr>
<tr><td>a)</td><td>22, 7%</td><td colspan="2">- ne razlikuju masu i težinu</td></tr>
<tr><td>c)</td><td>15,5%</td><td colspan="2">- zamijenili pojam težine i gustoće</td></tr>
<tr><td>d)</td><td>11,3%</td><td colspan="2">- zamijenili težinu i masu</td></tr>
</table>

Distribucija uspješnosti **(Slika 3.19.)** pokazuje raspodjelu svih odgovora u odnosu na uspješnost u cijelom ispitu iz fizike na način da su alternativni odgovori a), b), c) i d) označeni brojkama od 1 do 4 tako da 1 zamjenjuje a), 2 zamjenjuje b) itd. Distribucija točnih odgovora (stupac 2) je slična kao i u prethodnim zadatcima.

Distribucija pogrješnih odgovora, kod kojih učenici ne razlikuju težinu i masu, je gotovo podjednako raspoređena kod svih učenika, bez obzira na njihovu uspješnost na cijelom ispitu iz fizike, s time da je uočljiv mali pomak prema manje uspješnim učenicima (stupac 1). Slična je i distribucija odgovora u kojima se zamjenjuje težina i gustoća, ali ima izraženiji pomak prema manje uspješnim učenicima na cijelom ispitu. S druge strane, definicije težine i mase više zamjenjuju uspješniji učenici na cijelom ispitu iz fizike.



Slika 3.19. Distribucija uspješnosti u zadatku F8 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88 – nema odgovora, 99 – zaokruženo više odgovora)

Zadatak F9

Ovo pitanje višestrukog izbora ispituje analizu i primjenu pojma pritiska ili tlaka na jednostavnijim primjerima. Postotak točnih odgovora od 68,2% je dosta visok u odnosu na prosjek cijelog ispita, što se može pripisati tome da se zadatak odnosi na realnu životnu situaciju blisku učenicima. Iako se radi o zadatku koji vjerno reproducira najčešće korišteni primjer u nastavi, procjena je da su za uspješno rješavanje trebale više kognitivne razine jer je tlak obrađivan prije više od godinu dana, tako da je čista reprodukcija ilustriranih primjera vjerojatno otišla u zaborav.

Distribucija uspješnosti **(Slika 3.20.)** pokazuje već uobičajenu raspodjelu točnih odgovora kao i na većini ostalih pitanja u ispitu. Značajnije je primijetiti da na distraktor c) ide vrlo malo odgovora, na temelju čega se može zaključiti da taj distraktor nije najbolje odabran pri samoj konstrukciji pitanja.

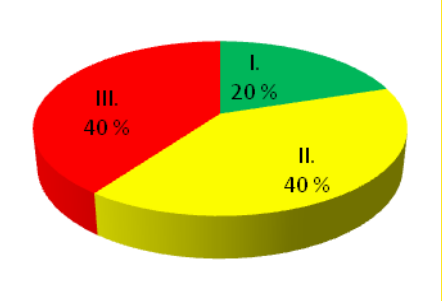
Tablica 6.9. Analiza zadatka F9

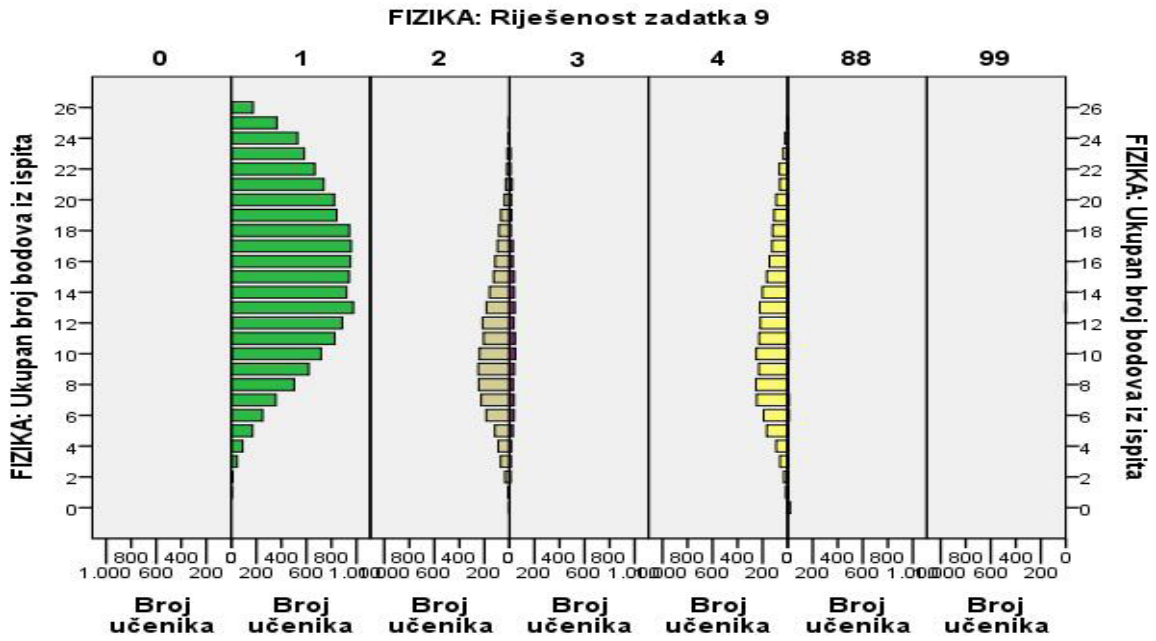
<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F9

Na skijama se manje propada u snijeg nego u cipelama jer:

a) skije imaju veću ploštinu od cipela
b) skije imaju manju masu od cipela
c) su skije uske
d) skije imaju glatku površinu

Točan odgovor: 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI

Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>a)</td><td>68%</td><td>0,255</td><td>0,823</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJAM</td></tr>
<tr><td colspan="3">14./VII. Tlak</td><td>- tlak</td></tr>
</table>

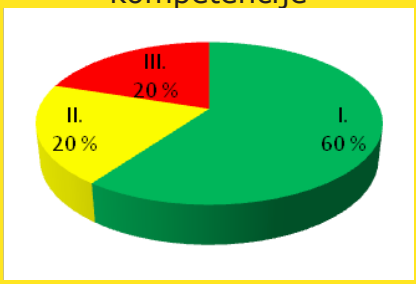


Slika 3.20. Distribucija uspješnosti u zadatku F9 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88 – nema odgovora, 99 – zaokruženo više odgovora)

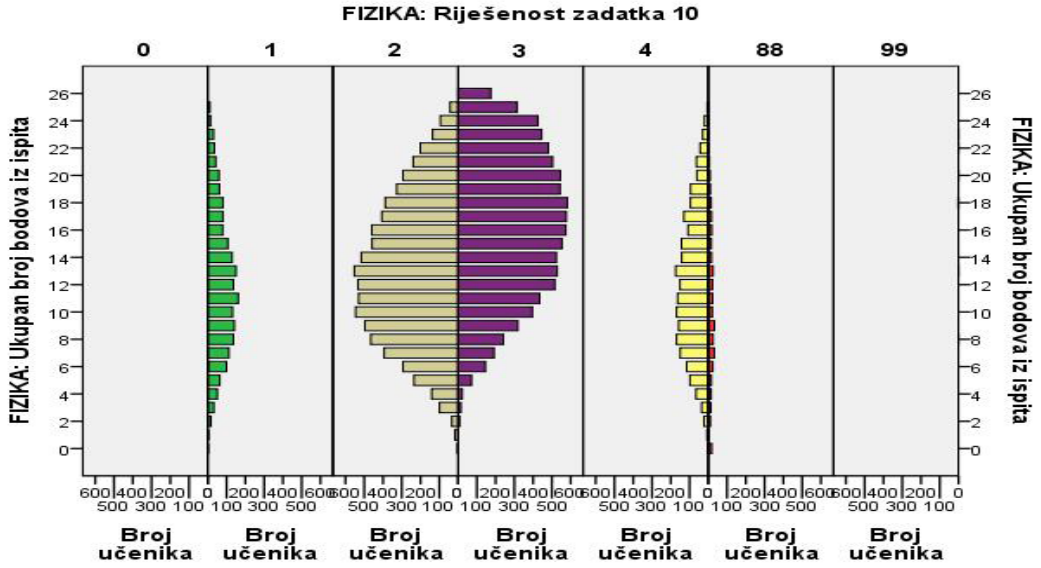
Zadatak F10

Zadatak traži prepoznavanje i razumijevanje pojma unutarnje energije (Tablica 6.10.) koji je važan, ali težak i apstraktan za učenike. Zbog toga se i smatra da je slabija riješenost zadatka (41%) posljedica apstraktnog pojma, kojeg je teško ilustrirati u nastavi, ali i nedostatka eksperimentalnog načina rada na čijim primjerima bi se učenicima mogle predočiti zakonitosti djelovanja unutarnje energije.

Tablica 6.10. Analiza zadatka F10

Zadatak F10	PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Unutarnju energiju tijela čine: a) elastična i kinetička energija njegovih molekula b) gravitacijska i potencijalna energija tijela c) kinetička i potencijalna energija njegovih molekula d) kinetička i električna energija tijela Točan odgovor: 1 bod	Procjena kognitivne kompetencije 

METRIJSKE KARAKTERISTIKE			
Rješenje	**Uspješnost**	**Diskriminativnost**	**Cronbach α ako se izbaci zadatak**
c)	**42%**	**0,268**	**0,823**
TEMA U PIP-u			KLJUČNI POJAM
7./VII. Građa tvari 20./VII. Unutarnja energija			- čestice tvari - unutarnja energija



Slika 3.21. Distribucija uspješnosti u zadatku F10 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88 – nema odgovora, 99 – zaokruženo više odgovora)

Distribucija uspješnosti pokazuje da je najviše pogrješnih odgovora (36,2%) dano na način da unutarnju energiju tijela čini gravitacijska i potencijalna energija tijela **(Slika 3.21.).** Ovi odgovori su gotovo ravnomjerno raspoređeni kod učenika svih razina uspješnosti na cijelom ispitu iz fizike, što potvrđuje zaključak da je pojam unutarnje energije teško razumljiv i apstraktan učenicima. Ovaj zaključak bi mogao sugerirati i podatak da oko 1,8% učenika nije dalo nikakav odgovor, iako je to pitanje višestrukog izbora. Međutim, to je ipak premali postotak da bi bio statistički značajan.

Zadatak F11

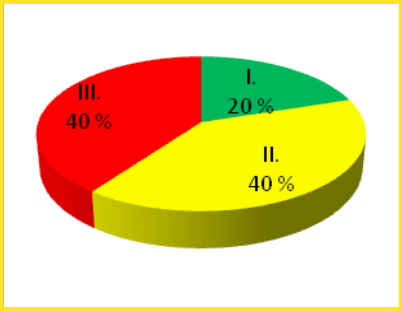
Računski zadatak iz područja elektriciteta u kojem se traži razumijevanje i primjena izraza za snagu električne struje, uz analizu podataka iz zadatka (Tablica 6.11.). Rješivost je vrlo mala što upućuje na nedovoljno obrađenu jednu od temeljnih relacija u fizici. Također, veliki postotak (33%) pogrješnih odgovora, da je snaga jednaka 220 V, ponovo upućuje na značaj mjernih jedinica jer se taj odgovor mogao eliminirati samo na osnovu poznavanja mjerne jedinice za snagu.

Tablica 6.11. Analiza zadatka F11

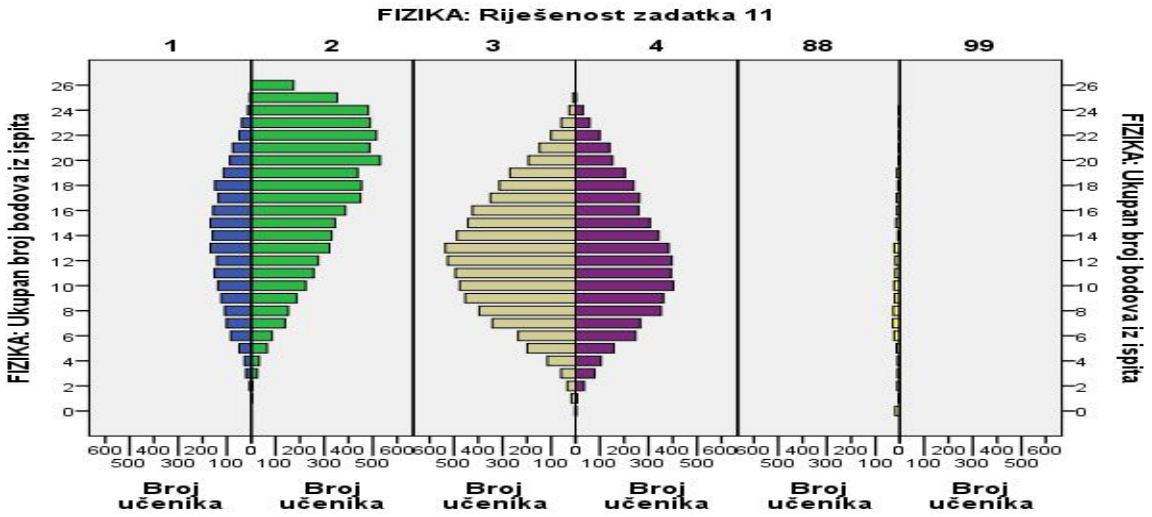
<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F11

Električnom grijalicom prolazi struja 5 A, a priključena je na napon gradske mreže. Kolika je snaga električne grijalice?

a) 1100V
b) 1100W
c) 220 V
d) 220 W

Točan odgovor: 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>b)</td><td>33%</td><td>0,344</td><td>0,819</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJAM</td></tr>
<tr><td colspan="3">19./VII. Snaga
8./VIII. Mjerenje električne struje
9./VIII. Električni napon
11./VIII. Rad i snaga električne struje</td><td>- snaga, vat, W
- električna struja, amper, A
- električni napon, volt, V
- snaga električne struje</td></tr>
</table>

Distribucija točnih odgovora u ovom zadatku **(Slika 3.22.)** pokazuje značajan pomak prema uspješnim učenicima na cijelom ispitu iz fizike, što znači da ovaj zadatak dobro diskriminira uspješne od neuspješnih učenika, ali nedovoljno diskriminira međusobno manje uspješne učenike. Na temelju toga može se zaključiti da dobro odabrani zadatci višestrukog izbora mogu dobro diskriminirati uspješne od neuspješnih učenika. To bi moglo biti značajno za buduće projekte vrjednovanja jer je zadatke višestrukog izbora najlakše i najobjektivnije ispraviti.

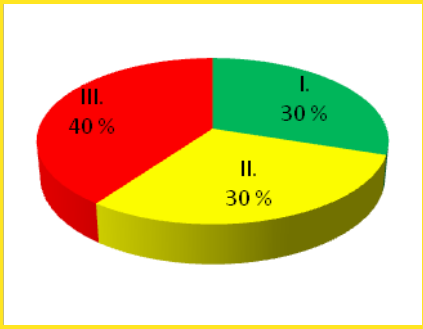


Slika 3.22. Distribucija uspješnosti u zadatku F11 (1 = a), 2 = b), 3= c), 4 = d), 88 – nema odgovora, 99 – zaokruženo više odgovora)

Zadatak F12

Zadatak višestrukog izbora u kojem se traži primjena znanja o gravitacijskoj potencijalnoj energiji uz analizu podataka iz zadatka (Tablica 6.12.). Vjerojatno je česta ilustracija u nastavi na sličnim primjerima rezultirala sa 61,3% točnih odgovora.

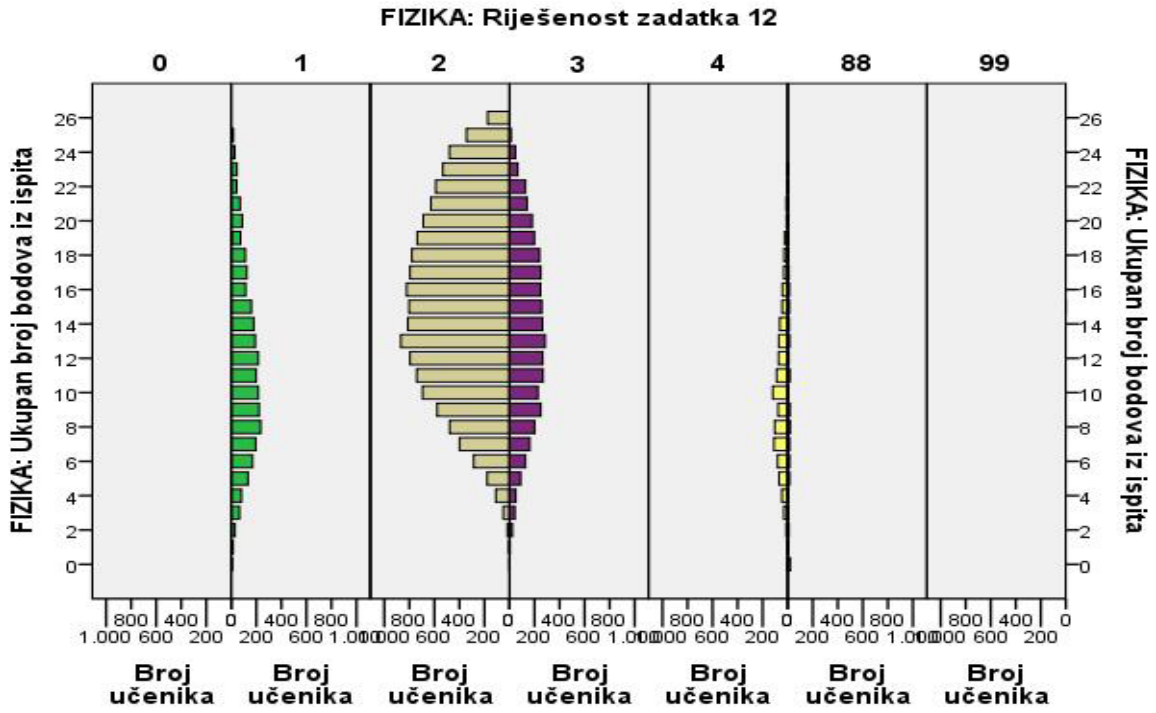
Tablica 6.12. Analiza zadatka F12

Zadatak F12	PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
U čašama na stolu nalaze se jednake količine vode sobne temperature. Podignemo li jednu čašu, promijenit će se: a) unutarnja energija vode b) gravitacijska potencijalna energija vode c) kinetička energija vode d) kemijska energija vode Točan odgovor: 1 bod	Procjena kognitivne kompetencije 

METRIJSKE KARAKTERISTIKE			
Rješenje	**Uspješnost**	**Diskriminativnost**	**Cronbach α ako se izbaci zadatak**
b)	**61%**	**0,138**	**0,828**
TEMA U PIP-u			KLJUČNI POJAM
17./VII. Gravitacijska energija 20./VII. Unutarnja energija			- gravitacijska potencijalna energija - temperatura

Od pogrješnih odgovora, njih 18,5% odnosi se na pojam kinetičke energije što se može pripisati postupku samog podizanja čaše, koji predstavlja primjer kinetičke energije tijekom kretanja čaše. Da bi se to izbjeglo trebalo je malo promijeniti sam tekst pitanja.

Distribucija točnih odgovora **(Slika 3.23.)** pokazuje da su točno odgovarali uglavnom uspješni i srednje uspješni učenici na cijelom ispitu iz fizike. Mali postotak učenika koji su za odgovor odabrali kemijsku energiju vode (stupac 4) ukazuje da ovaj distraktor nije najbolje odabran.



Slika 3.23. Distribucija uspješnosti u zadatku F12 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88 – nema odgovora, 99 – zaokruženo više odgovora)

Zadatak F13

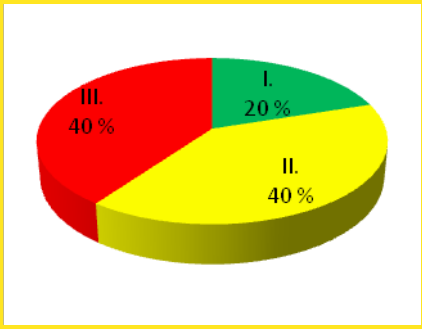
U ovom zadatku je, na temelju analize podataka, trebalo primijeniti zakon očuvanja energije na konkretnom primjeru. Slabiji postotak točnih odgovora (40%) posljedica je apstraktnog i učenicima nedovoljno jasnog pojma izmjene topline, odnosno zakona očuvanja energije. To potvrđuju i najčešći netočni odgovori (29,7%) koji se odnose na razmišljanje učenika da je toplina koju preda toplije mlijeko veća od topline koju hladnije primi. Ovakvo razmišljanje ima uporište u svakodnevnim situacijama gdje je zaista toplina koju preda toplije mlijeko veća od topline koju primi hladnije mlijeko jer postoje gubici na okolinu. S obzirom da je u pitanju navedeno da se toplinski gubici zanemaruju, to navodi na zaključak da nastava fizike nije u dovoljnoj mjeri uspjela učenike usmjeriti na ispravan koncept očuvanja energije.

Tablica 6.13. Analiza zadatka F13

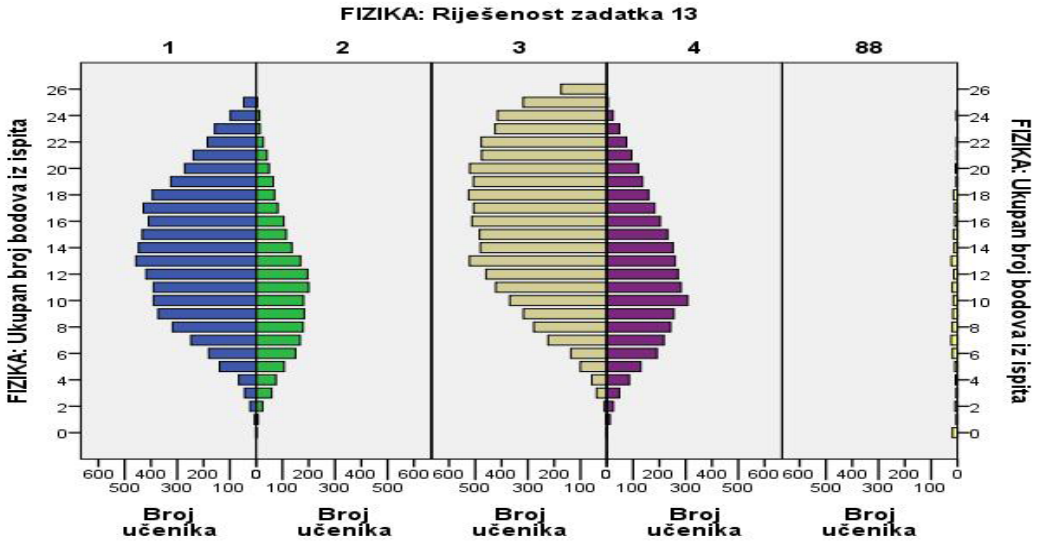
<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F13

Pregrijano mlijeko temperature 100 °C ne možemo piti, pa ćemo dodati jednaku količinu hladnoga mlijeka temperature 8 °C. Zanemarimo li toplinske gubitke, toplina koju preda toplije mlijeko bit će:

a) veća od topline koju hladnije primi
b) ovisna o gustoći toplijega mlijeka
c) jednaka toplini koju primi hladnije mlijeko
d) ovisna o gustoći hladnijega mlijeka

Točan odgovor: 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>c)</td><td>40%</td><td>0,194</td><td>0,826</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJAM</td></tr>
<tr><td colspan="3">16./VII. Energija
20./VII. Unutarnja energija
22./VII. Mjerenje temperature</td><td>- pretvorba energije
- toplina, temperatura
- Celsiusov stupanj, °C</td></tr>
</table>

Distribucija uspješnosti **(Slika 3.24.)** pokazuje da su točno odgovarali uglavnom uspješni i srednje uspješni učenici na cijelom ispitu iz fizike (stupac 3), ali isto tako stupac 1 pokazuje da se krivi koncept očuvanja energije podjednako pojavljuje kod uspješnih i neuspješnih učenika. To znači da se zakon očuvanja energije treba više eksperimentalno obrađivati kako bi učenicima postao bliži i razumljiviji.



Slika 3.24. Distribucija uspješnosti u zadatku F13 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88 – nema odgovora, 99 – zaokruženo više odgovora)

Zadatak F14

Zadatak ispituje razumijevanje pojmova slobodnog pada i jednoliko ubrzanog gibanja te njihovu sintezu na temelju konkretnog primjera. Iako je to konkretna primjena na životnu situaciju, uspješnost je dosta slaba, tj. samo 53,7% učenika smatra da se brzina jabuke koja slobodno pada stalno jednoliko povećava. To se može pripisati „iskustvenoj fizici", odnosno aristotelovskom pristupu jer se u stvarnosti tijela zaista ne gibaju savršeno jednoliko ubrzano pri padanju, zbog otpora zraka. Međutim, to nije slobodan pad po definiciji jer pri slobodnom padu nema otpora zraka. Na temelju toga može se zaključiti da učenici nisu dovoljno usvojili pojam slobodnog pada. To se može poboljšati jedino eksperimentalnim potkrepljivanjem. Ove zaključke sugerira i 25% netočnih odgovora koji kažu da se brzina pri slobodnom padu ne mijenja cijelim dijelom puta.

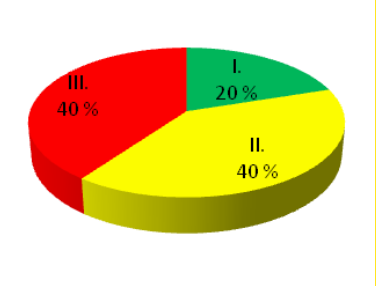
U predloženim odgovorima uočava se nespretna formulacija odgovora a) gdje se kaže „cijelim dijelom puta". Međutim, to nije značajnije utjecalo na odgovore učenika, što se vidi i po tome da je taj distraktor biralo 25% učenika. Bitno je da piše „ne mijenja" jer je svejedno da li učenici gledaju cijeli put ili dio puta, brzina se u svakom slučaju jednoliko povećava.

Tablica 6.14. Analiza zadatka F14

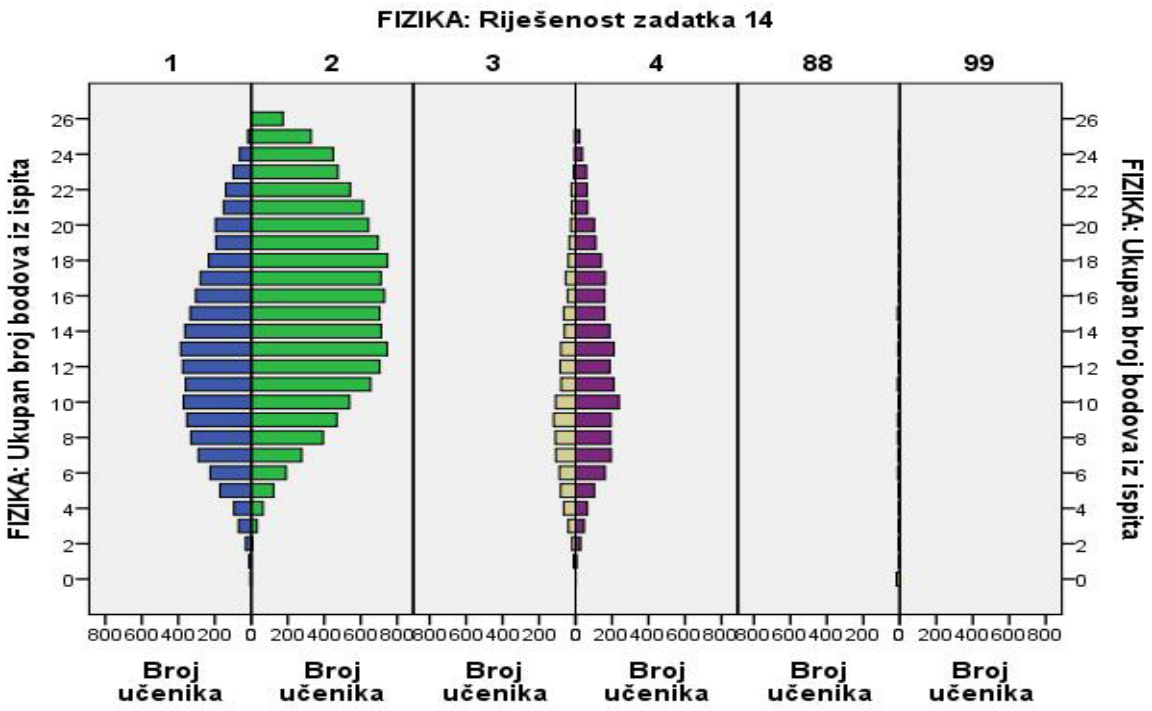
<table>
<tr><td colspan="3">Zadatak F14

Jabuka slobodno pada s drveta. To znači da se brzina jabuke:

a) ne mijenja cijelim dijelom puta
b) stalno jednoliko povećava
c) u početku povećava, a zatim smanjuje
d) u početku povećava, a zatim ostaje ista

Točan odgovor: 1 bod</td><td>PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
Procjena kognitivne kompetencije
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">METRIJSKE KARAKTERISTIKE</td></tr>
<tr><td>Rješenje</td><td>Uspješnost</td><td>Diskriminativnost</td><td>Cronbach α ako se izbaci zadatak</td></tr>
<tr><td>b)</td><td>54%</td><td>0,177</td><td>0,826</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA U PIP-u</td><td>KLJUČNI POJAM</td></tr>
<tr><td colspan="3">15./VIII. Gibanje i brzina
18./VIII. Jednoliko ubrzano gibanje</td><td>- brzina
- jednoliko ubrzano gibanje, slobodni pad</td></tr>
</table>

Distribucija uspješnosti **(Slika 3.25.)** pokazuje slično kao i u prethodnom zadatku, ako se gleda distribucija pogrješnog odgovora a), tj. učenici su ostali na iskustvenom razmišljanju umjesto na znanstveno dokazanom koje se uči u školi. S obzirom da se iskustveno razmišljanje može najbolje prevladati novim iskustvima, potrebno je više eksperimentalnog potkrepljivanja znanstvenih činjenica koje same po sebi nisu jasne učenicima.



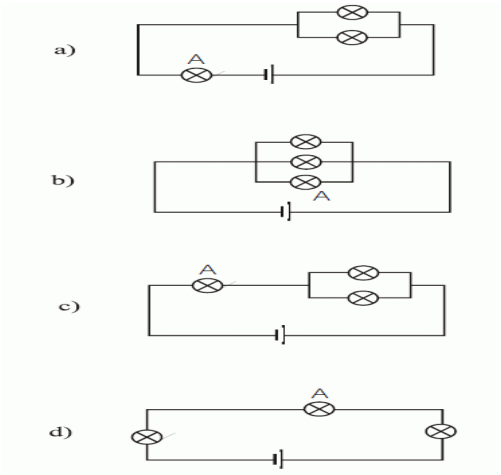
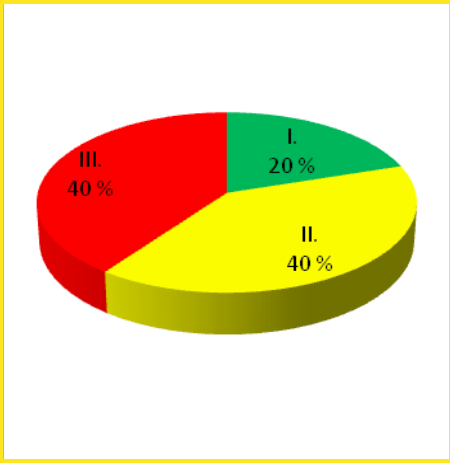
Slika 3.25. Distribucija uspješnosti u zadatku F14 (1 = a) ,2 = b), 3 = c), 4 = d), 88 – nema odgovora, 99 – zaokruženo više odgovora)

Zadatak F15

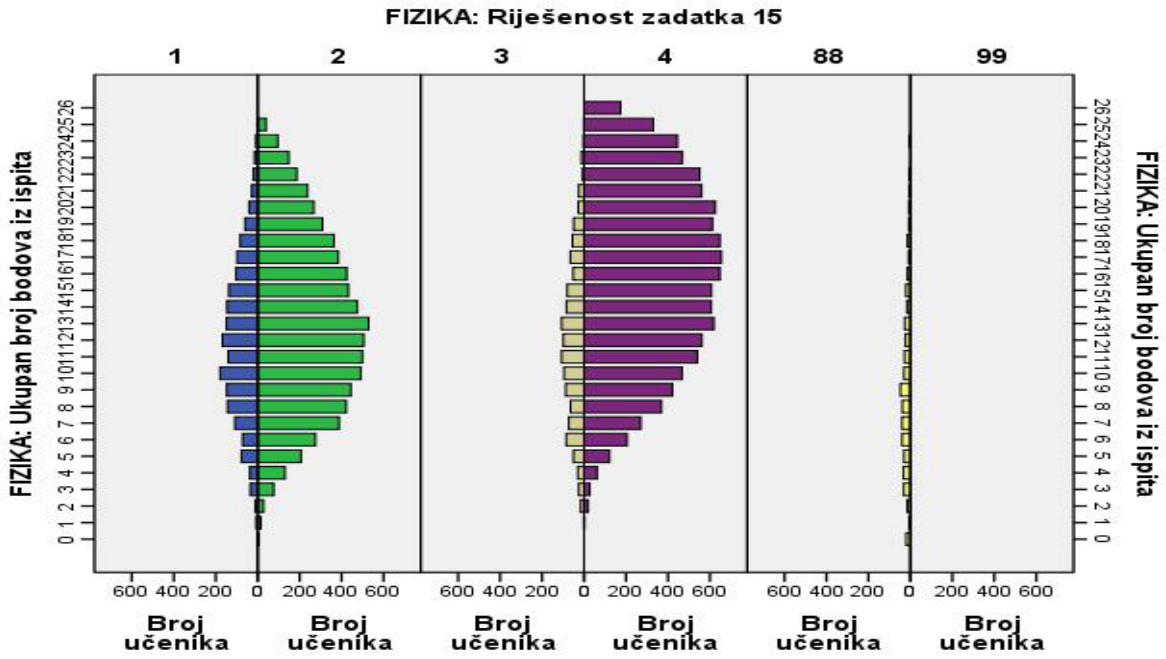
U ovom zadatku je potrebno analizirati svaki od strujnih krugova te na temelju poznavanja razlike između serijskog i paralelnog spoja zaključiti koja će žarulja najslabije svijetliti. S obzirom da se zaključak o sjaju žaruljice najbolje usvoji pri samom eksperimentu, tj. pri spajanju različitih vrsta spojeva trošila, može se zaključiti da 47,7% točnih odgovora potvrđuje slabiju prisutnost eksperimentalnog rada iz područja elektriciteta. To potkrepljuje i podatak da je najčešći netočan odgovor (33,8%) da žaruljice najslabije svijetle u paralelnom spoju (odgovor b). Pritom valja napomenuti da učenici spajaju strujne krugove također i u tehničkoj kulturi.

Distribucija uspješnosti pokazuje pomak točnih odgovora prema učenicima koji su uspješniji na cijelom ispitu iz fizike **(Slika 3.26.),** a distribucija najčešćeg pogrješnog odgovora (stupac 2) pokazuje da su podjednako griješili učenici koji su uspješniji, kao i oni koji su manje uspješni na cijelom ispitu.

Tablica 6.15. Analiza zadatka F15

Zadatak F15	PROCIJENJENE VRIJEDNOSTI
U strujnim krugovima na slici sve su žaruljice **jednake**. U kojem će strujnome krugu žaruljica A **najslabije** svijetliti?  Točan odgovor: 1 bod	Procjena kognitivne kompetencije 

METRIJSKE KARAKTERISTIKE			
Rješenje	**Uspješnost**	**Diskriminativnost**	**Cronbach α ako se izbaci zadatak**
d)	**49%**	**0,126**	**0,828**
TEMA U PIP-u			KLJUČNI POJAM
1./VIII. Strujni krug i njegovi elementi 3./VIII. Spajanje trošila u strujnome krugu			- izvori, trošila i spojne žice - serijski i paralelni spoj



Slika 3.26. Distribucija uspješnosti u zadatku F15 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88 – nema odgovora, 99 – zaokruženo više odgovora)

4.1.5. Tipologija pogrješaka na temelju analize netočno riješenih zadataka

Kvalitativnom analizom pogrješnih odgovora (detaljno opisanom u poglavlju 3.) na reprezentativnom uzorku od 500 ispita uočene su slijedeće signifikantne pogrješke učenika:

1. U zadatku gdje je trebalo pridružiti oznake za mjerne jedinice i oznake za pripadajuće mjerne jedinice najčešće pogrješke su bile te da su učenici povezivali ista slova ili iste redove.
2. 59% učenika ne zna pridružiti oznaku za napon (*U*) sa oznakom za pripadajuću mjernu jedinicu (V).
3. Kod prepoznavanja vrste energije na konkretnom primjeru najčešća pogrješka je bila zamjenjivanje kinetičke i gravitacijske potencijalne energije.
4. Umjesto točnog odgovora za pretvaranje 50 m^2 u dm^2 koji iznosi 5000 dm^2, udio od 35,37% učenika je odgovorilo 500 dm^2 ili iznos od 50000 dm^2 je napisalo 21,83% učenika. Oko 10% učenika je dalo odgovore poput: 3^2, 500^2, 2750, 12500.
5. Na pitanje koliko dm^3 zauzima obujam od 50 m^3 veliki dio učenika je napravio pogrješke u preračunavanju mjernih jedinica obujma. Najčešći netočni odgovori učenika su 500 dm^3 - što je odgovorilo 28,39% učenika, 13,98% učenika je odgovorilo 5000000 dm^3, a 5000 dm^3 ima odgovor 11,02% učenika. Oko 10 % slučajeva netočnih odgovora odnosi se na potpuno nepoznavanje preračunavanja fizikalnih veličina. Takvi odgovori su primjerice: 12500, 75000, 123000, 137500.
6. 60% učenika ne zna pretvarati obujam izražen u litrama u obujam izražen u kubnim decimetrima.
7. Pri iskazivanju rezultata mjerenja obujma pomoću menzure, 19% učenika ima točan broj, ali krivu mjernu jedinicu, a 12% učenika nije dalo nikakav odgovor na to pitanje.
8. 16,2% učenika nije dalo odgovor na pitanje gdje se tražilo određivanje iznosa jednog podjeljka dinamometra.
9. 56% učenika nije napisalo mjernu jedinicu za gustoću, a 17% je napisalo pogrješnu mjernu jedinicu za gustoću, od čega su najčešće kg ili m^3.

10. 10% učenika za mjernu jedinicu puta koristi mjernu jedinicu brzine.
11. 10,8% učenika nije dalo odgovor na pitanje u kojem je trebalo očitati brojčani dio iznosa puta iz grafičkog prikaza ovisnosti puta o vremenu.
12. 14,5% učenika nije dalo odgovor na pitanje u kojem je trebalo očitati mjernu jedinicu za put iz grafičkog prikaza ovisnosti puta o vremenu.
13. 22,7% učenika odgovara da je težina drugi naziv za masu tijela, a drugih 11,3% učenika za definiciju težine uzimaju definiciju za masu koja je uobičajena u udžbenicima.
14. 15,5% učenika težinu shvaća kao gustoću.
15. Da unutarnju energiju tijela čini gravitacijska i potencijalna energija tijela odgovorilo je 36,2% učenika.
16. 33% učenika odgovora da je snaga jednaka 220 V.
17. 18,5% učenika smatra da se čaši s vodom promijeni kinetička energija ako ju podignemo na višu razinu.
18. 29,7% učenika smatra da je toplina koju preda toplije mlijeko veća od topline koju hladnije primi, iako je pretpostavka da su gubici zanemareni.
19. 33,8% učenika odgovara da žaruljice najslabije svijetle u paralelnom spoju.

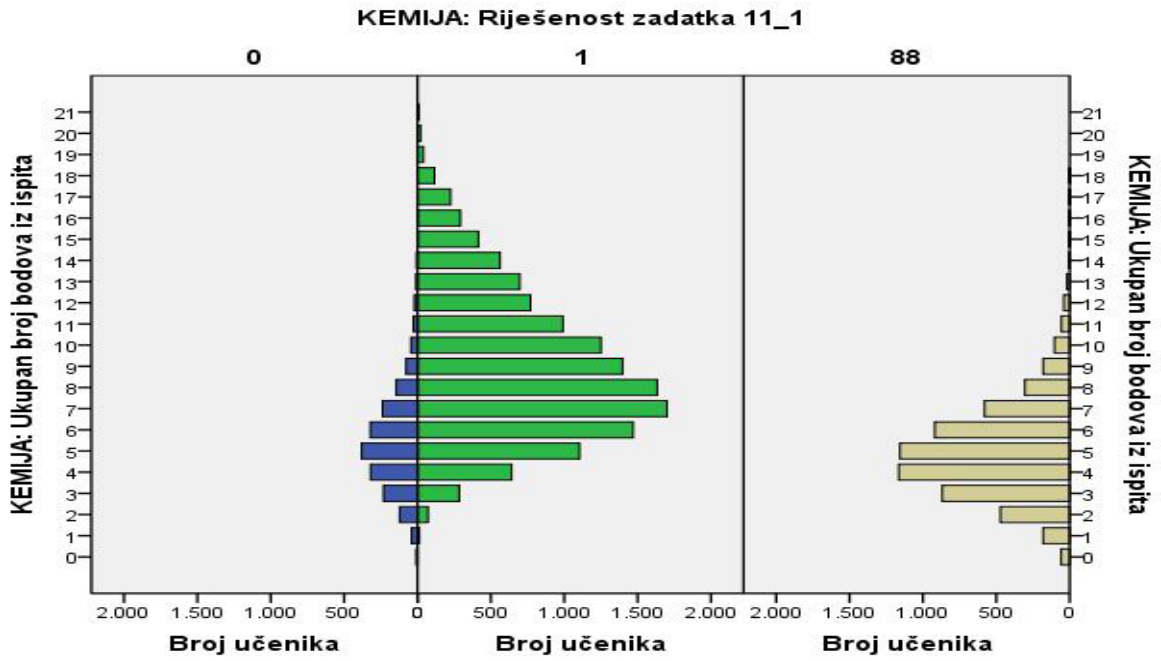
4.2. Analiza ispita iz kemije

4.2.1. Analiza netočnih odgovora

Ključan korak kvalitativne analize bio je ponovni ispravak ispita iz reprezentativnog uzorka s ciljem prikupljanja i obrade podataka, koji nisu sadržani u originalnoj bazi Centra. Jedan od prioriteta ovog istraživanja bio je u svakom zadatku posebno istražiti elemente uspješnosti i diskriminativnosti (s posebnim naglaskom na uočeno u objektivnim zadatcima otvorenog tipa (ispit iz kemije: zadatci 11. – 15.). Nakon utvrđivanja valjanosti pripremljenog reprezentativnog uzorka [5] napravljen je ponovni ispravak [6] pripremljenog reprezentativnog uzorka. U ovom poglavlju prezentirani su podatci prikupljeni u tom postupku. Distribucija netočnih odgovora prikazana je također kroz shemu kao na **Slici 3.27.** koju smatramo pogodnom za brzu inspekciju valjanosti odabira distraktora. Slika prikazuje simultano histograme distribucije pojavljivanja netočnih (ali i točnih odgovora u svakom pojedinom zadatku) u ovisnosti o općem uspjehu (rezultatu) svakog učenika na ispitu.

Histogrami pokazuju samo udio odgovora na ponuđena pitanja. Nije prikazan udio zadataka bez odgovora i udio zadataka s više zaokruženih odgovora.

Rješivost, u usporedi s predviđenom rješivosti, prikazali smo kada je to bilo svrsishodno.



Slika 3.27. Matrica uspješnosti rješavanja svakog pojedinog zadatka o ovisnosti od ukupno postignutog rezultata na ispitu iz kemije (0 - netočno, 1 - točno, 88 - bez odgovora; 99 -višeznačno)

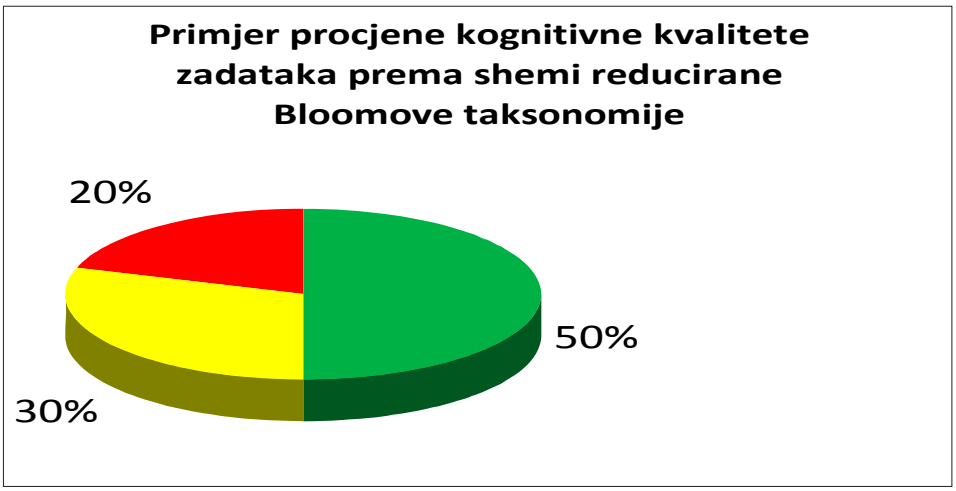
4.2.2. Postupci provedeni tijekom kvalitativne analize ispita iz kemije

Korake postupka kvalitativne analiza ispita kojoj je primarni cilj bio kvantizirati sistematiku pogrješnih odgovora učenika i tako dopuniti dotadašnju, metrijsku analizu ispita, koju je načinio Institut društvenih znanosti Ivo Pilar [4], možemo sažeti prema vremenskom slijedu:

- ✓ Metodom slučajnog izbora odabran je reprezentativni uzorak od 500 ispita;
- ✓ Uzorak je analiziran kvantitativno, a rezultati uspoređeni s odgovarajućom kvantitativnom analizom svih ispita;
- ✓ Ispravljanje ispita i dokumentiranje pojavljivanja i učestalost netočnih odgovora, te ostalih elemenata koji su se javljali u ispitima;
- ✓ Načinjena je detaljna analiza pojavljivanja netočnih odgovora i postupaka na odabranom uzorku od 500 ispita koja otkriva elemente nastavnog procesa, koji su ostali skriveni kvantitativnoj analizi provedenoj od strane Centra i Instituta društvenih znanosti Ivo Pilar [4];
- ✓ Prezentiranje rezultata u odgovarajućoj formi;
- ✓ Valoriziranje svakoga zadatka iz ispita na temelju predložene reducirane Bloomove sheme [7,8] koja je prikladna u slučaju provođenja ispita zadatcima objektivnog tipa.
- ✓ Objedinjene su sve analize zadataka (1. – 15.) iz ispita kemije te su analizirani postupci rješavanja za svaki pojedini zadatak.

4.2.3. Kognitivna valorizacija ispita iz kemije

Kognitivna valorizacija ispita načinjena je prema reduciranoj shemi Bloomove taksonomije (Tablica 5.). Primjer procjene kognitivne kvalitete zadatka prema reduciranoj Bloomovoj shemi prikazan je na **Slici 3.28**. Svaki zadatak kategoriziran je prema kognitivnom udjelu pojedine kategorije, te se ta procjena nalazi u tablici vezanoj uz svaki zadatak u tekstu koji slijedi.



Slika 3.28. Primjer procjene kognitivne kvalitete zadatka prema reduciranoj shemi Bloomove taksonomije

4.2.4. Pojedinačna analiza zadataka iz kemije

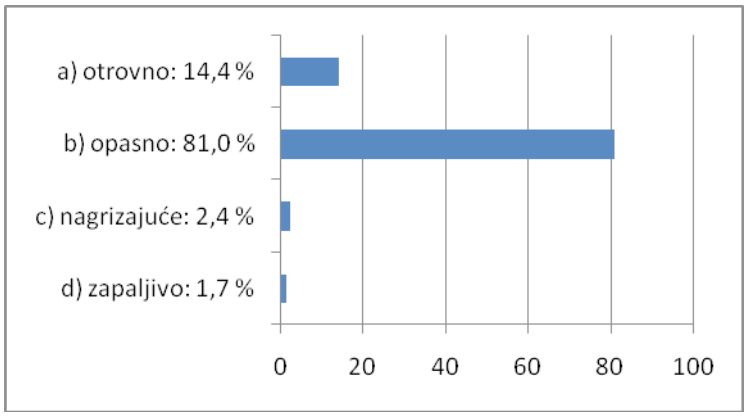
Pri pojedinačnoj analizi zadataka najprije je prikazan zadatak s rješenjem koji se analizira uz popratni strukturni dijagram. Njime se predstavlja procjena kognitivne kvalitete zadatka. Zatim je prikazana statistička distribucija svih odgovora (točnih i netočnih) prema distraktorima. Na kraju su analizirani pogrješni odgovori s osobitim naglaskom na zapaženu problematiku uočenu tijekom kvalitativne analize statistički reprezentativnog uzorka.

Kognitivna procjena zadataka može se pojasniti pomoću Tablice 3.28. i **Slike 4.1.** koja se odnosi na zadatak K1. Prema **Slici 4.1.**, procijenjeno je da se 100% zadatka K1 odnosi na prepoznavanje i shvaćanje dane informacije.

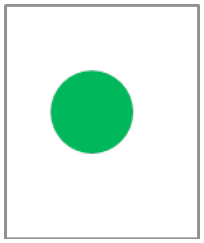
Statistička obrada odgovora za svaki pojedini zadatak može se pojasniti pomoću dijagrama na **Slici 4.1.1.** koji prikazuje raspodjelu odgovora na zadatak K1_1 u odnosu na ukupno postignut broj bodova na ispitu. Na navedenom dijagramu os apscisa prikazuje broj učenika podijeljen u tri kategorije tako da: 0 predstavlja netočne odgovore na zadatak K1_1, točni odgovori imaju oznaku 1, dok se oznaka 88 koristi u bazi podataka u slučaju kad nema odgovora. U nekim zadatcima se koristi i 99, u slučaju kad je dano više odgovora na jedno pitanje. Os ordinata prikazuje broj bodova postignut na cjelokupnom ispitu iz kemije. U zadatcima višestrukog izbora slike s oznakama (**1,2,3,4**) odnose se na zaokruženi odgovor (**a,b,c,d**) iz ispita.

Zadatak K1

Ovaj znak upozorenja, , znači:



Rješenje:
b) opasno

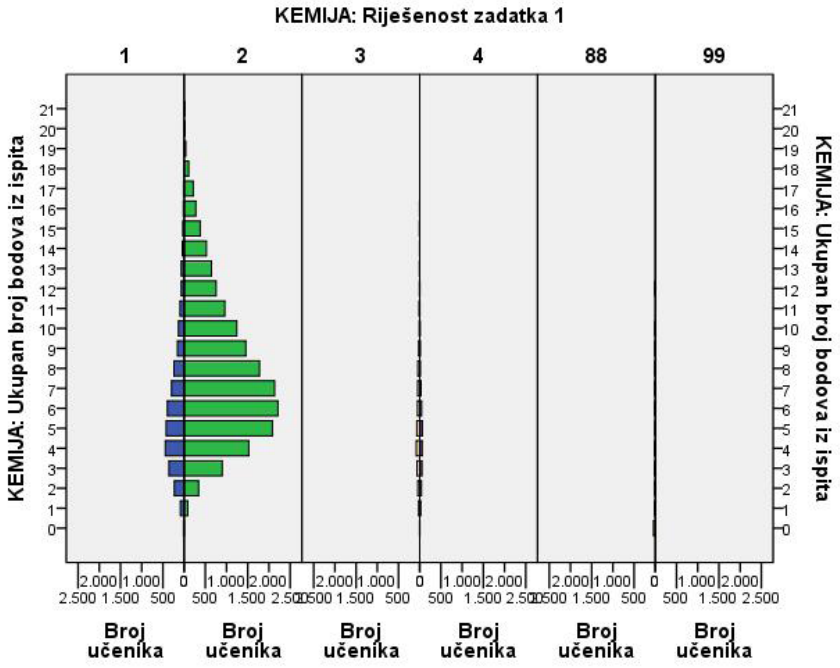


Prepoznavanje

Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete

Slika 4.1. Opće karakteristike zadatka K1

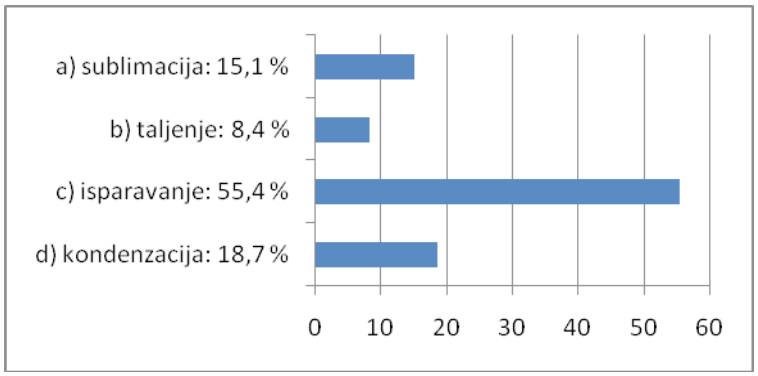
Poznavanje znakova upozorenja nužno je, i trebalo bi biti trajno znanje. Sa znakovima upozorenja učenici se susreću na početku 7. razreda, tijekom nastave kemije i u svakodnevnom životu. Potrebno je učiniti sve da to zaista bude trajno znanje. Zato prosječna riješenost od 81% nije prevelika.
Međutim, znakovi upozorenja s vremenom se mijenjaju prema potrebi i dogovoru. Primjerice, znak upozorenja iz zadatka, kakav je također u udžbenicima, više nema isto značenje. Potrebno je educirati učenike i učitelje na vrijeme o svim promjenama vezanim uz znakove upozorenja.



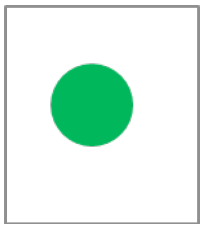
Slika 4.1.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K1: (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88, 99 -neprihvatljivo zaokruživanje)

Zadatak K2

Promjena H_2O (l) $\rightarrow$ H_2O (g) jest:



Rješenje:
c) isparavanje



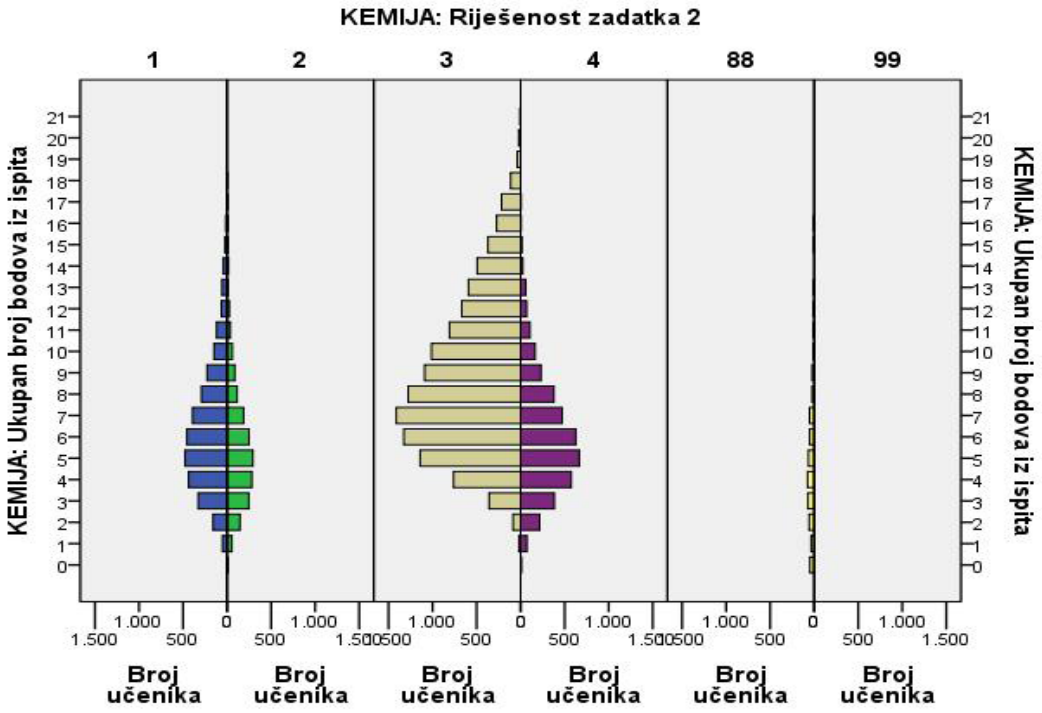
Prepoznavanje

Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete

Slika.4.2. Opće karakteristike zadatka K2

U drugom zadatku traženo je poznavanje izvjesne promjene prikazane simboličkim jezikom. Očekuje se da učenik zna da se formula H_2O odnosi na molekulu vode, a oznake (l) i (g) na tekuće, odnosno plinovito agregacijsko stanje.

Ovo je prvi od zadataka u ovom ispitu u kojem je zahtjev za poznavanjem simboličkog jezika dao rezultat koji nagovješćuje jedan od važnih propusta nastave kemije u nas. To je nepoznavanje oznaka stanja.

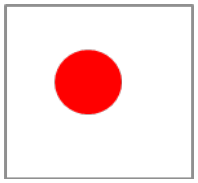


Slika 4.2.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K2: (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88, 99 – neprihvatljivo zaokruživanje)

Zadatak K3

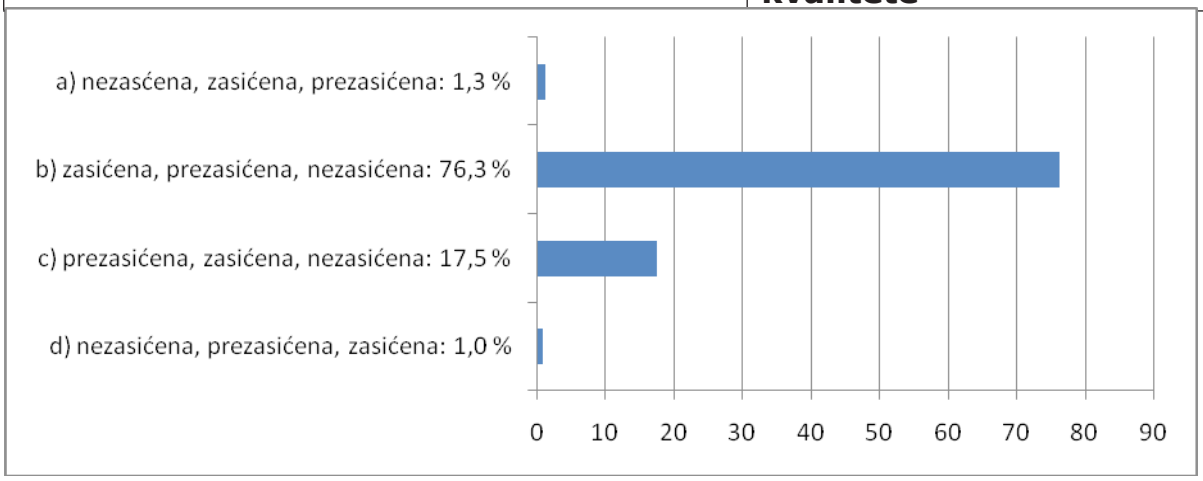
U prikazanim čašama nalaze se otopine šećera različitih koncentracija. Koja od navedenih mogućnosti ispravno opisuje prikazane otopine?

Rješenje:
c) prezasićena, zasićena, nezasićena



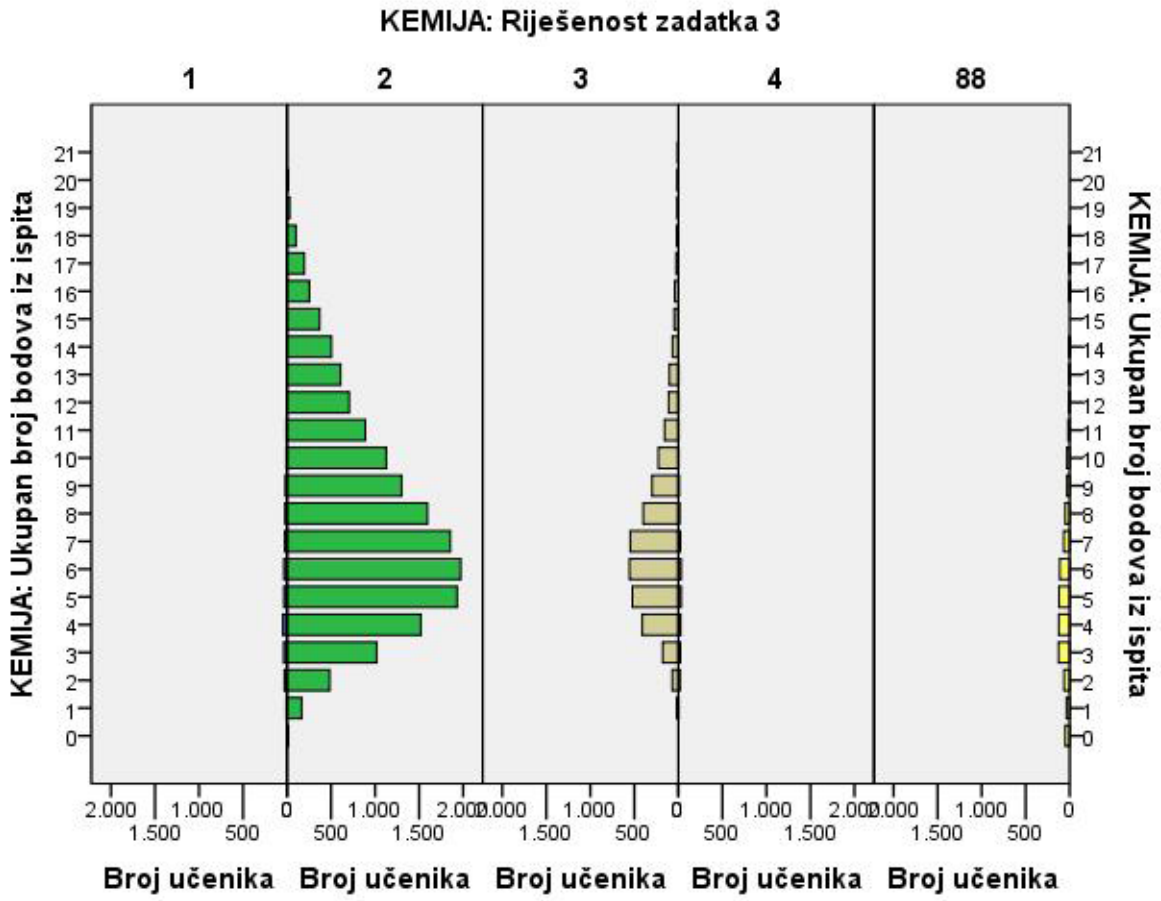
više kognitivne kompetencije

Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete



Slika 4.3. Opće karakteristike zadatka K3

Za ispravno rješenje ovog zadatka potrebno je znati što je prezasićena otopina, a to je moguće znati jedino ako je poznato umijeće pripremanja i prepoznavanja takve otopine. Pripremanje prezasićene otopine nema ništa s talogom, nego je bitno zagrijavanje. Kod više temperature otopljeno je više tvari. Polaganim hlađenjem ne će doći odmah do taloženja.
Za taloženje je potreban kristalić, ili kakav drugi centar kristalizacije, ili naprosto mehanički utjecaj. Otopina, koja je u metastabilnoj ravnoteži, izlučivanjem viška tvari prelazi u otopinu koja je u ravnoteži s izlučenom tvari u talogu. U zadatku je riječ o otopinama.



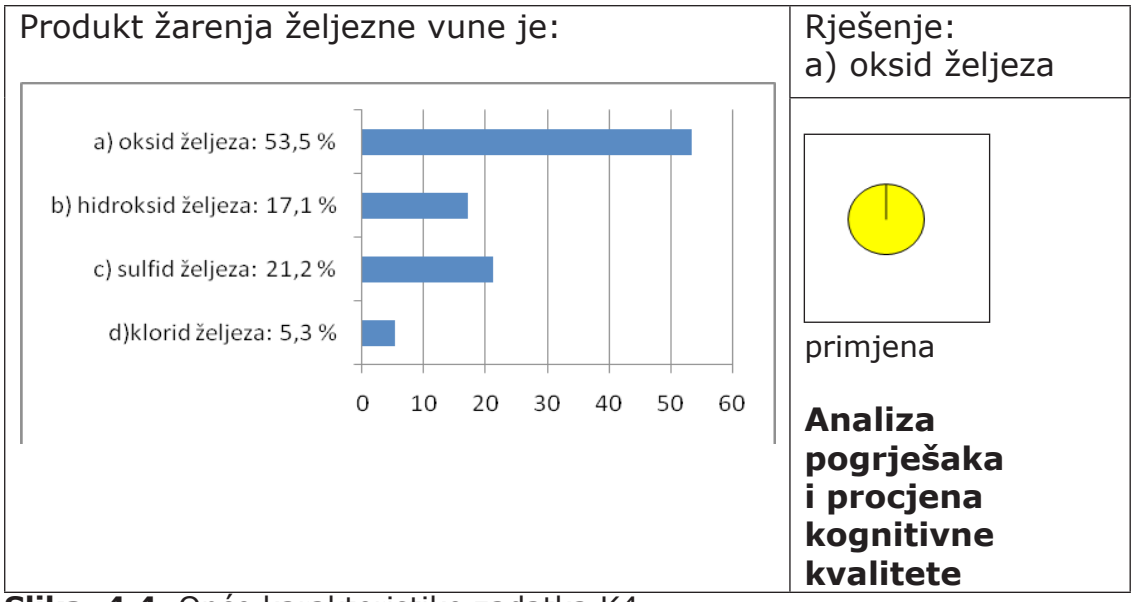
Slika 4.3.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K3 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88 – neprihvatljivo zaokruživanje)

Što je sustav? Sustav je proizvoljno određen dio svijeta (svemira) koji istražujemo. Time činimo misaoni rez. Bitan je dio znanstvene metodologije da za bilo koji pokus odvojimo ono što smatramo važnim od onog što nam se čini nevažnim za svrhu tog pokusa. Ako, dakle, kažemo da je otopina ispitivani sustav, a tako je to postavljeno u zadatku, onda je talog okolina, kao i čaša itd. Kada kažemo otopina onda je heterogenost isključena, a talog je jedino u ravnoteži s otopinom (sustavom), ali nije dio otopine (sustava). Često se u nastavi griješi u praktičnom radu koji se odnosi na definiranje sustava (ili se o tome uopće ne govori). Ako primjerice istražujemo svojstva otopine u čaši (tikvici, epruveti itd.), onda zasigurno sustav nije otopina i čaša (tikvica, epruveta itd.), nego samo otopina.

Kada učenici izvedu predložene pokuse s otopinama, neka pokušaju sami doći do zaključka o razlici zasićene i prezasićene otopine. Ako to ne mogu spontano, potrebno ih je potaknuti i voditi. Ali svakako moraju doći do spoznaje da je prezasićena otopina veće koncentracije od zasićene.

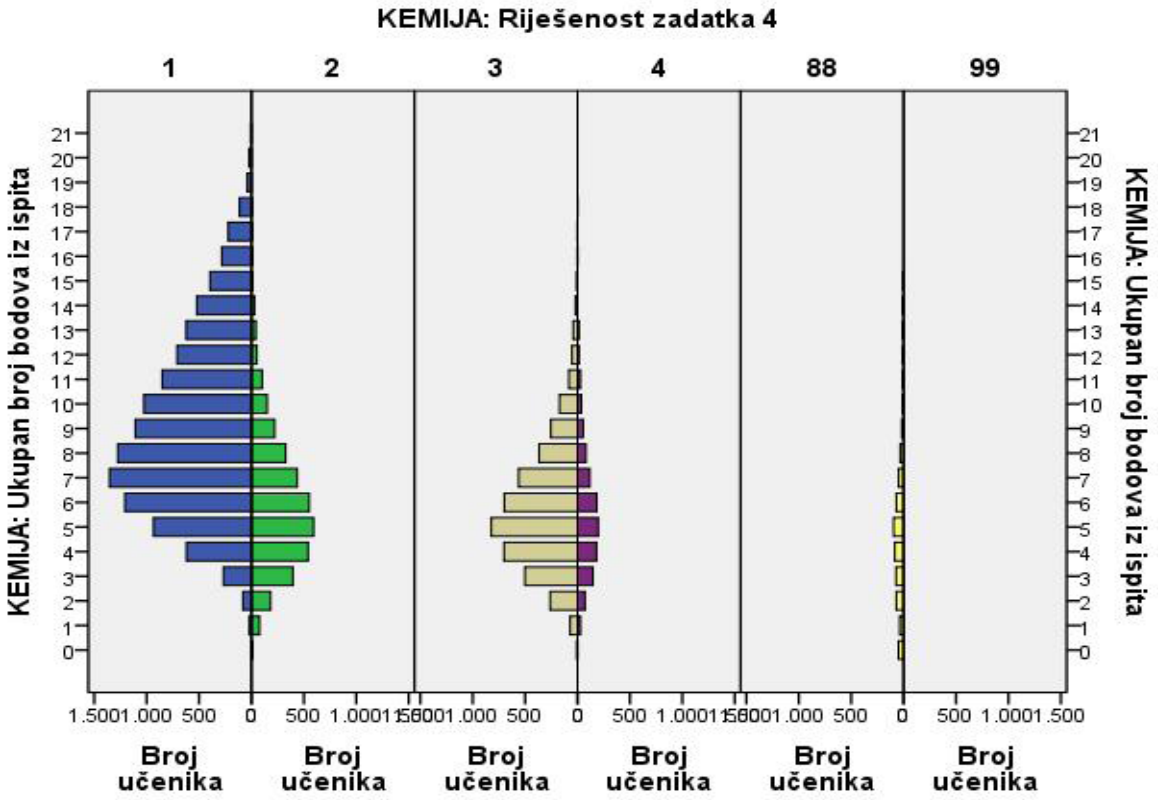
Rezultat rješenja ovog zadatka potaknuo je i druga pitanja. Prosječna riješenost zadatka je 18%. Učenici su u velikom broju bili uvjereni da je b) točan odgovor (76%). Međutim, prilikom prezentacije rezultata ispita učitelji kemije pitani su što misle koji je odgovor točan.
Većina učitelja izabrala je netočan odgovor (a, b ili d). Ta činjenica ukazuje na nerazumijevanje jednog od temeljnih pojmova (prezasićenost, zasićenost) i nedovoljna pripremljenost za organizaciju dijela nastave u kojoj se uvode ti pojmovi. Nije li zadatak potaknuo neka dublja pitanja glede nastave?

Zadatak K4



Slika. 4.4. Opće karakteristike zadatka K4

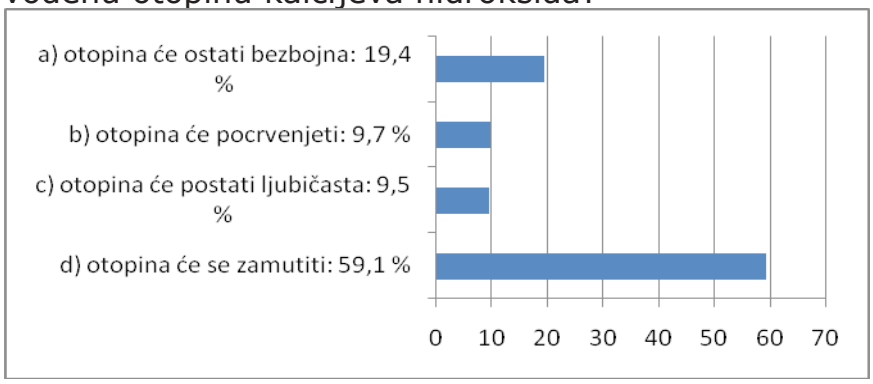
I ovaj zadatak, iako metrijski odličan (53,5%), ukazuje na mnoge probleme u nastavi kemije. Prvo pitanje je: žarimo li zaista željeznu vunu, a učenici na temelju pokusa i našim poticajom dolaze do zaključka da je produkt oksid željeza? Vidi li se to? Da, ali učenik treba pomoć, objašnjenje i eventualno druge pokuse da se uvjeri u nastajanje oksida.
Drugo pitanje je: koliko su učenici upućeni u pokuse nastajanja sulfida (prema programu HNOS-a morali bi biti), klorida (željezo i solna kiselina) i hidroksida (reakcija s lužinom, žarenjem ne može nastati). Bilo bi zanimljivo vidjeti kakvi bi rezultati bili da je postavljeno pitanje što je produkt gorenja željeza umjesto žarenja. Ali tko u nastavi pali željezo? Zaista, sva tri ometača (distraktora) su toliko jaka da se točan odgovor zapravo nudi. Tu leži i razlog zašto se smatralo da je moguća rješivost 90%.



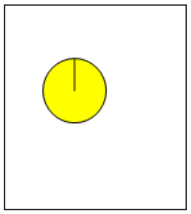
Slika 4.4.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K4 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88, 99 –neprihvatljivo zaokruživanje)

Zadatak K5

Što će se dogoditi ako zrak iz pluća upuhujemo u vodenu otopinu kalcijeva hidroksida?



Rješenje:
d) otopina će se zamutiti



primjena

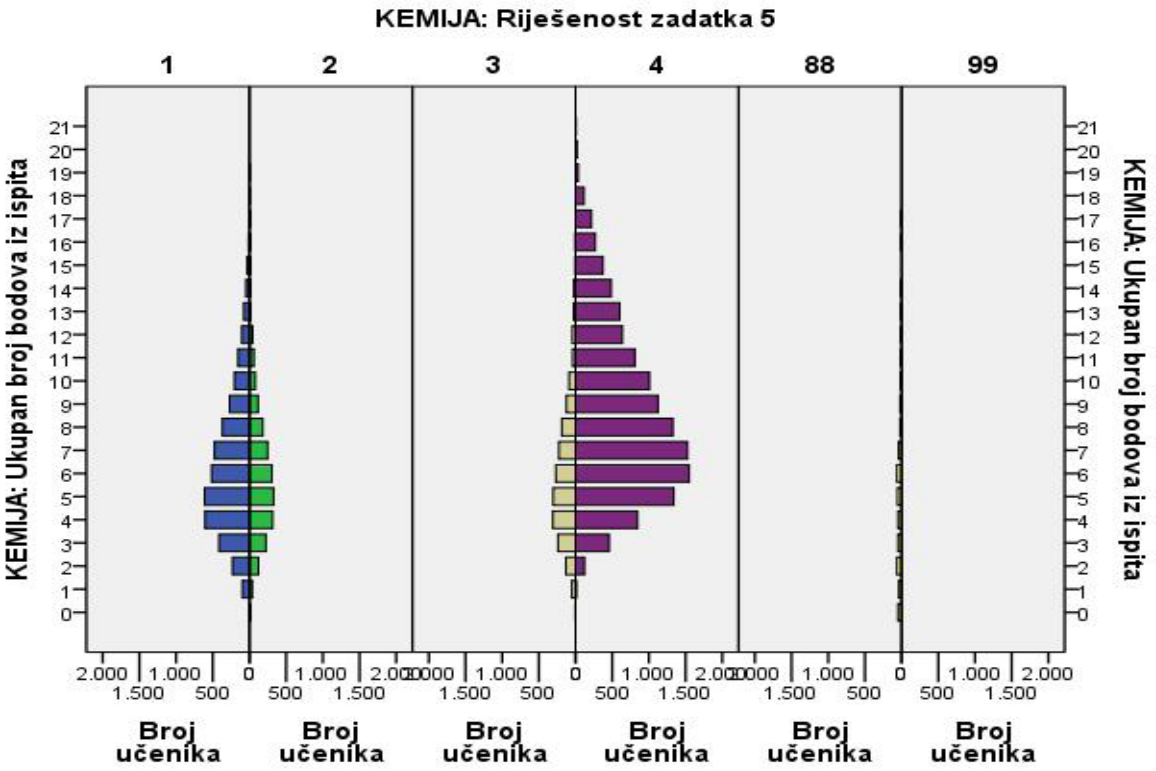
Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete

Slika 4.5. Opće karakteristike zadatka K5

Zadatak traži poznavanje rezultata jednog od bitnih pokusa, također i najvažnijih u cijelom programu. Ali zadatak ima i svoju povijest. U ispitu probnog ispitivanja predviđen je točan odgovor da se otopina puhanjem zraka iz pluća kroz cjevčicu zamuti i nakon daljnjeg puhanja izbistri. Rezultat je bio loš. U zadatku ovog ispita predviđen je kao točan odgovor samo da se otopina puhanjem zamuti, pa je prosječna rješivost bila 59%. Izgleda dobro, ali zapravo nije.

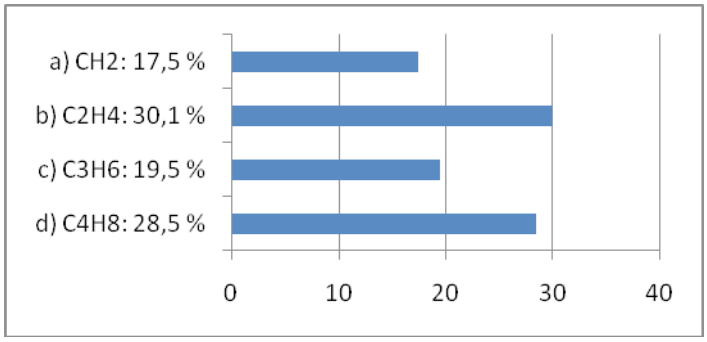
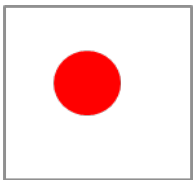
Da se bezbojna otopina kalcijeva hidroksida zamuti upuhavanjem ugljikovog dioksida, samo je dio potrebnog znanja o karbonatima i ugljikovom dioksidu. Za razumijevanje svega što se pod utjecajem vode događa s kamenom krških područja Republike Hrvatske, kao i onoga što se događa u bojlerima, kotlovima, perilicama, itd., potrebno je pokusom pokazati da je vapnenac topljiv u vodi koja sadrži CO_2, a istaloži se nakon izlaska CO_2 iz otopine.

Oko 20% odgovora da će otopina biti bezbojna, nije problem, ali oko 20% odgovora da će otopina biti obojena, jest problem.



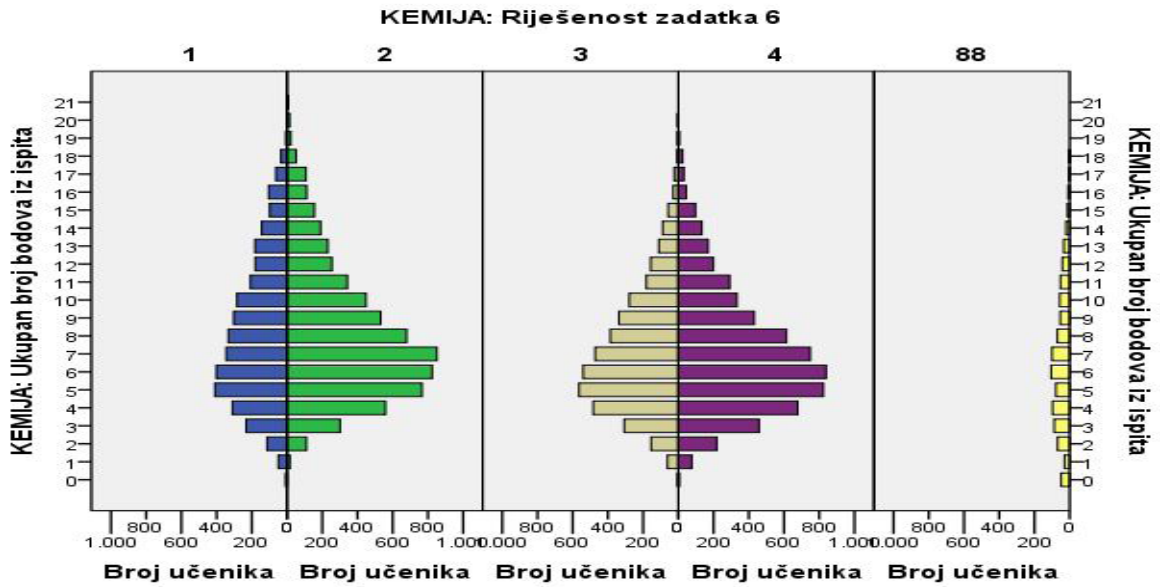
Slika 4.5.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K5 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88, 99 –neprihvatljivo zaokruživanje)

Zadatak K6

Empirijska je formula nekoga ugljikovodika CH_2. Gustoća ispitivanoga ugljikovodika 14 je puta veća od gustoće vodika pri istim uvjetima. Molekulska formula toga ugljikovodika je:  	Rješenje: b) C_2H_4  više kognitivne kompetencije **Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete**

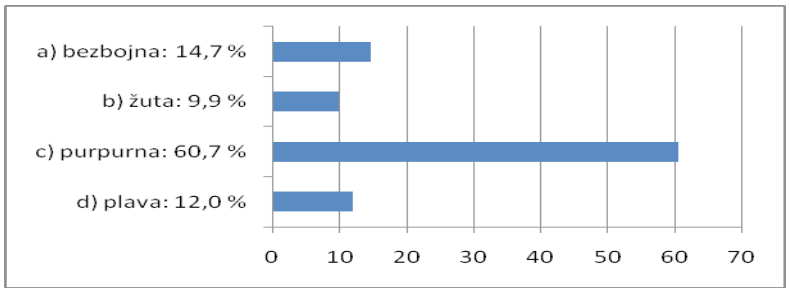
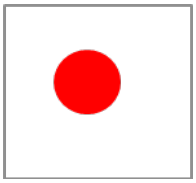
Slika. 4.6. Opće karakteristike zadatka K6

Težak problemski zadatak. Učenik mora proniknuti (jer to nije učio!) da je omjerom gustoća dan omjer mase plinova. To je zapravo primjena Avogadrovog zakona. Nužno znanje za rješenje zadatka je da se plin vodik sastoji od dvoatomskih molekula, H_2. Preostaje relativnu molekulsku masu povezati s molekulskom formulom.



Slika 4.6.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K6 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88 – neprihvatljivo zaokruživanje)

Zadatak K7

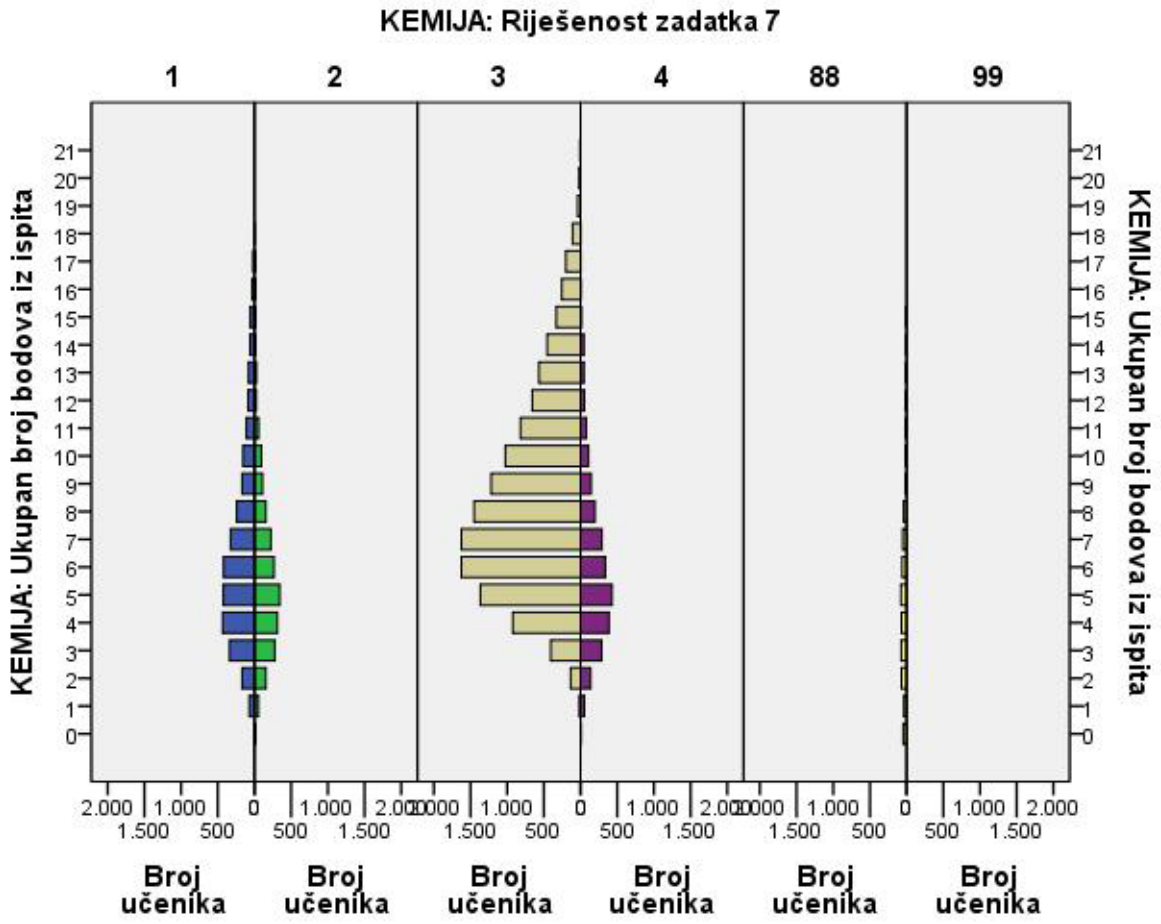
Miješanjem isključivo dviju otopina izborom među HCl, NaOH, H_2O i fenolftaleina samo jedna kombinacija dat će otopinu koja je: a) zelena b) žuta c) crveno-ljubičasta (purpurna) d) plava  	Rješenje: c) crveno-ljubičasta (purpurna)  više kognitivne kompetencije **Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete**

Slika. 4.7. Opće karakteristike zadatka K7

U zadatku, koji je postavljen u ovom ispitu, traženo je poznavanje sljedećih kemijskih promjena:

- ❑ pri neutralizaciji kiseline i lužine nema promjene boje,
- ❑ fenolftalein je bezbojan u vodi i kiselini, a purpuran (ljubičast) u lužini,
- ❑ kiselina obezboji purpurnu otopinu.

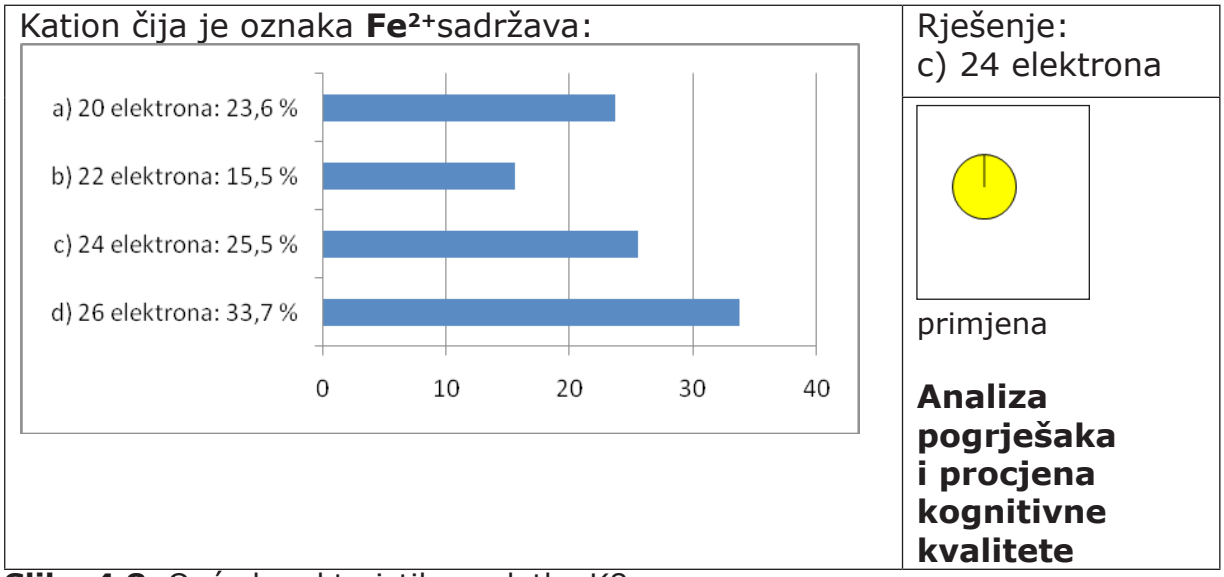
Slijedi da od šest mogućih kombinacija samo jedna daje purpurnu boju, koju može obezbojiti samo kiselina, a ponovno obojiti samo lužina. Samo indikator mijenja boju utjecajem lužine i kiseline.
Dobra riješenost (61%) zadatka kaže da je ta tema u nastavi kemije u praksi dobro i kvalitetno obrađena. Očekivani najjači distraktor – zelena (15% !).
Pogrješni odgovori b) i d) mogu biti pripisani zamjeni najčešće upotrebljavanih indikatora: metiloranža (b) i lakmusa (d) čije su boje u lužnatom mediju žuta (b) i plava (d).



Slika 4.7.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K7 (1= a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88, 99 – neprihvatljivo zaokruživanje)

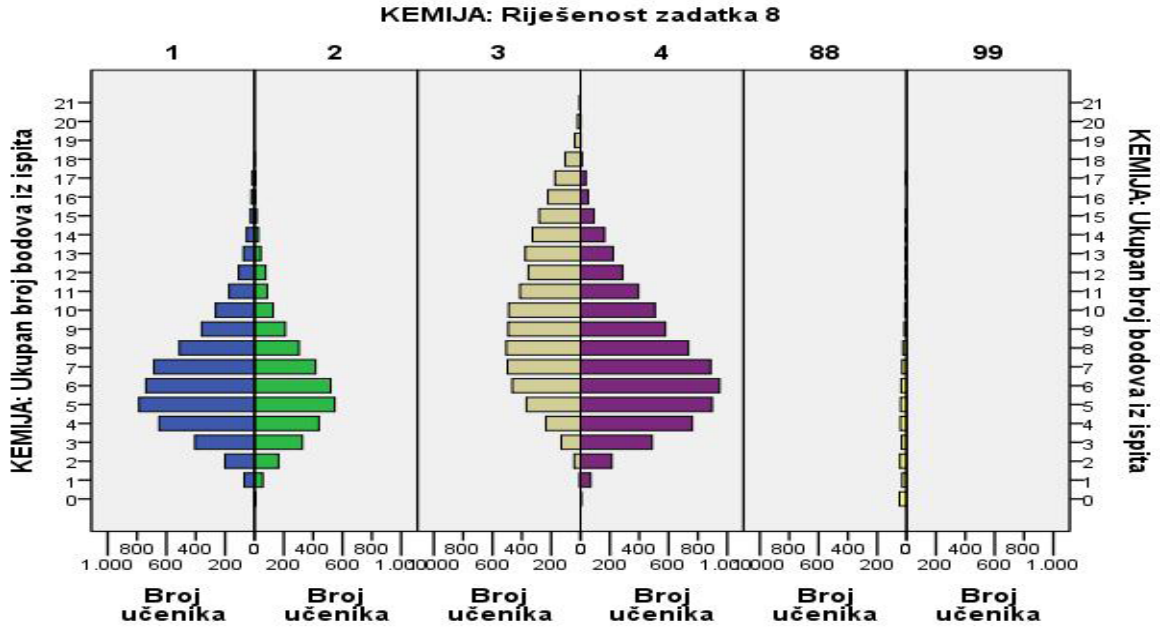
Na prvom seminaru edukacije učitelja za HNOS, koji je održan u srpnju 2005. godine u Petrinji, postavljen je sljedeći problemski zadatak:
Pred vama su četiri bočice s bezbojnim tekućinama označene slovima A, B, C i D. To su NaOH, HCl, fenolftalein i voda, ali ne nužno tim redom. Raspolažete sa šest epruveta. Više vam ne treba, a manje nije dovoljno. Iznađite kojoj bočici pripada svaka od navedenih tekućina!
U ono vrijeme za učitelje je bila novost problemska bit zadataka i način kako ga učenici rješavaju: školski sat od 90 minuta, grupni rad učenika, istraživački miniprojekt i vrjednovanje tijekom samog rada. Takvi zadatci redovito su postavljani na sljedećih 17 seminara.

Zadatak K8



Slika 4.8. Opće karakteristike zadatka K8

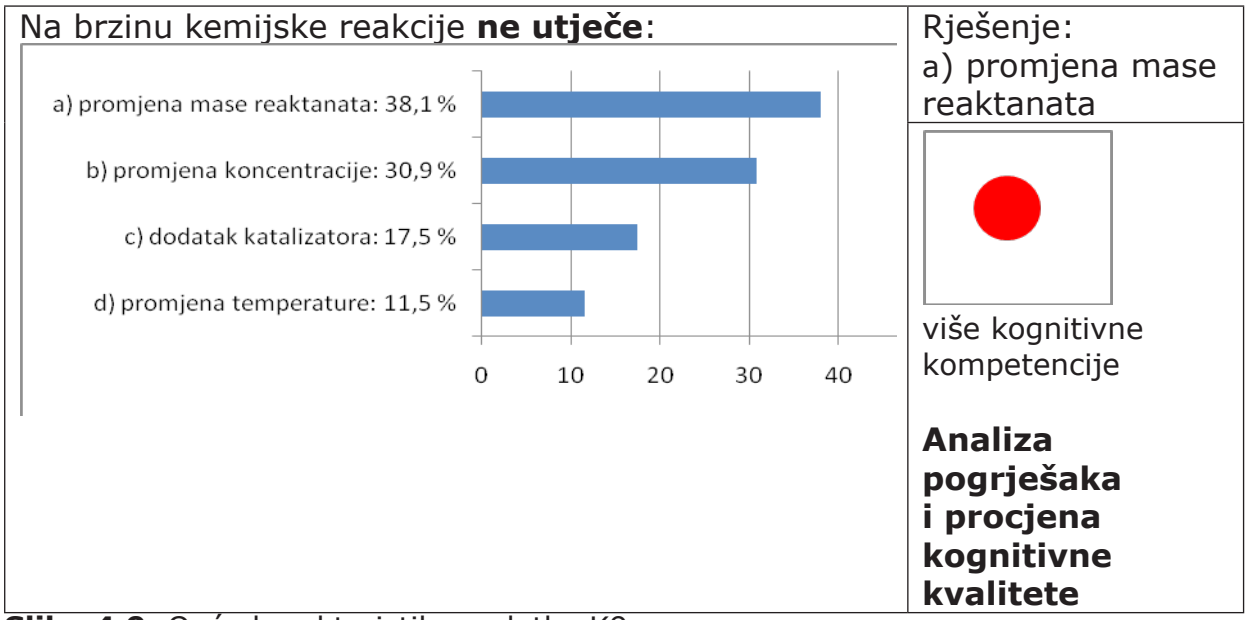
Atomi se, kaže Dalton, vežu u omjerima malih cijelih brojeva: 1:1, 1:2, 2:1, 1:3, itd. Ali zašto se vežu baš tako? Zašto je omjer broja atoma H i O u vodi 2:1, pa je formula vode H_2O, a omjer broja atoma N i H u amonijaku 1:3, pa je formula NH_3? Učenici to rješavaju na temelju poznatih valencija. Zašto je formula kuhinjske soli NaCl, a kalcijeva klorida $CaCl_2$? Na to pitanje može se odgovoriti ako znamo naboje i nabojne brojeve. Kako to atom može biti električki nabijen? Dakako,primanjem, ili gubljenjem elektrona. Potrebno je poznavanje građe atoma. Veliki broj učenika nije riješio zadatak. Zašto?



Slika 4.8.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K8 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88, 99 – neprihvatljivo zaokruživanje)

Da bi riješio ovaj zadatak, učenik mora znati služiti se periodnom tablicom elemenata utoliko da pronađe redni broj elementa i to poveže s brojem protona u jezgri, odnosno nabojem jezgre. Zatim, mora znati da je broj elektrona u neutralnom atomu jednak broju protona u jezgri atoma.
Ako je dakle u pitanju atom željeza, redni broj 26 kaže da je jezgri 26 protona, pa je naboj jezgre 26+. Broj elektrona je 26, a njihov je ukupni naboj 26-.
Nešto nije u redu ako je 33,7% učenika zaokružilo d) kao točan odgovor.
Dva elektrona manje znači 2 negativna naboja manje, dakle 24-, pa je ukupni zbroj naboja 2+, što daje Fe^{2+}. Je li to teško za učenika?
Na to pitanje odgovorio je još Jean Piaget. Budući da je posve malen dio populacije ispod prosječne inteligencije, ovakav zadatak za većinu nije težak. Ali, bez obzira na inteligenciju, sposobnost mišljenja konkretnog, i posebno apstraktnog, treba školovanjem razviti.
Ovaj zadatak (njegova rješivost) daje nam naslutiti da, ili učenici nisu dovoljno razvili svoje sposobnosti mišljenja, ili nastava o građi atoma nije dobra.

Zadatak K9



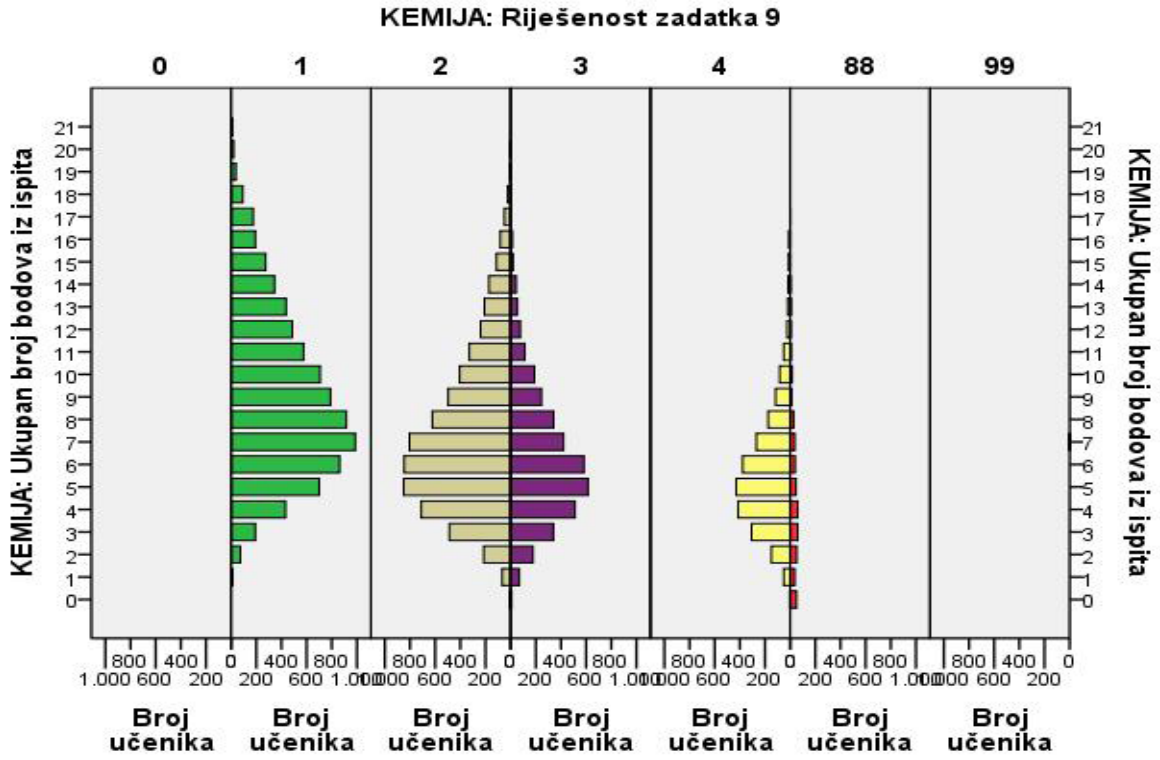
Slika 4.9. Opće karakteristike zadatka K9

U samoj biti kemije nalazi se pojam vremena. Koliko traje neka kemijska promjena? Kaže li nam takav podatak nešto više o biti kemijske promjene? Možemo li utjecati na brzinu kemijske promjene? (Svaka kemijska promjena

odvija se različitom brzinom). Studij o brzinama kemijskih reakcija omogućuje uvid u mehanizam kemijske reakcije, a taj pak omogućuje predviđanje. Svrha istraživanja ispunjena je ako na temelju njega možemo predvidjeti dosad nepoznate promjene.

Na povećanje brzine reakcije utječe dodavanje katalizatora, povišenje temperature i povećanje koncentracije. Učenici do tih spoznaja ne mogu doći (a da bi ih shvatili) drukčije, nego na temelju eksperimenata. Postoje i drugi utjecaji, a i to je moguće pokazati pokusima. Ali gotovo je jednako važno pitanje:

- Što **ne utječe** na brzinu kemijske reakcije?
- Što je uzalud činiti da bismo promijenili brzinu kemijske reakcije?

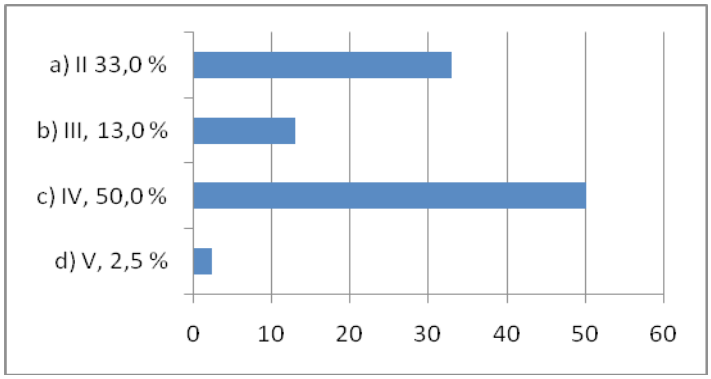
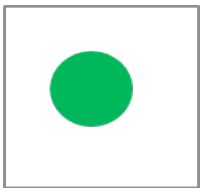


Slika 4.9.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K9 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88, 99 –neprihvatljivo zaokruživanje)

Dobar odgovor na pitanje što ne utječe na brzinu kemijske reakcije osigurava, dakako, nastava temeljena na pokusima. Jedan od pokusa kojim je to moguće lijepo pokazati je plava boca. U tikvici od 100 mL je 20 mL otopine koja je 2%-tna s obzirom na glukozu i NaOH, uz par kapi metilenskog plavog, a u tikvici od 250 mL je 50 mL iste otopine. Do promjene dolazi istovremeno, bez obzira na volumen, odnosno množinu, odnosno masu, koje su različite, ali su koncentracije, odnosno gustoće jednake. Ne moramo učenike osnovne

škole učiti što su intenzivne i ekstenzivne veličine. Takve generalizacije dolaze kasnije. Ali ovi pokusi su temelj na kojem takve generalizacije počivaju.
Sve što je ovdje navedeno važno je zbog, nažalost, razočaravajućeg rezultata (38%) ispita. Ne zato što je relativno niska prosječna riješenost zadatka, nego zato što su najčešći netočni odgovori bili koncentracija 31%, i katalizator 17,5%.

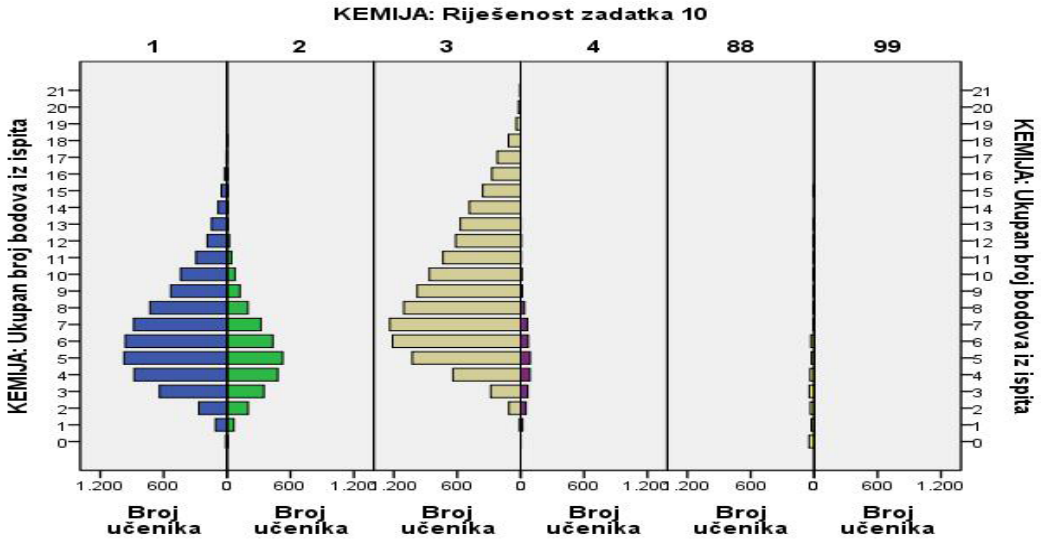
Zadatak K10

<table>
<tr>
<td>Valencija sumpora u sumporovom dioksidu je:
 
</td>
<td>Rješenje:
c) IV
 
Prepoznavanje

Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete</td>
</tr>
</table>

Slika 4.10. Opće karakteristike zadatka K10

Sasvim je izvjesno da bi udio točnih odgovora bio bitno veći da je, umjesto zahtjeva za određivanjem valencije sumpora u sumpornom dioksidu, bio zahtjev za određivanjem valencije S u SO_2.
To znači ponovno sučeljavanje s nevoljama koje su posljedice nepoznavanja simboličkog jezika.
Valencija je doista apstraktan pojam i kao takav učenicima potencijalno težak. Do apstraktnog najbolje je doći putem konkretnog, baš tako kako se i razvijaju sposobnosti mišljenja (Piaget). Postoji nekoliko efikasnih metoda kako učenicima približiti pojam valencije. Najbolje je početi s pokusom. Primjerice, s pripravom različitih oksida željeza, elektrolizom vode, itd., ili primjenom modela i improviziranih modela (plastelin i šibice).
Teško ili lagano, pojam valencije svakako je bitan.
To što su ponuđena rješenja b) i d) zastupljena samo 15% ide u prilog tvrdnji da je nepoznavanje simboličkog jezika značajno otežalo učenicima rješavanje zadatka.



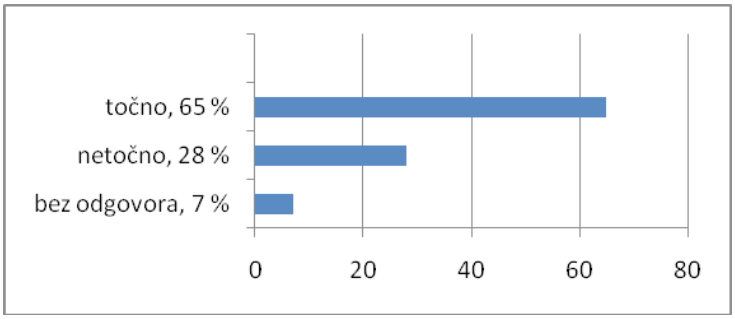
Slika 4.10.1. Distribucija uspješnosti u zadatku K10 (1 = a), 2 = b), 3 = c), 4 = d), 88, 99 –neprihvatljivo zaokruživanje)

Zadatak K11

U menzuri se nalazi 50 mL vode. Ako u menzuru s vodom uronimo željezni valjak, volumen iznosi 150 mL. a) Odredi volumen željeznoga valjka. Postupak: Odgovor: _____mL b) Izmjerena je masa toga željeznoga valjka i ona iznosi 780 g. Izračunaj gustoću željeznoga valjka. Postupak: Odgovor: _____g/mL	Rješenje: a) 100 mL b) 7,8 g/mL primjena **Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete**

Slika 4.11. Opće karakteristike zadatka K11

Zadatak K11.1



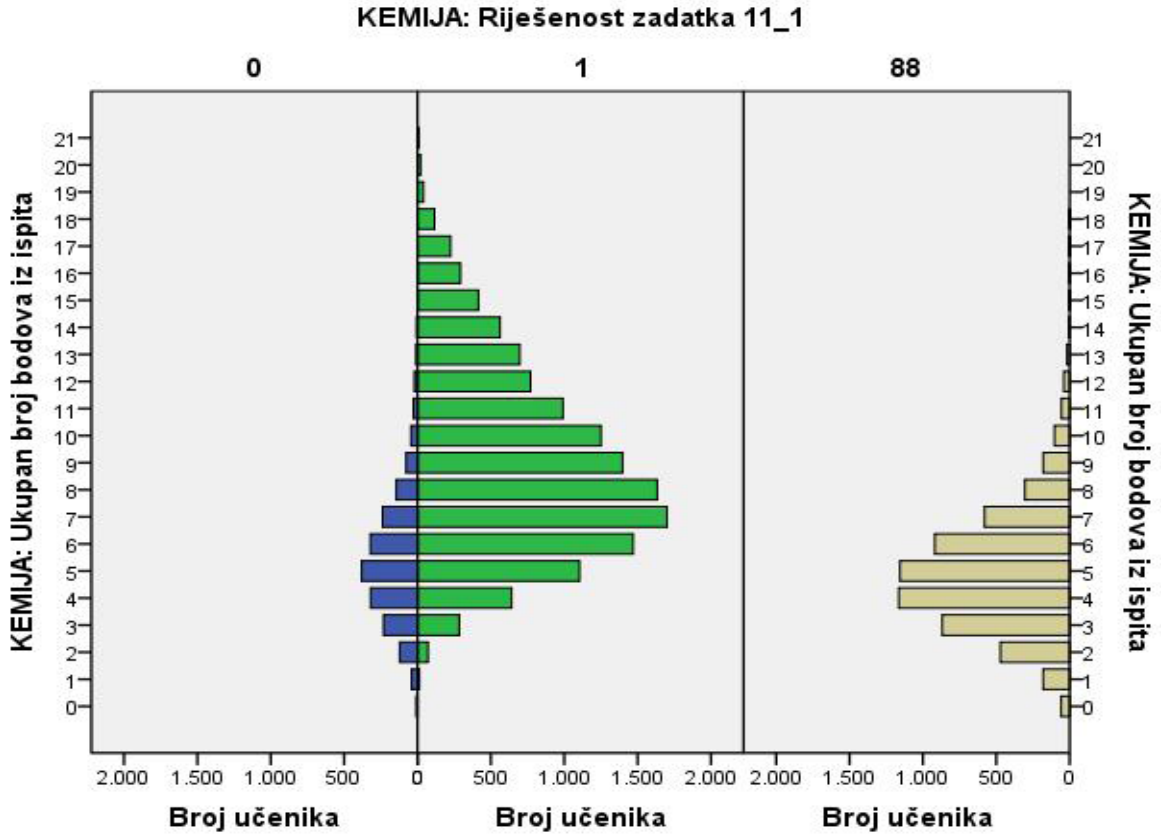
Slika 4.11.1. Opće karakteristike zadatka K11.1

Slika 4.11.1. Opće karakteristike zadatka K11.1

Postoji 7 različitih vrsta netočnih odgovora. Za 73,5% od tih odgovora zajedničko je da učenici ne poznaju i ne razumiju Arhimedov zakon. To se očituje u sljedećem:

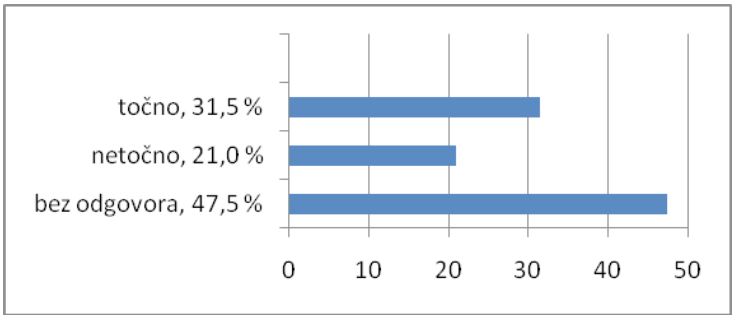
- dijele V_{kon} sa $V_{poč}$ da dobiju V_{tijela}
- zbrajaju $V_{poč}$ i V_{kon}
- množe $V_{poč}$ i V_{kon}

Ostali su odgovori, kojima se ne može definirati obrazac za pogrješku, nasumce napisani, brzopleti s pogrješkom u računskim operacijama, premda je jasno da razumiju Arhimedov zakon.



Slika 4.11.2 Distribucija uspješnosti u zadatku K11.1 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak K11.2

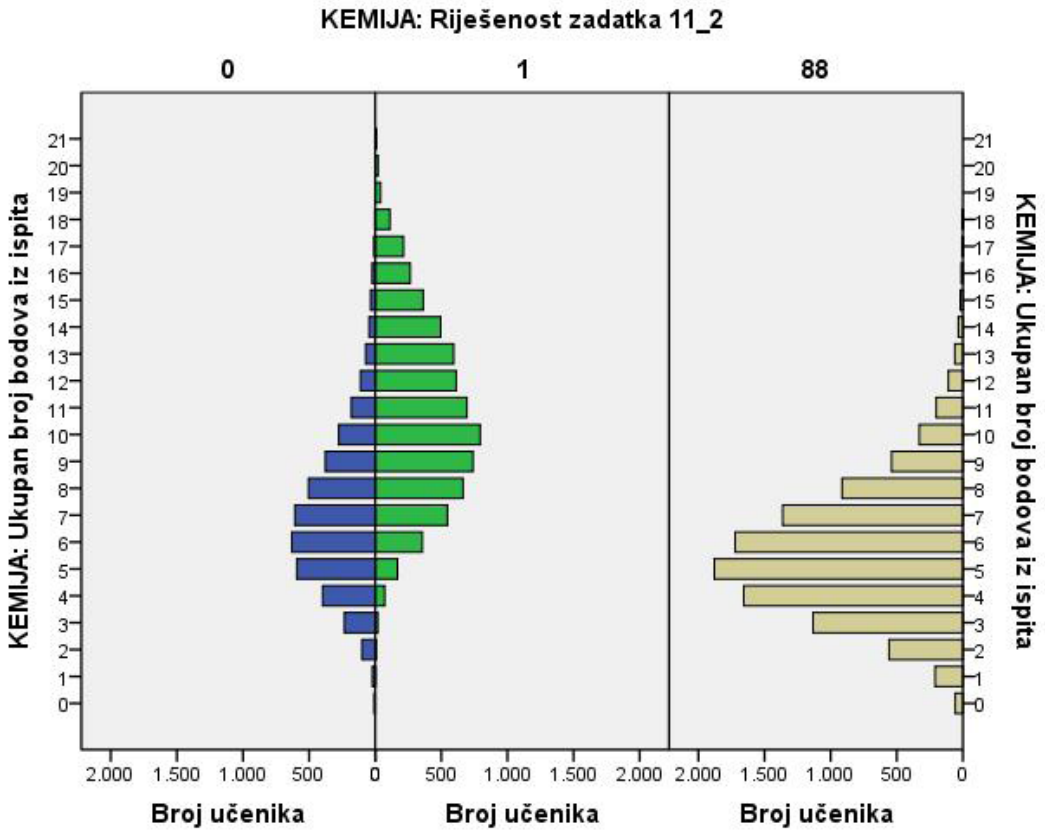


Slika 4.11.3. Opće karakteristike zadatka K11.2

Ima 8 različitih vrsta netočnih odgovora:

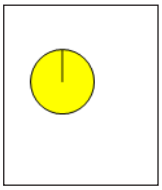
- trećina rabi krivi izraz za gustoću
- 14% netočnih odgovora dali su učenici koji poznaju izraz za gustoću i ispravno ga rabe, ali imaju problem s matematičkom operacijom dijeljenja
- 21% učenika u osnovi poznaju izraz za gustoću, ali za nju rabe krive oznake
- zbog netočno izračunatog volumena u 11.1.,
  netočan je rezultat u 11.2.
- rabe krive mjerne jedinice.
- rabe krive podatke za volumen, iako ga imaju
  točno izračunatog u 11.1., i sl.
- 33% rabe krivi izraz za gustoću
- 32% ne pokazuju zajedničku poveznicu.

Analiza zadatka 11. pokazuje da veliki broj učenika ne zna što je gustoća i da mnogi imaju poteškoća s temeljnim računskim operacijama.



Slika 4.11.4. Distribucija uspješnosti u zadatku K11.2 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

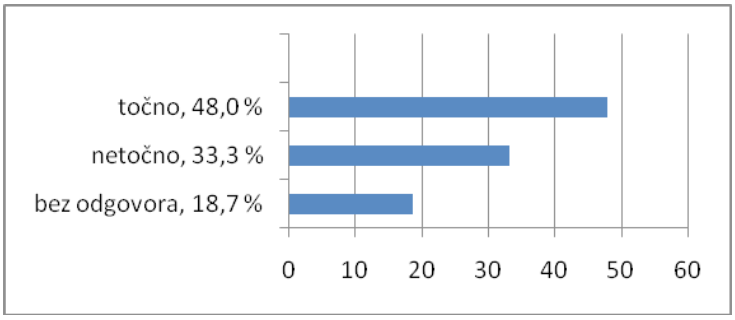
Zadatak K12

Žarena je ljuštura školjkaša. Potom je stavljena u vodu i dodana je kap fenolftaleina. a) Kakve je boje otopina? _____ b) Dovrši odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije. $CaCO_3$ —>_____+_____ c) Koji su produkti žarenja ljušture? _____	Rješenje: a) ljubičasta (purpurna ili ljubičasto crvena) b) $CaCO_3$ —> $CaO + CO_2$ c) kalcijev oksid (živo vapno ili CaO) i ugljikov (IV) oksid (ugljikov dioksid ili CO_2)  primjena **Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete**

Slika 4.12. Opće karakteristike zadatka K12

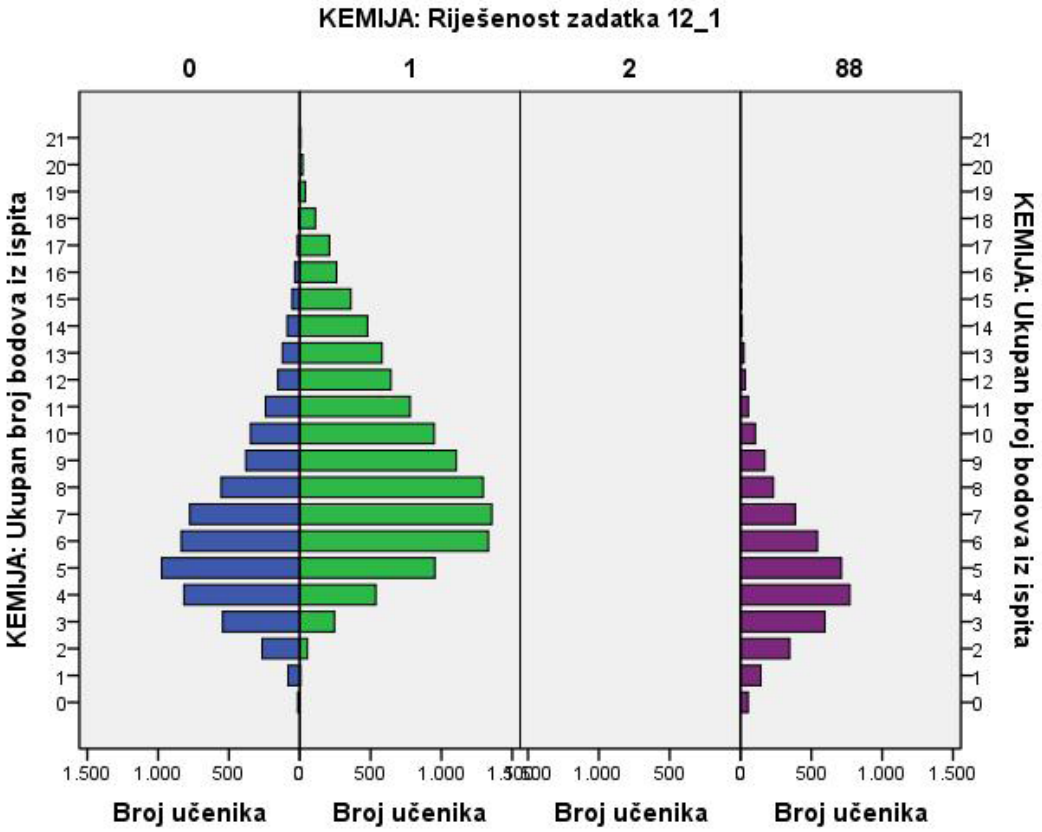
Zadatak K12.1

Pokus žarenja školjkaša efektan je i vjeruje se da je učinjen u većini učionica. Problem je bio boja indikatora. Mogu se smatrati ispravnim odgovorima purpurna, ljubičasta, crvena, crvenkasta, crveno-ljubičasta, ružičasta, lila, roza, i boja ciklame!



Slika 4.12.1. Opće karakteristike zadatka K12.1

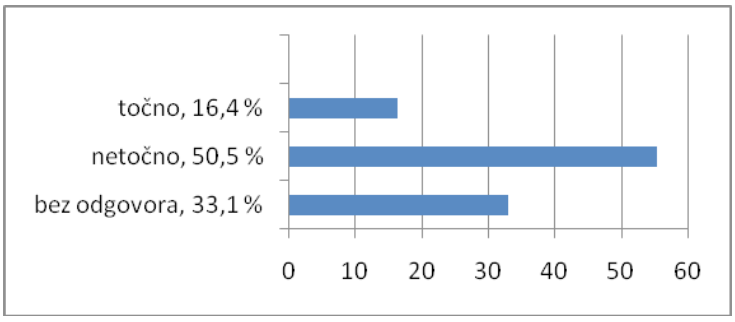
U netočnim odgovorima najčešća je plava boja (41%); boja indikatora s kojom su se učenici susretali ili prilikom rada sa sokom crvenog zelja ili kod uporabe lakmus papira.
Žuta i narančasta (19%) upućuju na zamjenu s metiloranžom.
Smeđa, "korozijska", crna (zajedno 5%) može upućivati na zaključak da će otopinu obojiti produkt žarenja (pepeo), a da ne dolazi do promjene boje indikatora. U odgovorima je registrirano 19 različitih boja!



Slika 4.12.2. Distribucija uspješnosti u zadatku K12.1 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

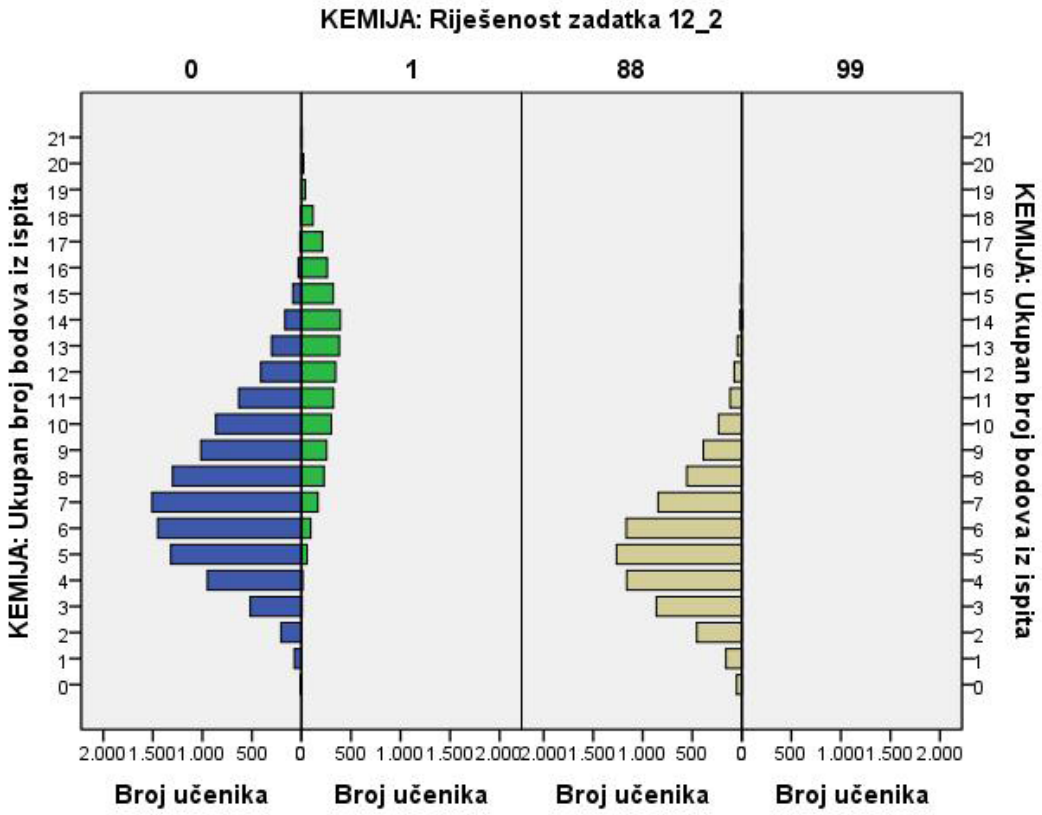
Zadatak K12.2

To je vrlo jednostavna kemijska jednadžba, koju ne treba ni izjednačavati. I tu je vrlo malo točnih odgovora.



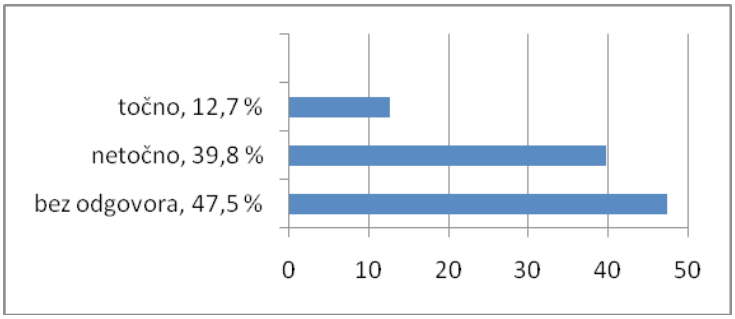
Slika 4.12.3. Opće karakteristike zadatka K12.2

Od netočnih odgovora, 36% je $Ca+CO_3$. Učenici su jednostavno "rastavili" spoj, i "ispravno", s obzirom na zakon o očuvanju mase.
11% odgovora je $Ca+CO_2$. Jednadžba kemijske reakcije nije ispravna, ali učenici naslućuju da je jedan od produkata CO_2. Odgovora, koji se pojavljuju sporadično, a ne ukazuju na razumijevanje pojma kemijske reakcije i odgovarajućeg simboličkog jezika, ima 72 različite vrste.



Slika 4.12.4. Distribucija uspješnosti u zadatku K12.2 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak K12.3



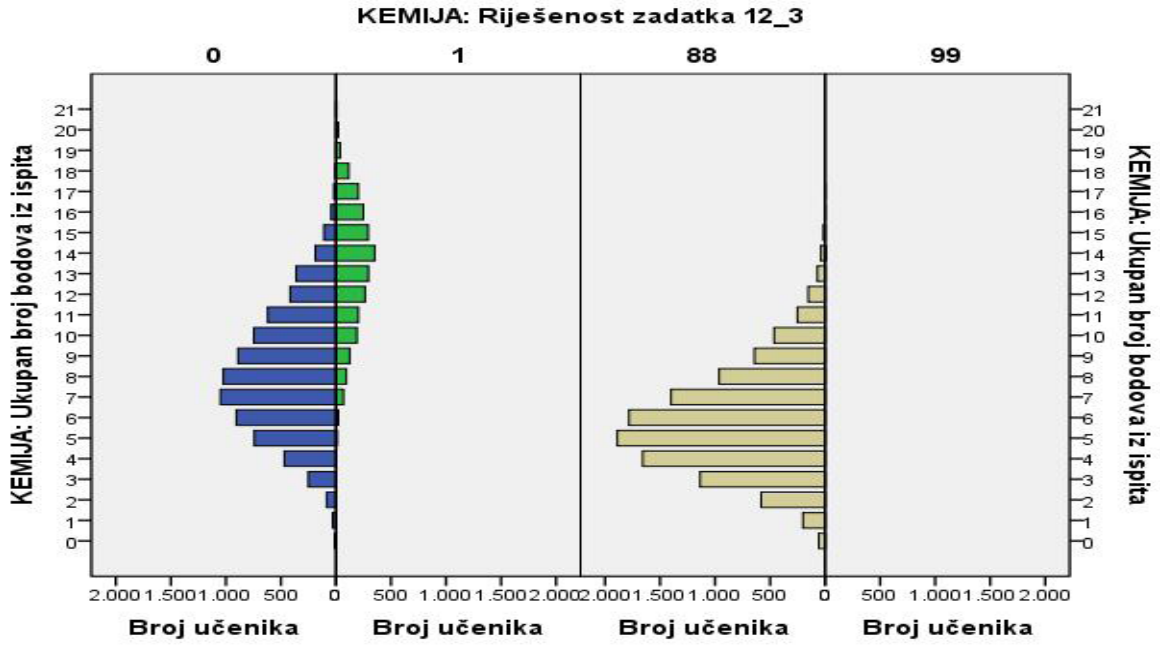
Slika 4.12.5. Opće karakteristike zadatka K12.3

Postoji 82 različite vrste netočnih odgovora.

Malen je udio najčešćih odgovora, a ti su:

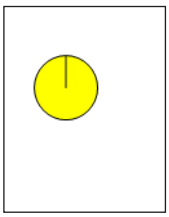
- kalcij i ugljikov (IV) oksid 11%
- kalcijev karbonat 5%
- kalcij 4%

Zanimljiva je činjenica da je udio točnih odgovora (12,7%) u zadatku 12.3. manji od udjela točnih odgovora (16,4%) u zadatku 12.2., iako je u zadatku 12.2. dan odgovor na pitanje 12.3. Ima, dakle, učenika koji su pogriješili, iako su točno odgovorili na 12.2.



Slika 4.12.6. Distribucija uspješnosti u zadatku K12.3 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak K13

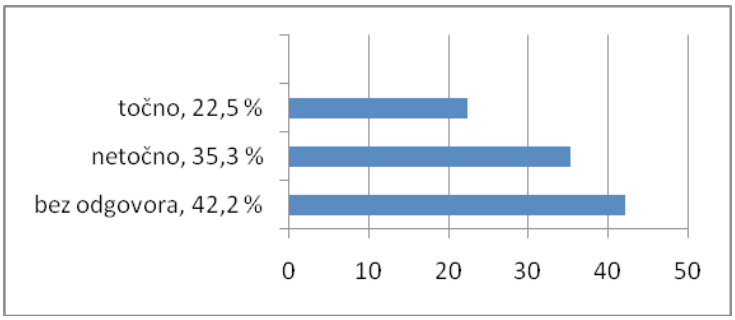
Bakar i sumpor su elementarne tvari. a) Kakvu **vrstu smjese** dobijemo ako pomiješamo bakar i sumpor? b) Koju ćemo vrstu čiste tvari dobiti **zagrijavanjem smjese** bakra i sumpora? c) Napiši odgovarajuću **jednadžbu kemijske reakcije**.	Rješenje: a) heterogenu smjesu b) kemijski spoj (složena čista tvar) c) $Cu + S \rightarrow CuS$, $(8Cu + S_8 \rightarrow 8CuS)$
	 primjena **Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete**

Slika 4.13. Opće karakteristike zadatka K13

Učenici su sigurno učili da postoje homogene i heterogene smjese.

Zadatak K13.1

Kao primjer heterogene smjese obično se uzima da je jedna komponenta sumpor. Opet slab uspjeh kada je temelj zadatka pokus.

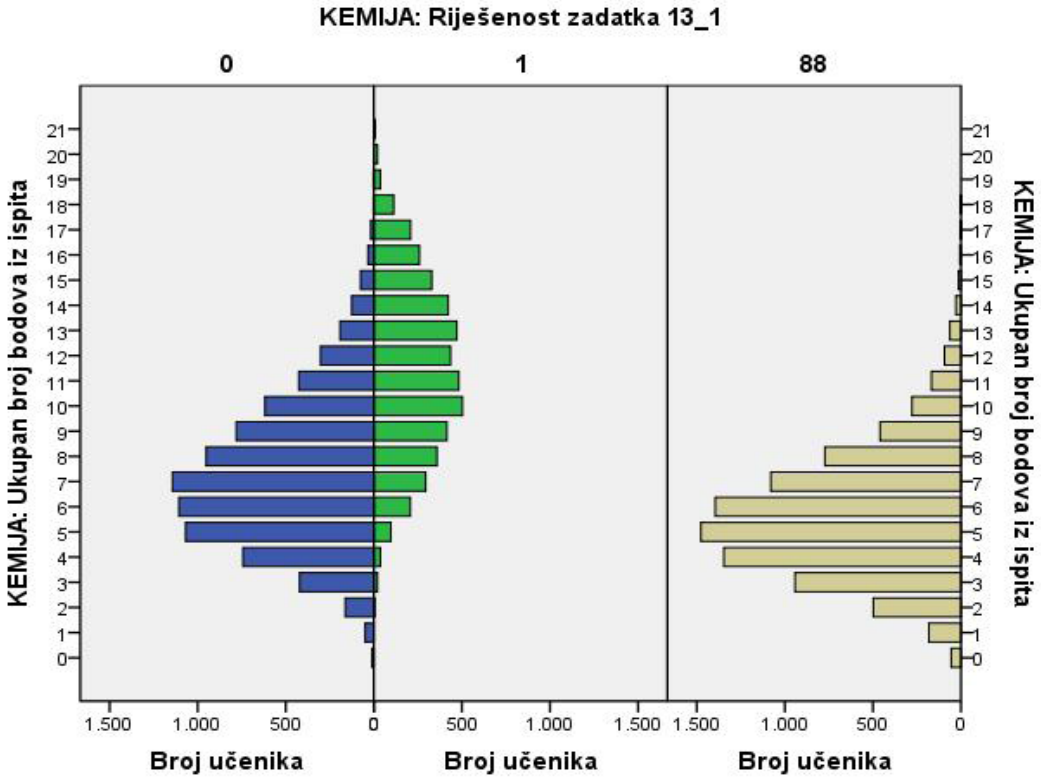


Slika 4.13.1. Opće karakteristike zadatka K13.1

Broj različitih netočnih odgovora je 22, a najčešći netočni odgovori su:

- homogena smjesa 27%
- bakrov sulfid ili sulfit ili sulfat, modra galica 25%
- čista tvar / kemijski spoj 4%

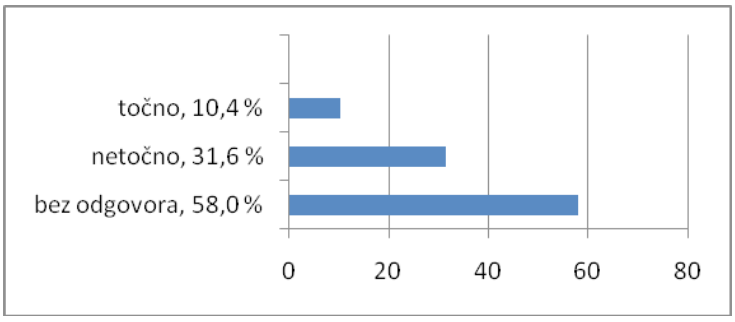
Učenici ne razlikuju vrste tvari (smjesa, elementarna tvar, kemijski spoj). Smjesa bakra i sumpora i spoj koji nastaje zagrijavanjem te smjese nisu poznati većini učenika. Vjerojatno nisu vidjeli taj pokus.



Slika 4.13.2. Distribucija uspješnosti u zadatku K13.1 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak K13.2

U drugom dijelu zadatka riječ je o vrstama čiste tvari. Samo su dvije: spojevi i elementarne tvari. Pitanje je čak i sugestivno.

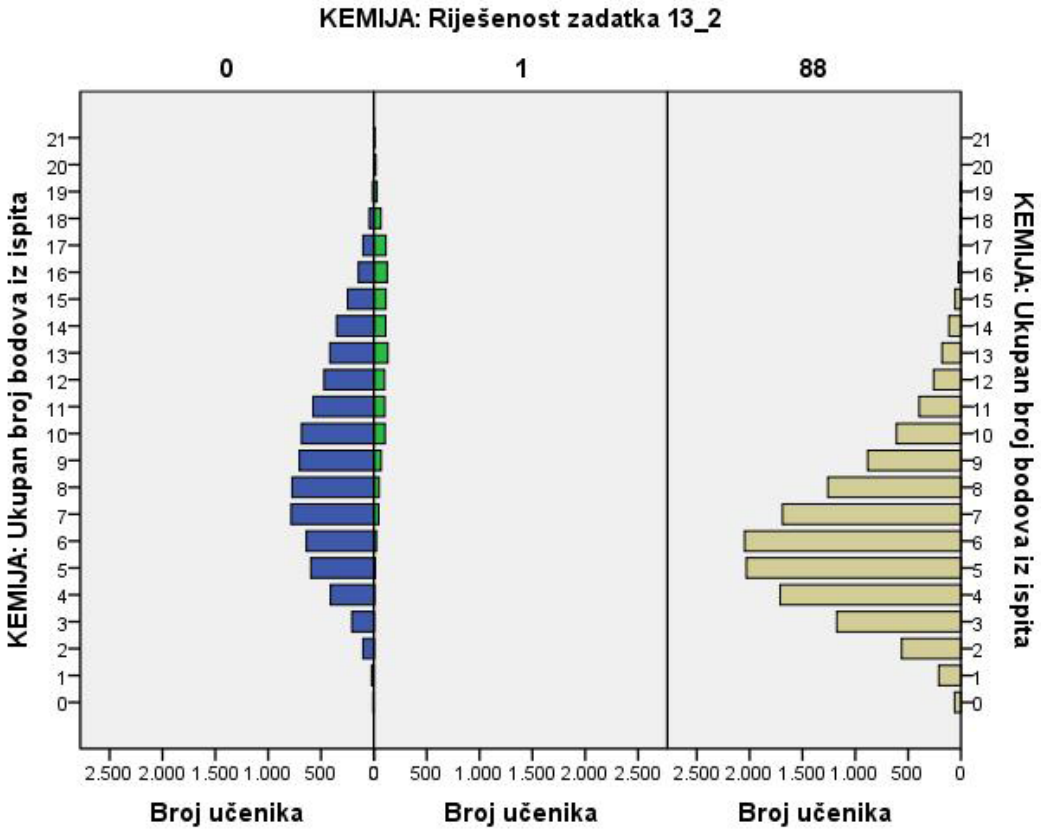


Slika 4.13.3. Opće karakteristike zadatka K13.2

Najčešći netočni odgovori :

- bakrov (II) sulfat, sulfit, bakar, i bakrov oksid 41%
- homogena smjesa 10%

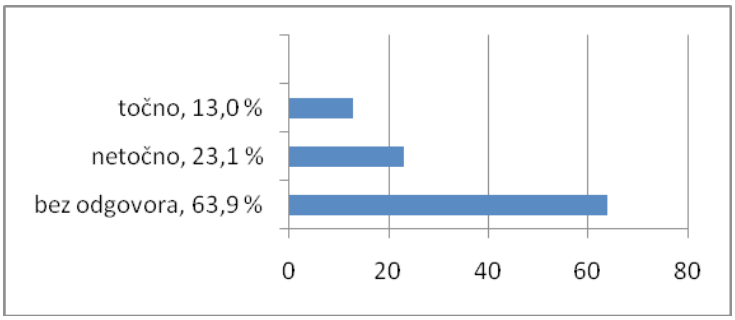
Ostalih različitih netočnih odgovora ima 31 vrsta. Među njima nalazimo: voda, kiselina (u agregatnom stanju), kisik, sol, zasićena tvar, benzin, halogen, anorganska, željezo, zlato i dr. Učenici ne razlikuju spoj i smjesu. Vjerojatno nisu vidjeli pokus zagrijavanja strugotina bakra sa sumporom u prahu.



Slika 4.13.4. Distribucija uspješnosti u zadatku K13.2 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak K13.3.

U trećem dijelu zadatka traži se poznavanje simboličkog jezika. Ali vrlo jednostavnoga! Taj je pokus kao prikladan za grupni oblik rada opisan u Metodici nastave kemije M. Sikirice (pogl. A ll, str. 118).



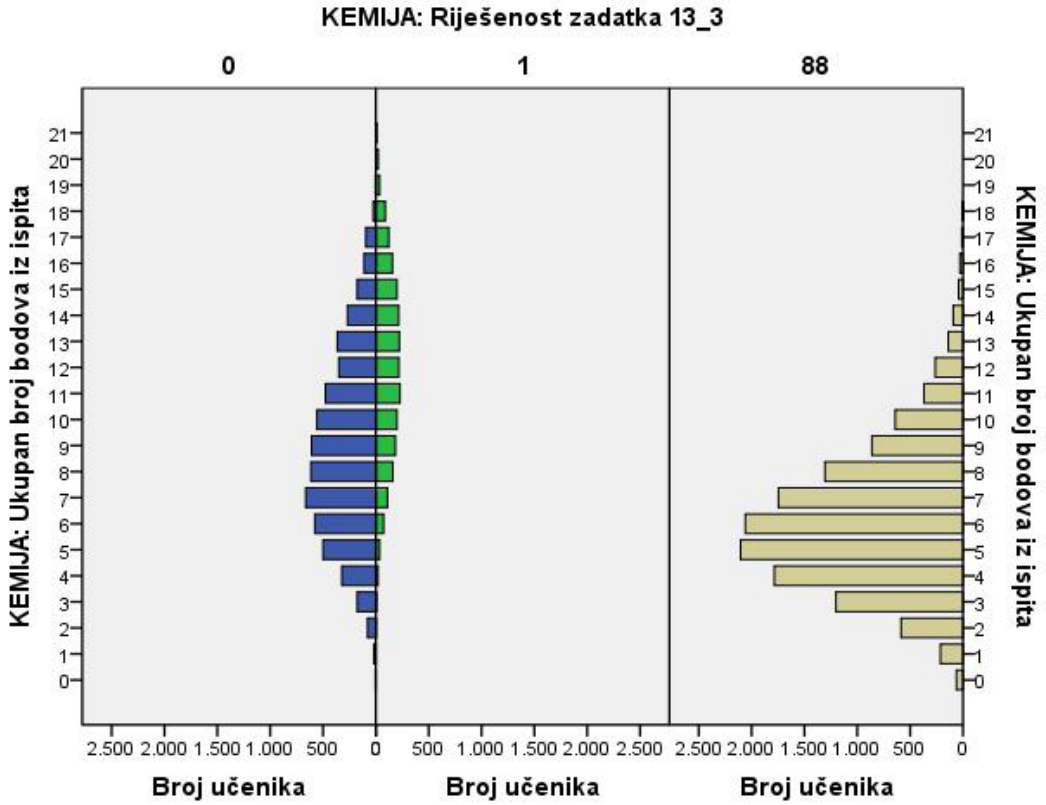
Slika 4.13.5. Opće karakteristike zadatka K13.3.

Učestalost netočnih odgovora:

- krivi simbol bakra 35,5%
- neispravno napisana ili nedovršena jednadžba kemijske reakcije 94%

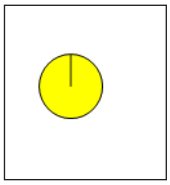
Zaključci:

- slabo poznavanje kemijskih simbola
- velika raznolikost krivo napisanih empirijskih formula,
- nerazvijena sposobnost izjednačavanja jednadžbi kemijskih reakcija
- gotovo svi odgovori su originalni



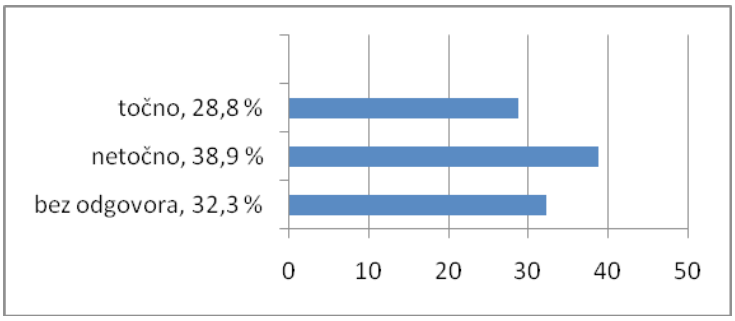
Slika 4.13.6. Distribucija uspješnosti u zadatku K13.3 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak K14

Elektrolizom vode nastaju elementarne tvari. a) U kojem su agregacijskom stanju produkti elektrolize vode? b) Napiši jednadžbu kemijske reakcije elektrolize vode.	Rješenje: a) plinovitom b) $2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$
	 primjena **Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete**

Slika 4.14 Opće karakteristike zadatka K14

Zadatak K14.1



Slika 4.14.1. Opće karakteristike zadatka K14.1.

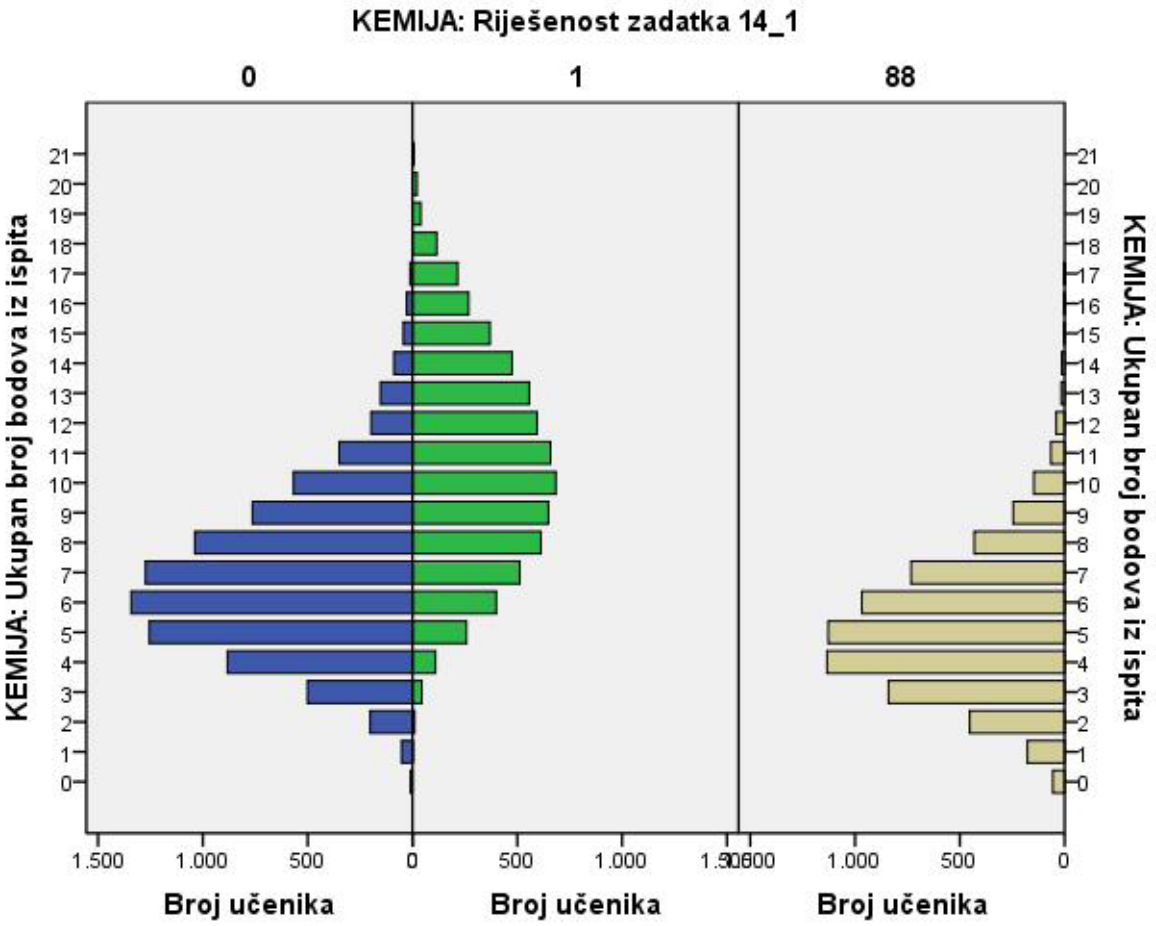
Četiri su različita tipa pogrješnih rješavanja.

netočno rješenje	broj ponavljanja
u tekućem	167
u tekućem i plinovitom	4
u čvrstom	4
u krutom	14

Ovim odgovorima treba dodati još sljedeće:

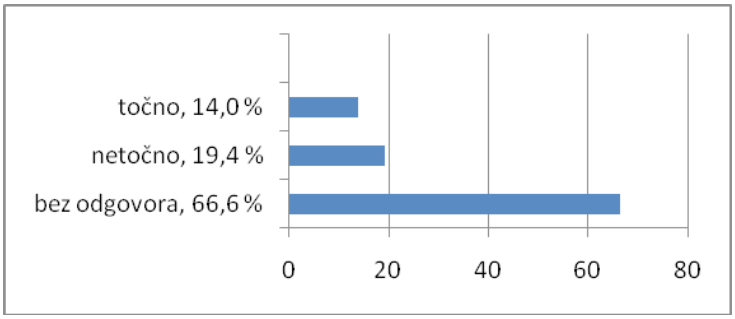
- u agregatnom
- u toplastom agregatnom stanju
- suhom
- stalnom
- sublimacija

Očigledno je malo učenika vidjelo pokus elektrolize vode. Previše je odgovora da su produkti kruti ili tekućine. Zašto je malo učenika vidjelo taj pokus? Elektrolizu vode najbolje je učiniti u Hofmannovom aparatu. No taj je aparat skup i dobra je izvedba teško dostupna. Međutim, moguće je vrlo lako učiniti jednostavan aparat ručne izrade. Za to je potreban grlić plastične boce, gumeni čep, dvije željezne žice, dvije epruvete, dva vodiča s bananama i krokodilima, adapter i otopina natrijeva hidroksida.



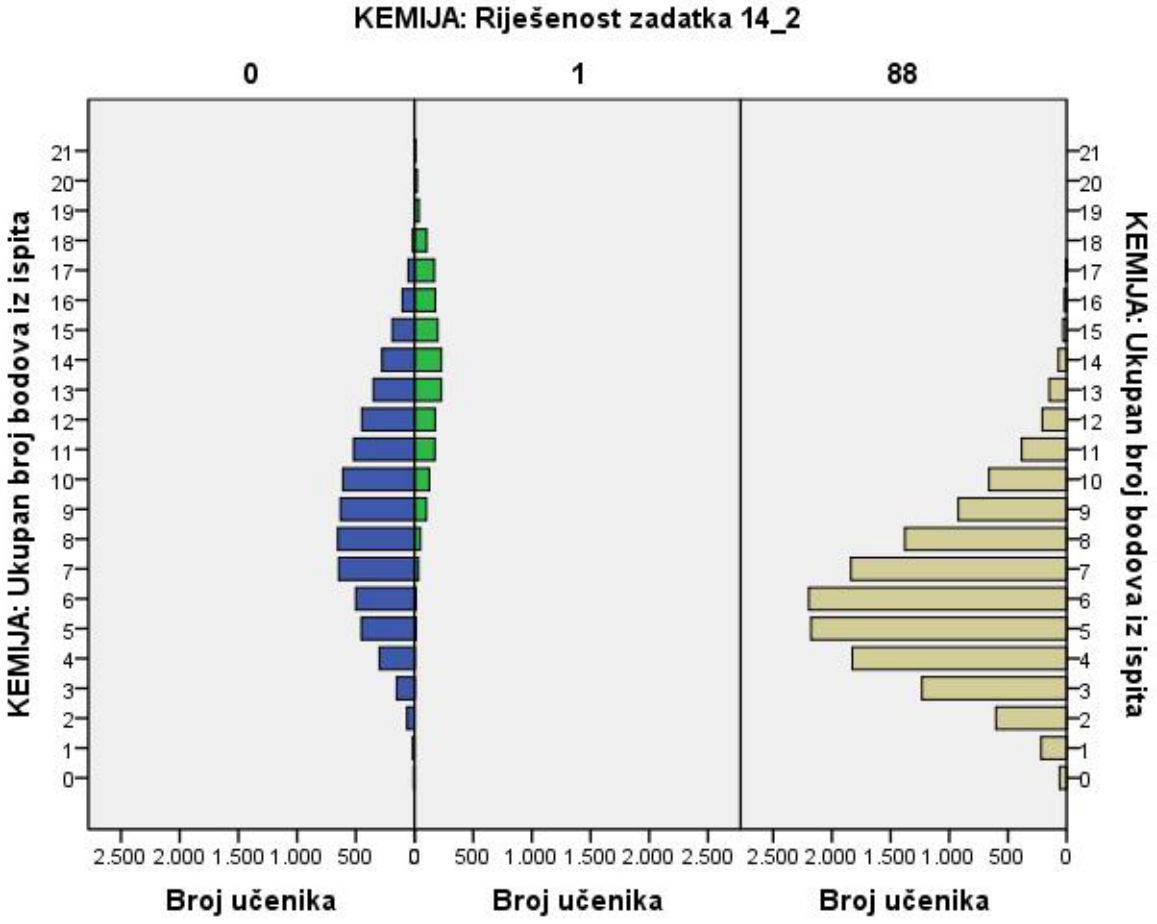
Slika 4.14.2. Distribucija uspješnosti u zadatku K14.1 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Zadatak K14.2



Slika 4.14.3. Opće karakteristike zadatka K14.2

U drugom dijelu zadatka bilo je potrebno napisati kemijsku jednadžbu elektrolize vode. Ponovno je potvrđeno da simbolički jezik nije jaka strana nastave kemije u Hrvatskoj.



Slika 4.14.4. Distribucija uspješnosti u zadatku K14.2 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

Točnih odgovora je 70. Dvadeset puta je evidentirano i točno rješenje zadatka 14.1. U sedam slučajeva evidentirano je da je u zadatku 14.1 dan odgovor "tekućem", a u jednom slučaju "u tekućem i plinovitom". Sve ostale odgovore može se tretirati kao pokušaje pisanja jednadžbe kemijske reakcije (97=8+42+47).

- šest je zapisa koje možemo tretirati kao da su ostali na razini navođenja reaktanata,
- dva su zapisa koje bismo mogli tretirati kao zapis na razini navođenja produkata;
- u 42 zapisa zadovoljen je zakon o očuvanju mase; od tih zapisa njih 11 zapisani su u smislu sinteze, od kojih za 4 možemo slobodno reći da nemaju nikakve veze sa sadržajem pitanja

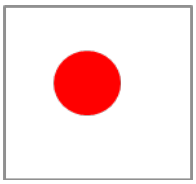
Ove zapise možemo razmatrati kroz dvije teze:

a) ne poimaju elektrolizu kao postupak u kojem se neku tvar razlaže na druge tvari i/ili
b) ne razumiju kemijski simbolički jezik te stoga nisu sposobni njime opisati elektrolizu vode.

Preostaje 31 odgovor koji zadovoljava zakon o očuvanju mase, a najčešći tip odgovora je:

$H_2O \rightarrow H_2 + O$

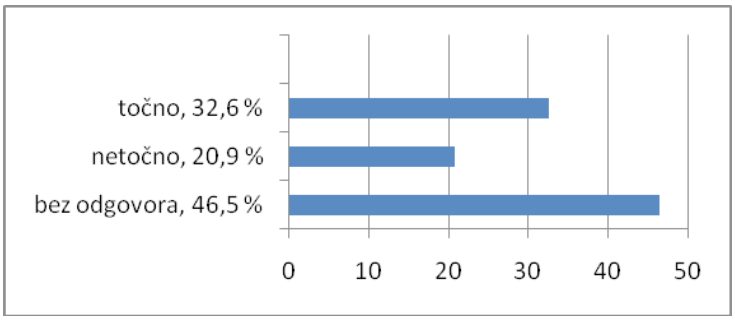
Zadatak K15

Kemijskom analizom utvrđeno je da se neki prirodni kemijski spoj sastoji od natrija, dušika i kisika. Omjer broja atoma u tom je spoju 1:1:3. Napiši kemijsku formulu tog spoja. Formula spoja:_____	Rješenje: $NaNO_3$
	 više kognitivne kompetencije **Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete**

Slika 4.15. Opće karakteristike zadatka K15

Sam odgovor je u zadatku. Postavljeno je da su u spoju omjeri broja atoma natrija, dušika i kisika 1:1:3. To znači da je empirijska formula $NaNO_3$.

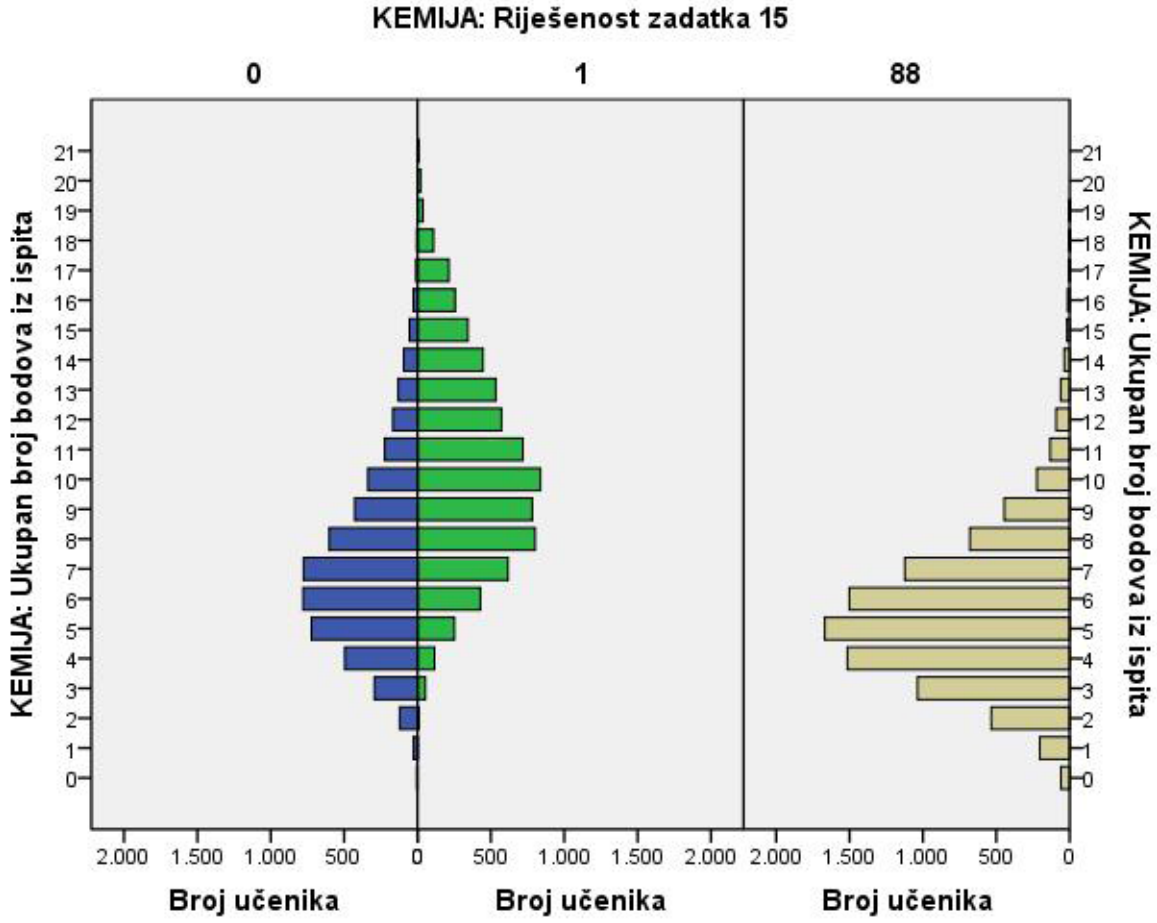
Međutim, tu je formulu moguće napisati samo ako znamo da je simbol za dušik N, a ne C kako je to često navedeno u rješenjima.



Slika 4.15.1. Opće karakteristike zadatka K15

Tipovi pogrješke su sljedeći:

- pogrješna i formula i simboli 38 puta (primjer: $N_2C_3H_2$),
- pogrješna empirijska formula 35 puta (primjer: Na_2NO),
- simbol dušika 22 puta (primjeri: C - 13 puta, H - 5 puta, He - 1 put, P - 2 puta, Zn - 1 put),
- ostalih 20 različitih odgovora



Slika 4.15.2. Distribucija uspješnosti u zadatku K15 (0 – netočno, 1 – točno, 88 – bez odgovora)

4.2.5. Tipologija pogrješaka na temelju analize netočno riješenih zadataka iz kemije

Uočena je velika raznolikost pogrješnih rezultata i postupaka, slojevitost, a ponekad i apsurdnost pogrješnih odgovora. Usprkos prihvatljivoj riješenosti ispita u statističkim okvirima, nakon pojedinačnog pregleda svakog ispita iz odabranog uzorka, kod učenika je zapažena niska razina kognitivnih kompetencija. To, nažalost, upućuje na značajne razlike u kvaliteti izvođenja nastave kemije, od škole do škole, i od učitelja do učitelja. U zadatcima iz Kemije se zapaža slabo operativno znanje četiriju temeljnih računskih operacija, slabo poznavanje kemijskog simboličkog jezika i nedostatak poznavanja rezultata pokusa.

U nekim zadatcima prisutni su korelacijski elementi iz fizike i kemije, ali tako da su neki isti prirodoslovni pojmovi prikazani s različitih stajališta. Takav pojam je primjerice gustoća. Kao i u fizici, učestale su grješke vezane za poznavanje mjernih jedinica i fizičkih veličina te manjkavosti u razumijevanju elementarnih relacija između fizikalnih pojmova. Mnogi pogrješni odgovori uvjetovani su slabim operativnim znanjem matematike i neadekvatnom primjenom veličinske jednadžbe, a to je važna karakteristika nekih zadataka u kemiji.

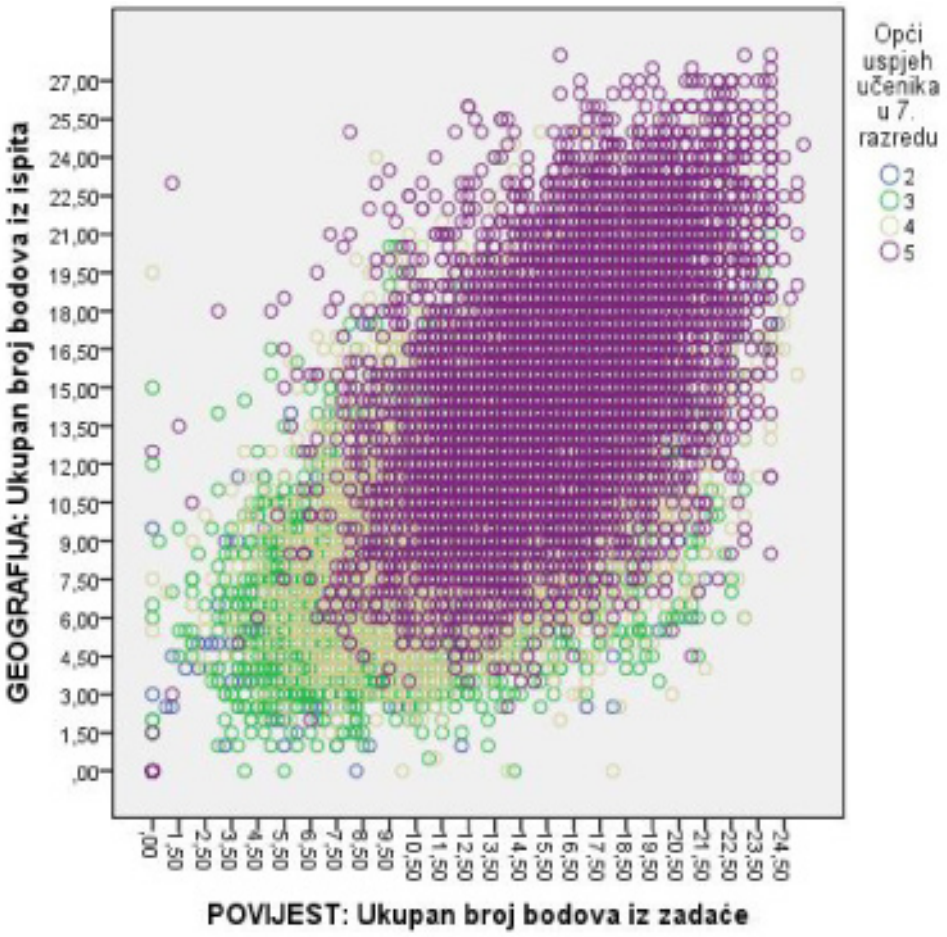
Svi zadatci od 6. do 10. su problemski zadatci. Samo u dva zadatka bilo je potrebno poznavanje simboličkog jezika. Unatoč činjenici da se među ovim zadatcima nalaze problemski zadatci, taj dio ispita ima prosječnu riješenost od 47%!

Od 11. do 15. zadatka, u četiri od pet zadataka, potrebno je poznavanje simboličkog jezika. Iako među njima nema problemskih zadataka, prosječna riješenost je 25%!

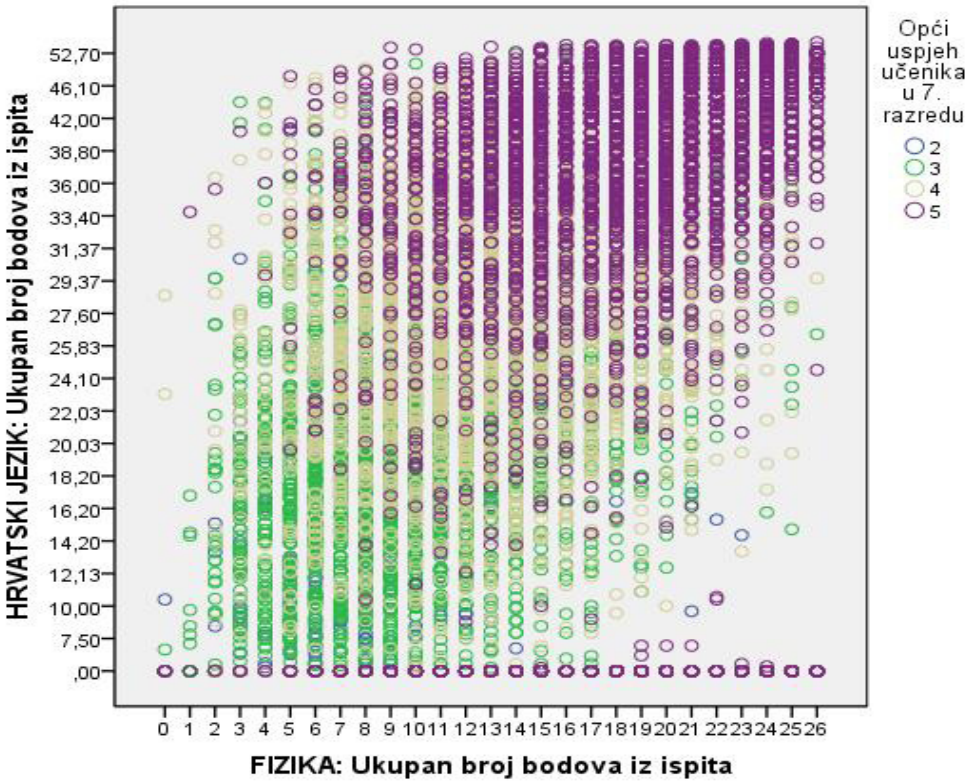
5. KORELACIJSKI ASPEKTI KVALITATIVNE ANALIZE ZADATAKA IZ FIZIKE i KEMIJE

5.1. Korelacijski aspekti kvalitativne analize zadataka iz fizike

Iz **Slike 1.** vidljiva je dobra unutarnja konzistencija ispita iz fizike (Cronbah indeks α=0,84). Ova činjenica predstavlja valjanu osnovu za pokušaj dublje inspekcije pojavnosti koje se nalaze pokrivene ispod globalnih statističkih parametara. S obzirom da jednodimenzionalna reprezentacija podataka iz baze Centra redovito ukazuje na normalne razdiobe, povjerenstvo se odlučilo rezultate nacionalnoga ispita iz fizike prezentirati kroz dvodimenzionalne prezentacije (scatter plot) pokušavajući razotkriti unutarnju međupovezanost strukturnih komponenti znanja (korelacije).

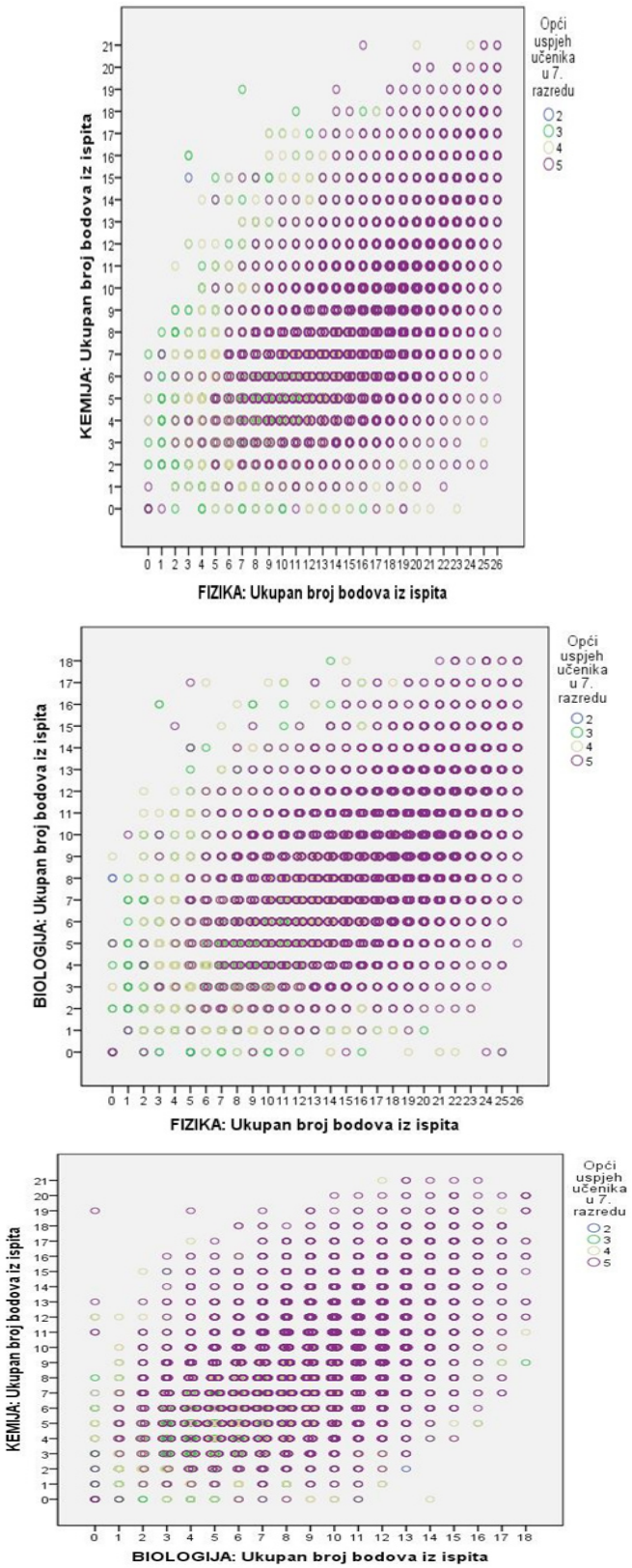


Slika 5.1. Distribucija riješenosti ispita iz geografije u ovisnosti riješenosti ispita iz povijesti obojana općim uspjehom na kraju 7. razreda



Slika 5.2. Distribucija riješenosti ispita iz hrvatskog jezika u ovisnosti riješenosti ispita iz fizike obojana općim uspjehom na kraju 7. razreda (neki učenici koji su pisali ispit iz fizike nemaju rezultat na ispitu iz Hrvatskog jezika)

Na **Slici 5.1.** prikazana je uspješnost rješavanja ispita iz geografije u odnosu na ispit iz povijesti. U dvodimenzionalnom prikazu jasno je da je normalna dvodimenzionalna (Gaussova) razdioba narušena općepoznatom činjenicom da bolji učenici bolje rješavaju svaki ispit. Jednako tako zanimljivo je vidjeti sličan prikaz ovisnosti postignutog uspjeha na ispitu iz Hrvatskog jezika u odnosu na postignut uspjeh na ispitu iz Fizike, **Slika 5.2**.



Slika 5.3. Distribucija riješenosti ispita iz prirodoslovlja (tamnija područja predstavljaju veću učestalost)

Ako pogledamo istom metodom prikazane međuovisnosti uspješnosti rješavanja ispita iz prirodoslovlja, spomenuti korelacijski aspekt bit će još više izražen **(Slika 5.3.).** Prirodno je pretpostaviti da je znanje prirodoslovlja još više korelirano s obzirom na unutarnju strukturnu povezanost. Druga osobito razvidna činjenica je da u prikazima uspješnosti na ispitu iz prirodoslovlja iščezava separacija po općem uspjehu u 7. razredu osnovne škole. Ova separacija je prisutna ako je jedna od varijabli na osima u prikazima predmet humanističkog karaktera. Tu činjenicu povjerenstvo objašnjava većim udjelom zadataka problemskog i konceptualnog tipa u ispitu iz prirodoslovlja, s obzirom na ispit iz humanističkih predmeta.

5.2. Korelacijski fenomeni i viši stupnjevi kognitivnih kompetencija

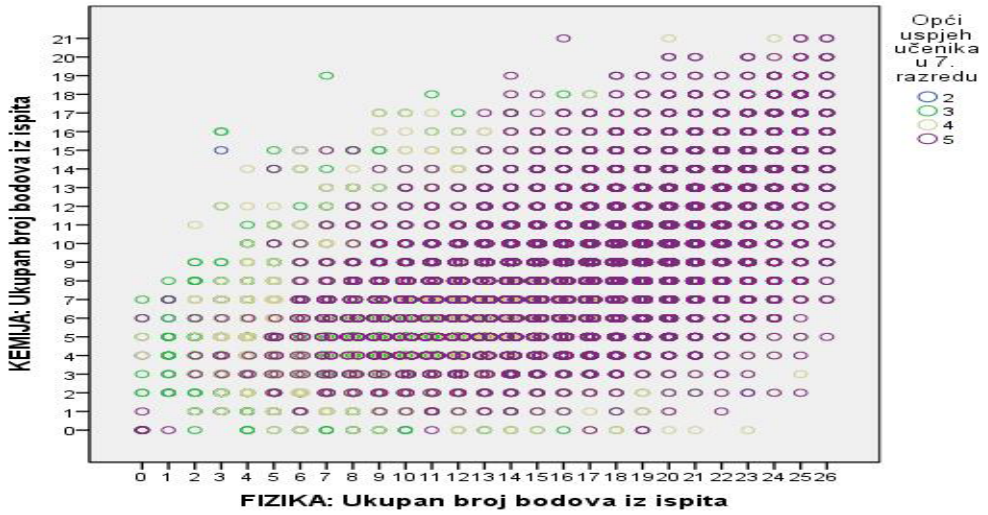
U nastavi svih prirodoslovnih predmeta nužno je nastavu temeljiti na eksperimentu. Eksperiment vodi učenika od konkretnih do formalnih operacija i apstraktnog mišljenja. Zadatci s korelacijskim elementima fizike i kemije predstavljaju dobar temelj za određivanje viših razina kognitivnih kompetencija. Zbog toga je važno da pokus ne bude potvrda prethodno izrečene tvrdnje, nego da, kao oblik vođenog istraživanja, bude temelj nastave.

Ustanovljeno je da zadatci koji se odnose na eksperiment dobro diskriminiraju uspješne od neuspješnih, na provedenom ispitu. Zbog toga, tamo gdje rezultati nisu dobri, uzroke treba tražiti u načinu rada u učionici.

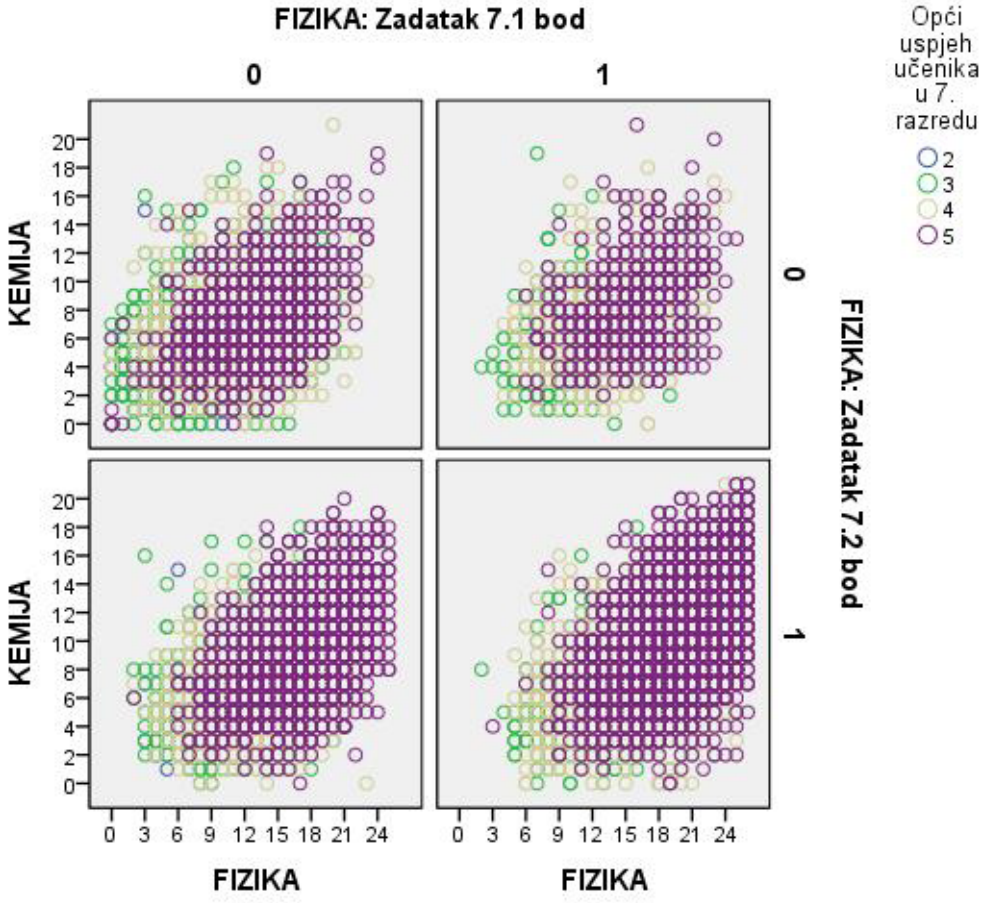
Kao primjer uspješne diskriminacije između uspješnih i neuspješnih možemo pokazati distribuciju uspješnosti u kemiji u ovisnosti o uspješnosti ispita iz fizike **(Slika 5.4.)** diskriminirajući cijelu populaciju pomoću riješenosti samo jednog jedinog zadatka: F7 (za detaljnu usporedbu vidi Kvalitativna analiza nacionalnih ispita – Fizika (Tablica 5., **Slika 5.5.).**

Ovdje valja istaknuti da ispiti iz korpusa Biologija-Kemija-Fizika sadrže niz kvalitetnih zadataka za moguće usporedbe usvajanja prirodoslovnih pojmova. Ovaj potencijal naročito je došao do izražaja kod zadatka koji integriraju domene fizike i kemije.

Radne grupe iz Fizike, Kemije i Biologije, koje su se bavile kvalitativnom analizom, uspješno su surađivale u rasvjetljavanju ove problematike i bilo bi korisno kad bi se u sličnoj konstruktivnoj suradnji planirali i ispitni sadržaji budućih ispita.

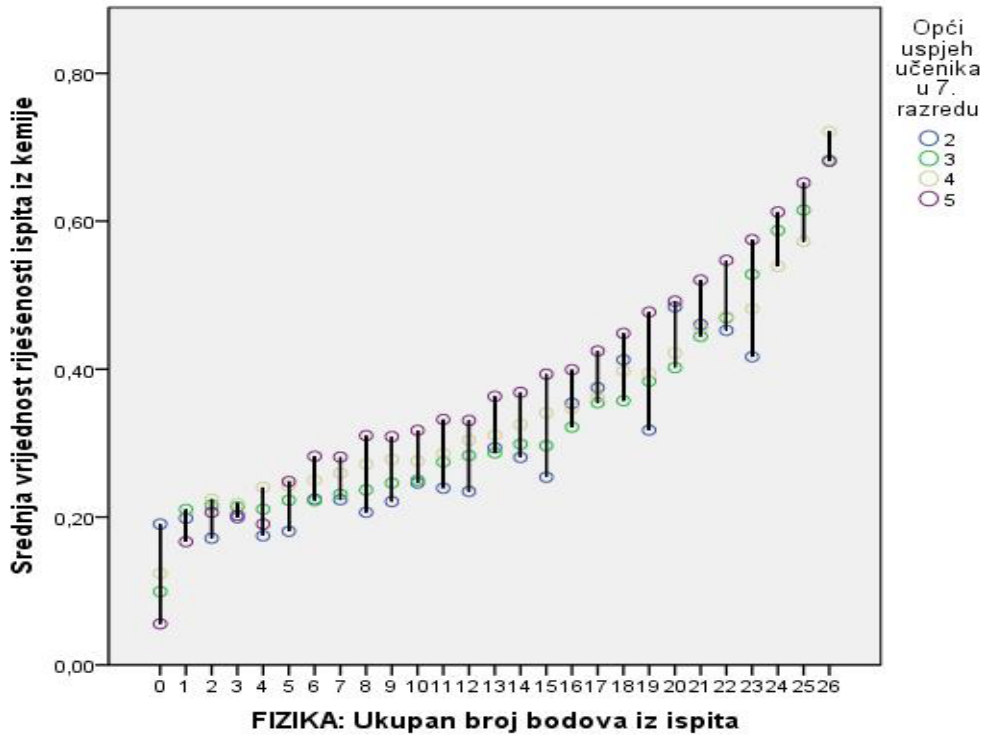


Slika 5.4. Učestalost distribucija riješenosti ispita iz kemije u ovisnosti riješenosti ispita iz fizike

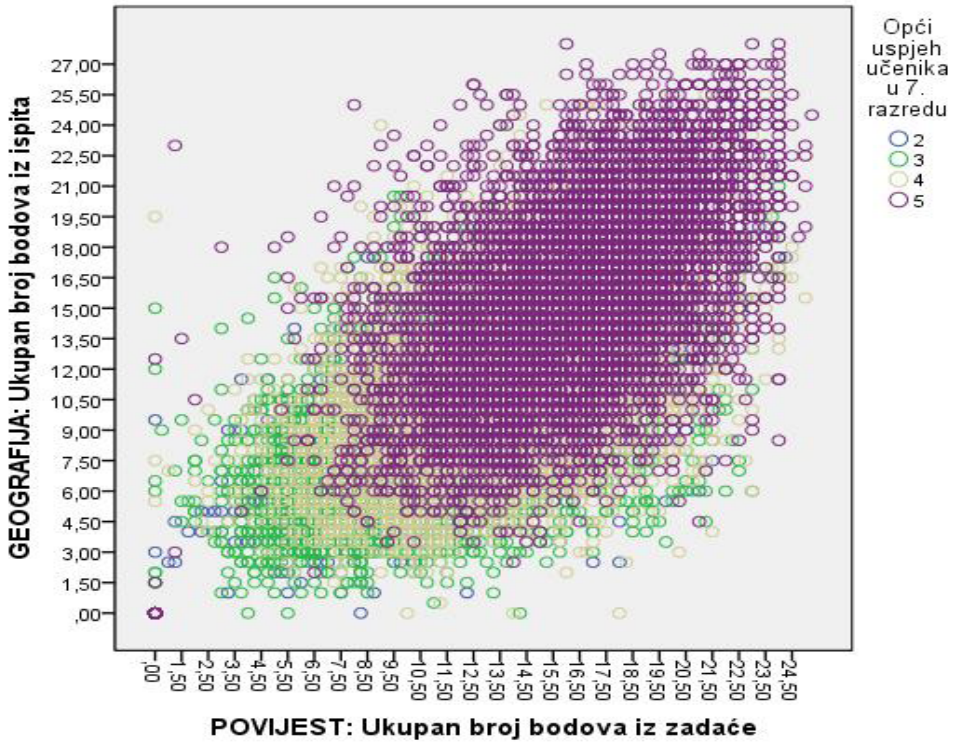


Slika 5.5. Učestalost distribucija riješenosti ispita iz kemije u ovisnosti riješenosti ispita iz fizike diskriminacijom uspješnosti rješavanja zadatka F7

Kao primjer možemo pokazati distribuciju uspješnosti u kemiji u ovisnosti o uspješnosti ispita iz fizike, diskriminirajući cijelu populaciju pomoću riješenosti samo jednog jedinog zadatka: F7 **(Slika 5.5.).** U zadatku se traži čitanjem iz *s-t* dijagrama odrediti prijeđeni put. Učenici koji pravilno pišu samo mjernu jedinicu imaju veću srednju uspješnost od učenika koji samo numerički ispravno napišu rješenje. Ova činjenica upućuje na strukturiranu kognitivnu kompetenciju kod učenika koji uz fizičku veličinu uvijek vežu numeričku vrijednost i mjernu jedinicu u odnosu na učenike koji kroz sustav edukacije nisu naviknuti na to pa interpretaciju dijagrama vide samo kroz formalno matematički vid. Nažalost, na istoj se populaciji nije provela i ispit iz matematike jer bi bilo itekako korisno vidjeti distribucije uspješnosti, koja ispituje formalne matematičke kompetencije u ovisnosti o uspješnosti usvajanja prirodoznanstvenih koncepata.



Slika 5.6. Srednja vrijednost riješenosti ispita iz kemije u ovisnosti o ukupnom broju bodova ispita iz fizike



Slika 5.7. Učestalost distribucija riješenosti ispita iz geografije u ovisnosti riješenosti ispita iz povijesti

Motiv za istraživanje korelacijskih fenomena uspješnosti rješavanja ispita iz fizike i ispita iz kemije **(Slike 5.5, 5.6. i 5.8.)** izrazito je vidljiv kada usporedimo strukturne korelacije u sličnom prikazu ovisnosti uspješnosti učenika na ispitu iz povijesti, odnosno iz geografije **(Slika 5.8.).** Općenito, prirodoslovna grupa predmeta pokazuje veći udio povezane (uvjetovane) uspješnosti. **Slika 5.7.** donosi i kvantitativnu inspekciju uvjetovanih težina ispita iz kemije i fizike.

Broj bodova iz fizike u odnosu na broj bodova iz kemije pokazuje proporcionalne karakteristike za učenike koji imaju 13 ili više bodova iz fizike, odnosno 6 ili više bodova iz kemije. To je 59.7% učenika u slučaju fizike (Tablica 7.1.) ili 67.4% u slučaju kemije (Tablica 7.2.). Temeljem toga može se zaključiti da oko 60% učenika dobro povezuje fiziku i kemiju i slijedom toga imaju dobro znanje.

Tablica7.1. Učenici koji imaju 13 ili više od 13 bodova iz fizike na cjelokupnom ispitu

Fizika više od 13

		Value	Count	Percent
Standard Attributes	Position	838		
	Label	<none>		
	Type	Numeric		
	Format	F1		
	Measurement	Nominal		
Valid Values	0		8793	40,3%
	1		13024	59,7%

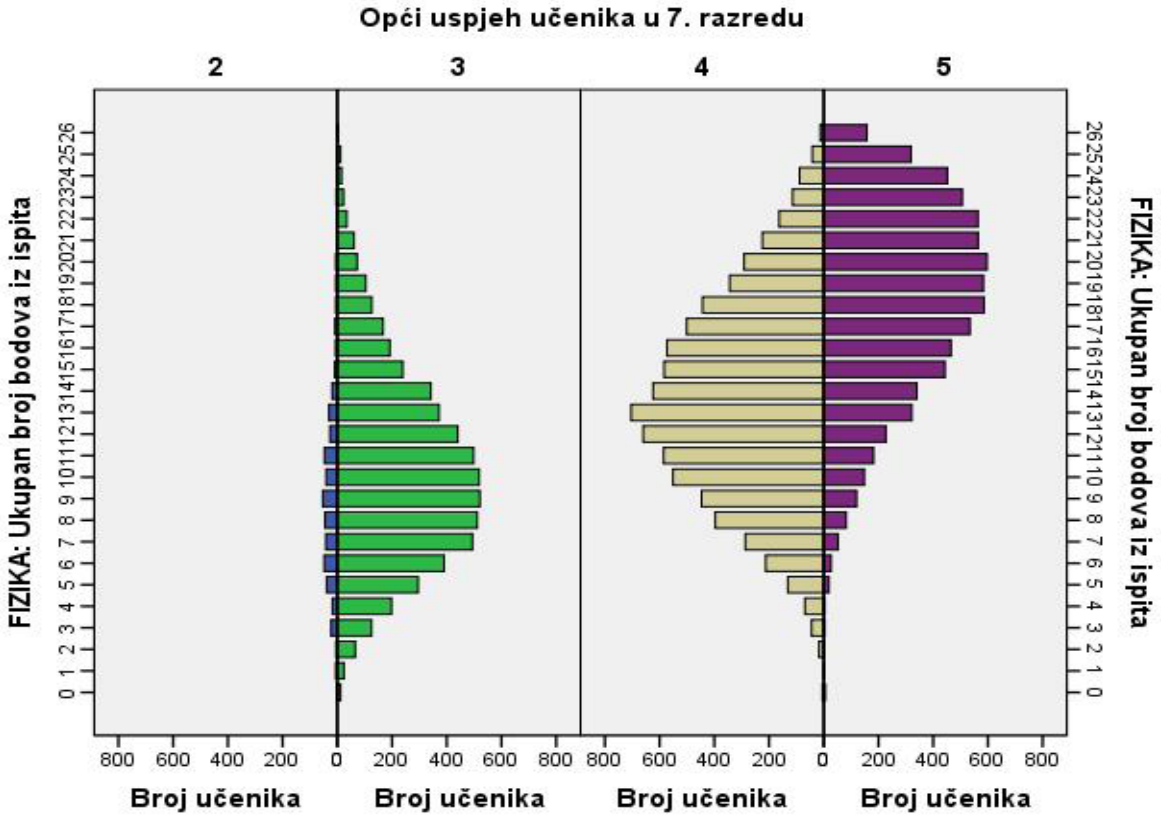
Tablica 7.2. Učenici koji imaju 6 ili više od 6 bodova iz kemije na cjelokupnom ispitu

Kemija više od 13

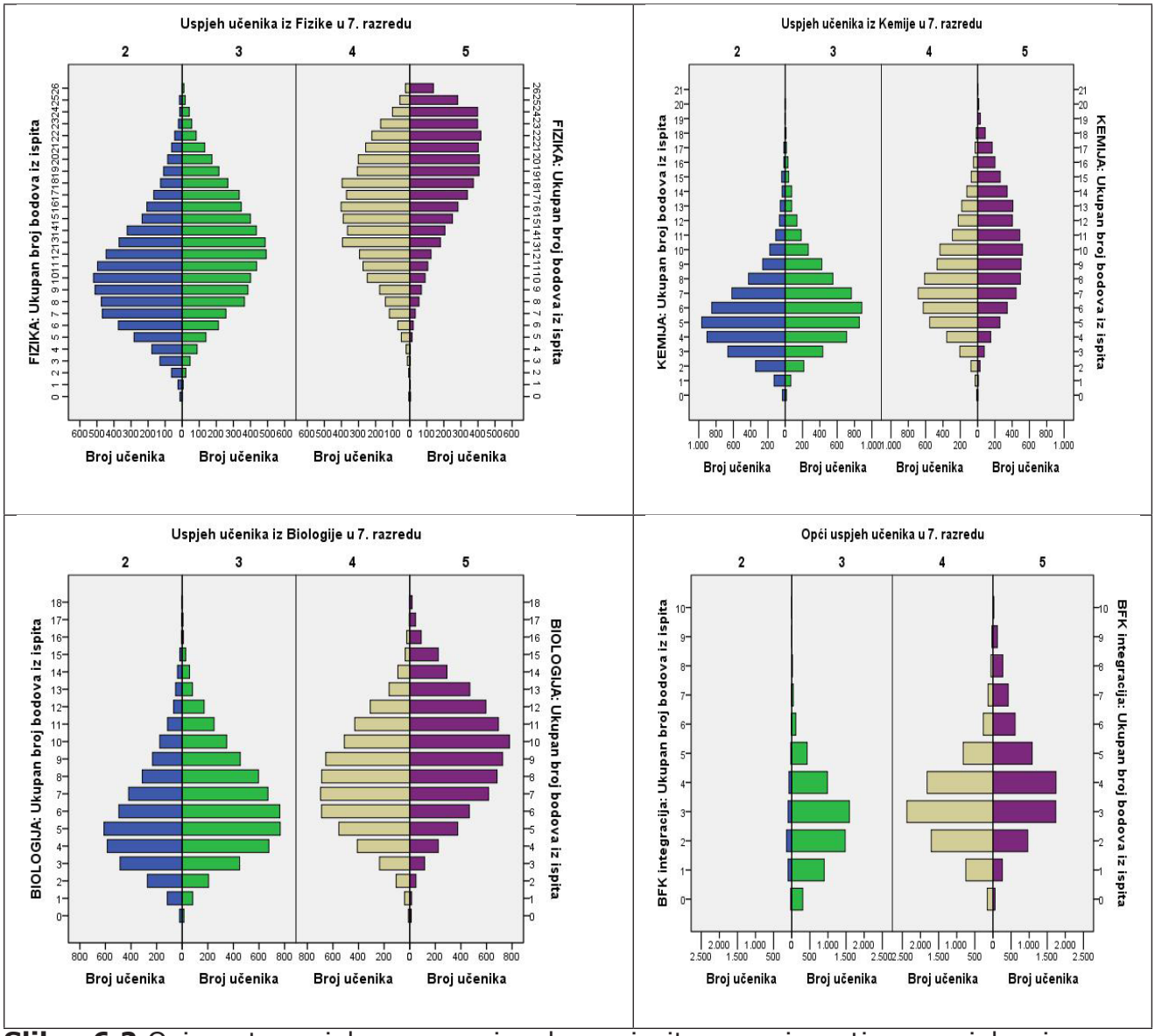
		Value	Count	Percent
Standard Attributes	Position	838		
	Label	<none>		
	Type	Numeric		
	Format	F1		
	Measurement	Nominal		
Valid Values	0		7115	32,6%
	1		14702	87,4%

5.3. Korelacije općeg uspjeha u školi i uspjeha na nacionalnom ispitu

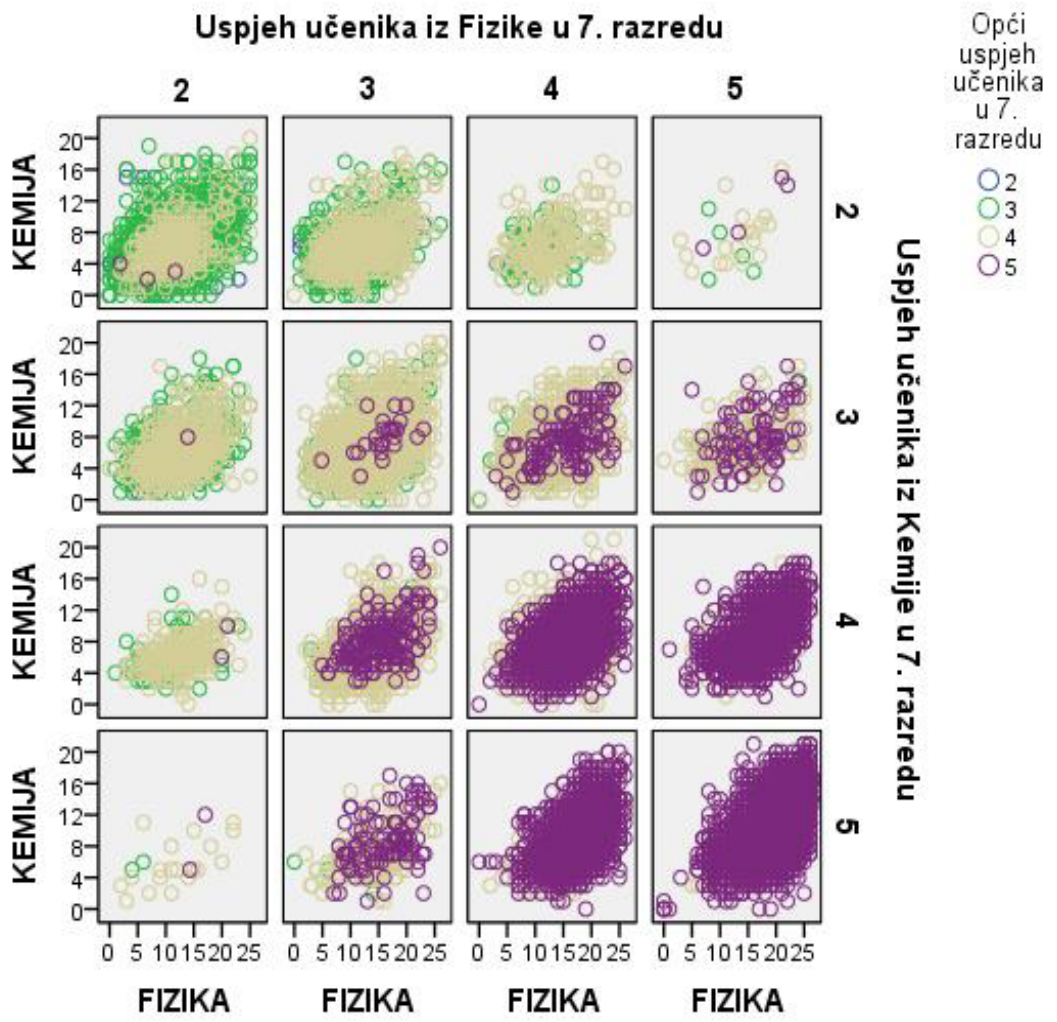
Zanimljivim se učinilo usporediti opće uspjehe ispitanika u školi s uspjesima postignutim na nacionalnom ispitu. Uvriježeno je mišljenje da učenici osnovnih škola dobivaju veće ocjene od „zasluženih" te da treba osmisliti sustav generacijskog vrjednovanja na osnovnoškolskoj razini. Ovdje se ne želi polemizirati s tom tezom, ali s obzirom da se sada može na vrlo opsežnom uzorku usporediti ova dva uspjeha, donose se neke grafičke predodžbe o tome. Baza nacionalnih ispita pruža kvalitetnu osnovu za istraživanje ovog fenomena jer pored uspjeha sadrži i niz sociooloških pokazatelja. Dakako, ovakvo istraživanje daleko premašuje kompetencije radne skupine, ali se koristi prilika da se ovdje na to ukaže. Stoga slijede grafički prikazi korelacija uspjeha (i općeg uspjeha na kraju 7. razreda) učenika po ocjenama iz pojedinih predmeta i uspjeha učenika na nacionalnom ispitu **(Slike 6.1., 6.2. i 6.3.).**



Slika 6.1. Ovisnost uspjeha na nacionalnom ispitu u ovisnosti o općem uspjehu iz fizike u 7.razredu OŠ (2 = dovoljan, 3 = dobar, 4 = vrlo dobar, 5 = odličan)



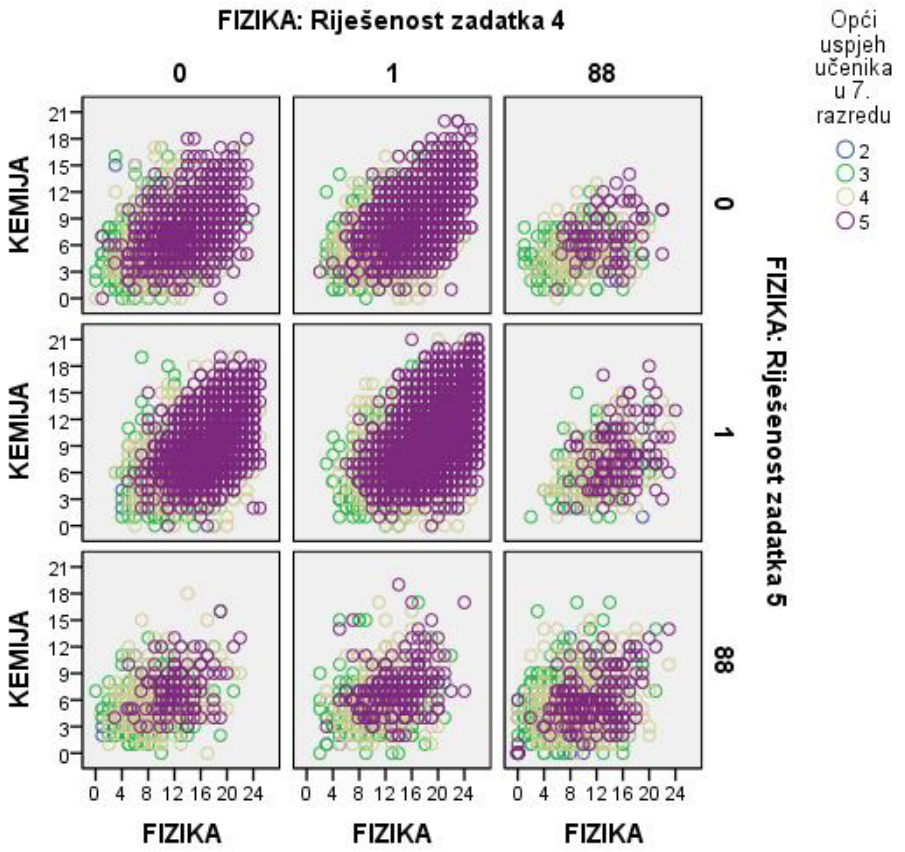
Slika 6.2. Ovisnost uspjeha na nacionalnom ispitu u ovisnosti o uspjehu iz odgovarajućeg predmeta u 7.razredu OŠ (2 = dovoljan, 3 = dobar, 4 = vrlo dobar, 5 = odličan)



Slika 6.3. Korelirana ovisnost uspjeha na nacionalnom ispitu Fizika – Kemija u ovisnosti o uspjehu iz odgovarajućeg predmeta u 7. razredu osnovne škole (2 = dovoljan, 3 = dobar, 4 = vrlo dobar, 5 = odličan)

5.4. Korelacijski fenomeni i eksperimentalni pristup nastavi

Svi objedinjeni ispiti predstavljaju dobar potencijal za određivanje viših razina kognitivnih kompetencija. U nastavi kemije, fizike i biologije eksperiment je nužan. Eksperiment vodi učenika od konkretnih do formalnih operacija i apstraktnog mišljenja. Važno pitanje, koje proizlazi iz rezultata kvalitativne analize, je uloga eksperimenta u nastavi. Eksperiment ne može biti potvrda tvrdnje, nego temelj nastave. Tamo gdje rezultati nisu dobri, uzrok treba tražiti u načinu rada u učionici. Ustanovljeno je da zadatci koji se odnose na eksperiment dobro diskriminiraju uspješne od neuspješnih na provedenom ispitu. U slučaju ispita iz fizike to su 4. i 5. zadatak. Naoko jednostavni, ostali su neriješeni u velikom broju slučajeva. Radna skupina napravila je mini ispitivanje na populaciji iz prededukativne faze za prirodoslovlje (učenici 5. i 6. razreda) i utvrdila je da oni imaju problema s očitavanjem dinamometra jer ga nikad u životu nisu vidjeli. Dakako, moguće je locirati škole pa čak i pojedine učitelje čiji su učenici ostavili 5. zadatak neriješenim, ali to nije zadatak ovog istraživanja.

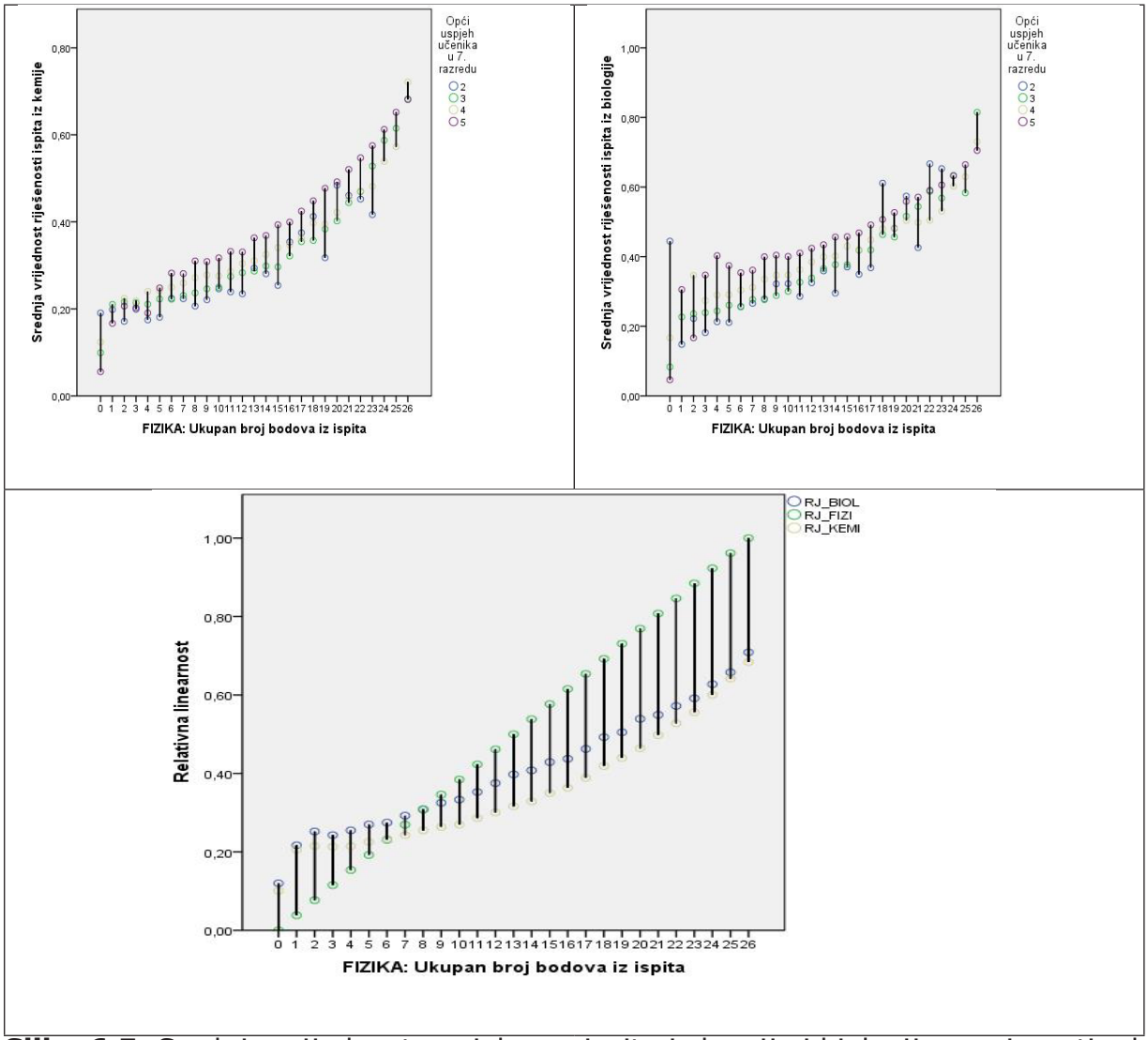


Slika 6.4. Raščlamba distribucija riješenosti ispita iz kemije u ovisnosti riješenosti ispita iz fizike diskriminacijom uspješnosti rješavanja zadatka F4 i F5 koji sadrže grafičke elemente

5.5. Korelacijski fenomeni i strukturirano znanje

Motiv za istraživanje korelacijskih fenomena uspješnosti rješavanja ispita iz fizike i ispita iz kemije **(Slike 5.4., 5.5. i 5.7.)** izrazito je vidljiv kada usporedimo strukturne korelacije u sličnom prikazu ovisnosti uspješnosti učenika na ispitu iz povijesti, odnosno geografije **(Slika 1.3.).** Općenito, prirodoznanstvena grupa kolegija pokazuje veći udio povezane (uvjetovane) uspješnosti.

Broj bodova iz fizike u odnosu na broj bodova iz kemije pokazuje proporcionalne karakteristike za učenike koji imaju 13 ili više bodova iz fizike, odnosno 6 ili više bodova iz kemije. To je 59,7% učenika u slučaju fizike ili 67,4% u slučaju kemije. Temeljem toga može se zaključiti da oko 60% učenika dobro povezuje fiziku i kemiju i slijedom toga imaju dobro znanje. Ova linearnost osobito je razvidna kod izvrsnih i vrlo dobrih učenika.



Slika 6.5. Srednja vrijednost uspjeha na ispitu iz kemije i biologije u ovisnosti od postignutog rezultata na ispitu iz fizike obojana uspjehom učenika u 7. razredu osnovne škole

6. ZAKLJUČCI

6.1. Zaključci- fizika

Prirodoslovna pismenost definirana je kao sposobnost korištenja prirodoslovnog znanja, prepoznavanja pitanja i izvođenja zaključaka temeljenih na dokazima radi razumijevanja i lakšeg donošenja odluka o prirodnom svijetu i promjenama koje u njemu izaziva ljudska aktivnost. Kroz školski predmet fizike učenici se poučavaju različitim pojmovima za opisivanje načela ***o građi, općim svojstvima i kretanju materije, stvaranju i prijenosu energije te međudjelovanju materije i energije*** te usvajanju kritičkog mišljenja kroz: hipotezu, teoriju i zakon te pronalaze mogućnosti primjene fizikalnih zakona i teorije u rješavanju problema u svakodnevnom životu, koristeći metodički pristup za uspoređivanje teorije i povezivanje zaključaka iz izvedenih pokusa i opažanja. Praćenje, ocjenjivanje i vrjednovanje trebalo bi biti korisno onima kojima je i namijenjeno, a to su prije svih učenici, dakle, dati informacije ne samo o efektima, nego i o tijeku procesa učenja, o načinima učenja, ali i upućivanja na dalje korake. Vrjednovanje je spona između navedenih elemenata, tj. vrjednovanjem se utvrđuje ispunjenost uvjeta, razumijevanje razina i slično, sve do samog funkcioniranje obrazovnog sustava. Kompleksnost vrjednovanja trebala bi se ostvarivati, ne samo obuhvaćanjem navedenih komponenti, nego i razinom kvalitete. Tako se za znanje, kao komponentu vrjednovanja, ističe logički pregled, povezanost činjenica i generalizacija te imaju različite razine kvalitete: *prisjećanje* – najniža razina, *prepoznavanje* - niska, *reprodukcija* - često i veoma precizno ponavljanje činjenica te generalizacija, nedovoljno upotrebljivo; *operativno znanje* - služi rješavanju pojedinih zadataka; *stvaralačko znanje* - kao najviša razina kojim se dolazi do novih rješenja.

Distribucija učeničkog uspjeha postignutog u svakom pojedinom zadatku ispita iz fizike predstavlja pogodnu matricu za globalnu kvalitativnu inspekciju ispita, a učestalost pojavljivanja tipiziranih netočnih odgovora u zadatcima omogućava podrobniji uvid u problematiku izvođenja nastave.

S obzirom da postoji pitanje u ispitu iz fizike na koje je točno odgovorilo 95% učenika, može se zaključiti da je velika većina učenika imala pozitivan i ozbiljan pristup ispitu. Da nije tako, odnosno da su neozbiljno ili namjerno pogrješno odgovarali, sigurno ne bi bio ovako visok postotak točnih odgovora na to pitanje. To daje još veći značaj ovoj kvalitativnoj analizi i zaključcima koji su iz nje proizašli.

6.1.1. Opće konstatacije temeljene na ovom istraživanju

Stručna radna skupina za kvalitativnu analizu nacionalnog ispita iz fizike u osnovnoj školi, provedenog 2008. godine od strane Centra na učenicima osmih razreda osnovnih škola Republike Hrvatske, načinila je 2010. godine kvalitativnu analizu ispita iz fizike na slučajnom uzorku koji čini 500 učeničkih uradaka od ukupno 21817. U tu svrhu detaljno su analizirana pogrješna rješenja učenika, zapažanja učenika u pojedinim zadatcima, elementarna fizička pismenost, matematičke pretpostavke kroz redove veličina, sposobnost grafičkog predočavanja, razmatranja korelacijskih fenomena te usvojenost nekih fizičkih koncepata iz mehanike, elektriciteta i termodinamike. Na osnovu svega toga stručna radna skupina za kvalitativnu analizu ispita iz fizike donosi sljedeće zaključke, koji su argumentirani u prethodnim poglavljima:

- Mjerne jedinice su ključne za rješavanje računskih zadataka jer svi učenici koji su imali točnu mjernu jedinicu imali su i točan brojčani dio. Tu treba napomenuti da poznavanje mjernih jedinica nije samo po sebi dovoljno za uspješno rješavanje računskih zadataka, ali je nužno.
- Poznavanje osnovnih elemenata fizičke pismenosti (oznake za fizičke veličine i mjerne jedinice) nije zadovoljavajuće, što se može potkrijepiti podatkom da 58% učenika ne zna pridružiti oznaci za napon oznaku za pripadajuću mjernu jedinicu.
- Bolji rezultati se postižu ako se ista problematika obrađuje u više predmeta.
- Bolji rezultati se postižu ako se isti sadržaji pojavljuju više puta kroz obrazovnu vertikalu.
- Izuzetno veliki broj neriješenih (praznih) odgovora kod iskustvenih i eksperimentalnih zadataka upućuje na manjak eksperimentalnog rada u nastavi fizike.
- Nepovezivanje pojma litre s kubnim decimetrom upućuje na odsutnost eksperimentalne nastave, ne samo u fizici već i u ranijim obrazovnim razdobljima.
- Učestalost loših odgovora raste s "dimenzijom" prostora što stavlja upitnik na kvalitetno poznavanje pojmova ploštine i obujma.
- Oko 60% učenika podjednako uspješno rješava zadatke iz fizike i kemije slijedom čega imaju dobro znanje. Ova linearnost osobito je razvidna kod izvrsnih i vrlo dobrih učenika.

- Uočena je velika raznolikost pogrješnih rezultata i postupaka, slojevitost, a ponekad i apsurdnost pogrješnih odgovora.
- Uočeno je više pojavnosti koje su manje statistički značajne i treba ih uzeti s rezervom, ali ipak sugeriraju zaključke kao što su:
  - Obrada istih sadržaja u fizici i kemiji daje bolje rezultate u slučaju eksperimentalnih zadataka i u slučaju poznavanja simboličkog jezika;
  - Učenici bolje rješavaju ilustrirane zadatke od onih koji su zadani samo tekstom;
  - Ako je zadak vezan na prethodni rezultati su lošiji.

6.2. Zaključci – kemija

Na temelju provedene analize uočeno je sljedeće:

- Zadatci koji se odnose na eksperiment dobro diskriminiraju uspješne od neuspješnih na provedenom ispitu (najizraženije kod računskih zadataka).
- Izuzetno veliki broj neriješenih (praznih) odgovora kod eksperimentalnih zadataka vjerojatno upućuje na manjak eksperimentalnog rada u nastavi kemije.
- Učestalost loših odgovora vezana je uz pojam volumena.
- Oko 60% učenika proporcionalno uspješno rješava zadatke iz fizike i kemije.
- Korelacijska obrada u fizici i kemiji daje 15% bolje rezultate u slučaju eksperimentalnih zadataka, a 7% bolje u slučaju poznavanja simboličkog jezika.
- Kada je zadatak vezan na prethodni često tu vezu učenici ne uoče i ne koriste prethodno rješenje.
- Velika raznolikost pogrješnih rezultata i postupaka, slojevitost, a ponekad i apsurdnost pogrješnih odgovora.

7. PREPORUKE

7.1. Preporuke - nastavni plan i program

FIZIKA I KEMIJA

Kroz školski predmet fizike učenici se poučavaju različitim pojmovima za opisivanje načela o građi, općim svojstvima i kretanju materije, stvaranju i prijenosu energije te međudjelovanju materije i energije kao i usvajanju kritičkog mišljenje kroz: hipotezu, teoriju i zakon te pronalaze mogućnosti primjene fizikalnih zakona i teorije u rješavanju problema u svakodnevnom životu koristeći metodički pristup za uspoređivanje teorije i povezivanje zaključaka iz izvedenih pokusa i opažanja.

Kroz školski predmet kemije učenike se poučava usvajanju kritičkog mišljenja kroz hipotezu, teoriju i zakon te im se ukazuje na mogućnosti primjene kemijskih zakona i teorije u rješavanju problema u svakodnevnom životu. Pri tom se koristi metodički pristup za uspoređivanje teorije i povezivanje zaključaka iz izvedenih pokusa i opažanja, kroz upoznavanje s različitim pojmovima za opisivanje načela ***o građi, općim svojstvima i kretanju materije, te kemijskim promjenama.***

Nastavni plan i program fizike i kemije, sam po sebi je u redu, što se vidi po tome da su učenici podjednako dobro rješavali sve nastavne cjeline. Međutim, uočene su značajne poteškoće kad se nastavni sadržaji trebaju korelirati s drugim predmetima, naročito s matematikom. Primjer za to su četiri osnovne računske operacije. Učenici također imaju značajne poteškoće s preračunavanjem i poznavanjem mjernih jedinica te tumačenjem grafičkog prikazivanja podataka. Međupredmetne korelacije fizike i kemije pokazale su se dobrim na ovom ispitu, ali i tu ima primjera koje bi trebalo bolje povezati kao što su mjerne jedinice za gustoću. Gustoća se u fizici iskazuje osnovnom mjernom jedinicom za gustoću u SI sustavu, kg/m^3 dok se u kemiji koristi g/mL. Nadalje, *A* je oznaka za ploštinu u fizici, a *P* u matematici. Za isti pojam u matematici i kemiji se koristi riječ volumen, a u fizici obujam. Značajniji problem s međupredmetnim korelacijama također postoji između predmeta koji nisu obuhvaćeni ispitima Centra, ali mogu imati utjecaj na uspješnost rješavanja ispita iz fizike. Ogledni primjer za to su simboli za dijelove strujnog kruga koji su potpuno različiti u fizici i kemiji s jedne

strane te u tehničkoj kulturi s druge strane. Učenici su primorani učiti po sistemu „ladica", tj. za svaki predmet imaju svoju ladicu, koju često niti ne mogu povezivati s drugima zbog međusobne neusklađenosti nastavnih programa.

Preporuka je da pri izradi kurikula iz fizike i kemije trebaju sudjelovati stručnjaci više srodnih predmeta, nego što je bilo pri uvođenju HNOS-a radi boljeg usklađivanja oznaka i nazivlja, kao i svih drugih mogućih korelacija. To se također odnosi na izradu, a naročito na recenziju udžbenika, koju bi trebalo prepustiti neovisnoj stručnoj skupini jer sadašnji udžbenici nisu prilagođeni promjenama i zahtjevima kakvi su očekivani uvođenjem HNOS-a. Nema dovoljno radnih udžbenika u kojima bi se znanje i vještine stjecale aktivnim sudjelovanjem učenika u nastavnom procesu. Također, gotovo da i ne postoje priručnici pomoću kojih bi se razvijale korelacijske sposobnosti i vještine učenika.

7.2. Preporuke za poučavanje u nastavi

FIZIKA

Obzirom da su uočene manjkavosti pri poučavanju fizike u kojemu je ključni problem rješavanje problemskih i računskih zadataka te slabo korištenje i poznavanje mjernih jedinica, preporuka je da se u nastavi inzistira na korištenju i pisanju mjernih jedinica. Poznavanje oznaka za fizičke veličine i mjerne jedinice spada u najosnovnije elemente fizičke pismenosti zbog čega bi to trebalo biti uvjet za pozitivnu ocjenu, a ovdje vidimo da 58% cjelokupne populacije ne zna npr. povezati oznaku za napon s oznakom pripadajuće mjerne jedinice. S obzirom da se s mjernim jedinicama počinje u matematici u razrednoj nastavi, preporuča se više korištenja praktičnih zadataka poput „Izmjeri...“ ili „Primijeni...“ umjesto „Izračunaj...“ kakvi prevladavaju sada. To se također odnosi i na više razrede gdje primjenjivi zadatci u nastavi matematike gotovo i ne postoje. Sličan problem ima i fizika zbog toga što u postojećim udžbeničkim kompletima ne postoje pravi radni udžbenici koji bi učenike vodili usvajanju znanja kroz aktivno sudjelovanje u nastavnom procesu. Umjesto toga radni udžbenici se svode na provjeru znanja i na izračunavanje podataka, umjesto na mjerenja. Zbog toga fizika postaje teoretska, nerazumljiva i teška učenicima. Dokaz tome su računski zadatci u ispitu čija je rješivost oko 20% manja od ostalih tipova zadataka.

Sljedeća značajna manjkavost pri poučavanju fizike, koja je također potvrđena ovim istraživanjem, odnosi se na nedostatnost eksperimenta u nastavi fizike. Preporuka je da se učiteljima fizike „priznaju“ dva sata tjedno za vođenje kabineta, odnosno za eksperimentalni rad čime bi se oni mogli kvalitetnije pripremiti te bi na taj način bili motivirani, a ujedno i obvezni tako izvoditi nastavu jer bi im postala dio propisane nastavne norme.

U nastavku slijede uočeni konkretni problemi vezani uz poučavanje te preporuke za njihovo otklanjanje:

- Kod pridruživanja oznake za obujam i pripadajuće mjerne jedinice bilo je samo 56% točnih odgovora. Taj podatak je značajan i zbog toga jer se oznaka za obujam, V koristi kako u fizici tako i u kemiji i matematici. U matematici se obujam kvadra i prizme obrađivao u isto vrijeme u kojem je bilo provedeno ispitivanje. To znači da bi u sva ova tri predmeta trebalo više insistirati na korištenju SI oznaka fizičkih veličina i mjernih jedinica.

- Podatak da 58% učenika ne zna oznaku za napon ili za pripadajuću mjernu jedinicu, predstavlja ozbiljno upozorenje svim učiteljima fizike, naročito ako se uzmu u obzir ocjene iz fizike. Poznavanje oznaka za fizičke veličine i mjerne jedinice spada u najosnovnije elemente fizičke pismenosti zbog čega bi to trebalo biti uvjet za pozitivnu ocjenu, a ovdje vidimo da 58% cjelokupne populacije to ne zna.
- Primijećeno je da su učenici bili zbunjeni kod zadatka povezivanja gdje su na lijevoj strani imali 4 primjera, a na desnoj strani 3 vrste energija koje su trebali pridružiti, odnosno neki učenici nisu shvatili da istu energiju mogu pridružiti više puta. To znači da bi učenike trebalo navikavati na različite tipove zadataka.
- S obzirom da učenici imaju velikih poteškoća s pretvaranjem mjernih jedinica, trebalo bi inzistirati na vizualizaciji veličine pojedine mjerne jedinice kako bi učenici mogli procjenjivati rezultat, čime bi se izbjegli nelogični odgovori i time uspješnije rješavali ovakvi zadatci.
- Pogrješni odgovori vezani uz unutarnju energiju su gotovo ravnomjerno raspoređeni kod učenika svih razina uspješnosti na cijelom ispitu iz fizike što navodi na zaključak da je pojam unutarnje energije teško razumljiv i apstraktan učenicima. Stoga bi to trebalo jače eksperimentalno potkrijepiti.
- Odgovor da je toplina koju preda toplije mlijeko veća od topline koju primi hladnije mlijeko dalo je 29,7% učenika. Ovakvo razmišljanje ima uporište u svakodnevnim situacijama gdje je to zaista točno jer postoje gubitci na okolinu. S obzirom da je u pitanju navedeno da se toplinski gubitci zanemaruju, to navodi na zaključak da nastava fizike nije u dovoljnoj mjeri uspjela učenike usmjeriti na ispravan koncept očuvanja energije. To znači da se zakon očuvanja energije treba više eksperimentalno obrađivati kako bi učenicima postao bliži i razumljiviji.
- Na temelju pogrješnih odgovora vezanih za težinu, toplinu i slobodan pad, primijećen je veliki broj učenika (oko 50%) koji su ostali na iskustvenom razmišljanju, umjesto na znanstveno dokazanom koje se uči u školi. S obzirom da se iskustveno razmišljanje može najbolje prevladati novim iskustvima, potrebno je više eksperimentalnog potkrepljivanja znanstvenih činjenica koje same po sebi nisu jasne učenicima.

- S obzirom da se zaključak o sjaju žaruljice najbolje usvoji pri samom eksperimentu, tj. pri spajanju različitih vrsta spojeva trošila, može se zaključiti da 47,7% točnih odgovora potvrđuje slabiju prisutnost eksperimentalnog rada iz područja elektriciteta. Iz svega se jedino može zaključiti da treba pojačati eksperimentalni rad, naročito ako je jednostavan i jeftin pribor kao u ovom konkretnom slučaju.

KEMIJA

Budući da se uočene manjkavosti pri poučavanju kemije odnose na ključni problem rješavanja problemskih i računskih zadataka te slabo korištenje i poznavanje mjernih jedinica, preporuka je da se u nastavi inzistira na korištenju i pisanju mjernih jedinica. S obzirom da se s mjernim jedinicama počinje u matematici u razrednoj nastavi, preporučamo više korištenja praktičnih zadataka poput „Izmjeri...“ ili „Primijeni...“ umjesto „Izračunaj...“ kakvi prevladavaju sada. To se također odnosi i na više razrede gdje primjenjivi zadatci u nastavi matematike gotovo da ne postoje.
Sljedeća značajna manjkavost pri poučavanju kemije, koja je također potvrđena ovim istraživanjem, odnosi se na nedostatnost eksperimenta u nastavi kemije.
Preporuka je da za učitelje kemije budu predviđena dva sata tjedno za vođenje kabineta, odnosno za eksperimentalni rad. U takvim uvjetima učitelji bi se mogli kvalitetnije pripremiti, bili bi više motivirani, a ujedno bi bili obvezni tako izvoditi nastavu koja bi im postala dio propisane nastavne norme.

7.3. Preporuke za stručno usavršavanje učitelja

FIZIKA

Poboljšanju rezultata u nastavi fizike može doprinijeti i bolji sustav stručnog usavršavanja. Sadašnji sustav stručnog usavršavanja trebao bi imati za cilj što više obilazaka savjetnika vezanih za stručno-pedagošku pomoć učitelja fizike. Na zajedničkim stručnim aktivima predlaže se više metodičkih prikaza usvajanja temeljnih znanja i vještina. Nedostaci takvog rada su potvrđeni vanjskim vrjednovanjem jer su učenici pokazali manjkavosti upravo kod temeljnih znanja i vještina.

Stručno usavršavanje treba uskladiti s preporukama za poučavanje koje su proizašle iz kvalitativne analize ispita iz fizike (poglavlje 6). Naročito treba učiteljima ponuditi metodičke upute za kvalitetnije usvajanje osnovnih elemenata prirodoslovne pismenosti, s posebnim naglaskom na značaj mjernih jedinica. Također je potrebno istaknuti važnost eksperimentalnog potkrepljenja pri obradi apstraktnih pojmova, kao što je unutarnja energija i toplina. U skladu s time treba predložiti učiteljima više različitih pokusa s jednostavnim priborom.

S obzirom da je kvalitativna analiza pokazala da učenici nisu dovoljno prevladali pogrješne pretkoncepcije stečene iskustvom, a to je najlakše poboljšati stjecanjem novog iskustva na temelju pokusa, potrebno je ponuditi nova metodička rješenja za prevladavanje tih pretkoncepcija. Konkretno je to uočeno kod koncepta težine, zakona očuvanja energije i slobodnog pada.

KEMIJA

Poboljšanju rezultata u nastavi kemije može doprinijeti bolji sustav i to obveznog stručnog usavršavanja. Sadašnji sustav stručnog usavršavanja trebao bi imati za cilj što više obilazaka savjetnika vezanih za stručno-pedagošku pomoć učitelja kemije. Na zajedničkim stručnim aktivima predlaže se više metodičkih prikaza usvajanja temeljnih znanja i vještina. Potrebno je ujednačiti količine ponuđenih stručnih (znanstvenih) i metodičkih sadržaja. Nedostatci takvog rada su potvrđeni vanjskim vrjednovanjem jer su učenici pokazali manjkavosti upravo kod temeljnih znanja i vještina. Stoga predlažemo da za učitelje kemije budu osigurane radionice i da im bude omogućeno da sudjeluju u tim radionicama.

7.4. Preporuke za vanjsko vrjednovanje u budućnosti

FIZIKA

Ispit iz fizike ima dobre metrijske karakteristike pri čemu se ističe vrlo visoka pouzdanost jer Cronbach iznosi α = 0,84. Također, distribucija učeničkog uspjeha postignutog u svakom pojedinom zadatku ispita iz fizike predstavlja pogodnu matricu za globalnu kvalitativnu inspekciju ispita, a učestalost pojavljivanja tipiziranih netočnih odgovora u zadatcima omogućava podrobniji uvid u problematiku izvođenja nastave. Zbog toga stručna radna skupina za kvalitativnu analizu ispita iz fizike nema većih zamjerki na samu konstrukciju pitanja.

Kod vanjskog vrjednovanja, u budućnosti trebali bi se više koristiti zadatci višestrukog izbora, što će ubrzati i pojeftiniti ispravljanje zadataka. Naime, pokazalo se da zadatci višestrukog izbora mogu dobro diskriminirati uspješne i neuspješne učenike. To se naročito odnosi na zadatak F11 koji je računskog tipa, a najbolje od svih zadataka na ispitu vrši tu diskriminaciju. Pritom je dobro znati da takvi zadatci slabije međusobno diskriminiraju manje uspješne učenike.

Zadatci koji se odnose na eksperiment dobro diskriminiraju uspješne od neuspješnih učenika na provedenom ispitu.

S obzirom da je pri analizi obuhvaćenosti nastavnih sadržaja ovim ispitom uočeno da su bolje obuhvaćeni nastavni sadržaji sedmog razreda od sadržaja osmog razreda te da se neke nastavne teme pojavljuju više puta, predlaže se na početku idućeg sličnog projekta načiniti tablica slična Tablici 2.2. Tako bi se moglo izbjeći višestruko pojavljivanje iste teme, a time bi se povećala obuhvaćenost tema iz PIP-a.

Primijećeno je da su učenici bili zbunjeni kod zadatka povezivanja gdje su na lijevoj strani imali 4 primjera, a na desnoj strani 3 vrste energija koje su trebali pridružiti, odnosno neki učenici nisu shvatili da istu energiju mogu pridružiti više puta. To bi trebalo posebno istaknuti u pitanju da ne bi zbunjivalo učenike. Usprkos tome, taj zadatak (F2) je imao visoku uspješnost tako da to nije značajnije utjecalo na ukupni rezultat učenika.

Za poboljšanje kvalitete i znanja učenika preporuča se korištenje standardiziranih ispita znanja u nastavi koje bi trebalo napraviti po uzoru na ispit koji je korišten u ovom projektu vanjskog vrjednovanja te ga dati školama na korištenje. To se naročito odnosi na završne ispite koje učitelji mogu sami provoditi u razredu, ali i iz baze zadataka koji su načinile neovisne stručne skupine.

Kod vanjskog vrjednovanja u budućnosti treba se koristiti iskustvima ovog vrjednovanja, a posebno je bitno da svaki učenik pravovremeno dobije informaciju koja može i treba imati utjecaj na završni uspjeh ili upis u srednju školu, kao i kod državne mature. Tako bi se izbjegla bilo kakva sumnja u motiviranost učenika za ovakav oblik vrjednovanja.

KEMIJA

Za poboljšanje kvalitete nastave i znanja učenika preporučamo korištenje standardiziranih ispita znanja u nastavi, koje bi trebalo napraviti po uzoru na ispit koji je korišten u ovom projektu vanjskog vrjednovanja te ga dati školama na korištenje. To se naročito odnosi na završne ispite koje učitelji mogu sami provoditi u razredu. Za standardizirane ispite mogle bi biti korištene baze zadataka načinjene od strane nezavisnih radnih skupina.
Kod vanjskog vrjednovanja u budućnosti preporučamo više koristiti zadatke višestrukog izbora, što bi olakšalo i pojeftinilo ispravljanje zadataka. Osim toga, zadatci višestrukog izbora dobro diskriminiraju uspješne i neuspješne učenike.
Kako bi dobili kvalitetno pripremljen ispit koji treba pokrivati određeno područje kemije, treba se pridržavati određenih pravila pri sastavljanju:

- tekst pitanja mora biti razumljiv i gramatički ispravan;
- pitanja ne smiju olakšavati odgovor;
- zadatci ne smiju biti međusobno vezani;
- pitanja ne smiju biti preuzeta iz udžbenika.

Iako provedeni nacionalni ispiti predstavljaju nesumnjivo veliki korak naprijed, ne samo u vanjskom vrjednovanju, nego i u praćenju kvalitete nastave, nismo uvjereni da su učenici ispitu pristupili s krajnjom motiviranošću i ozbiljnošću. Moguće je da su neki loši rezultati posljedica ne neznanja, nego svjesnosti da rezultati ispita na učenike nemaju nikakvog

utjecaja (motivacije). Kod vanjskog vrjednovanja u budućnosti treba se koristiti iskustvima ovog vrjednovanja, a posebno je bitno da svaki učenik pravovremeno dobije informaciju koja može i treba imati utjecaj na završni uspjeh ili upis u srednju školu, kao i kod državne mature.

8. LITERATURA

[1] Anderson, L. W., Sosniak, L. A. (1994). Bloom's Taxonomy: A forty-year retrospective; Ninety-third yearbook of the National Society for the Study of Education, Pt.2., Chicago, IL., University of Chicago Press

[2] Burušić, J., Babarović, T., Šakić, M. (2009). *Vanjsko vrednovanje obrazovnih postignuća osnovnih škola u Republici Hrvatskoj; Učenici 8. razreda, školska godina 2007./2008.; Istraživački izvještaj*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja i Institut društvenih znanosti Ivo Pilar

[3] Crooks, T. J. (1988). The impact of classroom evaluation practices on students. Review of Educat

[4] Fulgosi, S., Gjeri, N. (2009). *Razvoj i strategija nacionalnih ispita-izvješće o projektu.* Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja

[5] Hrvatski nacionalni obrazovni standard – HNOS; http://public.mzos.hr/Default.aspx?sec=2199

[6]Radna grupa za fiziku NCVVO (2010). *Ispravak ispita reprezentativnog uzorka*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja

[7] Krathwohl, D. R, Anderson, L. W. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives

[8] Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2005). *Plan razvoja sustava odgoja i obrazovanja 2005. – 2010*. Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa

[9] Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2006). *Nastavni plan i program za osnovnu školu*. Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa

[10] Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2005). *Vodič kroz Hrvatski nacionalni obrazovni standard.* Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa

[11] Strategija vanjskog vrednovanja obrazovnih postignuća učenika osmih razreda iz predmeta Biologija, Kemija, Fizika, Geografija i Povijest (2007), NCVVO, Zagreb; http://dokumenti.ncvvo.hr/OS/2008-07-30/vodic_vrjednovanje.pdf

[12] NCVVO i Institut Ivo Pilar (2008). *Vanjsko vrednovanje obrazovnih postignuća u osnovnim školama Republike Hrvatske, učenici 8. razreda školska godina 2007./2008*, Istraživački izvještaj. Zagreb; http://dokumenti.ncvvo.hr/Dokumenti_centra/NI2008/izvjestaj_os_8r.pdf

ZNAČENJE PARAMETARA KOJI SE DOBIVAJU STANDARDNIM PSIHOMETRIJSKIM ANALIZAMA

Aritmetička sredina ispita (M)

Najčešća mjera središnje vrijednosti nekog skupa rezultata jest aritmetička sredina koja predstavlja težište rezultata. Ako je ispit prikladan za određenu skupinu učenika, onda bi se aritmetička sredina trebala nalaziti na polovici mogućega raspona rezultata. Ako je ona pomaknuta prema nižim ili višim vrijednostima, znači da je ispit bio pretežak ili prelagan za određenu skupinu učenika te s takvim ispitom nije moguće postići maksimalno razlikovanje učenika.

Raspon

Idući pokazatelj koji govori o primjerenosti ispita za određenu skupinu učenika jest raspon. To je razlika između najvišega i najnižega postignutoga rezultata kod primjene ispita, koja pokazuje opseg dobivenih numeričkih vrijednosti u skupu rezultata, a može poslužiti kao približni orijentacijski indeks raspršenja rezultata (Field, 2005). Očekuje se da su ispiti izrađeni tako da je na njima moguće postići maksimalan raspon (od nula do maksimalnoga mogućega rezultata) budući da takav raspon omogućuje najbolje razlikovanje učenika s različitom količinom znanja. Ako na ispitu nijedan učenik ne postiže maksimalan mogući broj bodova, znači da takav ispit nije prikladan za ciljanu skupinu učenika, odnosno da je pretežak. Međutim, postoji i drugo moguće objašnjenje, a to je nedostatak motivacije učenika zbog čega se nisu dovoljno potrudili u postizanju maksimalnoga učinka.

Problem može biti i ako je najniža postignuta vrijednost prilikom primjene ispita daleko od nule. To znači da ispit sadrži prevelik broj laganih zadataka koje rješavaju svi učenici zbog čega ponovno nije moguće razlikovati boljih od lošijih učenika.

Standardna devijacija (sd)

Raspon predstavlja grubu mjeru raspršenja rezultata koja ne daje informaciju o obliku distribucije. Standardna devijacija predstavlja mjeru raspršenja rezultata koja pokazuje koliko se „gusto" rezultati nekog mjerenja grupiraju oko aritmetičke sredine (Petz, 2005). Ova se mjera koristi kao standard za mjerenje varijabiliteta rezultata. To je vrlo praktična mjera raspršenja rezultata oko aritmetičke sredine jer ako su poznate vrijednosti aritmetičke sredine i standardne devijacije, tada se može odrediti izgled distribucije uz uvjet da je ona normalna.

Standardna pogrješka mjerenja

Standardna pogrješka mjerenja jest procjena pogrješke rezultata postignutoga na ispitu, a koja se određuje iz stupnja njegove pouzdanosti. Ona je izražena u izvornim jedinicama mjerenja, a omogućuje izračunavanje granica unutar kojih se s određenim stupnjem vjerojatnosti nalazi „pravi" rezultat mjerenja (Petz, 2005). Ako postignuti rezultat učenika označimo s x, a standardnu devijaciju sa sd, tada uz sigurnost od 68% možemo tvrditi da se pravi rezultat učenika nalazi u intervalu x ± 1 sd. Uz sigurnost od 95% možemo tvrditi da se pravi rezultat učenika nalazi u intervalu x ± 2 sd, a uz gotovo stopostotnu sigurnost možemo tvrditi da se pravi rezultat učenika nalazi u intervalu x ± 3 sd. Ovaj pokazatelj vrlo je važan jer on govori kolikoj se pogrješci izlažemo pri zaključivanu o postignutim rezultatima na ispitu. Osobito je važno voditi računa o standardnoj pogrješci mjerenja pri rangiranju učenika na temelju postignutoga rezultata na ispitu. Ako ispit ima veliku standardnu pogrješku mjerenja, onda jednostavno rangiranje učenika prema postignutome rezultatu može biti netočno i na štetu učenika.

Pouzdanost (Cronbachov α-koeficijent)

Obilježje mjernoga postupka (primjene ispita) koje se odnosi na točnost mjerenja naziva se pouzdanost, a obično se iskazuje Cronbachovim α-koeficijentom. On govori kolika je prosječna korelacija među svima zadatcima u ispitu. Cronbachov α-koeficijent po svojoj je naravi korelacijski koeficijent pa kao takav varira između 0 i 1. Viša vrijednost ukazuje na veću međusobnu povezanost zadataka, odnosno na veću pouzdanost. Za različite vrste mjernih instrumenata prihvatljive su različite razine vrijednosti

ovoga koeficijenta. Kod ispitivanja znanja poželjno je da ovaj koeficijent iznosi barem 0,90 (Kehoe, 1997). Cronbachov α-koeficijent ovisan je o broju zadataka i to tako da što broj zadataka veći, to je ispit pouzdaniji, tj. Cronbachov α-koeficijent je veći. Stoga je kod ispita s malim brojem zadataka teško očekivati vrlo visoke vrijednosti (≥ 0,90).

Težina zadataka

Težina zadataka jest proporcija učenika koji su dali točan odgovor u dihotomnim zadatcima. Ona nije pokazatelj je li zadatak dobar ili nije, već samo predstavlja težinu toga zadatka za određenu skupinu učenika (Osterlind, 2001). Ako zadatak nije dihotoman, težina se može izračunati tako da se aritmetička sredina zadataka podijeli s brojem bodova koje je u tom zadatku maksimalno postići.

Da bi ispit bio prikladne težine, barem pola zadataka trebalo bi biti prosječne težine, odnosno trebalo bi ih moći uspješno riješiti od 40% do 60% učenika. Drugu polovinu trebali bi činiti teški i lagani zadatci i to tako da su ravnomjerno raspoređeni, odnosno da postoji podjednak broj teških i laganih zadataka. Međutim, poželjno je da ispit ne sadrži prevelik broj preteških i/ili prelaganih zadataka. Preteškim zadatcima smatraju se oni koje uspješno rješava 10% ili manje od 10% učenika, dok su prelagani oni zadatci koje rješava 90% ili više od 90% učenika. Određen broj takvih zadataka potreban je zbog mogućnosti razlikovanja učenika jako dobrih i jako loših postignuća, točnije ispit ne bi smio sadržavati više od 10% zadataka koji spadaju u ove dvije kategorije (Državni izpitni center, 2007). Pritom je važno da broj vrlo teških i vrlo laganih zadataka u ispitu bude ujednačen.

Diskriminativnost zadataka

Diskriminativnost ili diskriminativna valjanost jest obilježje zadatka koje opisuje „sposobnost" zadatka da mjeri individualne razlike među učenicima, a koje su odraz njihovih stvarnih razlika u znanju određenih sadržaja (Haladyna, 2004). Kod zadatka koji su visoko diskriminativni možemo s velikim stupnjem sigurnosti tvrditi da oni učenici koji postižu bolji rezultat na tom zadatku, postižu i bolji ukupan rezultat na ispitu. Stoga se može reći da je ovo obilježje zadatka izravni pokazatelj njegove kvalitete

(Osterlind, 2001). Diskriminativnost zadataka izražava se preko koeficijenta diskriminativnosti (KD) koji se računa kao korelacija pojedinoga zadatka i ukupnoga rezultata na ispitu ako se iz ukupnoga rezultata isključi taj zadatak (Norusis, 1998). Prema tome, KD nam govori koliko je pojedini zadatak povezan s rezultatom na cijelome ispitu. Poželjno je da ta povezanost bude što veća. Osim što viša vrijednost KD-a ukazuje na veću povezanost zadataka s ukupnim rezultatom na ispitu, ona nam govori i o tome da taj zadatak dobro razlikuje (diskriminira) učenike s obzirom na njihovo znanje. Niski KD (oko nule) govori da je povezanost zadatka i ukupnoga uratka na razini slučaja pa takve zadatke treba izbjegavati. Zadatak koji je negativno povezan s ukupnim rezultatom ukazuje da učenici s lošijim znanjem bolje rješavaju taj zadatak od učenika s boljim znanjem. Takvi zadatci imaju problem u samoj izradbi.

Minimalan prihvatljivi iznos KD–a je 0,2 (Tucker, 2007), a u dobro konstruiranome ispitu ne bi smjelo biti više od 20% zadataka koji imaju niži KD od ove minimalne vrijednosti (Državni izpitni center, 2007).

Empirijske krivulje zadataka (EK)

S diskriminativnošću zadatka povezana je i empirijska krivulja (EK). EK povezuje ukupni rezultat u ispitu s rezultatom na pojedinom zadatku. Na apscisi takvih prikaza nalazi se ukupni rezultat u ispitu, a na ordinati aritmetička sredina rješavanja toga zadatka. Pritom se ukupni rezultat u takvim prikazima podijeli u nekoliko grupa (obično pet). Očekuje se da će učenici koji spadaju u najbolju grupu po rezultatima na određenom zadatku imati veći postotak riješenosti zadatka nego bilo koja druga grupa. Drugim riječima, očekuje se da učenici čiji je rezultat u grupi najboljih rezultata imaju najveću vrijednost aritmetičke sredine za taj zadatak. Kako rastu rezultati u ispitu (što je grupa rezultata viša), trebao bi rasti i postotak rješivosti analiziranog zadatka.

Većina krivulja pokazuje sigmoidan rast. Krivulje sporije rastu na početku i na kraju gdje se nalaze najbolji i najlošiji rezultati, a brže u sredini gdje su locirani prosječni rezultati. Odstupanje od sigmoidne krivulje najviše pokazuju vrlo lagani ili vrlo teški zadatci. Krivulje vrlo laganih zadataka rastu vrlo brzo u početku jer ih sudionici koji pripadaju grupama učenika s lošijom riješenosti ispita rješavaju u većini. Krivulje vrlo teških zadataka u pravilu u početku rastu vrlo sporo, a kasnije brzo jer ih većinom rješavaju samo oni učenici iz posljednjih grupa ukupnih rezultata.

Valjanost

Valjanost je ključni koncept u konstrukciji ispita (Osterlind, 2001). To je karakteristika koja nam pokazuje mjeri li primijenjeni ispit i u kojem stupnju upravo ono što smatramo da mjeri (Petz, 2005). Jedna od glavnih metoda ispitivanja valjanosti jest faktorska analiza. To je temeljna multivarijantna metoda, a sastoji se od niza statističko-matematičkih postupaka kojima se veći broj zadataka (manifestnih varijabli) nastoji sažeti u manji skup faktora latentnih varijabli. Osim redukcije broja početnih varijabli, primarni je cilj ove metode utvrditi povezanost zadataka s pojedinim faktorom koji možemo mjeriti pomoću ispita (mjernoga instrumenta). Ako je cilj pojedinoga ispita mjeriti jedan predmet mjerenja (npr. poznavanje gradiva Povijesti za treći razred gimnazije), onda se faktorskom analizom nastoji potvrditi da ispit mjeri upravo samo taj jedan predmet mjerenja. Ako se pokaže da ispit mjeri više predmeta mjerenja, onda više nije opravdano govoriti o jednom ispitu, već o više njih te u skladu s tim nije moguće ni ukupan rezultat takvoga ispita izražavati jednom ocjenom, već svaki utvrđeni predmet mjerenja treba ocjenjivati zasebnom ocjenom.

Zadaća stručnih radnih skupina bila je izraditi ispite koji će mjeriti jedan predmet mjerenja. Ova pretpostavka provjerena je tako da su provedene faktorske analize svih ispita koji su zadovoljavali uvjete za provođenje faktorske analize. Glavni je uvjet za provođenje postojanje višestruko većega broja entiteta (učenika) od broja varijabli (ispitnih pitanja) (Field, 2005; Tacq, 1997).

LITERATURA

1. Državni izpitni center. (2007). *Letno poročilo. Splošna matura 2007. Ljubljana:* Državni izpitni center.

2. Field, A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS.* London: Sage

3. Haladyna, T. M. (2004). *Developing and Validating Multiple-Choice Test Items.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

4. Kehoe, J. (1997). *Basic Item Analysis for Multiple-Choice Tests.*

http://www.ericdigestd.org1997-1/basic.html

5. Norusis, M. J. (1998). SPSS/PC+ *Advanced Statistics V2.0 for the IBM PC/XT/AT and PS/2.* Chicago: SPSS Inc.

6. Osterlind, S. J. (2001). *ConstructingTest Items: Multiple-Choice, Constructed-Response. Performance,and Other Formats.* Boston: Kluwer Academic Publishers.

7. Petz, B. (2004). *Osnovne statističke metode za nematematičare.* Jastrebarsko: Naklada Slap.

8. Petz, B. (2005). *Psihologijski rječnik*. Jastrebarsko: Naklada Slap

9. Tacq, J. (1997). *Multivariate Analysis Techiques in Social Science Research: From Problem To Analyse.* London: Sage

10. Tucker, S. (2007). *Using Remark Statistics for Test Reliability and Item Analysis.* Neobjavljeni rad. Baltimore: Univesity of Maryland.

PRILOG

PRIKAZ FORMULA UPOTREBLJAVANIH U PSIHOMETRIJSKOJ ANALIZI NACIONALNIH ISPITA

Aritmetička sredina

$$M = \frac{\sum_{1}^{N} X}{N}$$

M – aritmetička sredina
X_i – individualni rezultati u varijabli X
N – broj rezultata u varijabli

Standardna devijacija

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - M)_i^2}{N}}$$

SD – standardna devijacija
X_i – rezultati u varijabli X (i = 1,…,N)
M – aritmetička sredina u varijabli
N – broj rezultata u varijabli

Cronbachov α-koeficijent

$$\mathrm{a} = \frac{k}{k-1}\sqrt{1 - \frac{\sum V_z}{V_u}}$$

a – Cronbachov α-koeficijent
k – broj zadataka u ispitu
V_z – varijanca pojedinoga zadatka
V_u – varijanca cijeloga ispita

Standardna pogrješka mjerenja

$$SPM = SD\sqrt{1 - \mathrm{a}}$$

SPM – standardna pogrješka mjerenja
SD – standardna devijacija
a – Cronbachov α-koeficijent

Težina zadatka

IT – indeks težine zadatka

$$IT = \frac{M_k}{t_{k(\max)}}$$

M_k – aritmetička sredina uratka na zadatku *k*
$T_{k(max)}$ – maksimalan mogući broj bodova u zadatku *k*

Koeficijent diskriminativnosti

$$KD = \frac{\sum_{i=1}^{n}(p_{ki} - p_k)(\sum_{j\neq k}^{m} p_{ji} - \sum_{j\neq k}^{m} p_j)m}{n \cdot SD(p_k) \cdot SD(\sum_{j\neq k}^{m} p_{ji})}$$

KD – koeficijent diskriminativnosti
p_{ki} – bodovi učenika *i* na zadatku *k*
$\overline{p_{ki}}$ – aritmetička sredina bodova na zadatku *k*
$SD(p_k)$ – standardna devijacija rezultata na zadatku

$\sum_{j\neq k}^{m} p_{ji}$ –ukupna suma bodova za sve zadatke na ispitu

$SD(\sum_{j\neq k}^{m} p_{ji})$ – standardna devijacija ukupnih rezultata na ispitu bez zadatka *k*

$\sum_{j\neq k}^{m} \overline{p}_{ji}$ – aritmetička sredina ukupnih rezultata na ispitu bez zadatka *k*

n – broj učenika
m – broj zadataka

Pregled izradila: Natalija Ćurković, dipl. psiholog

Istraživačko-razvojni odjel

POJMOVNIK

Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja javna je institucija koja obavlja poslove vanjskog vrjednovanja u odgojno-obrazovnom sustavu Republike Hrvatske.

Obrazovna postignuća utvrđuju se pomoću procesa vanjskog vrjednovanja koji je novi mehanizam za objektivno praćenje obrazovnog sustava u Republici Hrvatskoj, a temelji se na standardiziranim ispitima koje provodi institucija neovisna o pojedinoj školi, odnosno *Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja*.

Vanjsko vrjednovanje je mehanizam za objektivno praćenje obrazovnog sustava u Republici Hrvatskoj, a temelji se na standardiziranim ispitima koje provodi institucija neovisna o pojedinoj školi, odnosno *Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja*. Vanjskom vrjednovanju pripadaju dvije vrste provjere postignuća; ***nacionalni ispiti*** kojima se procjenjuju postignuća učenika u tijeku obrazovnog ciklusa i dobiva uvid u kvalitetu obrazovnog sustava i ***državna matura*** kojom se provjerava razina dosegnutih znanja, vještina i kompetencija na kraju školovanja te pokazuje osposobljenost učenika za daljnje školovanje ili tržište rada.