

NACIONALNI CENTAR ZA VANJSKO
VREDNOVANJE OBRAZOVANJA

**KVALITATIVNA ANALIZA ISPITA
PROVEDENIH 2008. GODINE
U OSNOVnim ŠKOLAMA**

**INTEGRACIJA
NASTAVNIH SADRŽAJA IZ BIOLOGIJE, FIZIKE I KEMIJE**

Zagreb, prosinac 2010.

BIBLIOTEKA VANJSKO VRJEDNOVANJE OBRAZOVANJA

KVALITATIVNA ANALIZA ISPITA
PROVEDENIH 2008. GODINE U OSNOVNIM ŠKOLAMA

Izvješće o projektu - **INTEGRACIJA**
NASTAVNIH SADRŽAJA IZ BIOLOGIJE, FIZIKE I KEMIJE

NACIONALNI CENTAR ZA VANJSKO VREDNOVANJE OBRAZOVANJA

Kvalitativna analiza ispitap **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 Matoić, prof. sociologije

RECENZENTI:

dr. sc. Marija Pavkov,
mr. sc. Mirko Ruščić,
mr. sc. Marina Luetić

AUTORI:

prof. dr. sc. Ivan Vicković,
Petar Vrkljan, prof. kemije,
Natalija Ćurković, prof. psihologije

LEKTURA I KOREKTURA:

Ivančica Plavec, prof. hrvatskog jezika

GRAFIČKO OBЛИKOVANJE:

Rajmundo Lankaš

TISAK:

ITG d.o.o.

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 764070

ISBN: 978-953-7556-20-4

Sadržaj

1. UVOD	5
2. STRUKTURA ISPITA INTEGRACIJE NASTAVNIH SADRŽAJA IZ BIOLOGIJE, FIZIKE I KEMIJE	8
2.1. Polazni tekst i ispitni zadatci	8
3. METODOLOGIJA RADA	10
3.1. Metrijske osobine ispita iz Integracije	11
4. ANALIZA ISPITA INTEGRACIJE	14
4.1. Karakteristike ispita Integracije	14
4.1.1. Procjenjivanje zadataka iz Integracije	14
4.2. Predložak kognitivne valorizacije ispita	15
4.3. Pojedinačna analiza i procjena kognitivne kvalitete zadataka	16
4.4. Tipologija pogrješaka na temelju analize netočno riješenih zadataka	28
5. KORELACIJSKI FENOMENI I VIŠI STUPNJEVI KOGNITIVNIH KOMPETENCIJA	30
6. ZAKLJUČCI	32
7. PREPORUKE	33
7.1. Plan i program	33
7.2. Poučavanje	35
7.3. Stručno usavršavanje	35
7.4. Vanjsko vrjednovanje u budućnosti	36
8. LITERATURA	37
ZNAČENJE PARAMETARA KOJI SE DOBIVAJU STANDARDNIM PSIHOMETRIJSKIM ANALIZAMA	38
POJMOVNIK	46

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 dalnjem tekstu: *Centar*) donio je 11. studenoga 2009. godine Odluku o imenovanju članova *Povjerenstva* za rad na kvalitativnoj analizi ispita u osnovnoj školi iz Integracije nastavnih sadržaja Biologije, Fizike i Kemije (u dalnjem tekstu: *Integracija*) u predmetnoj nastavi provedenih u 8. razredima školske godine 2007./2008. U toj Odluci ravnatelj Centra imenuje povjerenstvo u sastavu:

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 Vrbanjak, prof., VI. Osnovna škola Varaždin, Varaždin
6. Tomislav Vrbanec, prof., Osnovna škola Orešovica, Orešovica
7. doc. dr. sc. Darko Androić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
8. mr. sc. Vlado Halusek, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
9. mr. sc. Verica Jovanovski, prof., Osnovna škola Dragutina Tadijanovića, Vukovar
10. Vedran Šarac, prof., Osnovna škola dr. Ante Starčevića, Zagreb
11. Siniša Režek, prof., Osnovna škola Žitnjak, Zagreb
12. prof. dr. sc. Ines Radanović, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
13. Marijana Bastić, prof., Osnovna škola Rudeš, Zagreb
14. Stanislav Leniček, prof., Zagreb
15. Petra Španović, prof., Osnovna škola Prečko, Zagreb
16. Zdravko Furlan, prof., Osnovna škola Otok, Zagreb
17. Mirjana Valjak- Porupski, Osnovna škola Jabukovac, Zagreb

1. UVOD

U Republici Hrvatskoj u zadnjih pet godina započete su i provode se promjene na svim razinama odgojno-obrazovnoga sustava (Burušić i sur., 2008). 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 utječe 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) (Fulgosi i Gjeri, 2009). 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 *Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja* (u dalnjem tekstu: *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 dalnjem 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 Integracije ne smiju biti tako koncipirana da potiču reproduciranje napamet naučenih pojmove 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 INTEGRACIJE NASTAVNIH SADRŽAJA IZ BIOLOGIJE, FIZIKE I KEMIJE

2.1. Polazni tekst i ispitni zadatci

UPUTA

Ovaj će dio trajati 15 minuta.

Pozorno pročitaj svaki zadatak i uputu.

Želimo ti puno uspieha.

U sljedećim zadatcima samo je **jedan odgovor** točan.

Zaokruži slovo ispred točnoga odgovora.

1. Koji je element **najmanje** zastavljen u stanicama mnogostaničnih organizama?
 - a) N
 - b) S
 - c) H
 - d) O

2. Homogenu smjesu šećera i vode moguće je napraviti:
 - a) jer šećer i voda imaju jednaku gustoću
 - b) jer čestice šećera ulaze u međuprostore vode
 - c) jer šećer ima veću gustoću od vode
 - d) jer je smjesa šećera i vode bezbojna

3. Jedne zime staklenik u kojem rastu biljke potpuno je prekrio snijeg. Temperatura u stakleniku tada je bila:
 - a) jednaka temperaturi izvan staklenika
 - b) jednaka temperaturi snijega
 - c) viša nego izvan staklenika
 - d) niža nego izvan staklenika

4. Razine vode u četiri jednake čaše na istoj su visini.
U svaku od čaša uronimo po jedan komad neke tvari koje se razlikuju po gustoći, ali imaju istu masu.
Razina vode najviše se podigla u čaši u kojoj je:
 - a) aluminij
 - b) bakar
 - c) olovo
 - d) željezo

5. Promjena energije pri gorenju glukoze i biološkoj oksidaciji glukoze je jednaka. Ta se dva procesa ipak razlikuju.
To je očito ako usporedimo promjenu iste fizičke veličine u oba procesa.
Koja je to fizička veličina?
- a) masa
 - b) tlak
 - c) obujam
 - d) temperatura

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

6. Izračunaj volumen krvne plazme u 5 L krvi čovjeka prosječne tjelesne mase pri čemu je udio krvne plazme 50%.

Rezultat izrazi u kubnim metrima.

Postupak:

Volumen krvne plazme je _____.

7. Ivo i Joško zatvorili su se u podrum u kojem vrije grožđani sok.
Zbog kojeg su plina njihovi životi u velikoj opasnosti?

_____.

8. Starija žena ima masu kostiju 20 kilograma pri čemu je ukupan udio bjelančevina i vode u kostima 30%.

Izračunaj masu mineralnih tvari u kostima i izrazi je u kilogramima.

Postupak:

Masa mineralnih tvari je _____.

3. METODOLOGIJA RADA

Ispitnim knjižicama Centra bilo je potrebno provjeriti obrazovna postignuća prema nastavnom planu i programu za OŠ iz 2006. i prema HNOS-u 2006. Pri tome posebno treba imati u vidu sljedeće:

- razvijanje sposobnosti mišljenja,
- pismenost, kako opća tako i univerzalna prirodoznanstvena i matematička,
- trajnost usvojenih znanja,
- sposobnost rješavanja problemskih interdisciplinarnih zadataka,
- kompetencije u učenju istraživanjem i otkrivanjem te donošenje zaključaka na temelju rezultata istraživanja (vježba u znanstvenoj metodi).

Cilj je ostvaren izvršenjem sljedećeg:

1. Izrada ispita i kvantitativna analiza:

- 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, ispiti su ispravljeni i kvantitativno analizirani temeljem općih metrijskih parametara.

2. Kvalitativna analiza ispita iz Integracije:

- metodom slučajnog odabira izabran je uzorak od 500 ispita, a integracija je analizirana preko sljedećih zadataka:
 - zadatci od 1. do 5. zatvorenog tipa,
 - zadatci od 6. do 8. otvorenog tipa,
- uzorak je analiziran kvantitativno, a rezultati su uspoređeni s odgovarajućom kvantitativnom analizom svih ispita,
- uočeno je vrlo dobro slaganje izabranog uzorka i utvrđena njegova vjerodostojnost,
- svi zadatci ispita iz Integracije pogodni su za kvalitativnu analizu,
- kvantitativni pokazatelji podupiru kvalitativnu analizu u segmentu usporedivosti metoda,
- distribucija uspjeha predstavlja pogodnu matricu za kvalitativni pregled ispita

- načinjena je detaljna analiza pojavljivanja netočnih odgovora i postupaka, što nije moglo biti obuhvaćeno kvantitativnom analizom.

3. Pripremljena baza uzorka ispita iz Integracije (8 zadataka, od toga 3 otvorenog tipa) analizirana je tako da su uočeni i grupirani:

- točni odgovori,
- netočni odgovori,
- različiti tipovi grješke,
- najučestaliji alternativni koncepti.

4. Objedinjene su sve analize zadataka od 1. do 5. zatvorenog tipa i od 6. do 8. otvorenog tipa iz ispita Integracije

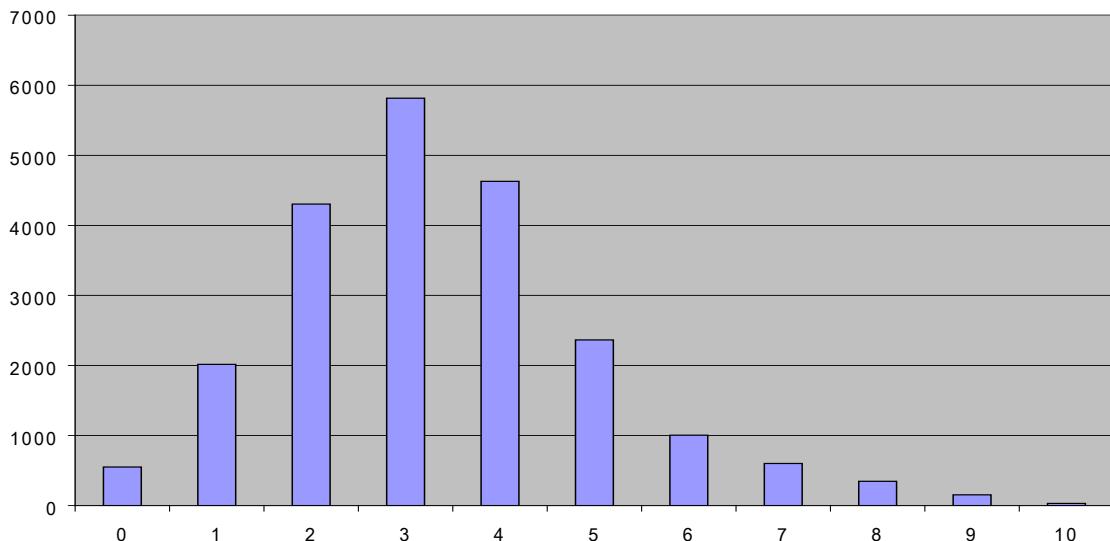
- analizirani su postupci rješavanja za svaki pojedini zadatak

3.1. Metrijske osobine ispita iz Integracije

Ispitom integracijskih sadržaja Fizike, Biologije i Kemije ispitivale su se vještine zajedničke primjene znanja iz tih triju predmeta pri rješavanju zadatka. Ovaj dio ispita sadržava samo 8 zadataka, no njihova je kompleksnost te razina kognitivnih procesa uključenih u njihovo rješavanje bila nešto veća.

Tablica1.

Ukupni broj učenika	21 817
Minimalni broj bodova u ispitu	0
Maksimalni broj bodova u ispitu	10
Prosječan uradak učenika u ispitu	$M = 3,35$
Prosječna rješenost cijelog ispita	33,50%
Prosječna težinska primjerenošt cijelog ispita	Donekle pretežak ispit



Slika 1. Frekvencije rezultata učenika na ispitu iz Integracije

Distribucija rezultata: Pozitivna asimetrična raspodjela, koja odudara od očekivane normalne distribucije znanja. Ispit iz integracijskih sadržaja bio je težak učenicima i bolje razlikuje ispitanike s višim rezultatima od onih s prosječnim ili nižim rezultatima u ovome ispitu. Vjerojatno učenici nisu navikli, u redovitoj školskoj nastavi, integrirati sadržaje različitih predmeta kroz jedinstvene zadatke provjere znanja.

Pouzdanost ispita: Pouzdanost ispita mjerena metodom unutarnje konzistencije, relativno je niska (Cronbachov $\alpha = 0,51$). Očito je da se radi o vrlo heterogenom ispitu, koji je usto bio pretežak učenicima, što dodatno smanjuje internu povezanost među zadatcima.

Konstruktna valjanost ispita: Utvrđena je faktorskom analizom – metodom analize glavnih komponenata. Prva glavna komponenta objašnjava oko 24,56% varijabiliteta svih ispitnih zadataka, što je vrlo mali postotak s obzirom na broj zadataka u ispitu.

Vanjska valjanost: Na osnovi povezanosti rezultata u ispitu integracije, ocjena iz Fizike, Biologije i Kemije i općeg uspjeha sedmoga razreda, vidljivo je da

ovaj dio ispita ima relativno nisku vanjsku valjanost. Korelacija integrativnih znanja i školskih ocjena variraju oko $r=0,30$, što ukazuje na nisku povezanost. Integracijska znanja ispitana ovim dijelom ispita mogu objasniti samo oko 9-10% varijabiliteta školskih ocjena. Uzroci nižih povezanosti ovoga ispita sa školskim uspjehom leže većim dijelom u metrijskim osobinama ispita, koje su nezadovoljavajuće, ali i u činjenici da su ocjene iz navedenih predmeta u vrlo maloj mjeri formirane ispitivanjem integracijskih sadržaja.

4. ANALIZA ISPITA INTEGRACIJE

4.1. Karakteristike ispita Integracije

Očekivano znanje i vještine te kemijski koncepti ispitivani su pomoću zadatka iz Integracije:

1. Elementarna prirodoslovna pismenost
2. Znanje temeljeno na rezultatima eksperimenta
3. Povezivanje makrosvijeta opažanja sa submikroskopskim svijetom karakterističnim za područje poučavanja biologije, fizike i kemije
4. Operativno znanje temeljnih računskih operacija
5. Razumijevanje veličinske jednadžbe

4.1.1. Procjenjivanje zadatka iz Integracije

Nakon što su analizirane metrijske karakteristike izrađenih probnih ispita, načnjene su konačne verzije ispita uvezši u obzir uočene pogreške – od jezičnih i stilskih do stručnih. Nakon provedbe, ispiti su ispravljeni i kvantitativno analizirani temeljem općih metrijskih parametara uvezši u obzir sljedeće:

a) Kriteriji za procjenjivanje zadatka temelje se na kvaliteti pokazanih rješenja tih zadatka. Naime, utjecaj nekog zadatka nije moguće procijeniti unaprijed, prema našoj želji kakva bi trebala biti posljedica koju bi taj zadatak trebao imati na učenika i njegovo znanje.

b) Tek na temelju pokazanih rezultata moguće je ocijeniti značenje pojedinog zadatka. Procijenjeno je kakav utjecaj pojedini zadatak ima na kvalitetu znanja analizirajući kognitivne kvalitete zadatka prema reduciranoj Bloomovoj shemi preko sljedećih kategorija:

- prisjećanje i poimanje kako bi se utvrdio stupanj **prepoznavanja**,
- razina usvojenog znanja i njegova **primjena**,
- sinteza, evaluacija i analiza kako bi se utvrdile **više kognitivne kompetencije**.

c) Budući da je ustanovljeno da odabrani uzorak korektno reprezentira cijelu zadaću, za svaki zadatak provedeno je sljedeće:

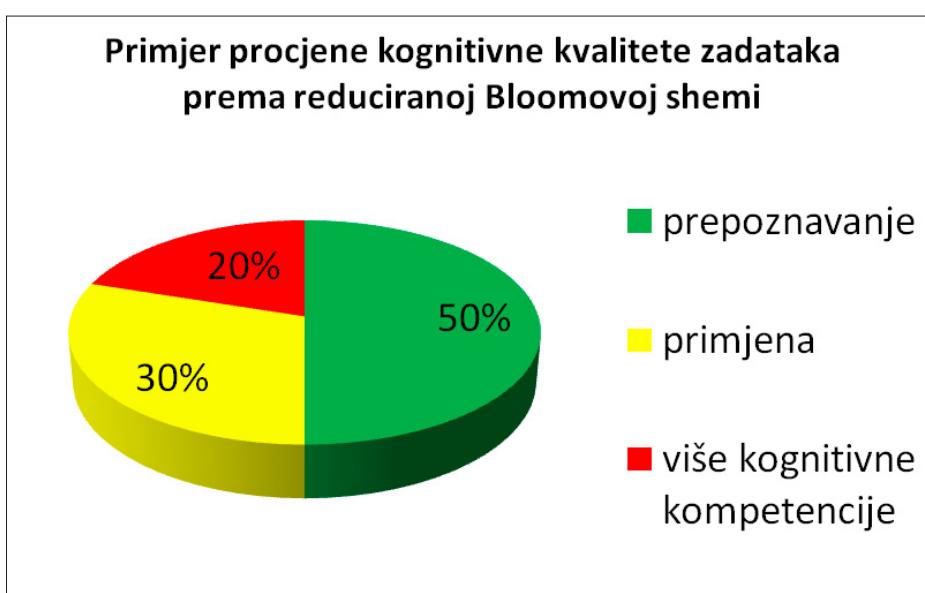
- analiza pogrešaka,
- sistematizacija, zapažanja posebnosti u rješavanju zadaće,
- procjena kognitivne vrijednosti ispita.

4.2. Predložak kognitivne valorizacije ispita

Kognitivna valorizacija ispita načinjena je prema reduciranoj Bloomovoj shemi (Tablica 2.). Primjer procjene kognitivne kvalitete zadatka prema reduciranoj Bloomovoj shemi prikazan je na Slici 2. Svaki zadatak kategoriziran je prema kognitivnom udjelu pojedine kategorije, te se ta procjena nalazi u tablici vezanoj uz svaki zadatak u tekstu koji slijedi (odjeljak 3).

Tablica 2. Reducirana Bloomova shema

	RAZINA	PRIPADAJUĆI GLAGOLI
KOGNITIVNO PODRUČJE	ZNANJE - prepoznavanje informacija (najniža razina)	definiraj, imenuj, zapamti, zabilježi, ispričaj, sastavi popis, ponovi, izvijesti ...
	RAZUMIJEVANJE - shvaćanje informacija	opisi, objasni, identificiraj, izvijesti, razmotri, izrazi, prepoznaj, raspravljaj...
	PRIMJENA - primjena znanja u rješavanju problema	primjeni, izvedi, protumači, ilustriraj, vježbaj, izloži, prikaži, prevedi...
	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, predviđi...



Slika 2. Primjer procjene kognitivne kvalitete zadatka prema reduciranoj Bloomovoj shemi

4.3. Pojedinačna analiza i procjena kognitivne kvalitete zadatka

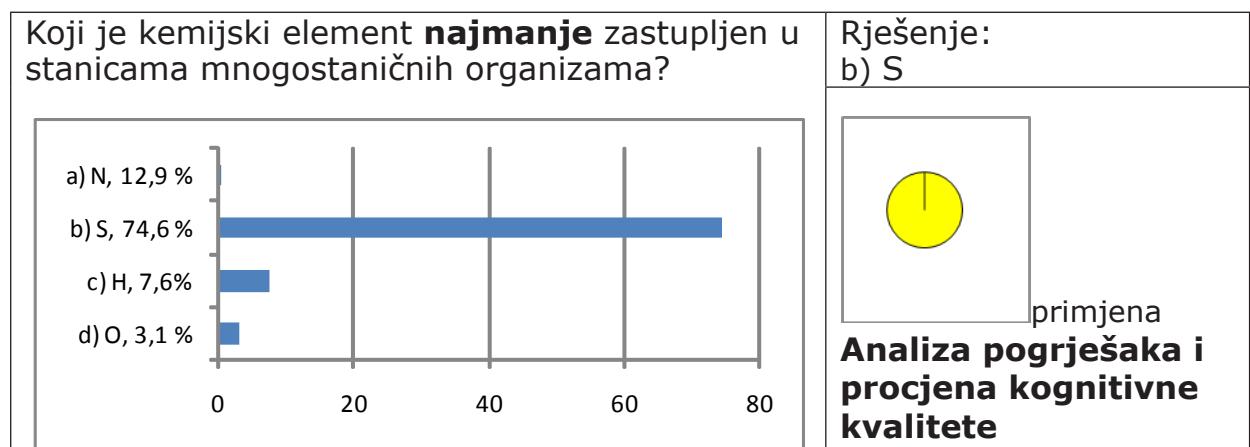
U skladu sa Strategijom prema kojoj su kreirani ispiti, potrebno je provjeriti jesu li ili nisu učenici sudjelovali u nastavi u kojoj se polazi od eksperimenta i u kojoj su oni aktivni sudionici, te kakve su kompetencije stekli u nastavi kojoj su bili podvrgnuti. Od posebnog je interesa ustvrditi u kojoj su mjeri očekivane kompetencije u skladu s postignutim kompetencijama.

Pri pojedinačnoj analizi zadatka 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 zadatka može se pojasniti pomoću Tablice 2. i Slike 3.1. koja se odnosi na zadatak IBFK1. Prema Slici 3.1, procijenjeno je da se 100% zadatka IBFK1 odnosi na primjenu znanja u rješavanju problema.

Statistička obrada odgovora za svaki pojedini zadatak može se pojasniti pomoću dijagrama na Slici 3.1.1. koji prikazuje raspodjelu odgovora na zadatak IBFK1 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 IBFK1, točni odgovori imaju oznaku 1, dok se oznaka 88 koristi u bazi podataka u slučaju kad nema odgovora. U nekim zadatcima se koristi i oznaka 99 u slučaju kad je dano više odgovora na jedno pitanje. Os ordinata prikazuje broj bodova postignut na cjelokupnom ispitu iz Integracije. U zadatcima višestrukog izbora vrijedi preslika oznakama (**1,2,3,4**), a odnosi se na zaokruženi odgovor (**a,b,c,d**) iz ispita.

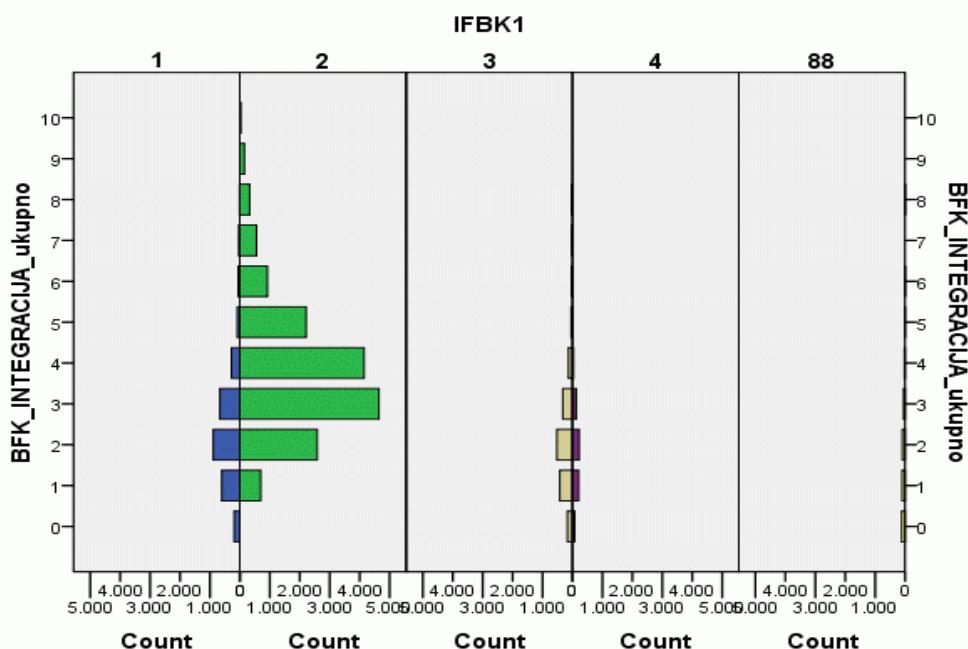
4.3.1. Zadatak IBFK1



Slika 3.1. Opće karakteristike zadatka IBFK1

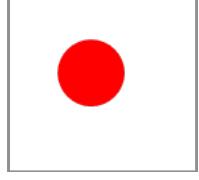
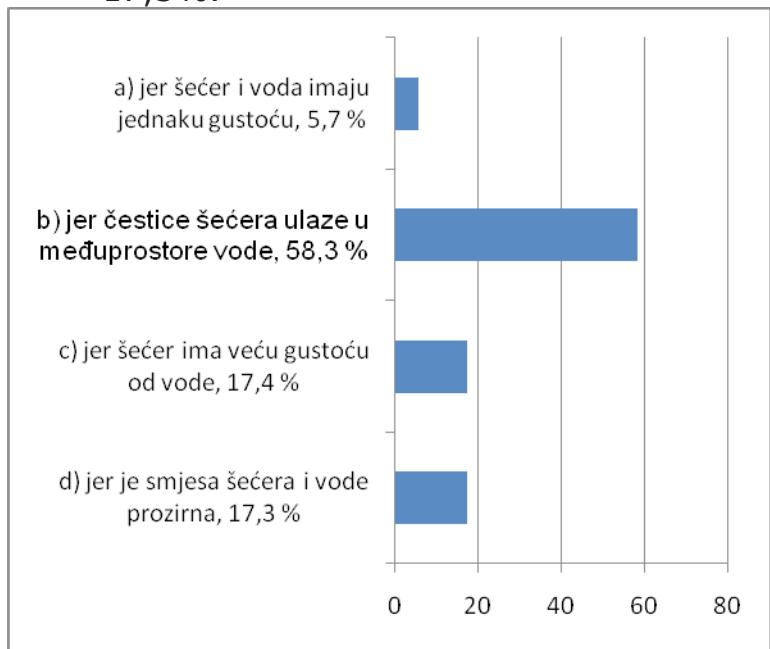
Zadatak je jednostavan, a integracijski je samo s obzirom na kemiju i biologiju. S kemijskog stajališta, dovoljno je poznavati simbole nekih od najvažnijih elemenata.

Aminokiseline koje izgrađuju proteine uvijek sadrže ugljik, kisik, dušik i vodik, a samo cistein i cistin sadrže još i sumpor. Ipak, ukupna riješenost nije sasvim zadovoljavajuća, iako je riješenost 75 % jer je u 13 % odgovora rečeno da je najmanje zastupljen dušik.



Slika 3.1.1. Distribucija uspješnosti u zadatku IBFK1. (1=a), 2=b), 3=c), 4=d), 88-neprihvatljivo zaokruživanje)

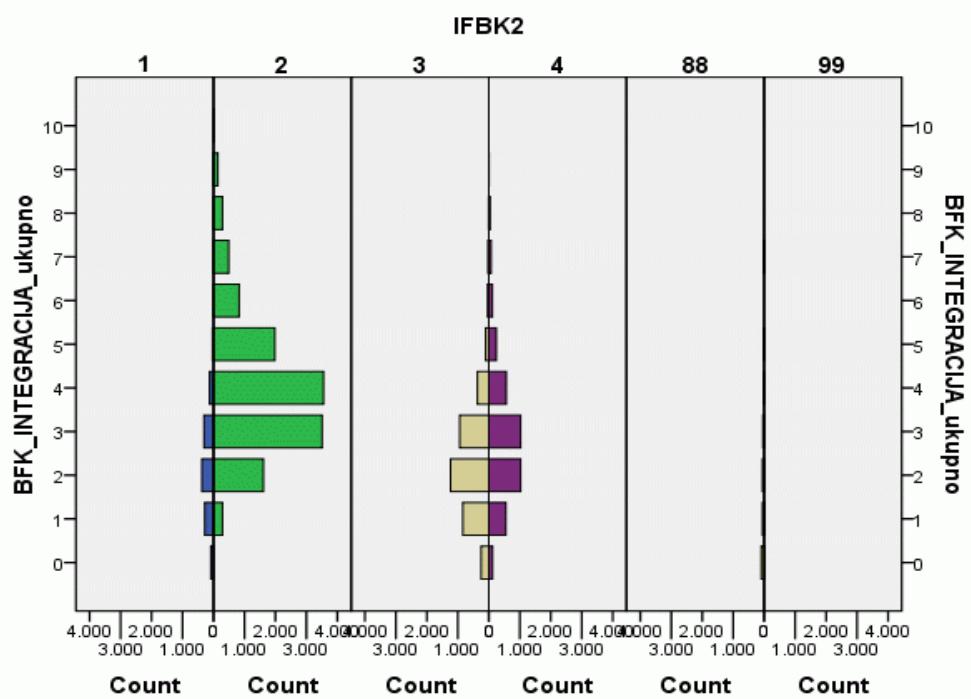
4.3.2. Zadatak IBFK2

Homogenu smjesu šećera i vode moguće je napraviti: a) jer šećer i voda imaju jednaku gustoću, 5,7% b) jer čestice šećera ulaze u međuprostore vode, 58,3% c) jer šećer ima veću gustoću od vode, 17,4% d) jer je smjesa šećera i vode prozirna, 17,3%.	Rješenje: b) jer čestice šećera ulaze u međuprostore vode,  više kognitivne kompetencije										
 <table border="1"><thead><tr><th>Odgovor</th><th>Udeo rješenosti (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>a) jer šećer i voda imaju jednaku gustoću, 5,7 %</td><td>5,7</td></tr><tr><td>b) jer čestice šećera ulaze u međuprostore vode, 58,3 %</td><td>58,3</td></tr><tr><td>c) jer šećer ima veću gustoću od vode, 17,4 %</td><td>17,4</td></tr><tr><td>d) jer je smjesa šećera i vode prozirna, 17,3 %</td><td>17,3</td></tr></tbody></table>	Odgovor	Udeo rješenosti (%)	a) jer šećer i voda imaju jednaku gustoću, 5,7 %	5,7	b) jer čestice šećera ulaze u međuprostore vode, 58,3 %	58,3	c) jer šećer ima veću gustoću od vode, 17,4 %	17,4	d) jer je smjesa šećera i vode prozirna, 17,3 %	17,3	Analiza pogrešaka i procjena kognitivne kvalitete
Odgovor	Udeo rješenosti (%)										
a) jer šećer i voda imaju jednaku gustoću, 5,7 %	5,7										
b) jer čestice šećera ulaze u međuprostore vode, 58,3 %	58,3										
c) jer šećer ima veću gustoću od vode, 17,4 %	17,4										
d) jer je smjesa šećera i vode prozirna, 17,3 %	17,3										

Slika 3.2. Opće karakteristike zadatka IBFK2

Ponuđeno c) i d), u kojima su postavljene absurdne tvrdnje, dobile su zajedno 35 % odgovora! U zadatku je vidljivo da učenici ne razlikuju uzroke od posljedica. Otopina šećera u vodi doista je prozirna, ali prozirnost nije uzrok da smjesa bude homogena.

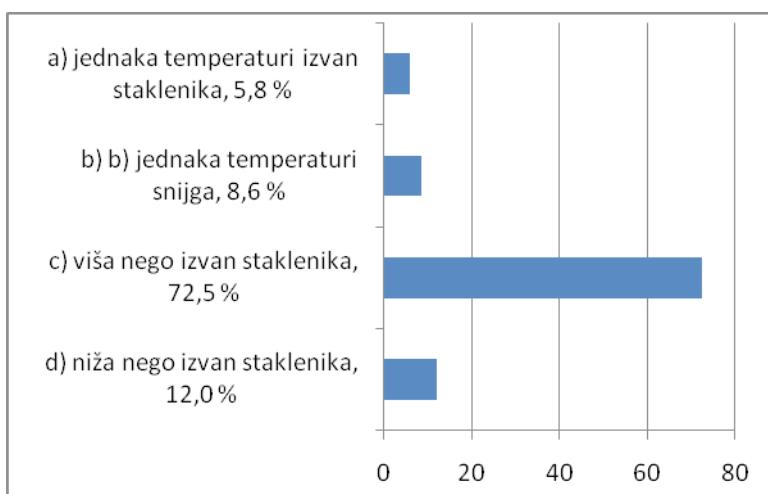
Ako su komponente različite gustoće, onda je manje vjerojatno da predstavljaju homogen sustav nego li ako su gustoće podjednake. Zadatak je metrijski jako dobar, udio rješenosti malen (usprkos 58% rješenosti), ali pokazuje nižu razinu kognitivnih kompetencija većeg broja učenika (35%).



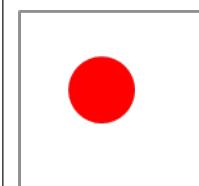
Slika 3.2.1. Distribucija uspješnosti u zadatku IBFK2: (1=a), (2=b), (3=c), (4=d), 88, 99-neprihvatljivo zaokruživanje)

4.3.3. Zadatak IBFK3

Jedne zime staklenik u kojem rastu biljke potpuno je prekrio snijeg. Temperatura u stakleniku tada je bila:



Rješenje:
c) viša nego izvan staklenika

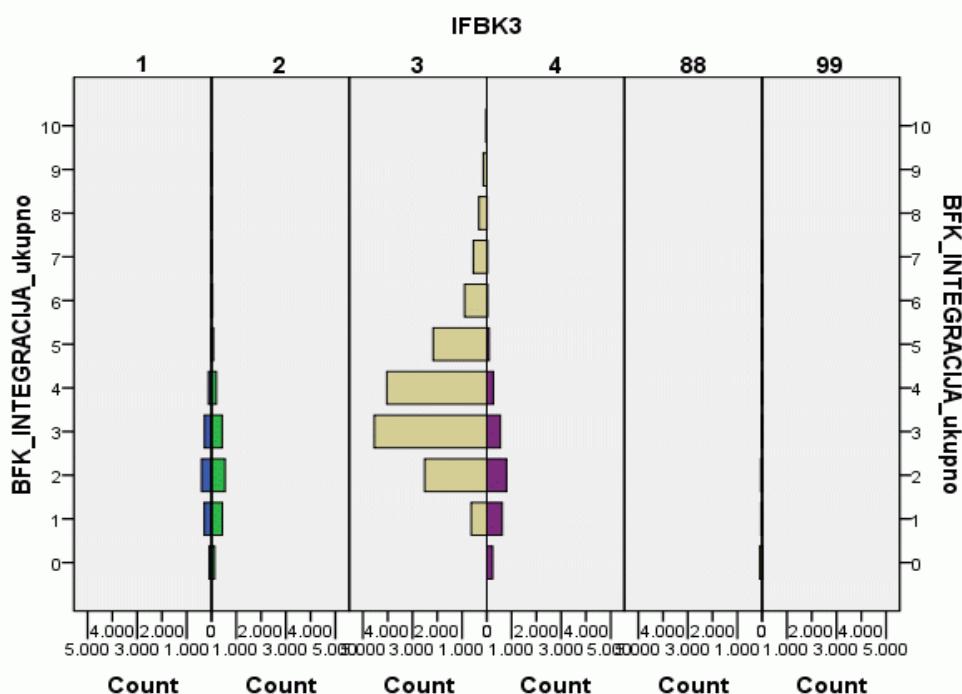


više kognitivne kompetencije

Analiza pogrešaka i procjena kognitivne kvalitete

Slika 3. 3. Opće karakteristike zadatka IBFK3

Iako je 12% učenika ustvrdilo da je u stakleniku niža temperatura nego li izvan njega, rješenost od 72,5% je zadovoljavajuća. Dobar rezultat možda je i posljedica utjecaja medija na informiranost učenika, jer se o efektu staklenika mnogo govori.



Slika 3.3.1. Distribucija uspješnosti u zadatku IBFK3 (1=a), 2=b), 3=c), 4=d), 88, 99 - neprihvatljivo zaokruživanje)

4.3.4. Zadatak IBFK4

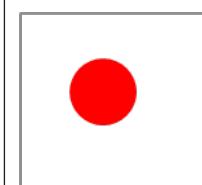
Razine vode u četiri jednake čaše na istoj su visini. U svaku od čaša uronimo po jedan komad neke tvari koje se razlikuju po gustoći. Svi komadi su jednake mase. Razina vode najviše se podigla u čaši u kojoj je:	Rješenje: a) aluminij									
<table border="1"><thead><tr><th>Potencijalna rješenja</th><th>Procjenjena frekvencija (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>a) aluminij</td><td>12,1 %</td></tr><tr><td>b) bakar</td><td>5,0 %</td></tr><tr><td>c) olovo</td><td>40,7 %</td></tr><tr><td>d) željezo</td><td>40,9 %</td></tr></tbody></table>	Potencijalna rješenja	Procjenjena frekvencija (%)	a) aluminij	12,1 %	b) bakar	5,0 %	c) olovo	40,7 %	d) željezo	40,9 %
Potencijalna rješenja	Procjenjena frekvencija (%)									
a) aluminij	12,1 %									
b) bakar	5,0 %									
c) olovo	40,7 %									
d) željezo	40,9 %									

Slika 3.4. Opće karakteristike zadatka IBFK4

Ovo je treći zadatak na ovom ispitu u kojem se traži razumijevanje pojma gustoće (prva dva su u ispitima fizike i kemije). Sva tri zadatka utezljaju korelacijske potencijale zadaća iz fizike i kemije. Pojam gustoće prikazan je s različitih stajališta. Za razliku od prva dva zadatka, ovdje nije trebalo računati, ali je trebalo misliti!

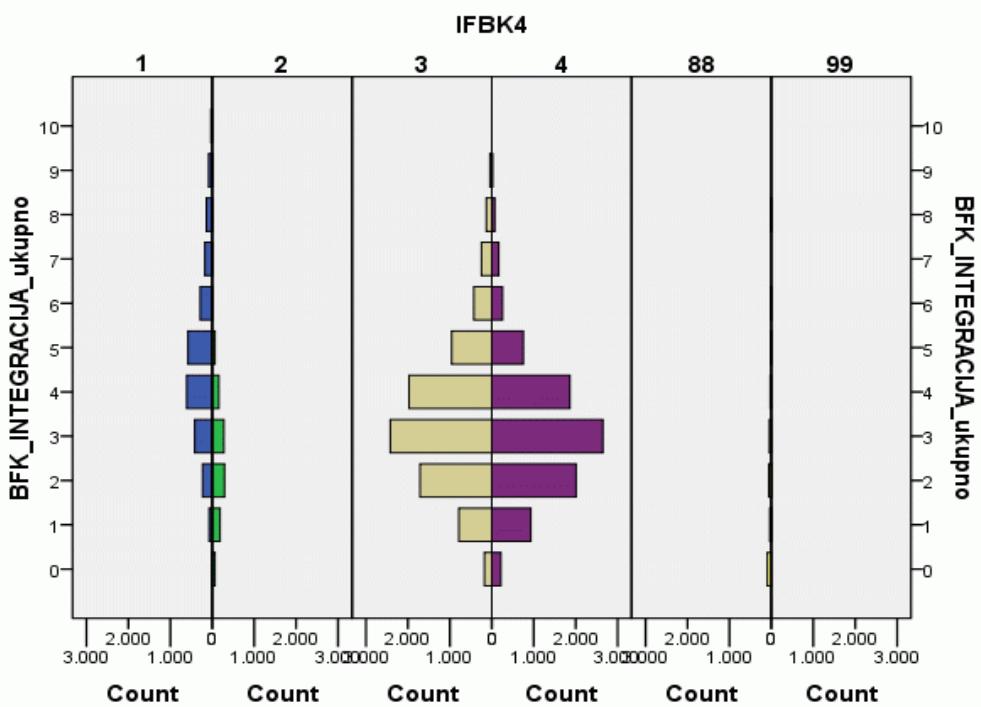
Ako su mase jednake, a gustoće različite, i volumeni su različiti, što je ionako postavljeno u samom zadatku. Ali ako je pri jednakoj masi gustoća manja, onda volumen mora biti veći. Premda su mnogi učenici mogli doći do ovog zaključka, zadatak nisu mogli riješiti ako ne poznaju metale iz svakodnevnog života.

Jedna od budućih provjera svakako treba uzeti u obzir poznavanje materijala svakodnevice i njihovih svojstava, posebno metala i otkriti dokle su učenici došli u svojim razmišljanjima.



više
kognitivne kompetencije

**Analiza pogrešaka i
procjena kognitivne
kvalitete**

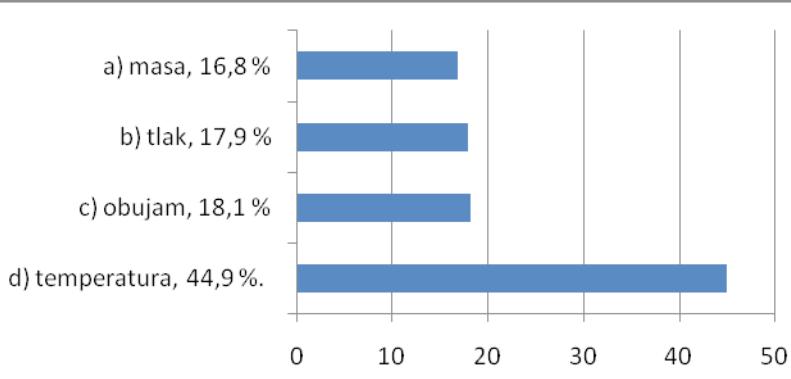


Slika 3.4.1. Distribucija uspješnosti u zadatku IBFK4 (1=a), 2=b), 3=c), 4=d), 88, 99-neprihvatljivo zaokruživanje)

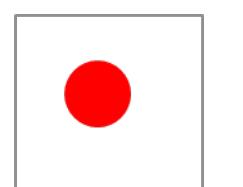
4.3.5 Zadatak IBFK5

Promjena energije pri gorenju glukoze i biološkoj oksidaciji glukoze je jednaka. Ta se dva procesa ipak razlikuju.

To je očito ako usporedimo iste fizičke veličine u oba procesa. Koja je to fizička veličina?



Rješenje:
d) temperatura.



više kognitivne kompetencije

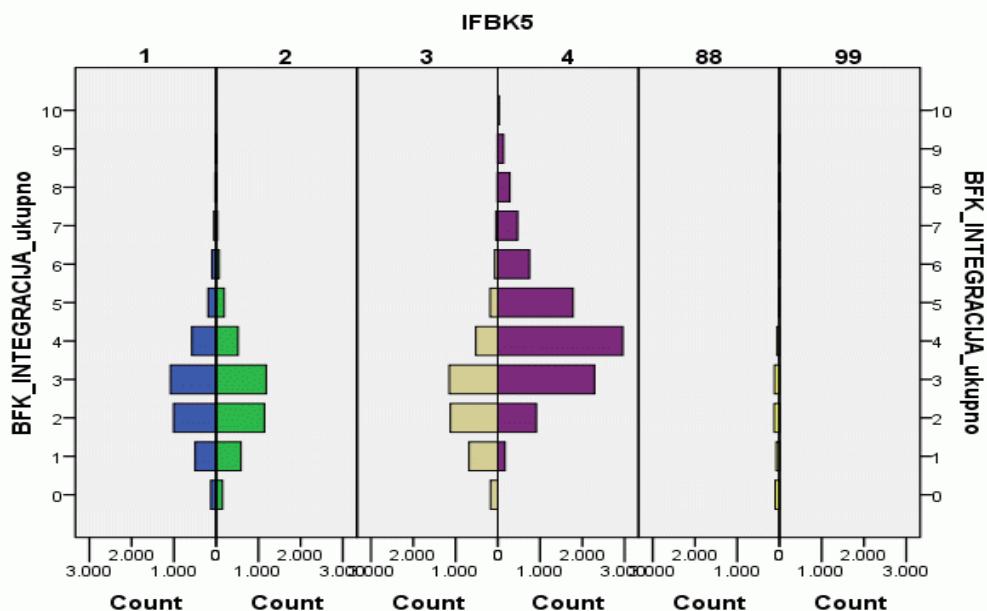
**Analiza
pogrješaka
i procjena
kognitivne
kvalitete**

Slika 3.5. Opće karakteristike zadatka IBFK5

Ovo je pravi integracijski zadatak gdje je potrebno koristiti znanje iz fizike, kemije i biologije. Uključena je promjena energije pri kemijskoj reakciji

biološke oksidacije glukoze. Pritom je potrebno pokazati razumijevanje relacija između fizikalnih pojmova.

Važna je spoznaja o karakteristikama kemijskih promjena in vivo, za razliku od istih in vitro. 45% riješenosti više je nego zadovoljavajuće.



Slika 3.5.1. Distribucija uspješnosti u zadatku IBFK5 (1=a), 2=b), 3=c), 4=d), 88, 99-neprihvatljivo zaokruživanje)

4.3.6. Zadatak IBFK6

Izračunaj volumen krvne plazme u 5 L krvi čovjeka prosječne tjelesne mase pri čemu je udio krvne plazme 50%.

Rezultat izrazi u kubnim metrima.

Račun:

Volumen krvne plazme je: _____

Rješenje:

Račun:

$$V(krvi) = 5 \text{ L}$$

$$\Phi(krvne\ plazme) = 50\ %$$

$$V(krvne\ plazme) = ?$$

$$V(krvne\ plazme) = V(krvi) \times \Phi(krvne\ plazme)$$

$$= 5 \text{ L} \times 0,5 = 2,5 \text{ L} = 0,0025 \text{ m}^3$$

Volumen krvne plazme je $0,0025 \text{ m}^3$

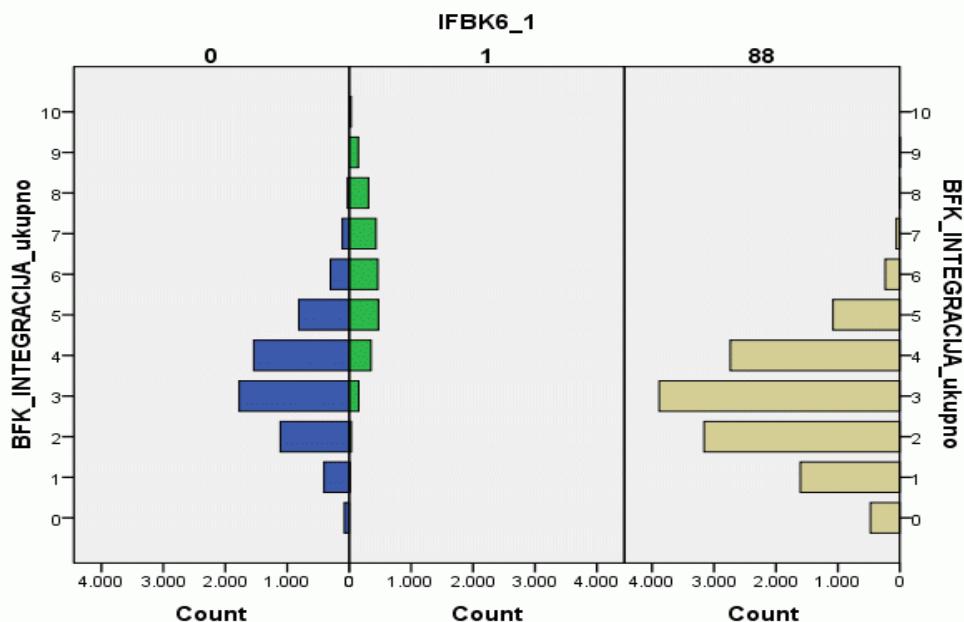


primjena

Analiza pogrešaka i procjena kognitivne kvalitete

Slika 3.6. Opće karakteristike zadatka IBFK6

Zadatak 6. ima mali postotak riješenosti. Razloge za to možemo ukratko svesti na slabo operativno znanje matematike, pa s time logično povezano i slabu primjenu veličinskih jednadžbi, te nejasnu razliku između pojmova masenog i volumnog udjela.

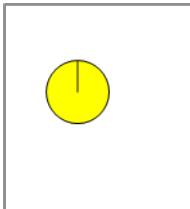


Slika 3.6.1. Distribucija uspješnosti u zadatku IBFK6_1(0-netočno, 1-točno, 88-bez odgovora)

Da rješenje zadatka treba tražiti u ispravno napisanom postupku (Slika 3.6.), znalo je 106 učenika (od 500), ali su do netočnog rezultata došli zbog pogrešnog pretvaranja jedinica. Od ostalih postupaka najčešći je 50%/5L i to 28 puta, zatim 50x5 i to 9 puta, i 5L/50% 9 puta.

Točno riješenih zadataka je 8,6%, netočno 45,4%, bez odgovora 46%. Ima 67 vrsta različitih netočnih odgovora.

4.3.7. Zadatak IBFK7

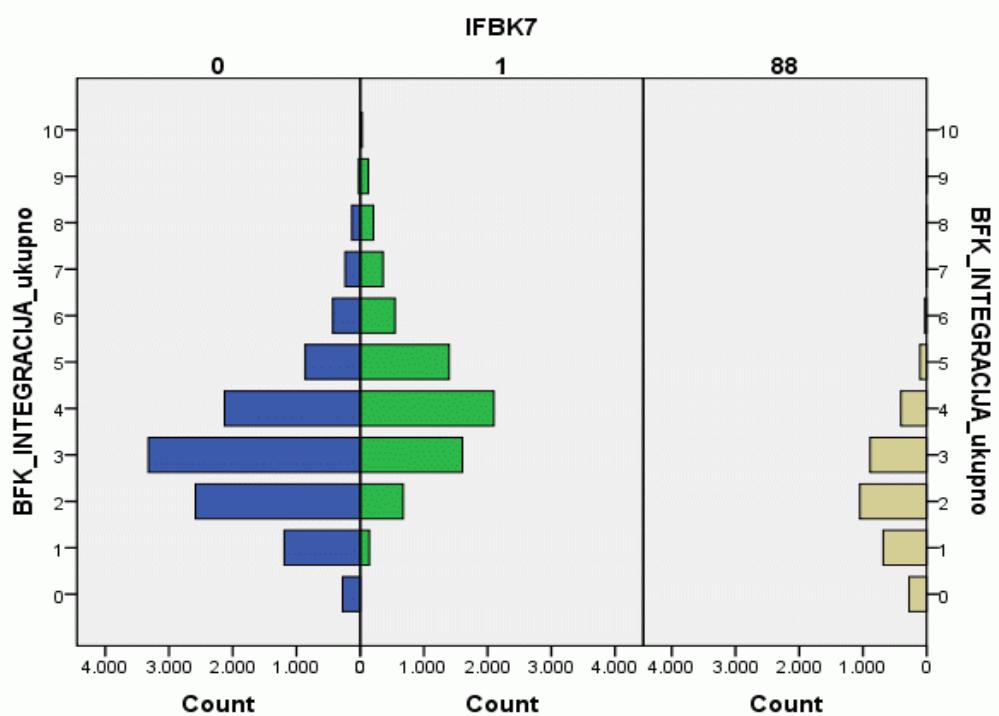
Ivo i Joško zatvorili su se u podrum gdje vrije grožđani sok. Zbog kojeg su plina njihovi životi izloženi velikoj opasnosti?	Rješenje: ugljikov dioksid ili ugljikov (IV) oksid CO_2
	 primjena Analiza pogrešaka i procjena kognitivne kvalitete

Slika 3.7. Opće karakteristike zadatka IBFK7

Dvije trećine učenika ne zna u čemu je opasnost. Kakvi bi tek rezultati bili da se pitalo o uzroku te opasnosti? Naime, u narodu je rašireno uvjerenje da u zraku povećana koncentracija ugljikovog dioksida izaziva gušenje zbog manje koncentracije kisika. Trebalo bi znati da ugljični dioksid ima smrtonosni učinak ukoliko dolazi do poremećene razlike parcijalnih tlakova kisika i ugljičnog dioksida u plućima, što ne dozvoljava ugljičnom dioksidu da napusti tijelo!

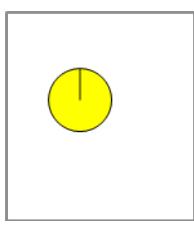
Radi se o jednom od ukupno dva zadatka u cijelom ispitu koji provjerava obrazovna postignuća iz područja sigurnosti (praktična primjena znanja u svakodnevnom životu). Spoznaja o opasnosti od CO_2 morala bi biti trajno znanje na bilo kojoj obrazovnoj razini, a poznавanje mehanizma te opasnosti tek na višoj razini. Svatko ima pravo i obvezu znati kako sigurno živjeti u vlastitoj kući.

Točnih odgovora ima 33%, netočnih odgovora 53% i bez odgovora 14%. Najčešći netočni odgovori: CO - 147, sumpor - 36, SO_2 - 13, dušik - 9, etanol - 6, vodik - 6, ugljik - 6. Ima ukupno 30 različitih vrsta netočnih odgovora.



Slika 3.7.1. Distribucija uspješnosti u zadatku IBFK7 (0-netočno, 1-točno, 88-bez odgovora)

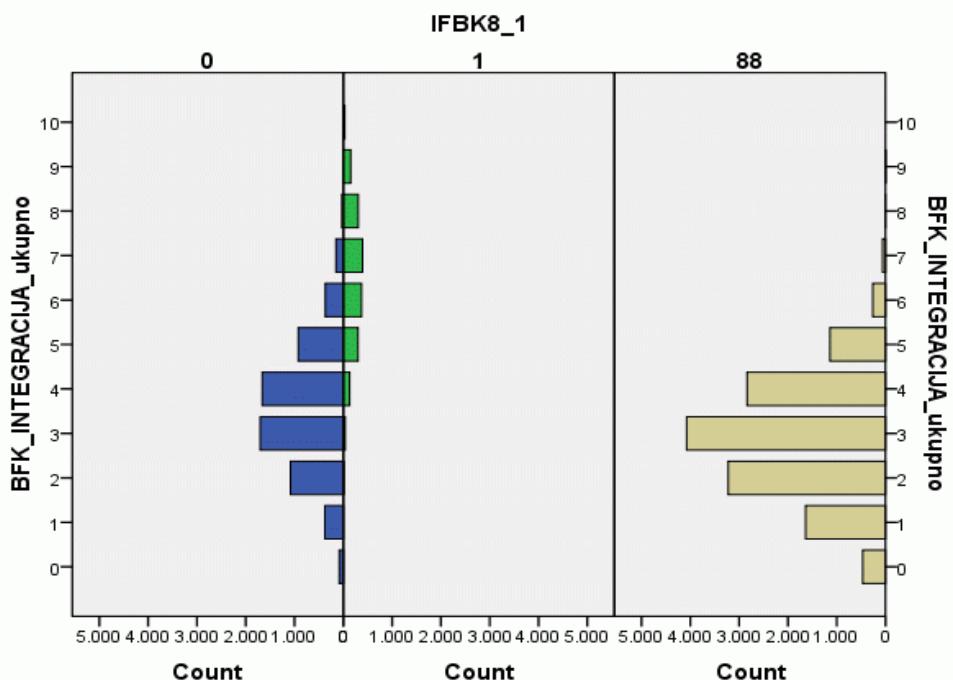
4.3.8 Zadatak IBFK8

<p>Starija žena ima masu kostiju 20 kilograma pri čemu je ukupni udio bjelančevina i vode u kostima 30%. Izračunaj masu mineralnih tvari u kostima i izrazi u kilogramima.</p>	<p>Rješenje: Račun: $m(\text{kosti})=20\text{kg}$ $w(\text{bjelančevina i vode, kosti})=30\%$ $m(\text{mineralnih tvari})=?$ $w(\text{mineralnih tvari})=100\%-30\%=70\%$ $m(\text{mineralnih tvari})=$ $w(\text{mineralnih tvari}) \times m(\text{kosti})=$ $0,70 \times 20\text{kg}=14 \text{ kg}$ Masa mineralnih tvari je 14 kg</p>
<p>Račun:</p> <p>Masa mineralnih tvari je: _____</p> <p>_____</p>	 <p>primjena</p> <p>Analiza pogrješaka i procjena kognitivne kvalitete</p>

Slika 3.8. Opće karakteristike zadatka IBFK8

Zadatak 8 ima mali postotak riješenosti i rezultat je sličan rezultatu postignutom u zadatku 6. Usporedbom zadataka 6 i 8, očito je da su pojmovi masenog i volumnog udjela učenicima nejasni. Ostali razlozi su slični kao i u većini drugih zadataka, a to je slabo operativno znanje matematike i nesposobnost primjene veličinskih jednadžbi.

Točnih odgovora ima 12%, netočnih 34,8% i bez odgovora 53,2%. Ima 60 vrsta različitih netočnih odgovora. Najčešći netočni rezultati su: 6 kg - 42,10 kg - 10, 0,6 kg, 9,50 kg, 8,60 kg - 7, 600 kg - 6. Najčešći pogrješni postupci rješavanja: $20 \text{ kg} \times 0,3 - 32$ puta, $20 \times 30 - 13$ puta, $20 \text{ kg}/30\% - 8$ puta, $0,3 \times 20 - 6$ puta.



Slika 3.8.1. Distribucija uspješnosti u zadatku IBFK8 (0-netočno, 1-točno, 88-bez odgovora)

4.4. Tipologija pogrešaka na temelju analize netočno riješenih zadataka

Uočena je velika raznolikost pogrešnih rezultata i postupaka, slojevitost, a ponekad i absurdnost pogrešnih odgovora. Usprkos prihvativoj rješenosti 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 od škole do škole i od učitelja do učitelja. U integracijskim zadatcima zapaženo je slabo operativno znanje četiriju temeljnih računskih operacija, slabo poznavanje kemijskog simboličkog jezika i nedostatak poznavanja rezultata pokusa, a sve se to poklapa s analizama odvojenih ispita iz Biologije, Fizike i Kemije.

U integracijskim zadatcima bilo je zamišljeno da budu utemeljeni korelacijski potencijali ispita iz Biologije, Fizike i Kemije, ali tako da su isti prirodoznanstveni pojmovi prikazani s različitim stajališta. U nekim zadatcima to je ostvareno u potpunosti, a u nekim je korelacija uspostavljena samo između dva od tri predviđena predmeta. Takav pojam je primjerice gustoća koji utemeljuje korelacijske potencijale ispita iz fizike i kemije. Kao i u fizici,

učestale su grješke vezane za poznavanje mjerneih jedinica i fizičkih veličina te manjkavosti u razumijevanju elementarnih odnosa između fizikalnih pojmove.

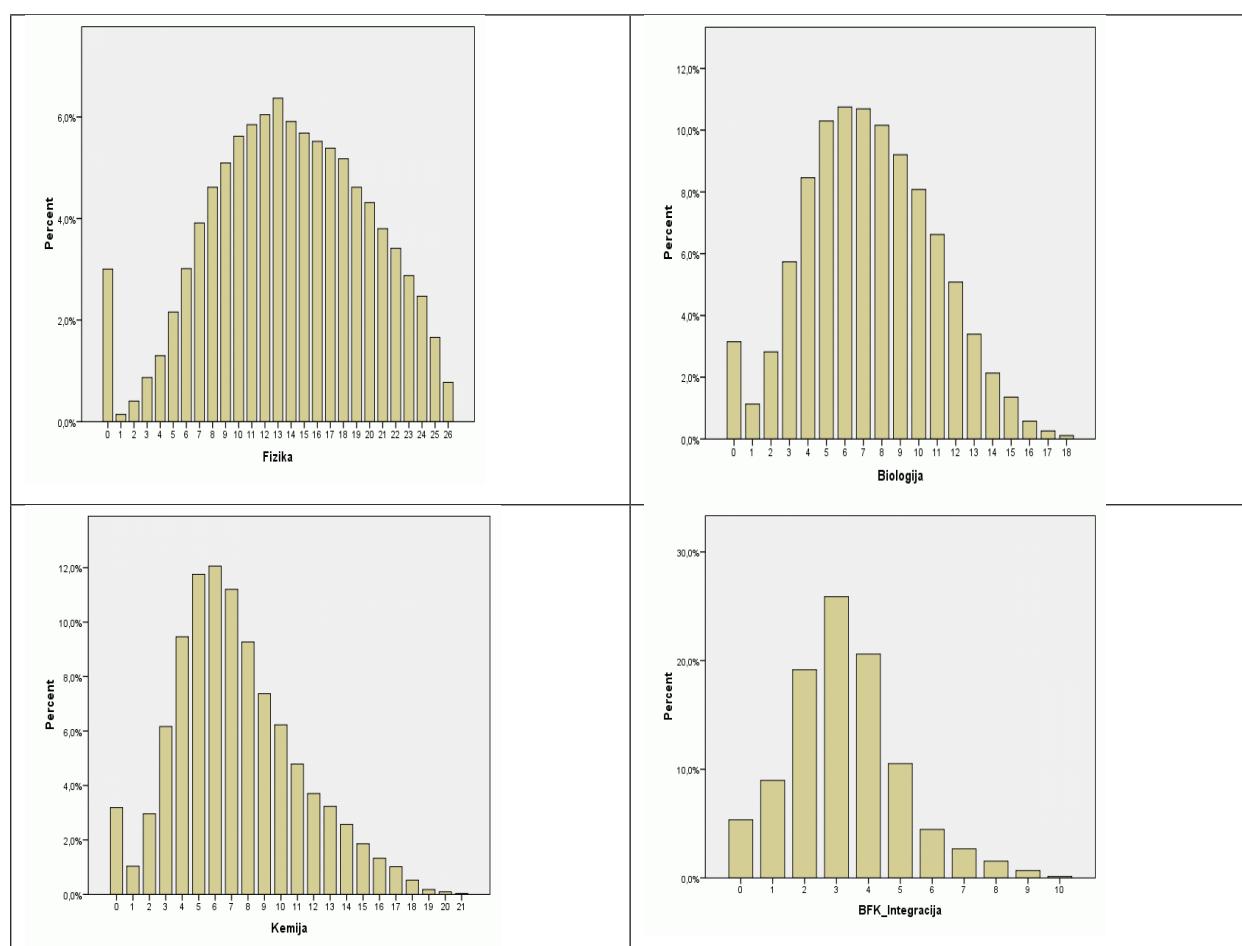
Mnogi pogrešni odgovori uvjetovani su slabim operativnim znanjem matematike i neadekvatnom primjenom veličinske jednadžbe, a to je važna karakteristika nekih zadataka. Važno je naglasiti da su kod mnogih učenika rezultati slabi čak i u slučaju zadataka gdje nije bilo potrebe za računom, nego za logičkim povezivanjem činjenica koje su mogle biti zapažene prilikom promatrana provedenog eksperimenta. To je vjerojatno pokazatelj da eksperimenti nisu bili provedeni niti od strane učenika niti od strane učitelja.

5. KORELACIJSKI FENOMENI I VIŠI STUPNJEVI KOGNITIVNIH KOMPETENCIJA

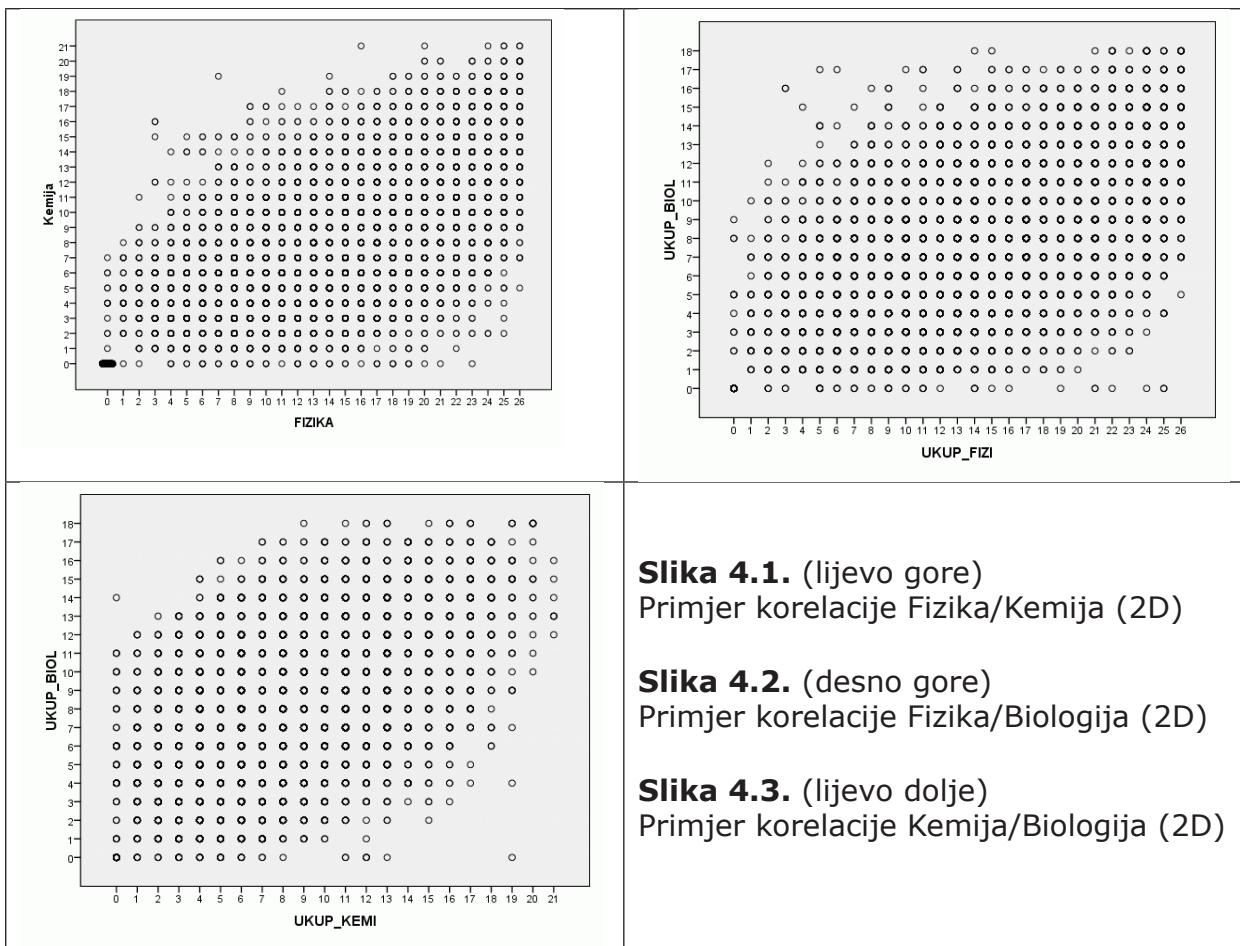
U nastavi svih prirodoznanstvenih predmeta nužno je nastavu temeljiti na eksperimentu. Eksperiment vodi učenika od konkretnih operacija do formalnih operacija i apstraktnog mišljenja. Zadaci iz Integracije predstavljaju dobar potencijal za određivanje viših razina kognitivnih kompetencija. Zbog toga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

Ustanovljeno je da zadaci 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.

Provodenjem ispita iz Integracije uspješno su detektirane problematične točke u sustavu edukacije iz prirodoslovja, na što su ukazivale i pojedinačni ispiti iz biologije, fizike i kemije.



Slika 4. Usporedba rezultata ispita iz Fizike, Biologije, Kemije i Integracije (1D)



Slika 4.1. (lijevo gore)
Primjer korelacije Fizika/Kemija (2D)

Slika 4.2. (desno gore)
Primjer korelacije Fizika/Biologija (2D)

Slika 4.3. (lijevo dolje)
Primjer korelacije Kemija/Biologija (2D)

6. ZAKLJUČCI

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 neriješnih (praznih) odgovora kod eksperimentalnih zadataka upućuje na manjak eksperimentalnog rada u nastavi.
- Učestalost loših odgovora vezana je uz kvalitetno poznavanje pojma volumena.
- Oko 60% učenika proporcionalno uspješno rješava integracijske zadatke.
- Velika raznolikost pogrješnih rezultata i postupaka, slojevitost, a ponekad i absurdnost pogrješnih odgovora.
- Na mnoga pitanja učenici nisu niti pokušali odgovoriti što ukazuje na upitnu, kako motiviranost, tako i želju za pokazivanjem znanja. Mogući razlog treba tražiti i u umoru budući da je ispit iz Integracije pisan odmah nakon tri provedena ispita i to iz Biologije, iz Fizike i iz Kemije.

7. PREPORUKE

Na temelju kvalitativne analize (slučajni uzorak, 500 ispita) nacionalnih ispita Integracije, provedenih od strane Centra na učenicima osmih razreda osnovnih škola Republike Hrvatske, procjenjivano je:

1. kognitivna vrijednost ispita,
2. pogrješna učenička rješenja,
3. zapažanja učenika u pojedinim zadatcima,
4. elementarna prirodoslovna pismenost,
5. korelacije kroz biološke, fizikalne i kemijske koncepte,
6. znanje temeljeno na rezultatima eksperimenta,
7. povezivanje makrosvijeta opažanja sa submikroskopskim svjetom karakterističnim istovremeno za biologiju, fiziku i kemiju,
8. operativno znanje temeljnih računskih operacija,
9. razumijevanje veličinske jednadžbe.

Na temelju izvedenih zaključaka i utvrđene sukladnosti postignutih i očekivanih učeničkih kompetencija, a s ciljem poboljšanja obrazovnih rezultata, kao i načina daljnog praćenja rezultata možebitno provedenih promjena. **Stručna radna skupina koja je provela analizu ispita iz Integracije, predlaže sljedeće:**

7.1. Plan i program

Kroz školske predmete biologije, fizike i kemije učenike se poučava usvajanju kritičkog mišljenja kroz hipotezu, teoriju i zakon te im se ukazuje na mogućnosti primjene prirodnih 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 biološkim, fizikalnim i kemijskim promjenama.***

Plan i program prirodoslovnih predmeta sam po sebi je dobar što se vidi po tome da su učenici podjednako točno 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. Međupredmetne korelacije primjerice 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 mjerom jedinicom za gustoću u SI sustavu, kg/m^3 dok se u kemiji koristi g/mL . Značajniji problem s međupredmetnim korelacijama također postoji između predmeta koji nisu obuhvaćeni ispitima Centra, ali mogu imati utjecaj na uspješnost rješavanja ispita iz prirodoslovnih predmeta. Ogledni primjer za to su simboli za dijelove strujnog kruga koji su potpuno različiti u fizici s jedne strane te u tehničkoj kulturi s druge strane. Stoga su učenici primorani da uče po sistemu „ladica“, tj. tako da za svaki predmet imaju svoju ladicu koju često niti ne mogu povezivati s drugima zbog međusobne neusklađenosti nastavnih tema u nastavnom planu i programu za osnovnu školu.

Naglašavamo dobru praksu da pri izradi plana i programa jednog predmeta sudjeluju stručnjaci više srodnih predmeta 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 razvijalo korelacijske sposobnosti i vještine učenika.

Ukratko, plan i program nastave prirodoslovnih predmeta je dobro zamišljen i ne treba ga mijenjati, ali treba mijenjati način rada s učenicima u razredu, što zahtijeva bolje i ozbiljnije organiziranje stručnog usavršavanja učitelja.

7.2. Poučavanje

Budući da su uočene slične manjkavosti pri poučavanju svakog od prirodoslovnih predmeta, a odnose se 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...“, koji 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 svih prirodoslovnih predmeta, koja je također potvrđena ovim istraživanjem, odnosi se na nedostatnost eksperimenta u nastavi.

Učitelji prirodoslovnih predmeta trebaju u nastavnoj normi dobiti 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 koja bi im postala dio propisane nastavne norme.

7.3. Stručno usavršavanje

Poboljšanju rezultata u nastavi prirodoslovnih predmeta može doprinijeti bolji sustav i to obveznog stručnog usavršavanja. Sadašnji sustav stručnoga usavršavanja trebao bi više dati naglasak na stručnoj pomoći učiteljima prirodoslovnih predmeta, pri čemu je važna neposredna stručna pomoć u školama. Nadalje preporuča se da na zajedničkim stručnim aktivima učitelja biologije, kemije i fizike budu u većoj mjeri prezentirani metodički prikazi usvajanja temeljnih znanja i vještina. Nedostatci takvog rada su potvrđeni vanjskim vrjednovanjem jer su učenici pokazali manjkavosti upravo kod temeljnih znanja i vještina. Stoga predlažemo da za učitelje prirodoslovnih predmeta budu osigurane radionice i da im bude omogućeno da sudjeluju u tim radionicama.

7.4. Vanjsko vrjednovanje u budućnosti

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 moglo 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 bilo kojeg prirodoslovnog predmeta, a to je pogotovo istina za integracijske zadatke, 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. Rezultati vrjednovanja ovoga ispita za učenike nisu imali značaja ni utjecaja na daljnje obrazovanje te zbog toga oni sami nisu imali motiv niti da se trude i daju dobre odgovore.

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 što je slično provedeno kod državne mature.

8. LITERATURA

1. 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
2. Fulgosi, S., Gjeri, N. (2009). *Razvoj i strategija nacionalnih ispita-izvješće o projektu*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja
3. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2005). *Plan razvoja sustava odgoja i obrazovanja 2005. – 2010.* Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa
4. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2006). *Nastavni plan i program za osnovnu školu*. Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa
5. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2005). *Vodič kroz Hrvatski nacionalni obrazovni standard*. Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa
6. Vanjsko vrednovanje obrazovnih postignuća u osnovnim školama Republike Hrvatske, učenici 8. razreda školska godina 2007./2008., Istraživački izvještaj, NCVVO i Institut Ivo Pilar, Zagreb, rujan 2008.

ZNAČENJE PARAMETARA KOJI SE DOBIVAJU STANDARDNIM PSIHOMETRIJSKIM ANALIZAMA

Aritmetička sredina ispita (M)

Najčešća mjera središnje vrijednosti nekog skupa rezultata jest aritmetička sredina koja predstavlja težiste 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 orientacijski 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 pogreška mjerenja

Standardna pogreška mjerenja jest procjena pogreške 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 sa x , a standardnu devijaciju sa sd , tada uz sigurnost od 68% možemo tvrditi da se pravi rezultat učenika nalazi u intervalu $x \pm 1 sd$. Uz sigurnost od 95% možemo tvrditi da se pravi rezultat učenika nalazi u intervalu $x \pm 2 sd$, a uz gotovo stopostotnu sigurnost možemo tvrditi da se pravi rezultat učenika nalazi u intervalu $x \pm 3 sd$. Ovaj pokazatelj vrlo je važan jer on govori kolikoj se pogrešci izlažemo pri zaključivanu o postignutim rezultatima na ispitu. Osobito je važno voditi računa o standardnoj pogrešci mjerenja pri rangiranju učenika na temelju postignutoga rezultata na ispitu. Ako ispit ima veliku standardnu pogrešku 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 ($\geq 0,90$).

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 polovicu 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 lošjom 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 mjerjenja (npr. poznavanje gradiva Povijesti za treći razred gimnazije), onda se faktorskog analizom nastoji potvrditi da ispit mjeri upravo samo taj jedan predmet mjerjenja. Ako se pokaže da ispit mjeri više predmeta mjerjenja, 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 mjerjenja treba ocjenjivati zasebnom ocjenom.

Zadaća stručnih radnih skupina bila je izraditi ispite koji će mjeriti jedan predmet mjerjenja. 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.ericdigests.org/1997-1/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). *Constructing Test 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). *Psihologiski rječnik.* Jastrebarsko: Naklada Slap
9. Tacq, J. (1997). *Multivariate Analysis Techniques 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: University of Maryland.

PRILOG

PRIKAZ FORMULA UPOTREBLJAVANIH U PSIHOMETRIJSKOJ ANALIZI NACIONALNIH ISPITA

Aritmetička sredina

$$M = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

M – aritmetička sredina

X_i – individualni rezultati u varijabli X

N – broj rezultata u varijabli

Standardna devijacija

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

SD – standardna devijacija

X_i – rezultati u varijabli X ($i = 1, \dots, N$)

M – aritmetička sredina u varijabli

N – broj rezultata u varijabli

Cronbachov a-koeficijent

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

a – Cronbachov a-koeficijent

k – broj zadataka u ispitu

V_z – varijanca pojedinoga zadatka

V_u – varijanca cijelog ispita

Standardna pogreška mjerena

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

SPM – standardna pogreška mjerena

SD – standardna devijacija

a – Cronbachov a-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

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

KD – koeficijent diskriminativnosti

p_{ki} – bodovi učenika i na zadatku k

\bar{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

$\sum_{j \neq k}^m \bar{p}_{ji}$ – 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 sposobnost učenika za daljnje školovanje ili tržište rada.