

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO MATEMATIČKI FAKULTET

LEA RANEC

OSNOVNI FIZIKALNI POJMOVI U POSTOBRAZOVNOJ DOBI

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2009

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

SMJER: PROFESOR FIZIKE TEHNIKE I INFORMATIKE

**Lea Ranec**

Diplomski rad

OSNOVNI FIZIKALNI POJMOVI U  
POSTOBRAZOVNOJ DOBI

Voditelj diplomskog rada: Doc. Dr. Darko Androić

Ocjena diplomskog rada: \_\_\_\_\_

Povjerenstvo: 1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Datum polaganja: \_\_\_\_\_

Zagreb, 2009.

Ovaj diplomski rad posvećujem dragim roditeljima, sestri i suprugu te im zahvaljujem na potpori koju su mi pružili tijekom studiranja.

Zahvaljujem svom mentoru dr. Darku Androiću na razumijevanju, strpljenju i pomoći u izradi ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem svima koji su sudjelovali u ovom istraživanju.

Sadržaj	
Uvod .....	2
Što je to konceptualno znanje? .....	3
Konstruktivizam u nastavi fizike.....	5
Cilj ispitivanja .....	7
Postupak konstrukcije konceptualnih pitanja .....	8
Zadaci .....	9
Test – svakodnevna konceptualna pitanja .....	10
Zašto sam odaberala prethodna pitanja .....	13
Provođenje ispitivanja .....	15
Uzorak ispitanika.....	20
Postupak ispitivanja.....	24
Analiza rezultata.....	25
Kako objasniti dobivene rezultate? .....	27
Ukupan rezultat .....	30
Što je pokazalo ispitivanje.....	32
Zanimljive povratne informacije.....	33
Zaključak.....	35
Literatura .....	36
Prilog 1 .....	37

*Be very, very careful what you put into that head,  
because you will never, ever get it out.*

*Budite jako, jako pažljivi što stavljate u tu glavu,  
jer to nikad, ikad nećete izvući van.*

Thomas Cardinal Wolsey (1471-1530)

## **Uvod**

Zadnjim popisom stanovništva (2001. godine) ustanovljeno je da se u Republici Hrvatskoj događaju demografski procesi koji su nazvani starenje naroda ili demografsko starenje. To je karakteristika razvijenih zemalja uvjetovana suvremenim načinom života. Prema klasifikaciji Ujedinjenih naroda određuje se ostarjelost stanovništva na način da ako na određenom području živi više od 10% osoba starijih od 65 i više godina, takvo se područje smatra područjem sa vrlo starim narodom. (No kronološko starenje ne smije se uvijek poistovjetiti sa biološkim starenjem jer različite osobe iste kronološke dobi npr. 70 godina, mogu imati drugačije sposobnosti vezane za kondiciju, zdravlje, motivaciju, životni stil i ukupno dobro ili loše osjećanje „u vlastitoj koži“.)

Prema podacima iz 2001. hrvatsko stanovništvo spada u skupinu vrlo starog stanovništva (15,62% stanovnika u dobi 65 i više godina, Popis 2001.).

Kakve veze imaju ti podaci sa učenjem fizike (tehnike, informatike,...)?

Među ostalim posljedicama takvog „stanja“ naroda je i produljenje radnog vijeka pojedinaca. Sukladno s time i neprestanim i sve bržim razvojem tehnike i tehnologije nameće se potreba za stalnim učenjem i usavršavanjem. Ovisno o radnom mjestu pojedinca, osobnim željama i interesima ili nekim drugim zahtjevima, sve je češći slučaj da osobe odlaze na različite tečajeve, seminare, usavršavanja, prekvalifikaciju, a možda se odluče i za povratak u školske, bolje rečeno fakultetske klupe. Najviše novih znanja ili vještina vezana je, kao što je već rečeno, za brz razvoj tehnike i tehnologije, a taj razvoj se temelji na dostignućima prirodnih znanosti.

Popularne krilatice hrvatskih političara i osoba zaduženih za edukaciju stanovništva poput „Hrvatska treba biti zemlja znanja“, te napora vezanih za promjene (reformu) u sustavu školstva, ne bi smjele biti dobno diskriminirajuće, iako se može dobiti takav dojam slušajući izjave odgovornih ljudi i čitajući članke u dostupnim medijima. U prvi plan se stavljaju, i veliki je naglasak na reformama vezanim za promjene (i poboljšanja) u osnovnoškolskom, srednjoškolskom te fakultetskom obrazovanju, dok je obrazovanje odraslih osoba, čini se, postrance. Žalosna je činjenica, koja je isplivala na vidjelo nakon zadnjeg popisa stanovništva

2001., da u Hrvatskoj 19,5% osoba starijih od 15 godina nema završenu osnovnu školu od čega je 3% osoba bez škole. Cilj odgovornih osoba zaduženih za ovu problematiku je smanjiti taj postotak i pružiti priliku osobama koje žele učiti. No s druge strane treba pružiti priliku za usavršavanje i nadogradnju znanja i onim osobama koje imaju završenu srednju ili višu školu, a žele se dalje obrazovati. A o tome se baš puno i ne govori.

Iz svega toga proizlazi potreba za cijeloživotnim učenjem, iako iz razgovora sa ljudima ta ideja odnosno potreba, nije još dovoljno prihvaćena. Dobiva se dojam da većina osoba samo čeka kad će moći u mirovinu. Na dodatnu edukaciju odlučuju se one osobe koje su iz nekog razloga prisiljene bilo da bi zadržale postojeći posao ili imale mogućnost potrage novog posla. Bilo bi puno lakše kad bi nam to postala životna navika ili „nešto što se podrazumijeva samo po sebi“.

No prije same edukacije trebalo bi vidjeti kako stojimo sa postojećim znanjima i koliko ona mogu, uz bogato životno iskustvo, pomoći i/ili odmoći u daljnjem učenju. Ovaj rad će probati pokazati baš to. Dobna skupina koja je odabrana kao ciljana skupina su osobe starije od 50 godine iz razloga što će one za desetak godina imati 60 i više godina i još će, uglavnom većina, biti u radnom odnosu. Ako se vratimo na UN-ovu klasifikaciju s početka ovog uvoda znači da će te osobe biti u skupini koja određuje ostarjelost stanovništva.

### **Što je to konceptualno znanje?**

Prema rječniku stranih riječi riječ koncepcija je objašnjena kao „zamisao, poimanje pojma, shvaćanje; osnovna teza za neko umjetničko ili znanstveno djelo“. No kad se susretnemo s pojmom koncepcije u izradi i provođenju ispitivanja konceptualnog znanja iz fizike javljaju se vrlo često još dva pojma: predkoncepcija i miskoncepcija.

Predkoncepcije i/ili intuitivne ideje koje nastaju iz potrebe da se protumače pojave iz svakodnevnog života, a pod utjecajima su okoline osobe (prvo djeteta, kasnije odrasle osobe) te svih vrsta medija i okoline koja utječe na živote svih nas.

#### Primjer 1.

Razgovor petogodišnje Julije i J. Piageta. Tema je kako nastaje vjetar.

Piaget: Kako nastaje vjetar?

Julija: Od stabla.

Piaget: Kako znaš?

Julija: Vidjela sam kako mašu rukama.

Piaget: Kako se tako može napraviti vjetar?

Julija ( mašući rukama pred njegovim licem ): Ovako. Samo što su puno veće.

Piaget: A kako nastaje vjetar na moru? (protuprimjer – na moru nema stabala)

Julija: Puše s kraja. Ne rade ga valovi.

Miskonceptije (miskonceptija – pogrešna ideja ili zamisao) su ideje koje su nastale tijekom formalnog učenja fizike kao mješavina intuitivnih ideja i fizikalnih ideja sa istom svrhom – objašnjavanje pojava iz svakodnevnog života i fizikalnih ideja. Točne fizikalne ideje iznose se pred grupom pojedinaca (najčešće školski razred), uglavnom bez odgovarajućeg mentalnog izazova.

Sljedeći primjer pokazuje znanje koje bi mogli nazvati učenjem na pamet (popularno rečeno „štrebanje“) bez razumijevanja osnovnih pojmova i ideja.

### Primjer 2.

Dijete: (ponavlja na glas) Vjetar nastaje zbog razlike u tlaku zraka.

Učitelj: Što je to tlak zraka?

Dijete: To je ono što baka i djeda mjere oko ruke.

I dok se pojam predkonceptije odnosi se na ideje koje nastaju prije početka formalnog učenja fizike pojam miskonceptije može se odnositi i na ideje koje osoba zadržava cijeli život nakon prestanka školovanja. Predkonceptije su neizbježne i normalni su dio razvoja pojedinca.

Uočavanje miskonceptija koje učenici imaju u raznim područjima fizike vodi konačnom cilju, a to je poboljšanje nastave fizike. Najveći problem je što miskonceptije preživljavaju unatoč godinama formalnog učenja fizike.

No kod teme poboljšavanja same nastave fizike u zadnje je vrijeme niz metodičara provodeći ispitavanja razne vrste ustanovilo da učenici imaju manji broj miskonceptija ako se zamijeni klasični način predavanja „ex chatedra“ (ili tzv. predavački način izlaganja gradiva) sa, uvjetno rečeno, novim načinom učenja fizike. Takav se način izvođenja nastave zove konstruktivistička nastava fizike. U nekoj literaturi može se pronaći i termin konstruktivizam u nastavi fizike za opisivanje istog procesa.

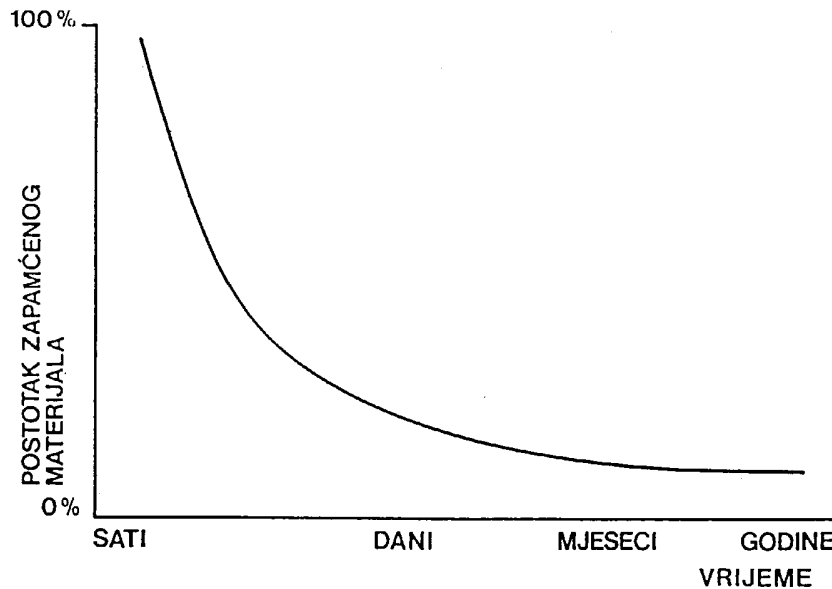
Ako ponovno pročitamo primjer razgovora J. Piageta i petogodišnje djevojčice ne možemo se ne sjetiti kako reagiraju djeca te dobi te s kojim se sadržajima susreću. Priče, bajke i crtići puni su „fizikalnih nelogičnosti“ i netočnosti. Dob djeteta u kojoj se počine formalno učiti fizika nije bez razloga 12 ili 13 godina, iako postoje istraživanja koja pokazuju da mlađa djeca mogu ravnopravno sudjelovati u učenju pojedinih područja i donositi jednako valjane zaključke kao i starija djeca, ako su im sadržaji primjereno i pravilno prezentirani i pripremljeni. Razlika je u načini izražavanja i vremenu koje je potrebno da djeca različitih uzrasta dođu do jednako valjanih zaključaka.



No miskoncepcije bi se trebale svesti na najmanju moguću mjeru.

Imajući na umu da znanje koje steknemo u školi bez obzira na predmet kojeg učimo podložan je zaboravu koji odgovara krivulji zaboravljanja koja je prikazana na sljedećoj slici.

**Slika 1 Tipična krivulja zaboravljanja**



Znači konceptualno znanje se ne odnosi samo na tzv. školsko znanje, nego na znanje koje ćemo ponijeti sa sobom kroz cijeli nakon što završimo školu i bez obzira na struku kojom se kasnije u životu baviti.

### **Konstruktivizam u nastavi fizike**

Ukratko ideja konstruktivističke metode je postaviti pitanje ili problem prije izvođenja pokusa. Ovaj način se dobro slaže sa izvođenjem pretežno eksperimentalne nastave u obliku demonstracije pokusa u kombinaciji sa samostalnim radom učenika. Pod samostalnim radom učenika podrazumijeva se poticanje učenika na vlastito razmišljanje i bilježenje vlastitih pretpostavki prije izvođenja pokusa i zapisivanje rezultata i zaključaka nakon pokusa. Na taj se način „izvuku“ iz učenika možebitne ideje prave ili krive. Nastavnik u kratkom razgovoru dobije uvid kako učenici razmišljaju. Tada se učenike pita što očekuju da će se dogoditi za vrijeme i nakon pokusa. I na ovom mjestu mogu „isplivati“ kriva očekivanja i predviđanja zasnovana na lošim idejama, ali isto tako i dobre ideje i očekivanja. Sljedeći korak je izvesti pokus i pokazati koja su predviđanja i ideje bile dobre, a koje loše. Zadnji korak je zapisivanje zaključaka. Učenici svojim riječima zapisuju vlastite zaključke. Na taj način mogu pratiti cijeli proces pokusa i razvijati znanstveno zaključivanje.

Ključno je razviti takav odnos sa učenicima da se ne boje izreći mišljenje makar se ono uspostavilo dobro ili krivo, jer na kraju krajeva, nitko nije imun na miskoncepcije i predkoncepcije na bilo kojem području. Učenicima je važno naglasiti da ni znanstvenici ponekad nemaju dobra predviđanja prije eksperimenata, te da tome eksperiment i služi – za dokazivanje ili pobijanje određenih ideja.

Na taj način poboljšava se kvaliteta nastave. Iako se možda očekuje veći angažman nastavnika u pripremi, prihvaćanja različitih pitanja, ali i odgovora i spremnost na ista, pa i dodatnu motivaciju „šutljivih“ i sramežljivih učenika, nastava na taj način postaje dinamičnija i za učenike intelektualno poticajnija.

Jedna od pogrešaka koje sam primijetila tijekom vlastitog školovanja kod nastavnika koji su predavali fiziku je bila ta da su uglavnom sve ideje i definicije pružali na „pladnju“. Ako učenik ponudi krivu ideju odmah mu se odgovara sa pravilom idejom umjesto da se pokuša slijedom pitanja i odgovora navesti učenika na pravi put tj. pravi zaključak. Pravo zaključivanje i razmišljanje očekuje se tek pri nekoj vrsti usmenog ispitivanja, a problem krivih ideja, kao što je već uočeno, ponekad počinje i prije samog prezentiranja određene nastavne cjeline. Zaključak do kojeg osoba sama dođe puno trajnije ostaje u pamćenju nego neka rečenica ili definicija naučena napamet. Nastavnik ima ulogu da usmjerava u pravom smjeru te zaključke jer u protivnom ono što se krivo nauči ostaje i prati nas cijeli život.

Sva ova ispitivanja, uočavanje i prepoznavanje miskoncepcija ne znači ništa ako se to što smo shvatili ne upotrijebi i iskoristi odnosno isprave pogreške koje se godinama ponavljaju.

Smatralo se (i još uvijek ima ljudi čak i profesora i nastavnika fizike) da je način predavanja svih predmeta, nastavnik koji pred učenicima samo izlaže. Nastavnik napravi pripreme koje ne mijenja godinama (osim ako nije prinuđen promjenama u planu i programu), ali ni te promjene koje nastaju su samo vezane za sadržaj pojedinog sata. Rijetko kad su vezane za poboljšanje kvalitete rada. No kao nastavnike fizike zanima nas provođenje nastave našeg predmeta. Uočilo se da klasični način predavanja ne donosi dobro u razumijevanju fizike.

I osim što se nastavnici koji predaju fiziku moraju svakodnevno boriti sa predrasudama vezanim uz samu reputaciju predmeta „Fizika je jako težak predmet“, još bi si trebali dati u zadatak da na moderniji i bolji način uvedu učenike i osnovnih i srednjih škola u svijet fizike sa što je moguće manje miskoncepcija, te da iskoriste rezultate ispitivanja koja se provode u svijetu, ali i kod nas. Na taj će u način konačnici olakšati i sebi i učenicima ciljeve koji su stavljani pred njih.

## Cilj ispitivanja

Budući da su se u svijetu, a onedavno i kod nas počela provoditi istraživanja koja imaju cilj detektirati najčešće pogrešne ideje i provjeriti njihovu učestalost, sve u cilju poboljšavanja same nastave gdje učenik neće biti samo osoba koja sluša predavanje nego aktivni sudionik te iste nastave, a predavači – nastavnici i profesori dobiti uvid gdje se najčešće javljaju problemi i koje fizikalne ideje predstavljaju najveći izazov u prezentaciji i učeničkom razumijevanju. No istraživanja prema dostupnoj literaturi provode se tek dvadesetak – tridesetak godina i to uglavnom u razvijenim zemljama.

Pravo pitanje koje bi si mogli postaviti je „A što je bilo prije sa razumijevanjem i prihvaćanjem fizikalnih koncepata?“ odnosno da li su današnje generacije pod utjecajem filmova i crtića, računalnih igrica i svega ostalog sklonije stvaranju miskoncepcija od generacija koji su svoje djetinjstvo provodili igrajući se više na zraku i u prirodi. Ako si priznamo, sadržaji koji se pojavljuju kao dijelovi programa za djecu na televiziji (prema nekim istraživanjima djeca provedu 3 – 4 sata dnevno pred televizorom) uz ostale negativne posljedice koje mogu imati, sigurno da imaju utjecaj i na stvaranje krivih predodžaba o životu i pojavama koje nas okružuju zbog nedovoljnog vlastitog iskustva.

Pitanja na koja će pokušati odgovoriti ovo ispitivanje su sljedeća:

- ✘ Da li je život nakon školovanja, svakodnevno iskustvo utjecalo i kako na osobe?
- ✘ Da li životno iskustvo pozitivno ili negativno utječe na stvaranje pojedinih ideja i na koja područja fizike najviše utječe?
- ✘ Postoje li životne situacije ili događaji koji nas mogu (čak i nesvjesno) naučiti pravim odnosno dobrim fizikalnim konceptima?
- ✘ Da li je usvojena sve popularnija krilatica o cijelo životnom učenju ili je to samo fraza kojom se svi samo razbacuju kad im zatreba?
- ✘ Koliko su uopće ljudi zainteresirani za fiziku nakon što napuste formalno obrazovanje?

Već spomenuta istraživanja učeničkih predkoncepcija i miskoncepcija obuhvaća baš tu populaciju učenika osnovnoškolskog (prije početka učenja fizike u predmetu Fizika i nakon toga) i srednjoškolskog uzrasta, te studente fizike tj. tehničkih fakulteta. Za pravi odgovor na glavno pitanje „Koliko su i koje miskoncepcije učestale kod odraslih osoba?“, ideja ovog istraživanja je bila napraviti ispitivanje osoba starijih od 50 godina i njihovo konceptualno razumijevanje fizikalnih pojmova i prihvaćenost fizikalnih ideja lišenih matematičkog formalizma tj. bez uporabe formula i računanja.

### **Postupak konstrukcije konceptualnih pitanja**

Cilj ovog ispitivanja bio je uočiti miskoncepcije fizikalnih ideja koje su ostale ukorijenjene još od razdoblja kad su se osobe školovale. Pitanja koja su prezentirana prilagođena tako da budu što zanimljivija i bliža svakodnevnom životu, razumljiva i jednostavna. Ideja je bila pokušati pronaći teme i/ili pitanja iz fizike koja bi bila bliska svakoj osobi, neki pojmovi i ideje koje se svakodnevno pojavljuju u medijima te neka pitanja koja bi prosječnoj osobi pala na pamet u nekoj raspravi ili potaknuti nekom drugom vrstom utjecaja. Pod ostalim utjecajima imam na umu npr. odlazak na neku zdravstvenu pretragu ili nešto slično (npr. konstantni više ili manje opravdani strah od zračenja medicinskih aparata).

I dok mi je misao vodilja bila napraviti i sastaviti pitanja koja će pokrivati sva područja fizike, ipak je najjednostavnije bilo osmisliti ili iskoristiti pitanja vezana za područje mehanike koje je ipak i najbliže svakodnevnom životu. Pitanja vezana za čestice unutar čvrstih tvari, prirode svjetlosti ili elektriciteta bi vjerojatno bila preapstraktna, nerazumljiva i nedovoljno bliska ljudima.

Pruočavajući materijale uočeno je da su neke miskoncepcije univerzalne i da se ponavljaju bez obzira na dob ispitanika ili kulturološke razlike. Pogotovo zanimljiva pojavnost nekih miskoncepcija bez obzira i na jezične razlike. I baš takve sam željela obuhvatiti ovim ispitivanjem.

Jedna pogrešna ideja koja se vrlo često susreće je mijenjanje pojmova težine i mase. Uzrok tome je što se smatra da su ta dva pojma sinonimi. No problem krive upotrebe ova dva pojma u svakodnevnom govoru nije samo vezan za hrvatski jezik nego i npr. engleski (Navodim engleski kao primjer zbog najvećeg broja dostupne literature, članaka i provedenih ispitivanja).

Miješanje pojmova brzine i ubrzanja također je jedna od češćih pojava nevezanih za određeni jezik kojim ljudi govore.

Česta pojava krive ideje je da su neki materijali „topliji“ ili „hladniji“ od drugih bez obzira što npr. uspoređujemo dva materijala na istoj temperaturi.

Inspiracija za konstrukciju pojedinih pitanja došle su iz iskustava mojih kolega na samoj nastavi koje se prepričavaju kao anegdote.

#### ***Primjer 3.***

Nastava fizike u 7. razredu osnovne škole.

Profesorica (prije pokusa): Što ćemo dobiti ako pomiješamo 1 kg šećera i 1 kg vode?

Učenici: Slatku vodu mase 1 kg. (nakon kraćeg razmišljanja) Jako slatku.

Profesorica: A što se dogodilo s šećerom?

Učenici: Nestao je.

Ideja o očuvanju mase pri fizikalnom postupku (miješanje tvari) nije prihvaćena. Na temelju ove miskonceptije konstruirano je pitanje. Osobe smatraju da ako nešto (u ovom slučaju šećer) ne vidimo da je tvar nestala.

## **Zadaci**

Zadaci objektivnog tipa

Mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine:

- ✧ Na zadatke u kojima ispitanici svojim riječima daje traženi odgovor – **zadaci reprodukcije**
- ✧ Na zadatke u kojima ispitanik odabire točan odgovor među predloženim rješenjima – **zadaci odabira**

Sukladno sa pravilima dokimologije (Dokimologija je dio pedagoške psihologije koja se bavi proučavanjem procesa ispitivanja i ocjenjivanja. Cilj dokimologije je otklanjanje ili neutraliziranje subjektivnih faktora u ocjenjivanju i unapređenje procesa ocjenjivanja, naročito školskog.) konstruirana su pitanja koja su predviđena za pismenu provjeru znanja.

Pitanja s ponuđenim odgovorima – zadaci odabira:

Vrsta pitanja koja su korištena zovu se pitanja sa odabirom (odgovora), a podvrsta pitanja su:

1. Višestrukog izbora odgovora – što znači da ispitanik odabire samo jedan odgovor kojeg smatra točnim.
2. Točno / Netočno – sam tekst pitanja je u obliku tvrdnje za koju ispitanik procjenjuje da li je točna ili nije.

Neke prednosti i nedostaci ovakvih pitanja:

- Precizno, jednostavno i objektivno ocjenjivanje/bodovanje
- jednostavna statistička obrada
- treba ponuditi 4 do 5 odgovora kako bi se smanjila statistička vjerojatnost pogađanja odgovora (vjerojatnost pogađanja je 25% za 4 ponuđena odgovora, a 20% za 5 ponuđenih odgovora)
- pisanje kvalitetnih pitanja je složeno i vremenski zahtjevno
- mogućnost odabira točnog odgovora metodom eliminacije netočnih odgovora
- kod pitanja Točno / Netočno vjerojatnost pogađanja je 50% što povećava mogućnost slučajnog odabira točnog odgovora
- kod pitanja Točno / Netočno testira se činjenična razina znanja

**Test – svakodnevna konceptualna pitanja**

1. Koje od ponuđenih odgovora najbolje objašnjava zašto komadu papira (list iz velike bilježnice-A4 format) treba više vremena nego kamenu veličine šake da sa iste visine padne na tlo?
  - a. Gravitacijska sila ovisi o masi.
  - b. Gravitacijska sila ovisi o početnoj brzini.
  - c. Papir je lakši od kamena.
  - d. Papir ima veću površinu od kamena.
  - e. Kamen je lagano namagnetiziran.
2. Dvije metalne kugle jednako velike, ali jedna ima dvostruko veću masu od druge. Kugle su ispuštene s krova kuće u istom trenutku. Usporedite vremena potrebna da kugle padnu na tlo.
  - a. Kugli manje mase trebat će značajno manje vremena nego kugli veće mase, ali ne nužno dvostruko manje.
  - b. Kugli manje mase trebat će dvostruko manje vremena nego kugli veće mase.
  - c. Kugli veće mase će trebati dvostruko manje vremena nego kugli manje mase.
  - d. Kugli veće mase trebat će značajno manje vremena nego kugli manje mase, ali ne nužno dvostruko manje.
  - e. Objema će trebati jednako vremena.
3. Veliki se kamion frontalno sudari s malim automobilom. U trenutku sudara:
  - a. Nijedno vozilo ne djeluje silom: automobil je zdrobljen zato što se našao kamionu na putu.
  - b. Kamion djeluje na automobil jednakom silom kao i automobil na kamion.
  - c. Kamion djeluje silom na automobil, ali automobil ne djeluje silom na kamion.
  - d. Sila kamiona na automobil je veća nego automobila na kamion.
  - e. Sila automobila na kamion je veća nego kamiona na automobil.
4. Kad ispalimo metak iz puške, puška gura naprijed metak i on izlazi iz cijevi. Istodobno metak gura pušku u suprotnom smjeru. Ubrzanje puške je:
  - a. Manje od ubrzanja metka
  - b. Ubrzanje metka i puške su iste
  - c. Veće od ubrzanja metka
5. Kad pogledate na brzinomjer svojeg automobila u vožnji, vi zapravo vidite:
  - a. Trenutnu brzinu
  - b. Prosječnu brzinu

- c. Trenutno ubrzanje
  - d. Prosječno ubrzanje
  - e. Prosječni prevaljeni put
6. Ako zakotrljate kuglu beskonačnom stazom kugla će se nakon nekog vremena zaustaviti zbog djelovanja
- a. Gravitacije
  - b. Inercije
  - c. Trenja
  - d. Ništa od navedenog
7. U jednu litru vode (1 litra vode = 1 kilogram vode) umiješamo jedan kilogram šećera. Što ćemo dobiti?
- a. Gustu smjesu vode i šećera čiju bi masu trebali izmjeriti.
  - b. Smjesu vode i šećera mase 2 kilograma.
  - c. Jako slatku vodu mase 1 kilogram.
8. Masa tijela je:
- a. Ista na Mjesecu i na Zemlji
  - b. Veća na Zemlji nego na Mjesecu
  - c. Veća na Mjesecu nego na Zemlji
  - d. Ovisna o Mjesečevim mijenama
9. Usporedite koliki je pritisak (tlak) na podlogu kad balerina mase 50 kilograma stoji na vršcima prstiju i kad sjedne na pod.
- a. Isti. Radi se o istoj balerini jednake mase.
  - b. Balerina sjedeći vrši veći pritisak (tlak) na podlogu nego kada stoji na prstima.
  - c. Balerina stojeći na prstima vrši veći pritisak (tlak) na pod nego sjedeći na podu.
10. Gdje je veći tlak zraka na Trgu bana Josipa Jelačića ili na vrhu Medvednice?
- a. Na Trgu bana Josipa Jelačića
  - b. Na vrhu Medvednice
  - c. Jednak je tlak i na Trgu i na vrhu Medvednice
  - d. Ne znam
11. Knjiga koja miruje na stolu nema energiju jer se ne giba.
- a. Točno
  - b. Netočno
12. Metalnu i drvenu žlicu stavimo u pećnicu na 100 °C. Kakva će im biti temperatura nakon nekoliko sati?

- a. Drvena žlica će imati puno veću temperaturu od metalne.
  - b. Metalna žlica će imati puno veću temperaturu od drvene.
  - c. I jedna i druga žlica će imati jednaku temperaturu.
13. Otkinemo li komadić sjevernog pola magneta taj će komadić imati:
- a. Samo sjeverni pol
  - b. Južni i sjeverni pol
  - c. Samo južni pol
  - d. To neće biti magnet niti će imati magnetske polove
14. Lišće je zeleno zato što:
- a. Apsorbira (upija) zelenu boju.
  - b. Reflektira (odbija) zelenu boju.
  - c. Klorofil emitira zeleno.
15. Što ima veću gustoću voda ili ulje?
- a. Ovisno o temperaturi
  - b. I voda i ulje imaju jednaku gustoću
  - c. Ulje
  - d. Voda
16. Temperatura je isto što i toplina.
- a. Točno
  - b. Netočno
17. Ako znamo da negativni ioni imaju višak negativnih elementarnih čestica – elektrona koja je tvrdnja točna vezano za pozitivne ione?
- a. Pozitivni ioni su pozitivni jer imaju višak pozitivnih elementarnih čestica – protona.
  - b. Pozitivni ioni su pozitivni jer imaju manjak negativnih elementarnih čestica – elektrona.
  - c. Pozitivni ioni su pozitivni jer imaju višak pozitivnih elementarnih čestica – pozitrona.
  - d. Ništa od navedenog.
18. Koja je od slijedećih tvrdnji točna vezana za vrijeme potrebno da svjetlost sa Sunca stigne na površinu Zemlje?
- a. Svjetlost sa Sunca stigne na površinu Zemlje odmah.
  - b. Potrebno je proći određeno vrijeme prije nego svjetlost sa Sunca stigne na površinu Zemlje.



19. Koji od sljedećih materijala najbolje prenosi zvuk?
- Zrak
  - Voda
  - Čelik
20. Koja je od slijedećih tvrdnji vezanih za radioaktivnost točna?
- Radioaktivnost se prvi put pojavila za vrijeme drugog svjetskog rata.
  - Svu radioaktivnost je stvorio čovjek svojim nesavjesnim ponašanjem.
  - Postoji prirodna i umjetna radioaktivnost.

### **Zašto sam odaberala prethodna pitanja**

Kao što sam već naglasila u prethodnom djelu ovog rada odabir pojedinih i izrada ostalih pitanja nije nimalo jednostavan zadatak. Prolazeći kroz svako pojedino pitanje pokušat ću argumentirati svoj odabir.

- Pitanje ispituje da li je usvojena ideja o otporu zraka. Točan odgovor je D – papir ima veću površinu od kamena. Vrlo česta kriva interpretacija je da ono tijelo koje je „teže“ pada brže od tijela koje je „lakše“.
- Pomalo vezano za prvo pitanje, a opet različito. Ovdje je naglašeno da su kugle jednake veličinom, samo se razlikuju mase i to dvostruko. Točan odgovor je E – objema će trebati jednako vremena. Vrlo jednostavan pokus koji može razuvjeriti uporne, koji su i dalje uz svoju ideju, je istovremeno ispuštanje kovanice od 1lp i 5kn. A ako baš želimo imati pokus koji će eliminirati utjecaj otpora zraka, a da imamo dva jednaka objekta možemo se poslužiti plastičnim ljuskama od „kinder“ jaja. U jedno stavimo pero u drugo čeličnu kuglicu.
- Ispituje se razumijevanje 3. Newtonovog zakona. Iako i ovo pitanje (nažalost) gotovo svakodnevno, osobe imaju u glavi posljedice koje ostaju nakon sudara i tu je glavni izvor krivih zaključaka. Komentari u stilu „ima i drugih faktora koji utječu na sudar, kao npr. brzina, stanje na cesti“ i sl. pojavljuju se kod rasprava o ovome pitanju. Potpuno je neprihvaćeno da auto i kamion djeluju jednakom silom u trenutku sudara.
- Opet pitanje vezano za 3. Newtonov zakon, ali sad želimo dobiti odgovor vezan za ubrzanje tijela. Pokazalo se da je jasnije nego u prethodnom pitanju da je sila jednaka. No pitanje traži usporedbu ubrzanja i ovdje je glavna „zamka“ ovog pitanja. Treba se sjetiti da je ubrzanje (a ne sila) metka veće nego puške.
- Jedno jednostavnije pitanje vezano za svakodnevni život. Brzinomjer pokazuje trenutnu brzinu tj. odgovor A. Uočeno je da su ispitanici očekujući trik pitanje često dvoumili

iako su znali točan odgovor. Ovim pitanjem htjela sam ispitati miješanje dva pojma brzine i ubrzanja (akceleracije).

6. Kugla se zaustavlja zbog trenja između površine kugle i površine podloge.
7. Miješanje dvije različite tvari s time da je jedna tvar topiva u drugoj. Točan odgovor je masa smjese je 2kg. No uočeno je da osobe imaju problem sa razumijevanjem što se to točno događa sa šećerom kad se rastopi. Moglo bi se reći dječja ideja – ako se ne vidi (ako se rastopi) nema ga više.
8. Problem svakodnevnog izražavanja i poimanja masa i težina nisu isto. Odgovor A masa je konstanta bez obzira u kojem se dijelu Svemira nalazili.
9. Isto tijelo, iste mase, u dva različita položaja tj. dvije različite situacije. Treba usporediti tlak na podlogu. Točan odgovor je C. Ispitivano je da li je prihvaćena ideja da je tlak obrnuto proporcionalan površini ako je masa ista.
10. Pojam atmosferskog tlaka. Ovim se pitanjem htjelo ustanoviti koliko je prihvaćena ideja o čemu zapravo ovisi tlak zraka. Ponovno mjesto na kojem će možda iskustvo odmoći više nego pomoći. Svi znaju da je na visini malo teže disati nego u nizini, ali se to ne pripisuje gustoći zraka nego uglavnom smatra da je razlog veći tlak zraka na visini.
11. Jednostavnije pitanje na prvi pogled. Traži se samo odgovor točno – netočno na vrlo često povezivanje energije sa kretanjem. Vrlo česta miskoncepcija je ta da tijelo ima energiju samo ako se kreće. I tu je prisutno pomalo krivo izražavanje jer se smatra da se energija „troši“ samo kad vršimo neku radnju. Problem koji se ispituje da li postoji „zaboravljanje“ na potencijalnu energiju tijela.
12. Provjerava se ideja o temperaturnoj ravnoteži kad imamo dva predmeta napravljena od različitih materijala nekoliko sati na istoj temperaturi. Točan odgovor je C.
13. Točan odgovor je B. Nije prihvaćena ideja o nepostojanju magnetne elementarne čestice tj. da nema samo sjevernog ili samo južnog pola, odnosno da ako otkinemo komad magneta opet dobijemo magnet.
14. Pogrešno je prihvaćena ideja da je boja svojstvo samog materijala. Uobičajeno mišljenje je da predmet koji je npr. crvene boje je crven sam po sebi ili je obojan crveno. Nije prihvaćena točna fizikalna ideja da različiti pigmenti imaju svojstvo upijanja svog elektromagnetskog zračenja, a reflektiranja samo onog dijela spektra koji je onda „zaslužan“ za određenu boju.

15. Pitanje vezano za iskustvo pojedinca često povezano sa krivim znanjem. Ulje djeluje gušće od vode zbog viskoznosti tekućine, ali voda je ipak gušća. Ulje pliva na vodi – rijeđe tvari plivaju na gušćima.
16. Ponovno jedno pitanje koje je na prvi pogled jednostavno i moguće je da brzopletost ispitanika presudi kao i ponovno nepravilno izražavanje. Točan odgovor je netočno toplina nije isto što i temperatura, ali se ta dva pojma vrlo često miješaju u razgovornom jeziku.
17. Vrlo česta miskoncepcija vezana za ione. Poznato je da negativni ion ima višak elektrona (ljudi su uglavnom upoznati sa činjenicom da je elektron dogovoreno negativan naboj), ali kad treba objasniti zašto je neki ion pozitivan česta pogreška je da pozitivni ioni imaju višak protona jer je također poznato da su protoni čestice sa dogovoreno pozitivnim nabojem. Pravi je odgovor da pozitivan ion ima manjak elektrona odgovor B. Samo „gledamo“ elektronski omotač, a ne jezgru atoma.
18. Prihvaćenost ideje da je brzina svjetlosti konačna vijednost. Moglo bi se reći da je ovo pitanje na granici sa pitanjem koje zahtjeva konkretno znanje tj. neki od ispitanika su se sjetili da zraci sunca treba 8 i „nešto“ minuta da dođe do površine Zemlje.
19. Također pitanje na granici konceptualnog pitanja, ali još uvijek smatram da može proći pod konceptualno pitanje. Ne ulazeći u suštinu zašto čvrsta tijela bolje provode zvuk od ostalih (jer objašnjenje da je u gušćim tvarima brzina zvuka veća nije potpuno točno; pravo objašnjenje je da bržem širenju doprinosi jakost veza između čestica) ispituje se kriva ideja o „smetanju“ čestica u vodi i čeliku prolasku zvučnog vala kroz te tvari. Točan odgovor je C čelik.
20. Pojam radioaktivnosti iako sveprisutan u medijima nije baš pretjerano razumljiv osobama. Od ponuđenih dviju miskoncepcija i jedne točne tvrdnje htjela sam vidjeti koliko su ispitanici zaista upoznati sa osnovama ovog pojma. Točan odgovor je C.

### **Provođenje ispitivanja**

Prvi i najzahtjevniji dio vezan za ovaj oblik ispitivanja je bio osmišljavanje i konstrukcija pitanja. Nakon što su pitanja dotjerana i prekontrolirana sljedeći korak je bio provođenje ispitivanja. Dva načina su korištena za izradu ovog rada:

1. Korištenje papirne verzije ovog testa
2. Korištenje digitalne verzije testa

Korisnički program za izradu kviza (testa)

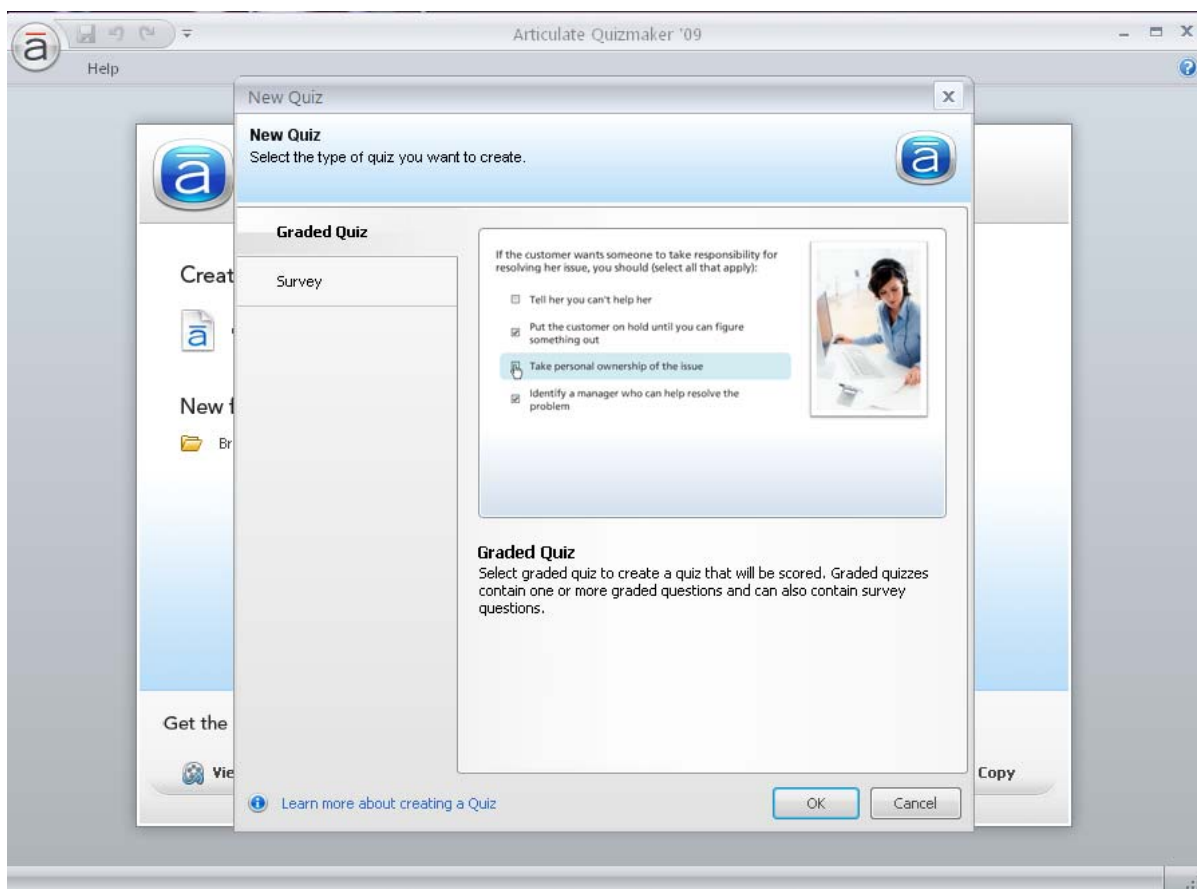
Zahvaljujući vremenu u kojem živimo imamo na raspolaganju mogućnosti koje si naši roditelji i nastavnici prije tridesetak i više godina nisu mogli ni zamisliti. U cijelom nizu zanimljivih programa za izradu kvizova tj. testova nekako se uvijek pojavljuje jedan program Articulate Quizmaker sa svojim inačicama i stalnim nadogradnjama. (Više na stranici [www.articulate.com](http://www.articulate.com) )

Prije samog početka rada s ovim programom nevesti ću neke prednosti. Program je lagan za korištenje (engl. user friendly) za osobe (ciljana skupina su ipak nastavnici) koje su barem osnovno računalno opismenjane. Nije potrebno znanje iz programiranja da bi se mogao napraviti kvalitetan kviz tj. test. Ali je potrebno znanje engleskog jezika za uspješnu izradu kviza pomoću ovog programa.

Kada se program pokrene možemo početi sa izradom novog kviza ili sa nadopunom, uređivanjem ili mijenjanjem već postojećeg kviza.

Ako odaberemo novi kviz moramo odabrati koji tip ispitivanja provodimo. Da li će to biti ocijenjeni test (*Graded Quiz*) ili anketa (*Survey* tj. neocijenjeni test).

Slika 2 Odabir vrste kviza



Izgled programa svojim dizajnom i izgledom podsjeća na izgled novog Microsoft 2007 Office-a.

Kad odaberemo tip testa već smo krenuli u izradu samog kviza. Na vrpici „Home“ prvi alat služi za dodavanje novog pitanja koje se ocjenjuje. (Idući alat je za anketno pitanje koje se ne ocjenjuje.) Kad pritisnemo lijevom tipkom miša na taj alat dobit ćemo dijaloški okvir u kojem trebamo odabrati koju vrstu pitanja želimo postaviti. Odabir pitanja vršimo s desne strane dijaloškog okvira, dok nam s lijeve strane program daje uz primjer objašnjenje izabranog i malu pomoć kako određenu vrstu pitanja koristiti. Mogućnosti koje su nam ponuđene su:

1. True/False – Točno/Netočno
2. Multiple Choice – višestruki izbor
3. Multiple Response – više točnih odgovora
4. Fill in the blank – popuni prazno

Program nudi još sedam vrsta pitanja no prethodno navedena su najčešće korištena. Ovisno o tematici i specifičnosti pojedinog područja mogu se upotrijebiti i neka od ostalih vrsta pitanja. Sve ovisi o volji i zamisli kreatora kviza. Za potrebe ovog ispitivanja su odabrana prva i druga vrsta.

Ako su pitanja pripremljena prije ovaj dio posla ne traje predugo niti je prezahtjevan. (Osmišljavanje samih pitanja ili odabir pravih može potrajati.)

Nakon što se odabere vrsta pitanja slijedi pisanje pitanja i odgovora. Objasnit ću postupak izrade pitanja vrste Multiple Choice.

Otvora se novi prozor sa svojim alatnim trakama u gornjem dijelu. Ispod alatnih traka je upisni okvir za unošenje teksta pitanja. Ispod tog okvira nalazi se upisni okvir za ponuđene odgovore koji su već nazvani A, B, C, ... Program nam daje opciju za upis do najviše 10 ponuđenih odgovora. Svaki pojedini ponuđeni odgovor upisuje se u svoj dio okvira. I prije završetka izrade samog pitanja treba odrediti koje je pitanje točan odgovor klikom miša na gumbić opcije (radio button) u stupcu Correct-Točno. Gumb ispred točnog odgovora treba biti plave boje (ostali su sivi). Sljedeći korak je spremi pitanje.

Slika 3 Okvir za pisanje pitanja sa odabirom točnog odgovora

**ENTER THE QUESTION:**

Kad pogledate na brzinomjer svojeg automobila u vožnji, vi zapravo vidite:

**ENTER THE CHOICES:**

	Correct	Choice
A	<input checked="" type="radio"/>	Trenutnu brzinu
B	<input type="radio"/>	Prosječnu brzinu
C	<input type="radio"/>	Trenutno ubrzanje
D	<input type="radio"/>	Prosječno ubrzanje
E	<input type="radio"/>	Prosječni prevaljeni put
F		Click to enter a choice
G		

**SET FEEDBACK AND BRANCHING:**

	Feedback	Points
CORRECT	TOČNO	1
INCORRECT	POGREŠNO	0

Izrada pitanja završava pritiskom na gumb Save&Close – Spremi i Zatvori prozora za izradu dotičnog pitanja.

Ukoliko nismo odredili točno pitanje pojavit će se poruka da moramo odrediti točan odgovor. Jedan dio svojstava kviza podešavamo na gumbu File, i to su svojstva određena za pojedini kviz odnosno trenutni kviz na kojem radimo.

Nekoliko kategorija je potrebno srediti i pripremiti prije samo spremanja kviza.

1. Quiz info – osnovne informacije o kvizu.
  - 1.1. Ovdje određujemo naslov kviza npr. „Konceptualna pitanja“.
  - 1.2. Prolazni prag odnosno koliko bodova (u postocima) će kviz kao povratnu informaciju vratiti da je ispit uspješno riješen.
  - 1.3. Posljednje što određujemo da li će naš kviz imati vremensko ograničenje i koliko iznosi (ako postavimo ograničenje) u minutama.
2. Question defaults – zadane postavke za pitanja.
  - 2.1. Određujemo koliko bodova nosi svako pitanje. Koliko pokušaja može imati ispitanik i da li će se odgovori miješati – možemo malo smanjiti mogućnost „prepisivanja“ jer

će svakom ispitaniku na njegovom računalu biti drugačiji redoslijed ponuđenih odgovora.

2.2. Odabir fonta kojim će se prikazati tekst kviza (pitanja i odgovori).

2.3. Izgled i tekst povratne informacije nakon svakog pitanja. Budući da je taj tekst na engleskom potrebno je unijeti odgovarajući tekst na hrvatskom.

Drugi dio koji bi trebali postaviti je izgled i svojstva predložka kviza. Predložak je upotrebljiv za kasniju izradu drugih kvizova i kad si ga jednom podesimo novi kviz možemo napraviti još brže i jednostavnije. To ćemo napraviti na alatu Player Templates.


Kad pritisnemo na taj gumbić otvara se Player Template Manager. Na gumbiću Edit/Uredi otvara se novi izbornik sa pet kategorija podešenja:

1. Layout – izgled. Sve što će biti prikazano kad se kviz izvršava.
2. Navigation – navigacija.
3. Text labels – tekstualne naljepnice.
4. Colors and effects – boje i efekti.
5. Other – ostalo.


Od svih navedenih podešenja najvažnije je podesiti tekstualne nazive koji omogućuju osobama da lakše rješavaju i razumiju sam kviz. Tekstualnih okvira tj. naljepnica ima 60 koje za ovaj kviz nije potrebno sve prevoditi. Ali ako se namjeravamo služiti ovim kvizom za neke druge vrste ispitivanja bilo bi poželjno napraviti si svoj predložak sa prijevodom naljepnica.

Spremanje kviza

Nakon što smo sve napravili potrebno je spremiti kviz. Spremanje izvodimo standardnim

načinom spremanja  → Save As/Spremi kao na željeni medij za pohranu podataka.

Ovako pripremljen kviz nije spreman za prezentiranje ispitanicima budući da se još uvijek otvara pomoću programa Articulate Quizmaker u kojem je nastao. Moramo kviz prilagoditi da se može pokrenuti u nekom drugom programu koji je češće instaliran na računalima. Ta

opcija se zove Publish/Objavljivanje i nalazi se u alatnoj traci, ali i na .

Među ostalim kviz možemo pripremiti za objavljivanje tj. otvaranje u Microsoft Internet Exploreru (ili nekom drugom web pregledniku) što nam omogućava ispitivanje osoba i na onim računalima koja nemaju instaliran Quizmaker.

## **Uzorak ispitanika**

Ispitanici koji su sudjelovali u ovom ispitivanju su dva osma razreda jedne zagrebačke osnovne škole (ukupan broj učenika iz oba koji su sudjelovali je 37), te dvije skupine osoba podijeljene u dvije dobne skupine prikladno nazvane „20-30“ i „50+“.

Ciljana skupina ovog ispitivanja bile su osobe starije od pedeset godina. Sudjelovanje u ispitivanju provedeno je na dobrovoljnoj bazi, a osobe koje su sudjelovale pripadaju krugu šire i dalje obitelji, te roditelji prijatelja. Na taj je način dobiven uzorak ljudi različitih zanimanja i završenih škola, sa različitim brojem godina formalnog učenja fizike, te različitih interesa.

Ostale dvije skupine predstavljaju kontrolne skupine. Poslužile su kao grupe za komparaciju rezultata. Prva skupina osoba koje su još uvijek u sustavu školovanja dobi 14 godina te druga skupina osoba starosti između 20 i 30 godina koje su relativno nedavno bile u sustavu školovanja.

Najjednostavnije je bilo provesti ispitivanje u školi budući da je bilo moguće u kraćem vremenu napraviti ispitivanje na određenom broju učenika (osnovna škola u kojoj je bilo provedeno ispitivanje ima samo dva osma razreda sa oko dvadesetak učenika). Pronalaženje dobrovoljaca za ciljanu skupinu je već potrajalo i oduzelo vremena.

Test je riješilo ukupno 65 osoba početkom 2009. godine.

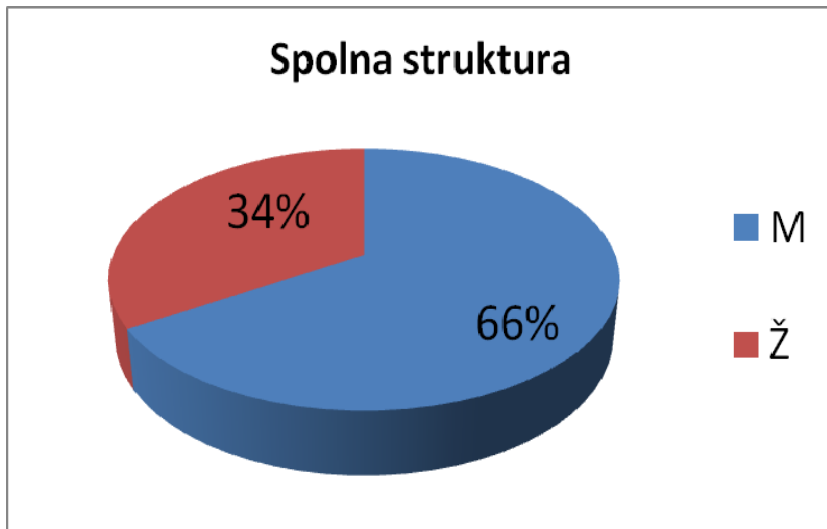
Rješavanje testa trajalo je 25-30 minuta uz još dodatno vrijeme od nekoliko minuta koje je bilo potrebno za ispunjavanje ankete sa podacima i utiscima o samom testu.

Podaci koji su prikazani na slijedećim grafikonima dobiveni su iz ankete. (Postupak ispitivanja→Anketa nakon ispitivanja)

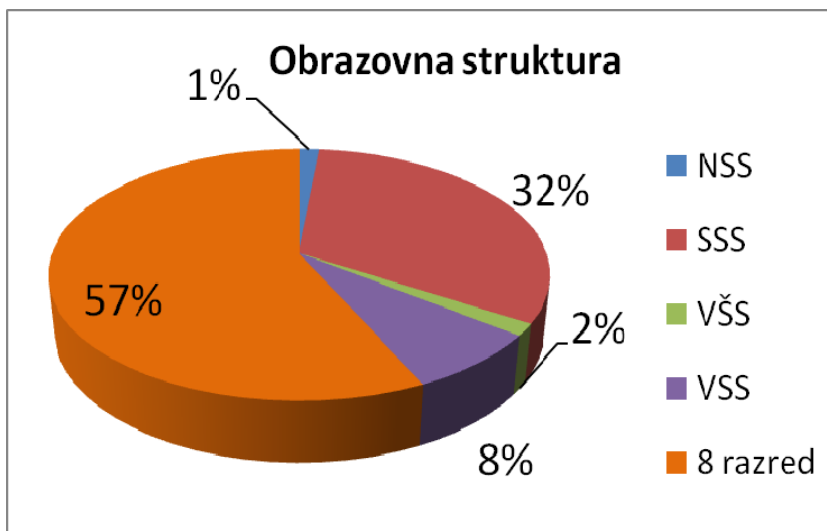
### Spolna struktura svih ispitanika

Donji dijagram prikazuje spolnu strukturu ispitanika tj. 34% osoba su ženske osobe, a 66% ispitanika su muške osobe.





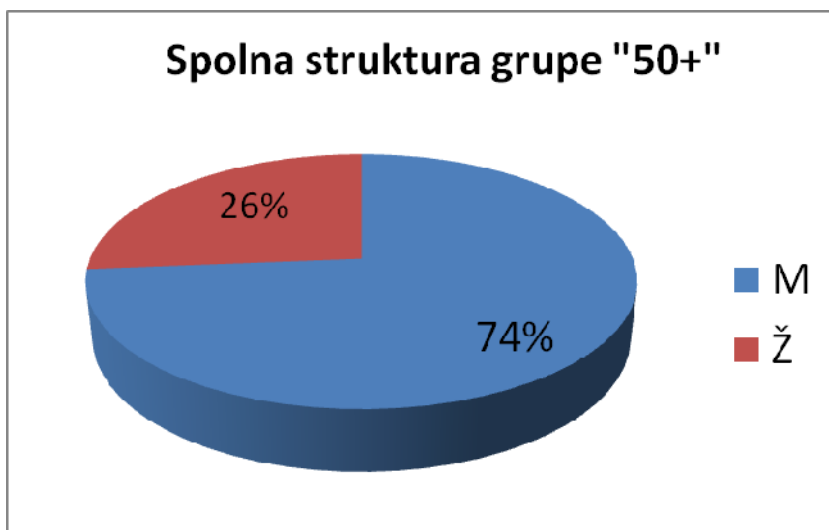
Obrazovna struktura svih ispitanika



Od ukupno 65 osoba koje su rješavale test 19 ih je pripadalo ciljanoj skupini. Na sljedećim dijagramima prikazana je struktura po spolu i završenoj školi za ciljano skupinu.

Spolna struktura ciljane skupine „50+“

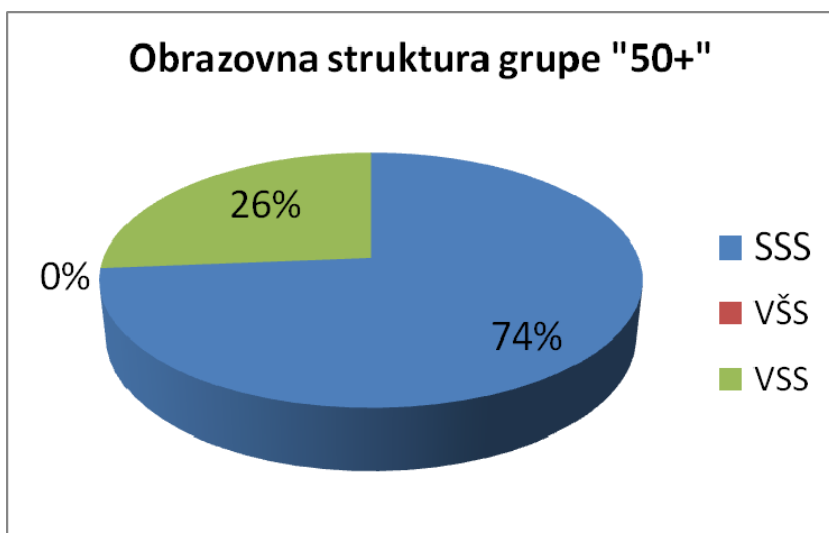
Ispitanici koji su pristali na ispitivanje uglavno su bile muške osobe njih 74%, dok je osoba ženskog spola tek 26%.



#### Obrazovna struktura ciljane skupine „50+“

Dijagram prikazuje da je 74% ispitanika završilo srednju školu, 26% imaju završen fakultet, a 0 % ispitanika višu školu.

Podatak da višu stručnu spremu nema niti jedna osoba (0%) je zanimljiv, ali nije potpuno točan. Jedan od ispitanika ima i višu i visoku završenu školu, no zbog uobičajenog načina prikazivanja podataka u takvim slučajevima korišten je podatak o najvišoj završenoj školi.

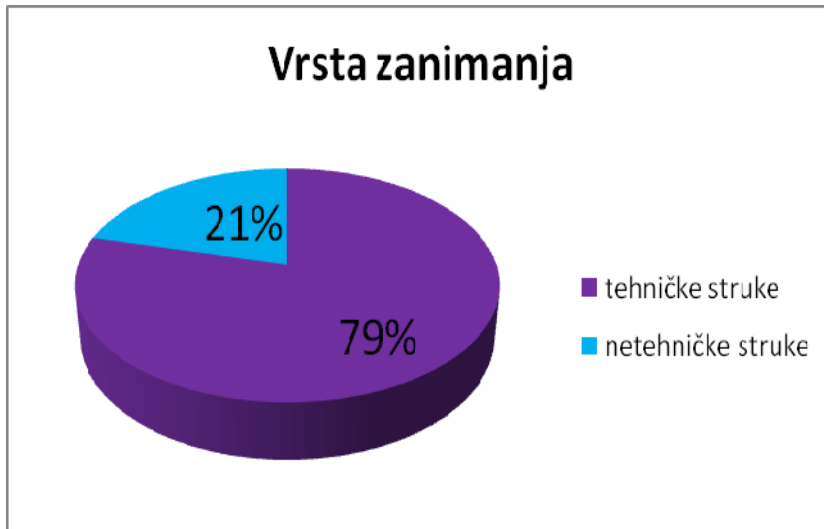


Među ispitanicima ciljane skupine određen je broj osoba koje imaju zvanje vezano za tehničku odnosno neku drugu struku koja nije tehnička. Na sljedećem grafikonu upravo je prikazana ta struktura. Preko tri četvrtine ispitanika (79%) ima zanimanje koje se može svrstati u tehničku struku.

Isto tako podaci o završenoj školi odnosno stručnoj spremi se također mogu uzeti uvjetno. Određen broj osoba koje su sudjelovale u ispitivanju su počele sa fakultetskim obrazovanjem,

došle do određene razine (položile su pojedine ispite i odslušale neke od kolegija), ali ga iz nekih razloga nisu završile. Zato bi se moglo reći da je broj godina učenja fizike kod nekih osoba i veći nego što je navedeno u anketi, odnosno da je kod nekih ispitanika točan, ali nesrazmjern sa završenom školom.

#### Raspodjela ispitanika po vrsti struke



Slijedeći graf će pokazati kolik su godina formalog učenja fizike imali ispitanici ove skupine.

#### Raspodjela osoba po broju godina učenja fizike u ciljanoj skupini



Ovi se podaci mogu uzeti uvjetno točni. Zašto? Kao što je već pokazano određeni broj ispitanika po zvanju spadaju u tehničku struku, a tijekom svojeg školovanja su imali predmete koji se nisu zvali „fizika“ nego su slušali predmete „mehanika“, „elektrotehnika“, „optika“, „statika“ i slično.

## **Postupak ispitivanja**

### Reakcije prije testiranja

Neke od izjava ispitanika prije i za vrijeme samog testa:

„Davno sam išao u školu – ne sjećam se fizike.“

„Ovo su pitanja za muške.“

„Ne razmišljam o ovome inače.“

Neke je osobe trebalo malo nagovarati da riješe test. Neki od ispitanika su se nećkali iz straha da će se osramotiti. Bilo je reakcija da ne žele popuniti test jer su davno išli u školu i/ili da nisu tijekom školovanja imali nastavu fizike dulje od dvije godine.

Upute koje su dane ispitanicima prije testiranja:

1. Anketa je anonimna. Osobni podaci koji su navedeni neće se zloupotrebjavati.
2. Zadaci su konceptualnog tipa, ne zahtjevaju računanje, ispituju se fizikalne ideje i razumijevanje pojedinih fizikalnih pojmova.
3. Treba dobro pročitati pitanja i ponuđene odgovore te zaokružiti jedan kojeg smatrate točnim.
4. Za pogrešne odgovore ne dodjeljuju se negativni bodovi.

Nakon ispitivanja gotovo svaka osoba je imala potrebu prokomentirati pitanja usmenim putem, iako je za to bila pripremljena anketa. Uslijedilo je objašnjenje svakog pojedinog pitanja i s pojedinim osobama i žustrije diskusije vezane za neka od pitanja. Tu se očitovalo koliko smo mi ljudi u stanju braniti svoja uvjerenja ako smo sigurni da su točna. I koliko je zapravo teško upravo zbog toga promijeniti krive ideje i na njihovo mjesto „postaviti“ prave. Moram priznati da je to pravi izazov za svakog tko planira raditi u nastavi i predavati fiziku ili jednostavno sudjelovati u nekoj diskusiji određenog društva.

### Anketa nakon ispitivanja

Ispitanici su osim samog testa sa konceptualnim pitanjima rješavali i anketu. (Prilog 1) Anketa je osmišljena tako da se popuni nakon rješavanja testa u cilju prikupljanja određenih podataka vezanih za ispitanike. Podijeljena je na dva dijela. Na samoj anketi, ali i usmeno bilo je naglašeno da je anketa anonimna i da će svi podaci biti korišteni samo za izradu ovog rada. I dok je samo ispitivanje omogućeno na dva načina, u papirnatom i u digitalnom obliku, anketa je predviđena da bude samo papirnata verzija.

U prvom dijelu su traženi osobni podaci među kojima su pitanja vezana za dob, spol, zanimanje, stručnu spremu i broj godina učenja fizike.

Drugi dio ankete je povratna informacija o samom testu. Među ostalim tražilo se od ispitanika da odgovore da li im je test bio razumljiv, da li postoje pojmovi koje nisu dosad susreli te da ocjene zahtjevnost testa. Koje im je pitanje bilo najzanimljivije, najlakše i najzahtjevnije.

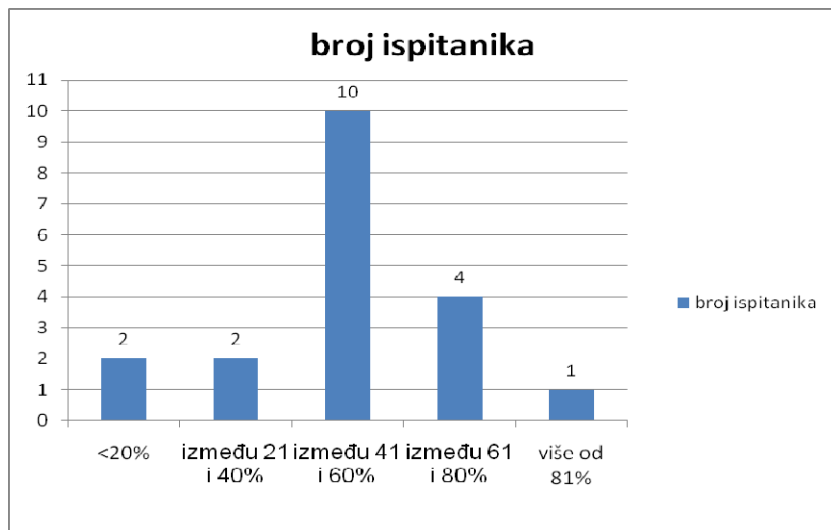
## Analiza rezultata

### Način bodovanja testa

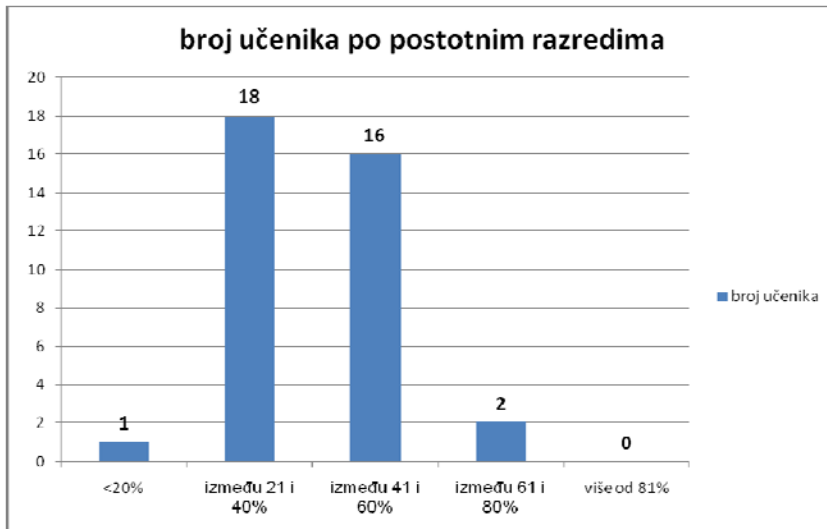
Za svaki točan odgovor ispitanik je dobio 1 bod, dok je za svaki netočan odgovor pridruženo 0 bodova te je zbrojem točnih dobiven ukupan broj točnih odgovora za svakog pojedinca. Zatim je, na temelju broja točnih odgovora, korištenjem formule za izračun postotka dobiveno koliki je postotak testa riješen točno za svaku pojedinu osobu.

### Prikaz rezultata

Na dijagramu 1 prikazan je raspored ispitanika starijih od 50 godina. Ispitanici su prema ukupnom postotku točnih odgovora raspoređeni u postotne razrede u rasponu od 20 postotaka. Najviše ispitanika je odgovorio točno na pitanja u postotnom razredu između 41 – 60% i to njih 10. Samo je jedna osoba imala rezultat preko 81%.

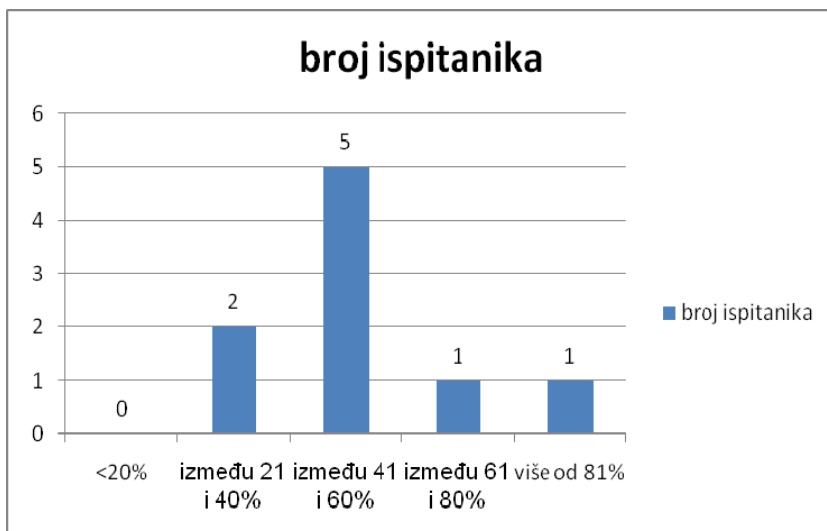


Na dijagramu 2 prikazan je raspored učenika po postotnim razredima na temelju broja točnih odgovora (također u rasponu od po 20 postotaka). Iz dijagrama se vidi da se najveći broj učenika pojavio u postotnom razredu između 21 – 40%, ali i da je većina učenika u grupama 21 – 40% i 41 – 60% njih 34 (od ukupno 37). Nijedan učenik nije riješio test sa rezultatom preko 81%.



Dijagram 3 će nam pokazati postotne rezultate za drugu kontrolnu skupinu.

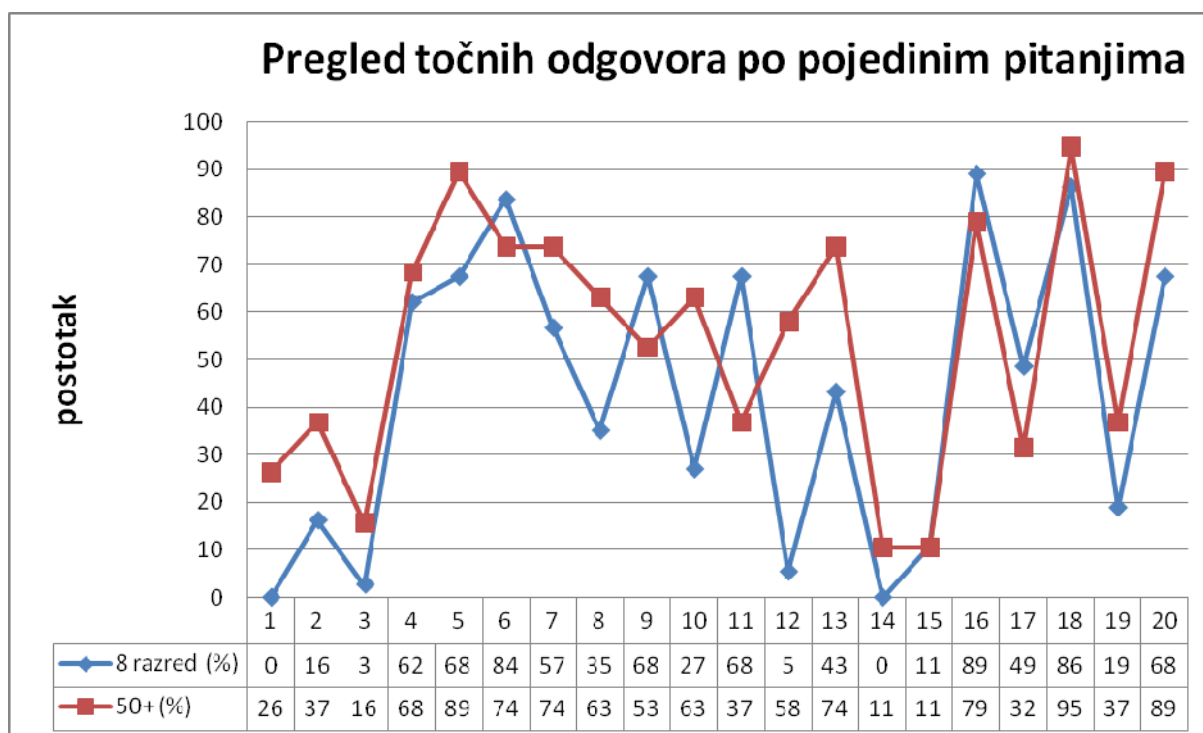
Zbog manjeg broja ispitanika u ovoj skupini detaljnija analiza i usporedba rezultata ove skupine i ciljane skupine je izostavljena. No podaci su ipak prezentirani zbog ukupnog rezultata.



#### Usporedba rezultata po pojedinim pitanjima

Na temelju rezultata izračunato koliko je točnih odgovora u postocima za svako pojedino pitanje, za svaku grupu posebno. Podaci ciljane skupine i prve kontrolne skupine (osmaši) prikazani su u jednom, a podaci (ponovno) ciljane skupine i druge kontrolne skupine prikazani su u drugom dijagramu zbog preglednosti rezultata. Oba dijagrama pokazuju razliku između ciljane i kontrolnih skupina.

Sljedeći dijagram prikazuje baš tu razliku uspoređujući u postotku točnih odgovora po pojedinim pitanjima ciljane i kontrolne skupine. Plava crta pokazuje rezultate za "osmaše" dok smeđa crta pokazuje za ciljanu skupinu „50+“.



Što se može zaključiti na temelju ovog dijagrama?

Vidljivo je da u pojedinim pitanjima postoje određene sličnosti, ali su uočljive i razlike. Prateći liniju koja prikazuje rezultate za ciljanu skupinu vidljivo je da je ta skupina pokazala bolje znanje od kontrolne skupine.

Pitanja u kojima nema razlike u rezultatima ili je razlika minimalna (do 10%) su pitanja pod brojem 4, 15 i 18.

Pitanja u kojima je grupa 50+ po rezultatima puno bolja od osnovnoškolaca su pitanja pod brojem 10, 12 i 13. Razlika u rezultatima je 30% ili više postotaka. Za pitanje pod rednim brojem 12 razlika je više od 50%.

Pitanja u kojima je grupa ispitanika 50+ bolja od 1, 2, 3, 5, 7, 8, 14, 19 i 20.

Pitanja u kojima su školarci pokazali bolje rezultate nego grupa 50+ su 6, 9, 11, 16 i 17.

### **Kako objasniti dobivene rezultate?**

Jedno od pitanja koje je postavljeno prije ovog ispitivanja je „Da li je životno iskustvo utjecalo na rezultat ispitanika?“. Prema ovim rezultatima i na prvi pogled moglo bi se reći da je. Ali trebali bi imati na umu da je ovoj kontrolnoj skupini tek druga godina učenja fizike te

da se s nekim od fizikalnih pojmova još možda nisu susreli, a s jednim dijelom gradiva su se nedavno susreli.

1. Nitko od grupe osmaša nije uzeo u obzir otpor zraka. Među tom grupom opće je prihvaćena miskoncepcija o ovisnosti brzine padanja tijela o masi – 0% točnih odgovora među osmašima. Grupa „50+“ ima nešto bolji rezultat (26%), no prema malom broju točnih odgovora može se reći da je i u ovoj skupini prihvaćena kriva ideja.
2. Prema rezultatima obje grupe vidljiva je prihvaćenost krive ideje da brzina padanja tijela ovisi o njegovoj masi.
3. Kao što je bilo pretpostavljeno prilikom odabira ovog pitanja kod konstrukcije testa, ovo je pitanje pokazalo da je stvarno prihvaćena miskoncepcija o različitim silama tijekom sudara. Nizak broj točnih odgovora u obje grupe.
4. I ovo pitanje vezano je III Newtonov zakon, ali obje skupine odgovaraju puno bolje na ovo pitanje.
5. Jedno od pitanja u kojem je presudilo iskustvo. Gotovo dvadeset postotaka više točnih odgovora za grupu „50+“. Rezultati su pokazali da predviđenog miješanja pojmova brzine i ubrzanja nema.
6. 10 postotaka u korist „osmaša“. Ali obje grupe imaju visok broj točnih odgovora.
7. Grupa „50+“ ima bolji rezultat nego osmaši. Ovo pitanje je osim konceptualno također i iskustveno pa je bilo i za očekivati bolji rezultat nego kod djece.
8. Samo je 35% „osmaša“ točno odgovorilo na ovo pitanje, a 63% iz grupe 50+. Iako bi na ovom pitanju očekivan rezultat bio suprotan (relativno svježije gradivo), učenici imaju problem sa govornim jezikom i fizikalnim terminima mase i težine.
9. Koncept tlaka je bolji kod grupe „osmaša“. Jasnija im je obrnuto proporcionalnost ovisnost tlaka i površine (u slučaju djelovanja iste sile).
10. Iako se svaki dan susrećemo s pojmom tlaka zraka (npr. vremenska prognoza), promjena tlaka zraka u ovisnosti o visini nije gradivo koje spada u nastavni plan i program fizike za osnovnu školu. To je vjerojatno razlog razlike od 36% u korist grupe „50+“.
11. Ponovno zbog svježine gradiva učenici imaju bolji rezultat. 29% više točnih odgovora.
12. Preko 50 postotaka razlike u korist grupe „50+“. Koncept toplinske ravnoteže bolje je prihvaćen u ovoj skupini.

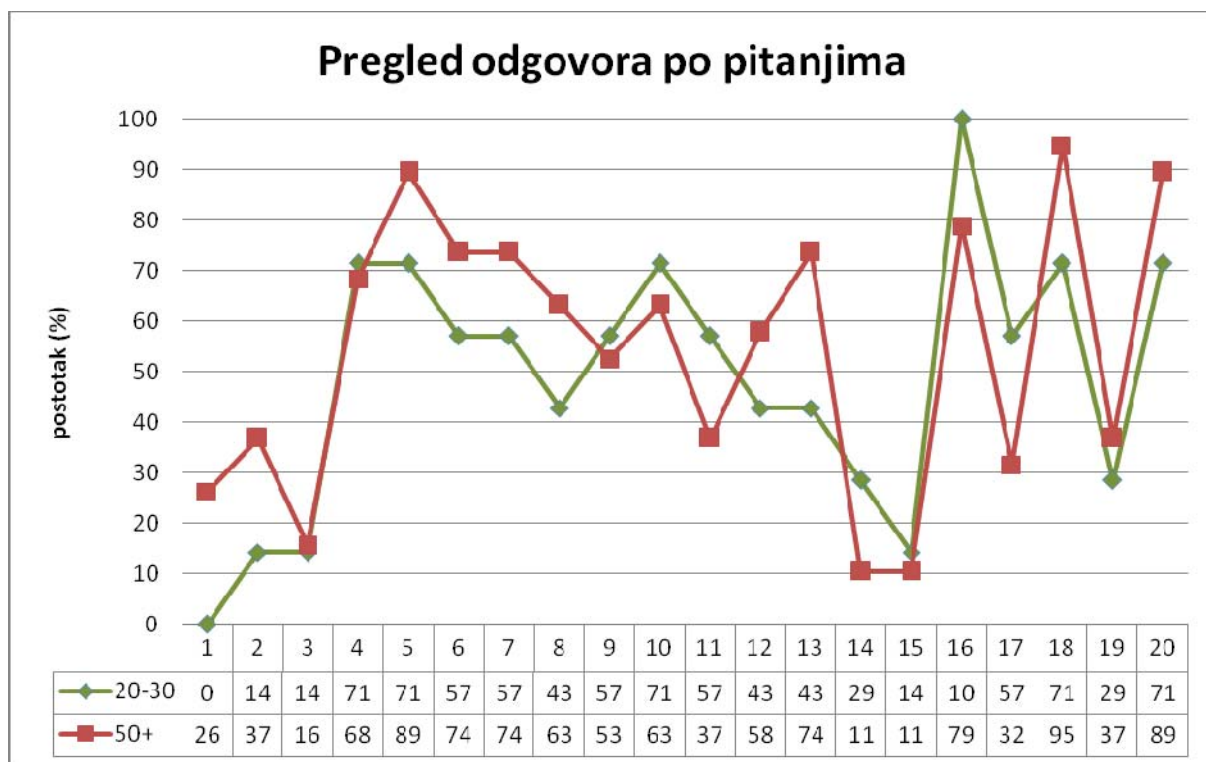


13. Neki od ispitanika ciljane skupine su na ovo pitanje znali iz iskustva. Igrajući se kao djeca rezali su veće magnete na manje i uočili što se događa sa magnetom. Preko 30 postotaka razlike u korist ciljane skupine.
14. Općenito loš rezultat svih grupa na ovome pitanju. Ovim pitanjem se htjelo ispitati znanje o svojstvima svjetlosti.
15. Moglo bi se reći da je ovo pitanje sa zamkom. Trebalo se sjetiti da ulje pliva na vodi i da rijede tvari plivaju na gušćim tvarima, a ne se samo pouzdati u vizualni razliku ulja i vode.
16. Visok postotak točnih odgovora i u jednoj i u drugoj grupi – osmaši ipak malo bolji 10%. Očekivani rezultat je bio da će zbog razgovornog jezika ovdje biti manje točnih odgovora, ali je test pokazao suprotno.
17. Iako su na ovo pitanje učenici trebali puno bolje odgovoriti ipak samo je 49% točnih odgovora. Elektricitet (elektrostatika) je dio fizike koji je ljudima apstraktan i nedovoljno približen što pokazuju i rezultati ovog ispitivanja.
18. Konceptualna ideja o konačnoj brzini svjetlosti je prihvaćena. Nešto bolji rezultat u grupi „50+“.
19. Vidljiva je prihvaćenost miskoncepcije vezane za širenje zvučnih valova u različitim materijalima po broju postotaka točnih odgovora 19% „osmaša“ i 37% „50+“. Najčešći odgovor na ovo pitanje je da zrak najbolje prenosi zvuk.
20. Od ponuđenih tvrdnji vezanih za radioaktivnost 89% u grupi „50+“ i 68% „osmaša“ je znalo točnu.

Usporedba odgovora skupina „50+“ i „20-30“

Pitanja u kojima su ispitanici skupine „50+“ imali bolje odgovore od druge kontrolne skupine su 1., 2., 3., 5., 6., 7., 8., 12., 13. (ovdje je postotak točnih odgovora preko 30 bolji nego u kontrolnoj skupini), 18., 19. i 20.

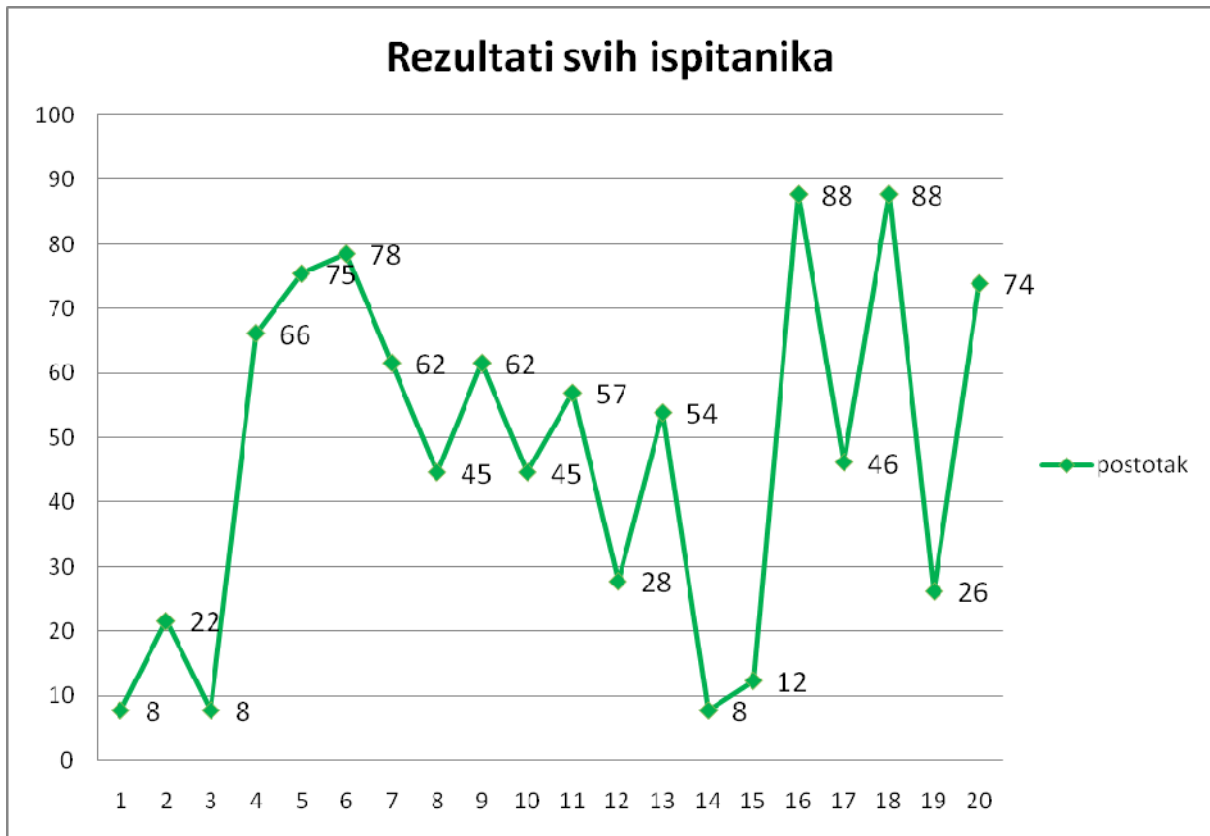
Pitanja u kojoj su ispitanici skupine „20-30“ bolji od ciljane skupine su 4., 9., 10., 11., 14., 15., 16. i 17.



### Ukupan rezultat

Zanimljivo je pogledati i ukupan postotak točnih odgovora za svako pojedino pitanje svih grupa ispitanika. Na temelju ovih rezultata moguće je vidjeti na koja je pitanja općenito bio najmanji broj točnih odgovora, a na koja je bio najveći. Prikaz tih rezultata nalazi se na sljedećem grafu.

Znači da su neke od najčešćih miskoncepcija iz fizike (koje su implementirane u ovo ispitivanje na) u većoj odnosno manjoj mjeri zastupljene među ovim uzorkom ispitanika.



Pitanja koja imaju postotak preko 70% točnih odgovora su 5, 6 i 20 među kojima se ističu pitanja 16 i 18 koja imaju blizu 90% točnih odgovora.

Ispitanici uglavnom ne miješaju pojmove brzine i ubrzanja, znaju da je za zaustavljanje kugle na beskonačnoj stazi uzokuje trenje, te da postoji prirodna i umjetna radioaktivnost. Također znaju da temperatura i toplina nisu isti pojmovi te je usvojena ideja o konačnoj brzini svjetlosti.

Najmanje točnih odgovora ispitanici su ponudili za pitanja 1, 3, 14 i 15. Postotak točno odgovorenenih na ta četiri pitanja su ispod 10% (pitanje broj 15 ima malo iznad 10% točnih).

Ideje koje su (prema prethodno navedenim rezultatima) prisutne su:

1. Kriva ideja o ovisnosti brzine padanja tijela s određene visine o masi, a uz to i ne prihvaćanje ideje o otporu zraka. (pitanje 1 i 2)
2. Iako je u razgovoru sa ispitanicima proizašlo da uglavnom znaju točno formulirati III Newtonov zakon, rezultati pokazuju da sama ideja nije prihvaćena u cjelosti. (pitanje 3)
3. Ispitanicima nije jasno zašto objekti „imaju“ određenu boju (pitanje br. 14 iako je jedan dio ispitanika baš to pitanje navelo kao najlakše)
4. Prihvaćenost ideje da je ulje gušće od vode. (pitanje 15)

Pitanja pod brojem 2,12 i 19 imaju također nizak broj točnih odgovora, ali ne toliko. Njihov postotak je između 20 i 30%.

Ostala pitanja su u postotnom rasponu između 40 i 70%.

### **Što je pokazalo ispitivanje**

Ako se vratimo na pitanja koja su postavljena prije samog ispitivanja i odgovore koje možemo izvući na temelju ovog ispitivanja.

- ☒ Da li je život nakon školovanja, svakodnevno iskustvo utjecalo i kako na osobe?

Prema rezultatima može se zaključiti da je iskustvo pozitivno utjecalo na osobe ciljane skupine. Na onim pitanjima na kojima se očekivalo da će možda iskustvo negativno utjecati na znanje rezultati su pokazali da to nije slučaj.

- ☒ Da li životno iskustvo pozitivno ili negativno utječe na stvaranje pojedinih ideja i na koja područja fizike najviše utječe?

Prema ovom ispitivanju iskustvo uglavnom pozitivno utječe na znanje i prihvaćenost fizikalnih ideja. Iz razgovora s pojedinim osobama uočeno je da se neki fizikalni koncepti prihvaćaju, a da osobe nisu ni svjesne da ih uče. Npr. zabranjen ulaz ženskim osobama sa visokim potpeticama u avion zbog uništavanja podloge – povezano sa tlakom i obrnuto proporcionalnom vezom sa površinom ili miješanje sastojaka kod pripravljanja hrane i ideja o zbrajanju mase kod fizikalnog procesa miješanja.

- ☒ Postoje li životne situacije ili događaji koji nas mogu (čak i nesvjesno) naučiti pravim odnosno dobrim fizikalnim konceptima?

Pitanje koje je vezano za prethodno. Odgovor je da postoje.

- ☒ Da li je usvojena sve popularnija krilatica o cijeloživotnom učenju ili je to samo fraza kojom se svi samo razbacuju kad im zatreba?

Cijeloživotno učenje je prisutno samo kao osobni interes svakoga pojedinačno. Čitanje raznih članaka i druge literature vezane za fiziku, vrlo često astronomiju, prisutno je, kao i gledanje dokumentarnih i znanstveno popularnih emisija. O nekom sustavnom educiranju nema puno govora, a nažalost ni interesa.

- ☒ Koliko su uopće ljudi zainteresirani za fiziku nakon što napuste formalno obrazovanje?

Preokupiranost svakodnevnim obavezama, životom i brigama ne daje puno prostora za neku posebnu zainteresiranost za fiziku. I jedan broj ispitanika je još uvijek „u strahu“ od fizike. Ali se sve ipak sveđe na prezentaciju samih sadržaja i različitih problema. Bez obzira na

godine učenika ili polaznika vraćamo se na početak. Kako pravilno i dobro zainteresirati slušatelje za temu o kojoj govorimo.

### **Zanimljive povratne informacije**

Kao što je već bilo napomenuto nakon testa ispitanici su popunjavali anketu (drugi dio ankete – prilog 1) koja je poslužila za dobivanje informacija vezanih za sam test.

Jedna od točaka u anketi bila je i osobna ocjena težine odnosno zahtjevnosti testa svakog pojedinog ispitanika. Ponuđena je skala od 1 do 5 gdje je 1 označavao jako lagan test, a 5 jako zahtjevan. Prosječna ocjena svih ispitanika koju su dali ovom testu je 3,16 što je zadovoljavajući rezultat, budući da namjera ovog testa nije bila ni da bude previše niti premalo zahtjevan.

U anketi je stavljeno pitanje vezano za pojmove korištene u samim pitanjima i odgovorima. Učenici su većinom naveli pojmove koji im nisu razumljivi (što je s jedne bilo i za očekivati budući da im je ovo tek druga godina učenja fizike). Pojmovi i izrazi koji su bili nepoznati i nerazumljivi su **frontalno** (u frazi frontalni sudar), **pozitroni**, **inercija** i **radioaktivnost**.

Među ostalim anketa je zahtjevala i da ispitanici odaberu koje je im je pitanje bilo najzanimljivije. Zanimljivo je to da zapravo niti jedno pitanje u ovom slučaju nije iskočilo kao najzanimljivije. Kao što su ispitanici različite dobi i interesa tako su im i različita pitanja bila zanimljiva.

Jedan dio reakcija (nažalost nije dokumentiran) jer su ispitanici imali potrebu dodatno prokomentirati test. Općeniti je bio zaključak da je prvih tri pitanja u testu najzahtjevnije zbog dugačkog teksta (tj. samog objašnjenja) pitanja te dugačkih odgovora o kojima je trebalo razmisliti.

U slijedećim recima navedeni su rezultati za najlakše i najzahtjevnije pitanje. I tu su odgovori u anketi bili raznoliki. Ovih par pitanja za svaku skupinu isplivala su na način da su dobila najveći broj „glasova“.

Najzahtjevnije pitanje:

- Učenici smatraju da su najzahtjevnija pitanja bila pod brojem 4 i 17.
- Grupa „50+“ smatra da su pitanja pod brojem 9 i 13 najzahtjevnija.

Najlakše pitanje:

- Učenicima je najlakše pitanje 11.
- Grupi „50+“ je najlakše pitanje 14.

	skupina			
	„Osmaši“ (37 ispitanika)		„50+“ (19 ispitanika)	
	Broj pitanja	Broj „glasova“	Broj pitanja	Broj „glasova“
Najzahtjevnija pitanja	4	6	9	3
	17	6	13	3
Najlakša pitanja	11	6	14	3

## **Zaključak**

Motiviranost ciljane skupine „50+“ za nekom vrstom usavršavanja ili nastavljanja školovanja uglavnom nije primjećena. No to nije bio cilj ovog ispitivanja.

Unatoč otporu pojedinaca, i osobnih predviđanja loših rezultata ako pogledamo rezultate cijele ciljane skupine možemo biti zadovoljni pokazanim znanjem. Najčešće miskonceptije ipak nisu prihvaćene među ciljanom skupinom, i bez obzira na broj učenja fizike rezultati su bolji nego u prvoj kontrolnoj skupini. Od ukupno 20 pitanja ovog testa samo na 5 su učenici bolje odgovorili. Alibi koji možemo dati učenicima i je taj da određeni dio gradiva još nisu prošli i slušali.

No još je jedan podatak ovdje važan. Preko 75% ispitanika spada u neku vrstu tehničke struke. Očekivano je da su osobe tehničke struke dobro „potkovane“ znanjem iz fizike (i prirodnih znanosti).

Znači da je još ostalo pitanje kakvi bi bili rezultati da je uzorak ispitanika ciljane skupine malo ujednačeniji po kriteriju vrste struke.

Loš osjećaj i manjak samopouzdanja u vlastito znanje nikako nisu opravdani. Znači bazu i znanje u ciljanoj skupini imamo. Smatram da unatoč svemu možemo ovim rezultatima biti zadovoljni. (Ipak su osobe koje su išle u osnovnu školu prije četrdesetak godina zdravije živjele.)

Jedini je problem što nema dovoljno želje za stalnim učenjem i usavršavanjem dok se demografski procesi nastavljaju neumoljivom brzinom.

**Literatura:**

1. Usvojenost nekih temeljnih fizikalnih ideja kod gimnazijalaca i studenata fizike, Maja Planinić, Rudolf Krsnik, Planinka Pećina, PMF Zagreb 2001.
2. Fizika, čestice i međudjelovanje, svezak A, dr. Gustav Šindler, Branimira Valić, ŠK, Zagreb 1993.
3. Fizika 7, svezak B, Branka Mikuličić, dr.sc. G. Šindler, ŠK, Zagreb 1996.
4. Fizika – Gibanje i energija, svezak B – radni udžbenik za srednje usmjereno obrazovanje, Branka Mikuličić, ŠK, Zagreb 1991.
5. Konstruktivizam u nastavi fizike, Dinko Meštrović, OŠ Petrijanec, 2003.
6. Najvažniji rezultati edukacijskih istraživanja u fizici, Maja Planinić, PMF, Fizički odsjek, Zagreb  
( <http://www.phy.hr/~maja/PER.htm> )
7. Rječnik stranih riječi, prof. Marijan Filipović, Zadruga štampa, Zagreb 1988.
8. Što nam uopće ostane iz fizike – provjera prirodoznanstvene pismenosti, Rajka Jurdana-Šepić, Branka Milotić, Odsjek za fiziku, Filozofski fakultet Rijeka 2007
9. Hrvatski časopis za javno zdravstvo - <http://www.hcjz.hr/clanak.php?id=12838>
10. Za hrvatsku pismenost – Ministarstvo prosvjete i športa, Zagreb, srpanj 2003.



## Prilog 1

## ANKETA

Molimo Vas da iskreno i čitko popunite formular i na taj način date ocjenu testa kojeg ste upravo završili.

Anketa je anonimna i podaci koje upišete bit će korišteni isključivo za izradu diplomskog rada.

## O Vama

Datum rođenja:

Stručna sprema:  NSS  SSS  VŠS  VSS

Zanimanje:

Broj godina učenja fizike tijekom školovanja:

Radni status:  Zaposlen/a  Nezaposlen/a  Umirovljen/a

Radno mjesto:

(ukoliko ste umirovljeni ili nezaposleni navedite posljednje radno mjesto na kojem ste radili)

Spol:  M  Ž

## O testu

Datum testa: \_\_\_\_\_

	DA	NE
☒ Da li su Vam pitanja bila razumljiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ako NE, koja: _____		
☒ Da li su Vam ponuđeni odgovori bili razumljivi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
☒ Da li ste imali dosta vremena za odgovore?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
☒ Postoji li neki pojam koji dosad niste susreli?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ako DA, koji: _____		
☒ Da li su Vam pitanja bila zanimljiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ako DA, možete li navesti koja: _____		
☒ Da li su Vam se neka pitanja posebno svidjela?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ako DA, možete li navesti koja: _____		
☒ Na skali od 1 do 5 ocijenite zahtjevnost testa ako je: <b>1</b> – jako lagan, a <b>5</b> – jako težak.		
<b>1</b> <input type="checkbox"/>	<b>2</b> <input type="checkbox"/>	<b>3</b> <input type="checkbox"/>
<b>4</b> <input type="checkbox"/>	<b>5</b> <input type="checkbox"/>	
☒ Navedite pitanje koje smatrate najzahtjevnijim: _____		
☒ Navedite pitanje koje smatrate najlakšim: _____		
☒ Smatrate li da je bilo previše pitanja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvala na iskrenosti!