

ANALIZA SADRŽAJA I REZULTATA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE

Boris Jokić

Zrinka Ristić Dedić

Josip Šabić

IDIZ Institut za društvena
istraživanja –
Centar za istraživanje i
razvoj obrazovanja



**NACIONALNI CENTAR ZA VANJSKO
VREDNOVANJE OBRAZOVANJA**



INSTITUT ZA DRUŠTVENA ISTRAŽIVANJA –
CENTAR ZA ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ OBRAZOVANJA



NACIONALNI CENTAR ZA VANJSKO
VREDNOVANJE OBRAZOVANJA

ANALIZA SADRŽAJA I REZULTATA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE

dr. sc. Boris Jokić i dr. sc. Zrinka Ristić Dedić,
IDIZ-CIRO

Josip Šabić,
Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja

Zagreb, studeni 2011.

NACIONALNI CENTAR ZA VANJSKO VREDNOVANJE OBRAZOVANJA

ANALIZA SADRŽAJA I REZULTATA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE

NAKLADNIK:

Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja

SUNAKLADNIK:

Institut za društvena istraživanja u Zagrebu

ZA NAKLADNIKA:

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

AUTORI:

dr. sc. Boris Jokić
dr. sc. Zrinka Ristić Dedić
Josip Šabić, prof.

RECENZENTI:

prof. dr. sc. Rajka Jurdana-Šepić
prof. dr. sc. Vesna Vlahović Štetić

LEKTORICA:

Mirjana Gašperov

KOREKTORICA:

Katarina Cvijanović

DIZAJN NASLOVNICE I GRAFIČKO OBLIKOVANJE:

Josip Žagar

TISAK:

ITG d.o.o., Zagreb

Naklada:

100 primjeraka

ISBN 978-953-7556-25-9

CIP je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 784170.

Imenice pristupnik, učenik i nastavnik u ovome radu podrazumijevaju rodnu razliku.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	7
1. UVOD	11
2. METODOLOGIJA	15
2.1. SADRŽAJNA ANALIZA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE	17
2.2. ANALIZA REZULTATA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE	28
3. STRUKTURA PRISTUPNIKA ISPITU DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE	31
4. ANALIZA ZADATAKA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE	39
4.1. TEME ISPITNIH ZADATAKA	41
4.2. RAZREDI ZA KOJE SE VEŽE SADRŽAJ ZADATAKA	43
4.3. VRSTE ZADATAKA	43
4.4. PROCIJENJENE RAZINE ZAHTJEVNOSTI ZADATAKA	44
4.5. PROCIJENJENE KATEGORIJE KOGNITIVNIH PROCESA U OSNOVI RJEŠAVANJA ZADATAKA	44
4.6. KOMBINACIJA PROCIJENJENIH RAZINA ZAHTJEVNOSTI ZADATAKA I KATEGORIJA KOGNITIVNIH PROCESA U OSNOVI RJEŠAVANJA ZADATAKA	46
4.7. PROCIJENJENE RAZINE ZAHTJEVNOSTI ZADATAKA I KATEGORIJE KOGNITIVNIH PROCESA OVISNO O VRSTI ZADATAKA	47
4.8. VRSTE ZADATAKA OVISNO O TEMI	48
4.9. PROCIJENJENE RAZINE ZAHTJEVNOSTI OVISNO O TEMI ZADATAKA	49
4.10. PROCIJENJENE KATEGORIJE KOGNITIVNIH PROCESA OVISNO O TEMI ZADATAKA	50
4.11. ANALIZA USKLAĐENOSTI ZADATAKA I OBRAZOVNIH ISHODA (2010. godina)	52
5. PSIHOMETRIJSKA ANALIZA ZADATAKA	57
5.1. PSIHOMETRIJSKA ANALIZA ZADATAKA SVIH PRISTUPNIKA	60
5.2. PSIHOMETRIJSKA ANALIZA ZADATAKA PRISTUPNIKA IZ GIMNAZIJSKIH PROGRAMA	61
5.3. PSIHOMETRIJSKA ANALIZA ZADATAKA PRISTUPNIKA IZ STRUKOVNIH PROGRAMA	64

6. REZULTATI ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE.....	67
6.1. ANALIZA REZULTATA SVIH PRISTUPNIKA	68
6.2. REZULTATI PRISTUPNIKA IZ GIMNAZIJSKIH I STRUKOVNIH PROGRAMA	70
6.3. REZULTATI PRISTUPNIKA IZ RAZLIČITIH SREDNJOŠKOLSKIH PROGRAMA.....	72
6.4. REZULTATI PRISTUPNIKA NA TEMELJU PODJELE KORIŠTENE U RADU	74
6.5. ANALIZA REZULTATA RAZLIČITIH TIPOVA ZADATAKA	76
6.6. ANALIZA REZULTATA ZADATAKA ZATVORENOGA TIPA	76
6.7. ANALIZA REZULTATA ZADATAKA OTVORENOGA TIPA	80
6.8. ANALIZA REZULTATA PREMA POJEDINIM TEMATSKIM PODRUČJIMA	86
6.9. ANALIZA REZULTATA PREMA KATEGORIJAMA KOGNITIVNIH PROCESA.....	98
7. USPOREDBA UNUTARNJEGA I VANJSKOGA VRJEDNOVANJA IZ FIZIKE.....	103
8. VRJEDNOVANJE ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE IZ PERSPEKTIVE PREDMETNE EKSPERTNE SKUPINE	109
9. OGRANIČENJA PROJEKTA.....	115
10. ZAKLJUČCI I PREPORUKE	119
LITERATURA.....	124
PRILOZI	125

**ANALIZA SADRŽAJA I REZULTATA ISPITA
DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE**

Članovi predmetne ekspertne skupine kojima posebno zahvaljujemo:

Dario Mičić, V. gimnazija, Zagreb

Bernardica Mlinarić, XV. gimnazija, Zagreb

Gordana Pintarić, XV. gimnazija, Zagreb

Emil Šatalić, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb

Karmen Vadlja-Rešetar, Gimnazija Čakovec, Čakovec.

U projektu su, osim autora, kao istraživači sudjelovali:

Martina Prpić

Filip Miličević

Damir Rister.

Autori zahvaljuju sljedećim djelatnicima Centra na pomoći pri realizaciji projekta:

Anji Habus-Korbar, Martini Golubić i Zlatku Zadelju.

PREDGOVOR

U školskoj godini 2009./2010. prvi je put u Republici Hrvatskoj provedena državna matura. To je postupak sumativnoga vanjskoga vrjednovanja kojim se provjeravaju i vrjednuju znanja, vještine i sposobnosti učenika koje su stekli tijekom osnovnoškolskoga i srednjoškolskoga obrazovanja prema propisanim nastavnim planovima i programima. Provedba je uslijedila nakon višegodišnjih priprema koje su uključivale niz provjera znanja. Te su provjere rezultirale brojnim podacima i spoznajama o obrazovanju u Republici Hrvatskoj i pružile su osnovne informacije vezane za konstrukciju ispitnih materijala. Kao i u slučaju drugih obrazovnih sustava u kojima se primjenjuje vanjsko vrjednovanje, njegovo sveobuhvatno uvođenje i provedba izazvali su brojne, često oprječne, reakcije šire i stručne javnosti. Opći zaključak je, ipak, da je prva državna matura provedena uspješno i bez većih prepreka.¹

Kako bi dodatno sintetizirali dosadašnje i osigurali nove spoznaje vezane uz kvalitetu i konstrukciju ispita te osigurali detaljniji analitički uvid u rezultate državne mature, *Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja* (u daljnjem tekstu: Centar) i Centar za istraživanje i razvoj obrazovanja Instituta za društvena istraživanja u Zagrebu (IDIZ -CIRO) osmislili su i proveli dva istraživačko-razvojna projekta koja se odnose na dosadašnje ispite obveznoga i izbornoga dijela državne mature.

Cilj prvoga projekta, čiji su rezultati predstavljeni u ovome radu, bio je analizirati sadržaj i konstrukciju ispitnih materijala te rezultate pristupnika koji su polagali ispite državne mature iz Fizike, Biologije i Kemije. Dobivene spoznaje trebale su poslužiti osmišljavanju smjernica za unaprjeđenje postupka izradbe i poboljšanje kvalitete novih ispitnih materijala iz prirodoslovnoga područja.² Predmeti iz prirodoslovnoga područja izabrani su jer predstavljaju istaknutu žarišnu točku unutar različitih obrazovnih sustava pa tako i unutar hrvatskoga obrazovnog sustava. Cilj je svih obrazovnih sustava osigurati što višu razinu znanja, vještina i sposobnosti učenika u predmetima prirodoslovnoga područja jer se, između ostaloga, važnost ovih predmeta očituje u ulozi koju imaju u gospodarskome potencijalu i razvoju pojedinoga društva. Budući da je značajni broj pristupnika pristupio upravo ispitima iz prirodoslovnoga područja, analiza sadržaja i rezultata tih ispita u dobroj mjeri odražava cjelokupni segment izbornoga dijela državne mature.

Projekt se sastojao od dvaju osnovnih dijelova:

1. *sadržajna analiza ispitnih materijala iz Fizike, Kemije i Biologije koji su korišteni na probnoj državnoj maturi provedenoj u školskoj godini 2008./2009. i prvoj državnoj maturi provedenoj u školskoj godini 2009./2010.* U ovome su dijelu projekta ključnu ulogu imale predmetne ekspertne skupine, sastavljene od predmetnih nastavnika i predmetnih stručnjaka s visokoškolskih ustanova. Neki od njih sudjelovali su u izradbi ispitnih materijala.
2. *konstrukcija i analitički rad na bazama podataka u kojima su spojeni svi dostupni podaci vezani za osobne podatke učenika, uspjeh u ispitima državne mature, uspjeh u srednjoškolskome obrazovanju iskazan zaključnim ocjenama, odabire studijskih programa i uspješnost upisa i sve dodatne varijable proizašle iz prvoga dijela projekta.*

¹ Dok se većina kritičnih stavova odnosila na provedbene probleme uzrokovane, primjerice, vremenikom polaganja ispita državne mature u školskoj godini 2009./2010. koji je jasno i naglašeno interferirao s izvođenjem nastave, izostali su stručni osvrti na kvalitetu ispitnih materijala i rezultate pristupnika koji su polagali ispite državne mature.

² Cilj drugoga projekta bio je analizirati konstrukciju, kvalitetu ispitnih materijala i rezultate ispita državne mature iz Matematike u školskim godinama 2009./2010. i 2010./2011.

Ovakvo projektno određenje omogućilo je uvid u način i primjerenost konstrukcije, kvalitetu ispitnih materijala i rezultate pristupnika te osiguralo osnovu za preporuke za budući rad na konstrukciji ispitnih materijala i analizi rezultata državne mature.

Prije preciznijega metodološkoga određenja analize sadržaja ispita državne mature iz Fizike i predstavljanja rezultata treba se ukratko osvrnuti na neke čimbenike kojima je državna matura određena u Republici Hrvatskoj, a koji imaju posljedice na konstrukcijske i analitičke postupke vezane za ispite državne mature.

Određenje državne mature u Republici Hrvatskoj

Osnovna postavka svih oblika vanjskoga vrjednovanja je da konstrukciju ispita određuju cilj i svrha (AERA, APA, NCME, 2006) za koje je nužno da budu jednoznačno definirani. Jednoznačno određenje svrhe i cilja ujedno predstavlja vodilju prilikom procjene kvalitete ispita i ispitnih materijala. U *Okviru 1.* predstavljeno je pravno određenje državne mature u Republici Hrvatskoj s posebnim naglaskom na određenje cilja i svrhe ovoga oblika vanjskoga vrjednovanja.

Okvir 1. Pravno određenje državne mature u Republici Hrvatskoj

Pravilnik o polaganju državne mature propisuje sadržaj, uvjete, način i postupak polaganja ispita državne mature. Članak 2. Pravilnika određuje da je cilj državne mature provjeriti i vrjednovati postignuta znanja i sposobnosti učenika, stečenih obrazovanjem prema propisanim općeobrazovnim nastavnim planovima i programima. Državna matura provodi se polaganjem ispita državne mature iz općeobrazovnih predmeta. U Pravilniku se navodi da su ispiti državne mature standardizirani i da se provode u cijeloj državi u isto vrijeme pod jednakim uvjetima i kriterijima za sve učenike. Državna matura sastoji se od obveznoga i izbornoga dijela. Obvezni dio državne mature sastoji se od ispita iz Hrvatskoga jezika, Matematike i stranoga jezika, a izborni dio od ispita iz svih ostalih općeobrazovnih predmeta. Ispiti obveznoga dijela državne mature mogu se polagati na višoj i osnovnoj razini. Viša razina ispita obveznoga dijela državne mature usklađena je s nastavnim planom i programom za gimnazije, a osnovna razina ispita odgovara nastavnomu planu i programu s najmanjom satnicom u četverogodišnjim strukovnim školama. Ispiti izbornoga dijela državne mature usklađeni su s gimnazijskim nastavnim planom i programom.

Članak 82. Zakona o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi određuje da srednje obrazovanje učenika gimnazijskih obrazovnih programa završava polaganjem državne mature. Učenici strukovnih i umjetničkih obrazovnih programa, koji traju najmanje četiri godine, mogu polagati ispite državne mature, ali njihovo srednje obrazovanje završava izradbom i obranom završnoga rada u organizaciji i provedbi škole. Ispite državne mature mogu polagati i ostali pristupnici koji su najmanje četverogodišnje srednje obrazovanje završili u Republici Hrvatskoj te pristupnici koji su završili srednje obrazovanje izvan Republike Hrvatske i koje je usporedivo s četverogodišnjim srednjim obrazovanjem u Republici Hrvatskoj.

Cilj državne mature određen je vrlo općenitim terminima provjere i vrjednovanja postignutih znanja i sposobnosti učenika stečenih prema propisanim općeobrazovnim nastavnim planovima i programima. Opća svrha ovako široko postavljena cilja i cjelokupnoga postupka vanjskoga vrjednovanja nije preciznije definirana niti u jednoj pravnoj odrednici dokumenata kojima se određuje državna matura. Iz pravnoga određenja razvidno je da su učenici gimnazijskih programa obvezni isključivo polagati obvezni dio državne mature. Ovaj dio državne mature za taj dio srednjoškolske populacije učenika ima jasnu *izlaznu funkciju*, odnosno omogućuje završetak srednjoškolskoga obrazovanja. Za sve ostale učenike i pristupnike polaganje obveznoga dijela državne mature nije obvezno i uspjeh u tom dijelu državne mature nije vezan za završetak njihova školovanja.

Izborni dio državne mature nije obvezan niti za jednu skupinu pristupnika državne mature. Uspjeh pojedinca u ovim ispitima državne mature ne utječe na završetak srednjoškolskoga obrazovanja. Stoga, za sve pristupnike ispiti izbornoga dijela državne mature imaju isključivo *ulaznu* funkciju i predstavljaju uvjet za upis na visokoškolske institucije. Na temelju postignutih rezultata pristupnici ostvaruju pravo upisa na pojedine studijske programe visokoškolskih ustanova.

Od samih početaka uvođenja u hrvatsko obrazovanje cilj i svrha državne mature nisu jednoznačno određeni. Cjelokupni sustav balansira između postavljanja državne mature kao sustava izlaznih ispita srednjoškolskoga gimnazijskoga obrazovanja i ispita kojima se učenici svih srednjoškolskih programa klasificiraju i upisuju na visokoškolske ustanove. Na temelju prethodno navedenoga moguće je odrediti da je ***funkcija ispita izbornoga dijela državne mature isključivo ulazna, a svrha je selekcija pristupnika za upis na studijske programe visokoškolskih ustanova.*** Ovakvo određenje funkcije ispita jasno se treba odražavati u konstrukciji ispitnih materijala i očekivanome težinskome opterećenju pojedinih ispita jer oni trebaju osigurati visokoškolskim ustanovama jasno razlikovanje znanja, sposobnosti i vještina pristupnika. Osim na konstrukciju ispitnih materijala ovakvo određenje funkcije ispita državne mature, ima jasne posljedice na analitičke postupke i izvještavanje o rezultatima državne mature široj i stručnoj javnosti.

Sustav vanjskoga vrjednovanja određen je i raznolikošću srednjoškolskoga obrazovanja u Republici Hrvatskoj. Prijelaz iz osnovnoškolskoga u srednjoškolsko obrazovanje u Republici Hrvatskoj karakterizira jasna diferencijacija pri upisu u srednju školu. Na odabir vrste srednjoškolskoga obrazovnog programa u najvećoj mjeri utječu osobni interesi i obrazovno postignuće učenika iz osnovne škole iskazano zaključnim školskim ocjenama iz pojedinih predmeta i zaključnim općim uspjehom u sedmome i osmome razredu. Učenici se na temelju ovih karakteristika upisuju u gimnazije ili strukovne škole kao dvije osnovne vrste obrazovnih programa. Obje navedene vrste dijele se na različite programe ovisno o vrsti nastavnoga plana i programa. Posljedica učenikova odabira različitih programa je nejednaka izloženost poučavanju i učenju pojedinih predmeta tijekom srednjoškolskoga obrazovanja, što može rezultirati nejednakim šansama u ispitima državne mature. Značajna raznolikost posebice je prisutna u različitim strukovnim područjima i programima, ali kod nekih predmeta postoji i između pojedinih gimnazijskih programa. S obzirom da nisu obvezni polagati ispite izbornoga dijela državne mature, opravdano je očekivati da će se učenici iz različitih obrazovnih programa u različitoj mjeri odlučivati za polaganje pojedinih ispita. Posljedica ovoga je da analize rezultata pristupnika u ispitima državne mature nije opravdano uopćavati na cjelokupne segmente hrvatskoga srednjoškolskoga sustava. Štoviše, navedena činjenica onemogućuje tretiranje rezultata državne mature kao apsolutne mjere usvojenosti znanja i razvijenosti vještina iz pojedinoga predmeta na razini cjelokupnoga obrazovnog sustava i njegovih pojedinih segmenata.

Izrazito je važno naglasiti da je osnovni predmet analiza prva državna matura iza koje stoji dugotrajan i predan rad svih uključenih u proces vanjskoga vrjednovanja. To se, prije svega, odnosi na djelatnike Centra te stručne radne skupine koje su radile na ispitnim materijalima i zadacima. Budući da se radi o gotovo pionirskome pothvatu, zaključuje se da je u danim uvjetima proces vanjskoga vrjednovanja uspješno uveden u obrazovanje Republike Hrvatske. Također, za očekivati je da će određeni čimbenici vrjednovanja zahtijevati promjene. U skladu s tim, cilj ovoga projekta nije izricanje kritike vrijednoga rada brojnih pojedinaca, već izradba osnove za poboljšanje ispitnih materijala i osiguravanje složenijega uvida u rezultate vanjskoga vrjednovanja.

1. UVOD

Fizika je jedan od ključnih predmeta prirodoslovnoga područja u hrvatskome obrazovanju. Poučavanje Fizike, ali i drugih prirodoslovnih disciplina počinje u sedmome razredu osnovne škole te se nastavlja tijekom srednjoškolskoga obrazovanja u mnogim programima. Analiza sadržaja i rezultata ispita iz Fizike je značajna iz više razloga. Među izbornim predmetima državne mature najviše pristupnika odabire Fiziku. Mnoge visokoškolske ustanove Fiziku smatraju važnim predmetom i kao uvjet za upis na različite studijske programe zahtijevaju upravo polaganje ispita iz Fizike. Ispit iz Fizike polaže i mnogo pristupnika iz strukovnih škola, što ne iznenađuje s obzirom na broj učenika u tehničkim strukovnim područjima. Fizika zauzima posebno mjesto među gimnazijskim predmetima jer se poučavanje Fizike razlikuje u različitim vrstama gimnazija.

Analiza sadržaja i rezultata ispita iz Fizike sastoji se od deset poglavlja. U dijelu koji slijedi predstavljena je metodologija korištena u projektu. Treće poglavlje prikazuje analizu strukture pristupnika koji su pristupili ispitu iz Fizike u ljetnome roku u školskoj godini 2009./2010. Polaganje ispita iz Fizike, kao i polaganje ostalih ispita izbornoga dijela državne mature, nije obvezno niti za jednu skupinu pristupnika. Pristupnici se sami odlučuju za polaganje ispita kako bi ispunili upisne uvjete visokoškolskih ustanova. Ispitu iz Fizike pristupa samo manji dio mogućih pristupnika zato što imaju mogućnost biranja i nisu mu obvezni pristupiti. Detaljna raščlamba profila pristupnika predstavlja osnovno polazište za sve analitičke postupke i interpretacije vezane za konstrukciju i rezultate pristupnika.

U četvrtome poglavlju predstavljena je sadržajna analiza ispita iz Fizike u dvjema vremenskim točkama; na probnoj državnoj maturi provedenoj u školskoj godini 2008./2009. i u ljetnome roku prve državne mature provedene u školskoj godini 2009./2010. U ovome dijelu rada posebna pozornost posvećena je konstrukciji ispita i analizi zahtjeva koji se u zadatcima postavljaju pred pristupnike. Peti dio bavi se analizom psihometrijskih karakteristika pojedinih zadataka.

U šestome dijelu predstavljeni su i analizirani rezultati pristupnika koji su pristupili ispitu državne mature iz Fizike u ljetnome roku u školskoj godini 2009./2010. Rezultati su analizirani na više razina, od ukupnoga rezultata ispita do novostvorenih rezultata prema različitim kategorizacijama dijelova ispita i zadataka. Sedmo poglavlje donosi usporedbu zaključnih ocjena iz Fizike i rezultata vanjskoga vrjednovanja. Osma cjelina bavi se općom procjenom ispita državne mature iz Fizike u čijoj su osnovi stavovi i mišljenja predmetne ekspertne skupine iz Fizike. U devetome dijelu predstavljena su ograničenja istraživačkoga projekta i ovoga rada. Naposljetku, završni dio donosi preporuke vezane za konstrukciju, analitičke postupke, interpretaciju i izvješćivanje o rezultatima ispita državne mature iz Fizike.

2. METODOLOGIJA

Istraživačko-razvojni projekt analize sadržaja i rezultata ispita državne mature iz Fizike temelji se na metodologiji razvijenoj za sva tri ispita iz prirodoslovnoga područja (Fizika, Kemija i Biologija), istodobno uvažavajući osobitosti samih predmeta te pripadajućih ispitnih kataloga i ispita iz pojedinih predmeta.

Projekt se sastoji od dviju cjelina:

1. *sadržajne analize ispita državne mature*
2. *analize rezultata ispita državne mature.*

U okvirima sadržajne analize ispita državne mature, u cilju opisa onoga što se ispitima državne mature ispituje i mjeri, korištene su kategorizacije zadataka koje su već utvrđene pri konstrukciji prvih ispita državne mature, a koje se odnose na tip zadatka i područje ispitivanja. Osim toga, za potrebe analize osmišljene su nove podjele zadataka kojima je cilj opisati prirodu zahtjeva koji se postavljaju pred pristupnike tijekom rješavanja ispita te odrediti razinu sadržaja s kojima pristupnici moraju vladati kako bi uspješno odgovorili na ispitne zadatke. U tu svrhu korištene su procjene zahtjevnosti zadataka iz perspektive discipline i predmeta, procjene kategorije kognitivnih procesa koji sudjeluju u rješavanju zadataka i procjene težine zadataka za određene skupine pristupnika. Ključnu ulogu u određivanju ovih elemenata imali su predmetni nastavnici i stručnjaci. Neki od njih sudjelovali su u izradbi ispitnih kataloga i ispita državne mature kao članovi stručnih radnih skupina, a neki su bili pozvani da sudjeluju u projektu kao predstavnici srednjoškolskih obrazovnih programa iz kojih dolazi mnogo pristupnika koji su polagali ispit državne mature iz Fizike.³

U okvirima analize rezultata ispita državne mature iskorišteni su rezultati prve projektne cjeline kako bi se uporabom novih podjela zadataka osigurao dublji i detaljniji uvid u postignuća pristupnika i utvrdile zajedničke osobitosti i specifičnosti između pojedinih skupina pristupnika.

2.1. SADRŽAJNA ANALIZA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE

U nastavku je prikazana metodologija sadržajne analize ispita iz Fizike. Opisani su elementi procjena ispitnih zadataka, a poseban naglasak stavljen je na opis kategorizacije kognitivnih procesa potrebnih za uspješno rješavanje zadataka. Na kraju je opisan postupak sadržajne analize ispita.

2.1.1. ELEMENTI SADRŽAJNE ANALIZE ISPITA DRŽAVNE MATURE

Sadržajno su analizirani ispiti iz Fizike probne državne mature u školskoj godini 2008./2009. i prve državne mature u školskoj godini 2009./2010.

Sadržajna analiza ovih ispita obuhvaćala je tri cjeline:

1. *analizu svih zadataka uključenih u ispit (analizu ispitne knjižice I i ispitne knjižice II za svaki ispit)*
2. *analizu obrazovnih ishoda definiranih ispitnim katalogom za državnu maturu u školskoj godini 2009./2010.*
3. *analizu usklađenosti ispitnih zadataka i obrazovnih ishoda.*

³ Potrebno je naglasiti da novostvorene podjele zadataka, korištene u ovome projektu, predstavljaju prvi pokušaj analiza zahtjeva koji se postavljaju pred pristupnike ispita te kao takve trebaju poslužiti začetku razvoja domenski specifičnih kategorizacija koje bi se mogle koristiti pri konstrukciji budućih ispita državne mature.

Analiza ispitnih zadataka

U ovome se projektu ispitnim zadatkom smatra zadatak ispita državne mature iz Fizike koji se nalazi na najnižoj razini koja je označena brojem (numerirana).⁴ To znači da se u zadatcima otvorenoga tipa pojedinim zadatkom smatra svaki podzadatak. U ispitu iz 2010. godine je 33. zadatak koji se sastoji od dvaju podzadataka (33.1. i 33.2.) koji se tretiraju kao pojedinačni zadatci (jedinice analize).

Analiza ispitnih zadataka provedena je s obzirom na sljedeće elemente:

1. vrsta ispitnih zadataka

Razlikuju se zadatci zatvorenoga i otvorenoga tipa. Razlikovanje prema vrsti ispitnih zadataka je originalno prisutno u specifikaciji ispita zadanoj u ispitnome katalogu, a očituje se i u razdiobi ispita na prvu i drugu ispitnu knjižicu. Prvu ispitnu knjižicu čine isključivo zadatci zatvorenoga tipa, a drugu zadatci otvorenoga tipa.

2. sadržaj (tema i podtema⁵) ispitnih zadataka

Sadržaj ispitnih zadataka, ovdje nazvan „Tema zadatka”, određen je na temelju uvida u tekst zadatka. Kao osnova za kategorizaciju sadržaja služila je originalna shema koja je zadana u ispitnome katalogu, a koja se tamo naziva „Područje ispitivanja”. Procjenjivači su u popisu obrazovnih ishoda trebali potražiti kojemu području ispitivanja pripada pojedini zadatak. Podtemu zadatka su procjenjivači određivali samostalno ili su je izvodili iz sadržaja obrazovnoga ishoda kojega određeni zadatak mjeri (prema mišljenju procjenjivača). Za određivanje podteme procjenjivačima je dana sljedeća uputa.

Podtemu zadatka odredite samostalno ili ju izvedite iz **prvoga** obrazovnoga ishoda koji ste izabrali. Naime, obrazovni ishodi definirani su kao određeni proces koji se primjenjuje na određenome sadržaju, a taj sadržaj nazvan je „podtema”.

Primjerice,

– u Ispitnome katalogu iz Fizike naveden je sljedeći obrazovni ishod:

2.2.6. navesti primjere (proces) centripetalnih sila (sadržaj – podtema).

U polje „Podtema” upišite sadržaj koji se ispituje pitanjem.

Možete se poslužiti podtemom iz obrazovnoga ishoda koji ste izabrali. Ako smatrate da sadržaj obrazovnoga ishoda neprikladno opisuje podtemu zadatka, u polje „Podtema” upišite Vašu definiciju podteme.

3. razred za koji se vežu zadatci

Određeno je u kojem se razredu (od 1. do 4.) poučava sadržaj pojedinoga zadatka. Procjenjivači su vlastiti odgovor temeljili na programu u kojem poučavaju. Ako su smatrali da se određeni zadatak pojavljuje u više od jednoga razreda, naveli su sve razrede u kojima se zadatak pojavljuje.⁶

⁴ Određivanje zadatka kao jedinice analize nije bilo vezano uz bodovanje učeničkih odgovora.

⁵ Varijabla „podtema” nije korištena u ovome radu. Odgovori procjenjivača dostupni su zainteresiranim čitateljima.

⁶ Ovaj element nije korišten u radu iz Fizike zbog heterogenoga sastava predmetne ekspertne skupine.

4. percipirana težina zadataka

Za svaki je zadatak procijenjen postotak učenika koji mogu točno riješiti zadatak. Procjenjivači su vlastiti odgovor temeljili na programu u kojem poučavaju uzimajući u obzir samo skupinu učenika koji polažu državnu maturu iz analiziranoga predmeta.

5. razina zahtjevnosti ispitnih zadataka

Određeno je kojoj razini zahtjevnosti, osnovnoj, srednjoj ili naprednoj, odgovara svaki pojedini zadatak uzimajući u obzir perspektivu discipline, odnosno predmeta. Ponuđena su sljedeća objašnjenja predloženih razina zahtjevnosti.

- 1. Osnovna razina** – odgovara zadacima kojima se ispituju nužna (osnovna) znanja, sposobnosti i vještine iz predmeta, odnosno zadacima za koje se očekuje da ih uspješno rješavaju (gotovo) svi učenici koji polažu državnu maturu iz predmeta
- 2. Srednja razina** – odgovara zadacima kojima se ispituju važna znanja, sposobnosti i vještine iz predmeta, odnosno zadacima za koje se očekuje da ih svladava većina učenika koja polaže državnu maturu iz predmeta
- 3. Napredna razina** – odgovara zadacima kojima se ispituju napredna znanja, sposobnosti i vještine iz predmeta, odnosno zadacima za koje se očekuje da ih uspješno rješava tek dio (kompetentnijih) učenika

6. kognitivni procesi koji se nalaze u osnovi rješavanja ispitnih zadataka

Pri definiranju kognitivnih procesa, koji se nalaze u osnovi rješavanja ispitnih zadataka, procjenjivači su trebali razmišljati o tome što učenik treba znati i što treba činiti da bi uspješno riješio pojedini zadatak. Nakon što su procjenjivači odredili radi li se o zadatku koji zahtijeva rutinski, jednostavan, tipičan, automatski, naučen ili standardan odgovor ili o zadatku koji zahtijeva nerutinski, složen, netipičan, promišljen ili nestandardan odgovor, trebali su procijeniti koji se kognitivni procesi traže u zadatku (da bi zadatak bio uspješno riješen). Bile su ponuđene tri kategorije kognitivnih procesa i sljedeća uputa.

Odredite koja se kategorija kognitivnih procesa traži u zadatku razmišljajući o tome što učenik treba znati i što treba činiti da bi uspješno riješio zadatak.

- 1. Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka**
- 2. Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje (primjena) znanja**
- 3. Strateško i znanstveno razmišljanje**

Detaljniji opis kategorija i podkategorija dan je u zasebnome dokumentu Kategorije kognitivnih procesa (opisano u nastavku).

Na temelju razmatranja najvjerojatnijega pristupa rješavanju zadatka, koji učenici zauzimaju u odgovaranju na zadatak, odredite za zadatak odgovarajuću kategoriju: 1, 2 ili 3.

Ako možete, odredite zatim i podkategoriju (a, b...).

Ponuđena kategorizacija kognitivnih procesa bit će detaljnije opisana u nastavku ovoga poglavlja.

Analiza obrazovnih ishoda definiranih u Ispitnome katalogu iz Fizike

Obrazovni ishodi definirani su u Ispitnome katalogu iz Fizike za školsku godinu 2009./2010. kao konkretni opisi onoga što pristupnik mora znati, razumjeti i moći učiniti kako bi postigao uspjeh u ispitu. Stručne radne skupine iz različitih predmeta (Biologija, Fizika i Kemija) definirale su obrazovne ishode ponešto drugačije, a razlike se, prije svega, očituju u broju i specifičnosti definiranja potrebnih znanja i vještina. Bez obzira na te razlike, sve su stručne radne skupine obrazovne ishode smjestile unutar pojedinih područja ispitivanja koja su služila kao osnovni gradivni element ispita (i tablice specifikacije ispita).

U ovome se projektu obrazovne ishode analiziralo s pomoću istih elemenata procjene koji su bili korišteni pri analizi ispitnih zadataka, a to su:

1. određivanje razine zahtjevnosti (*osnovna, srednja, napredna*)
2. određivanje kognitivnih procesa koji se pretpostavljaju u obrazovnome ishodu.

Procjenjivači su za svaki ispitni zadatak u ispitu iz 2010. godine identificirali obrazovni ishod koji se ispituje tim zadatkom. Za taj im je zadatak dana sljedeća uputa.

Potražite u popisu obrazovnih ishoda onaj ishod koji se, prema Vašoj prosudbi, ispituje pojedinim zadatkom. Iako se očekuje da će jedan zadatak uobičajeno pokrivati jedan obrazovni ishod, moguće je da će neki zadatci ispitivati više od jednoga ishoda.

U polje „Ishod” pod 1. upišite redni broj obrazovnoga ishoda koji najviše odgovara onomu što se ispituje zadatkom. Pod 2. upišite redni broj drugoga obrazovnoga ishoda koji se ispituje zadatkom (ako takav postoji). Pod 3. upišite redni broj trećega obrazovnoga ishoda koji se ispituje zadatkom (ako takav postoji). Ako se zadatkom ispituje jedan obrazovni ishod, polja pod 2. i 3. ostavite praznima.

Ako procjenjujete da se u popisu obrazovnih ishoda ne nalazi onaj obrazovni ishod koji se ispituje zadatkom, u polje „Ishod” pod 1. upišite Vašu definiciju obrazovnoga ishoda koji se ispituje zadatkom.

Analiza usklađenosti ispitnih zadataka i obrazovnih ishoda

Na temelju identifikacije obrazovnih ishoda, koji se mjere svakim pojedinim ispitnim zadatkom, omogućena je analiza usklađenosti ispitnih zadataka i pripadajućih obrazovnih ishoda. Ta je analiza bila moguća jedino za ispite iz 2010. godine.

Ona uključuje dva elementa:

1. *utvrđivanje pokrivenosti obrazovnih ishoda sadržajima ispitnih zadataka*
U sklopu ovoga dijela analize utvrđuje se koliki je udio definiranih obrazovnih ishoda ispitan, a koliki nije ispitan u pojedinome ispitu. Određuje se broj zadataka koji ispituju pojedini obrazovni ishod te broj zadataka koji ispituju sadržaje i procese koji nisu definirani niti u jednome obrazovnome ishodu.
2. *određivanje usklađenosti razina zahtjevnosti i kognitivnih procesa koji se zahtijevaju ispitnim zadatcima i obrazovnim ishodima.*

Ispitni zadatci i pripadajući obrazovni ishodi smatraju se usklađenima ako odgovaraju istim razinama zahtjevnosti i istim kategorijama kognitivnih procesa, a neusklađenima ako su zadatci ili ishodi postavljeni na višoj ili nižoj razini zahtjevnosti, odnosno u različitoj kategoriji kognitivnih procesa.

2.1.2. KATEGORIZACIJA KOGNITIVNIH PROCESA KORIŠTENA U OVOME PROJEKTU

U procesu konstrukcije ispita državne mature stručnim radnim skupinama je kao radni model za kategorizaciju zadataka po kognitivnim procesima predložena revidirana Bloomova taksonomija (Anderson i Krathwohl, 2001). Ta se taksonomija nije pokazala potpuno uporabljivom i praktičnom ni u našem kontekstu niti u drugim obrazovnim sustavima iz više razloga. Hopkins (1998), primjerice, izvještava o teškoćama u razlikovanju zadataka koji zahtijevaju primjenu znanja od zadataka koji zahtijevaju više razine te sugerira da istraživački podaci ne potvrđuju postojanje hijerarhije viših kategorija (analize, sinteze, vrjednovanja). Osim toga, iskustva u primjeni ove taksonomije govore da je pouzdano moguće razlikovati tek razinu znanja od ostalih razina i da je uglavnom moguće odvojiti razinu razumijevanja i primjene, a ostale se kategorije međusobno miješaju. Na kraju, pokazuje se da taksonomija nije jednako pogodna za sva područja.

Iz ovih razloga, u ovome je projektu odlučeno da se za analizu kognitivnih procesa, koji se nalaze u osnovi rješavanja zadataka u ispitu državne mature iz prirodoslovnih predmeta, iskoristi neka druga kategorizacija. U potrazi za primjenjivom kategorizacijom pošlo se od ideje da u obzir treba uzeti:

1. *kategorizacije koje se primjenjuju u području školskih predmeta iz područja prirodnih znanosti (tj. kategorizacija koja je domenski specifična)*
2. *kategorizacije koje se koriste za određivanje kognitivnih procesa koji djeluju prilikom rješavanja zadataka u pismenim ispitima i koji kombiniraju zadatke zatvorenoga tipa i zadatke otvorenoga tipa (uglavnom računske zadatke i zadatke kratkoga odgovora)*
3. *kategorizacije koje sadrže malo temeljnih kategorija (tri do četiri)*
4. *kategorizacije koje detaljno opisuju pojedine kategorije i pripadajuće procese.*

Pregledom novije literature i analizom dostupnih kategorizacija nekoliko je modela došlo u uži izbor, ali je ustanovljeno da gore navedenim kriterijima najbolje odgovaraju dvije kategorizacije:

- a) Webbov model razina dubine znanja (Webb, 2007)
- b) model kognitivnih domena korišten u TIMSS-u 2011. (Mullis i sur., 2009).

Detaljnijom analizom i usporedbom ovih dviju kategorizacija utvrđena je visoka razina sličnosti, ali je i zaključeno da niti jedan model u potpunosti ne odgovara potrebama projekta. Primjerice, u Webbovu modelu nisu bile dovoljno detaljno opisane pojedine podkategorije da bi uspješno mogle poslužiti kao sredstvo za kategorizaciju ispitnih zadataka s državne mature, a model korišten u TIMSS-u ne uzima dovoljno u obzir da je veliki broj zadataka u ispitima državne mature zahtijevao korištenje računskih operacija i da se uglavnom oslanjaju na školsko poučavanje iz područja ispitivanih predmeta.

Stoga je razrađena nova kategorizacija u kojoj su se spojile i prilagodile navedene kategorizacije korištene u Webbovu modelu i u TIMSS-u.

Nova kategorizacija, korištena u ovome projektu, ima tri kategorije:

1. *poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka*
2. *konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje (primjena) znanja*
3. *strateško i znanstveno razmišljanje.*

Premda navedene kategorije podrazumijevaju određenu hijerarhijsku organizaciju koja označava da viši redni broj kategorije uglavnom zahtijeva znanje i vještine veće složenosti i viših zahtjeva prema učenicima, ne mogu se smatrati

različitim razinama. Viša kategorija kognitivnih procesa ne nosi nužno veću složenost i težinu zadataka, već se unutar svake kategorije mogu osmisliti i pronaći zadatci različite razine zahtjevnosti i težine.

U nastavku slijedi kratki opis kategorija kakav je bio predstavljen i procjenjivačima ispitnih zadataka i obrazovnih ishoda s ispita državne mature.

Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka

Kategorija „Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka” odnosi se na kognitivne procese koji uključuju znanje specifičnih činjenica i podataka, koncepata, definicija, terminologije, simbola, uređaja itd. te, što je naročito važno za Fiziku, na izvođenje jednostavnih postupaka. Zadatci koji se nalaze u ovoj kategoriji od pristupnika traže zapamćivanje i prisjećanje prikladnoga sadržaja ili korištenje poznatih postupaka. Od pristupnika se tijekom odgovaranja na ove zadatke traži davanje jednostavnijih odgovora ili slijeđenje određenoga, često rutinskoga, postupka. Znanja iz ove kategorije važni su sastavni elementi složenijih znanja. Bez njih se ne može očekivati da će pristupnici moći postići pravo razumijevanje znanstvenih koncepata iz Fizike, biti sposobni primjenjivati znanje u rješavanju problemskih situacija iz područja predmeta i razmišljati na znanstveni način.

U Fizici treba naglasiti da i računski zadatci te zadatci otvorenoga tipa mogu spadati u ovu kategoriju kognitivnih procesa. Pri određivanju kategorija kognitivnih procesa, koji se ispituju određenim zadatkom, izrazito je važno uzeti u obzir proces poučavanja i učenja. Ako rješavanje određenoga zadatka zahtijeva konceptualno razumijevanje i primjenu znanja, a zadatak je korišten i poučavan tijekom srednjoškolskoga obrazovanja u vrlo sličnome obliku, onda pristupnici tijekom rješavanja toga zadatka koriste kognitivne procese karakteristične za kategoriju poznavanja znanstvenih činjenica i izvođenja jednostavnih postupaka. Upravo iz toga razloga pri procjeni kategorija kognitivnih procesa potrebnih za rješavanje pojedinoga zadatka ključno je iskustvo predmetnih nastavnika.

Sljedeći kognitivni procesi smatraju se dijelom ove kategorije.

a) Prepoznavanje ili dosjećanje znanstvenih činjenica

- prepoznavanje ili dosjećanje točnih tvrdnji o znanstvenim činjenicama, odnosima, konceptima, procesima i jednostavnim procedurama
- određivanje karakteristika ili svojstava određenih materijala i procesa
- prepoznavanje ili dosjećanje standardnoga znanstvenoga objašnjenja jednostavne pojave

b) Definiranje

- identificiranje ili davanje definicija znanstvenih termina
- prepoznavanje ili korištenje znanstvenoga rječnika, simbola, skraćenica, jedinica i skala u odgovarajućim situacijama

c) Opisivanje

- opisivanje materijala i znanstvenih procesa koji ukazuju na poznavanje svojstava, strukture, funkcije i odnosa

d) Korištenje poznate formule

- uvrštavanje vrijednosti u formulu

e) Ilustriranje poznatim primjerima

- biranje ilustrativnih primjera koji podupiru tvrdnje o znanstvenim činjenicama ili konceptima

f) Poznavanje znanstvenih instrumenata

- znanje o korištenju prikladne opreme, uređaja, mjernih instrumenata i ljestvica
- provođenje jednostavne, zadane procedure („po receptu”) ili mjerenja

Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje (primjena) znanja

Ova kategorija uključuje zadatke za čije rješavanje nije dovoljno samo poznavati znanstvene činjenice koje čine njihov sadržaj i izvoditi jednostavne postupke. Zadatci u ovoj kategoriji zahtijevaju interpretiranje informacija, njihovo organiziranje, uspoređivanje i klasificiranje, objašnjavanje u svjetlu znanstvenih koncepata i principa te primjenu znanja i razumijevanja u jednostavnijim problemskim situacijama. To znači da znanje i vještine potrebne za točan odgovor nisu automatizirane i rutinizirane, već treba odlučiti o tome kako pristupiti rješavanju i kako postaviti zadatak. Zadatci u ovoj kategoriji zahtijevaju više od jednoga koraka rješavanja, a traže primjenu znanja i konceptualnoga razumijevanja u rješavanju poznatih znanstvenih problema. Ova kategorija sadrži i zadatke koji zahtijevaju opisivanje i kratko objašnjavanje ako se radi o nekim složenijim znanstvenim pojmovima. Međutim, treba još jednom naglasiti da ako je zadatak, koji bi inače bio klasificiran u ovu kategoriju izravno korišten u poučavanju, onda se smatra zadatkom niže kategorije, tj. kategorije poznavanja. Svrstavanje zadataka ispita iz Fizike u ovu kategoriju predstavlja poseban izazov jer se u većini zadataka pristupnik treba postaviti prema zahtjevu zadatka i donijeti odluku o rješavanju zadatka. Slijedom poučavanja dio ovih odluka postaje naučen.

Primjeri kognitivnih procesa u ovoj kategoriji su sljedeći.

a) Uspoređivanje i klasificiranje

- identficiranje ili opisivanje sličnosti ili razlika između grupa objekata, materijala i procesa
- razlikovanje, klasificiranje ili redanje individualnih objekata, materijala i procesa na temelju određenih karakteristika ili svojstava

b) Korištenje modela

- korištenje slika ili modela za pokazivanje razumijevanja znanstvenoga koncepta, strukture, odnosa, procesa, fizikalnih sustava ili ciklusa (npr., strukture atoma...)
- organiziranje, prikazivanje i uspoređivanje podataka

c) Povezivanje znanja

- povezivanje znanja o konceptima s opaženim ili pretpostavljenim svojstvima, ponašanjima ili uporabama objekata ili materijala
- objašnjavanje ili pojašnjavanje tvrdnji o činjenicama i konceptima prikladnim primjerima (koji nisu korišteni u procesu poučavanja i učenja)
- određivanje i objašnjavanje odnosa između činjenica, termina, svojstava ili varijabli

d) Interpretiranje informacija

- interpretiranje jednostavnih tabelarnih, grafičkih ili tekstualnih informacija u svjetlu znanstvenih koncepata ili principa

e) Rješavanje problema poznatih iz situacija učenja i poučavanja

- formuliranje jednostavnoga problema na temelju podataka i postavljenih uvjeta
- identficiranje ili korištenje odnosa, formula ili jednadžbi za pronalaženje rješenja problema koje zahtijeva manipulaciju formule ili jednadžbe, a ne samo uvrštavanje vrijednosti, primjerice, zahtijeva biranje informacija, izvođenje formule, određivanje vrijednosti koje nisu izravno navedene u zadatku i sl.

f) Objašnjavanje

- identficiranje ili davanje objašnjenja neke prirodne pojave ili nalaza pokazivanjem razumijevanja znanstvenoga koncepta, principa, zakona i teorije

Strateško i znanstveno razmišljanje

Ova kategorija uključuje korištenje znanja i konceptualnoga razumijevanja u odgovaranju na nestandardna pitanja i rješavanju novih i/ili složenih znanstvenih problema. U odnosu na probleme u drugoj kategoriji kognitivnih procesa, problemi u ovoj kategoriji su složeniji, manje poznati (nisu korišteni u kontekstu učenja i poučavanja) i uvijek zahtijevaju dijeljenje na niz koraka (uz korištenje planiranja, organiziranja procesa i rezoniranja). Od učenika traže planiranje, osmišljavanje strategije rješavanja problema, rezoniranje, korištenje nalaza istraživanja, znanstveno zaključivanje, metakognitivno razumijevanje znanstvenoga pristupa, objašnjavanje i vrjednovanje vlastitih rezultata. Zadatci koji odgovaraju ovoj kategoriji mogu imati više od jednoga točnoga odgovora, a točna rješenja mogu proizlaziti iz različitih pristupa i strategija. Unutar ove kategorije kognitivnih procesa od učenika se traži osmišljavanje dizajna istraživanja, postavljanje istraživačkih pitanja i hipoteza, šire i cjelovitije donošenje zaključaka i razvijanje objašnjenja do kojih se dolazi na temelju vrjednovanja predstavljenih nalaza i znanstvenoga razumijevanja te vrjednovanja znanstvenih informacija i teorija.

U ovu kategoriju spadaju sljedeći procesi.

a) Analiza problema

- analiziranje problema u svrhu identifikacije istraživačkoga pitanja, određivanja koncepata, odnosa i koraka u rješavanju problema
- razvijanje i objašnjavanje strategija rješavanja problema

b) Integriranje/sintetiziranje

- rješavanje problema koji uključuju razmatranje više različitih čimbenika ili povezanih koncepata, povezivanje koncepata u različitim područjima znanosti, pokazivanje razumijevanja zajedničkih koncepata i tema u različitim područjima znanosti, integriranje matematičkih koncepata i procedura u rješavanju znanstvenih problema

c) Postavljanje hipoteza/predviđanje

- kombiniranje znanja o znanstvenim konceptima s informacijama iz iskustva i opažanja u cilju formuliranja pitanja koja mogu biti odgovorena putem istraživanja
- postavljanje hipoteza kao provjerljivih pretpostavki na temelju znanja iz opažanja i/ili analize znanstvenih informacija i konceptualnoga razumijevanja
- donošenje predviđanja o učincima promjena u biološkim ili fizičkim uvjetima na temelju razumijevanja nalaza i znanstvenoga razumijevanja

d) Istraživački dizajn

- osmišljavanje ili planiranje istraživanja prikladnoga za odgovaranje na znanstvena pitanja i testiranje hipoteza
- opisivanje ili prepoznavanje karakteristika dobro osmišljenih istraživanja u terminima mjerenih varijabli i kontroliranih odnosa uzrok – posljedica
- odlučivanje o mjerenjima i procedurama koje treba primijeniti u provođenju istraživanja

e) Donošenje zaključaka

- otkrivanje obrazaca u podacima, opisivanje ili sumiranje trendova u podacima i interpoliranje ili ekstrapoliranje na temelju podataka (npr., interpretiranje podataka u složenome grafičkome prikazu ili slici)
- donošenje valjanih zaključaka na temelju nalaza i/ili razumijevanja znanstvenih koncepata
- donošenje prikladnih zaključaka koji se odnose na postavljena pitanja i hipoteze i koji pokazuju razumijevanje uzroka i posljedica

f) Generaliziranje

- donošenje općih zaključaka koji premašuju eksperimentalne ili postavljene uvjete i primjenjivanje zaključaka na nove situacije
- određivanje općih formula za izražavanje fizikalnih odnosa

g) Vrijednovanje

- vrijednovanje prednosti i nedostataka pri odlučivanju o alternativnim procesima, materijalima i izvorima
- razmatranje znanstvenih i socijalnih čimbenika u vrijednovanju utjecaja znanosti i tehnologije na fizikalne sustave
- vrijednovanje alternativnih objašnjenja i strategija rješavanja problema i rješenja
- vrijednovanje rezultata istraživanja s obzirom na kompletnost (dovoljnost) za donošenje zaključaka

h) Obrazlaganje

- korištenje nalaza i znanstvenoga razumijevanja za argumentiranje objašnjenja i rješenja problema
- konstruiranje argumenata koji ukazuju na razumnost rješenja problema, zaključaka iz istraživanja i znanstvenih objašnjenja
- objašnjavanje pojava u terminima znanstvenih koncepata i principa
- obrazloženje odgovora (dalje od jednostavnoga objašnjenja ili korištenja nekoliko riječi za odgovaranje)

2.1.3. PROCJENJIVAČI – SUDIONICI U SADRŽAJNOJ ANALIZI ISPITA DRŽAVNE MATURE

U sadržajnoj analizi ispita sudjelovali su predmetni stručnjaci koji su okupljeni za potrebe projekta u predmetnu ekspertnu skupinu. U skupini je sudjelovalo pet predmetnih stručnjaka. Sastav ekspertne skupine bio je sljedeći:

- dvoje nastavnika koji su bili članovi stručne radne skupine za državnu maturu
- jedan predmetni nastavnik iz prirodoslovno-matematičke ili prirodoslovne gimnazije
- jedan predmetni nastavnik iz opće, jezične ili klasične gimnazije
- jedan predmetni nastavnik iz strukovne škole iz koje značajan dio učenika pristupa ispitu državne mature iz pojedinoga predmeta.

2.1.4. POSTUPAK SADRŽAJNE ANALIZE ISPITA DRŽAVNE MATURE

Rad predmetne ekspertne skupine odvijao se u sljedećim fazama:

1. *sudjelovanje u radionici o postupcima analize sadržaja ispita i analize obrazovnih ishoda iz ispitnih kataloga*
2. *individualni rad predmetnih stručnjaka*
 - 2.a) *analiza pouzdanosti procjena – slaganje između procjenjivača*
3. *konzultacije u okviru predmetne ekspertne skupine.*

Ad 1. Prvo je održana jednodnevna radionica za članove predmetnih ekspertnih skupina iz Fizike, Kemije i Biologije. Nastavnici su upoznati s ciljevima i sadržajem projekta i s osnovnim analizama rezultata ispita državne mature iz prirodoslovnih predmeta. Poseban je naglasak radionice stavljen na metodologiju analize sadržajne valjanosti i kvalitete ispitnih zadataka i ispita. Nastavnici su detaljno upoznati s pojedinim elementima procjene ispitnih zadataka i obrazovnih ishoda te su upućeni na procedure procjenjivanja i unosa podataka u posebno priređene matrice za procjenu ispitnih zadataka i obrazovnih ishoda. Značajna je pozornost u radionici posvećena objašnjavanju predložene kategorizacije razina zahtjevnosti i kognitivnih procesa koji se pretpostavljaju za uspješno rješavanje ispitnih zadataka.

Ad 2. Članovi predmetne ekspertne skupine su samostalno i individualno proveli vrjednovanje/procjenu ispitnih zadataka s obzirom na sadržaj (temu, podtemu, obrazovni ishod koji se ispituje zadatkom), složenost (razinu zahtjevnosti, kognitivne procese u osnovi rješavanja zadatka, težinu s obzirom na populaciju učenika škola u kojima predaju) i pokrivenost obrazovnim ishodima definiranih ispitnim katalogom.⁷

Osim toga, vrjednovali su obrazovne ishode iz ispitnoga kataloga s obzirom na razinu zahtjevnosti i kognitivne procese koje ishodi podrazumijevaju.

⁷ Nakon određivanja obrazovnoga ishoda definiranoga ispitnim katalogom, koji se ispituje pojedinim zadatkom, nastavnici su trebali odrediti pokriva li zadatak cijeli ili dio obrazovnoga ishoda, odnosno iskazati svoju prosudbu o tome ispituje li zadatak cijeli ishod ili tek dio zahtjeva postavljenih u ishodu. Osim toga, trebali su procijeniti obuhvaća li zadatak ključni (sržni) dio zahtjeva postavljenoga u obrazovnome ishodu ili mjeri neki manje važan, periferni dio ishoda. Ove procjene nisu uključene u rad, ali su dostupne na uvid zainteresiranim čitateljima.

Na kraju su nastavnici dali svoj pismeni osvrt na kvalitetu ispita u cjelini, obuhvat relevantnih sadržaja, tema i kognitivnih razina, primjerenost ispita različitim kategorijama učenika i očekivani povratni utjecaj ispita na učenje, poučavanje i vrjednovanje predmeta u srednjoškolskome obrazovanju. U tu je svrhu pripremljen kratki upitnik s pitanjima otvorenoga tipa.

Ad 2.a) Prikupljene procjene svih članova predmetne ekspertne skupine analizirane su u cilju određivanja pouzdanosti procjena, tj. stupnja slaganja među procjenjivačima pojedinoga ispita. Kao mjera slaganja korišten je koeficijent intraklasne korelacije koji se temelji na modelu dvostrukih slučajnih efekata (efekti procjenjivača i objekata procjene, tj. zadataka tretiraju se kao slučajni) i na definiranju slaganja u terminima konzistentnosti, a ne apsolutnoga slaganja. Intraklasna korelacija izračunata je za procjene teme, razine zahtjevnosti i kategorije kognitivnih procesa, a dobivene vrijednosti prikazane su u tablici 1.

Tablica 1.

Koeficijenti intraklasne korelacije kao pokazatelji stupnja slaganja među procjenjivačima – članovima predmetne ekspertne skupine iz Fizike

	Tema zadataka	Razina zahtjevnosti zadataka	Kognitivni procesi koji se zahtijevaju u zadacima
Pouzdanost prosječne procjene	,997	,774	,773

Slaganje među procjenjivačima u određivanju teme zadatka je, prema očekivanju, izrazito visoko, što ukazuje na jednoznačnost kategorizacije tema (područja istraživanja) zadanih u ispitnome katalogu. Pouzdanosti procjena razina zahtjevnosti i kognitivnih procesa u osnovi rješavanja zadataka su znatno niže, ali i dalje uglavnom zadovoljavajuće. Niži koeficijenti intraklasne korelacije za ove procjene (u odnosu na temu zadataka) govore o većoj subjektivnosti potrebnoj za njihovo donošenje te o nepotpunome razgraničenju ponuđenih kategorija (razina).

Osim provjere slaganja između članova predmetne ekspertne skupine u procjenama zadataka, izračunato je i slaganje u procjenama razine zahtjevnosti i kognitivnih procesa u obrazovnim ishodima. U obzir su uzeti samo oni obrazovni ishodi koji su ispitani pojedinim zadacima u ispitu državne mature. Tablica 2. prikazuje vrijednosti intraklasnih korelacija kao mjera slaganja članova skupine za te procjene.

Tablica 2.

Koeficijenti intraklasne korelacije kao pokazatelji stupnja slaganja među procjenjivačima – članovima predmetne ekspertne skupine iz Fizike

	Razina zahtjevnosti obrazovnih ishoda	Kognitivni procesi u obrazovnim ishodima
Pouzdanost prosječne procjene	0,561	0,801

Pregledom dobivenih vrijednosti intraklasnih korelacija, kao pokazatelja pouzdanosti procjena zahtjevnosti i kognitivnih procesa u obrazovnim ishodima, može se ustanoviti da je pouzdanost procjena kognitivnih procesa u obrazovnim ishodima prilično visoka. Vrijednost intraklasne korelacije, koja je postignuta za procjenu zahtjevnosti obrazovnih ishoda, problematična je u toj mjeri da je onemogućeno korištenje ove varijable u analizama usklađenosti ispitnih zadataka i ishoda. Takav se rezultat, odnosno niska pouzdanost procjena zahtjevnosti može povezati sa slabostima u definiranju obrazovnih ishoda i činjenicom da su ishodi često složeni (sadrže više ishoda u jednome) i ponekad nedovoljno precizno određeni.

Ad 3. Nakon provedenih početnih analiza procjena, koje su dali članovi predmetne ekspertne skupine, i nakon analize pouzdanosti pojedinih procjena, održane su grupne konzultacije u okviru predmetne ekspertne skupine. Članovi su raspravili međusobne razlike u procjenama ispitnih zadataka te postigli konsenzus oko pojedinih procjena u kojima nije postignuto početno slaganje.

Jednoglasno dogovorene vrijednosti predstavljaju podatke koji su prikazani u ovome radu. Izuzetak predstavljaju procjene zahtjevnosti i kognitivnih procesa koji se podrazumijevaju u obrazovnih ishodima. Za te procjene nije tražen konsenzus, nego su korištene dominantne ili prosječne vrijednosti.

2.2. ANALIZA REZULTATA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE

U ovome poglavlju ukratko su opisani podatci koji su korišteni u analizi rezultata pristupnika ispitu državne mature iz Fizike te su navedeni korišteni analitički postupci.

2.2.1. PRIKUPLJENI PODATCI

U ovome dijelu projekta korišteni su podatci o rezultatima pristupnika u ispitu iz Fizike u ljetnome roku državne mature u školskoj godini 2009./2010. Baze podataka koje je osigurao Centar su posebno оформljene za potrebe ovoga projekta. Baze sadrže tri osnovna skupa varijabli na razini pojedinoga pristupnika:

1. *osobni podatci*
2. *podatci o školskome uspjehu iz Fizike*
3. *podatci o uspješnosti u ispitu iz Fizike*

Ad 1. Većina osobnih podataka odnosi se na školovanje pristupnika. Tako za svakoga pristupnika postoji podatak o nazivu škole koju pohađa, mjestu u kojem se škola nalazi, programu kojega pohađa i razrednome odjelu. Na temelju ovih podataka stvorene su nove varijable strukovnih područja, programskih i lokacijskih pripadnosti. Osim ovih podataka, baza sadrži i podatak o spolu pristupnika.

Ad 2. Podatci o školskome uspjehu iz Fizike odnose se na postignut uspjeh u svim četirima razredima srednje škole.

Ad 3. Podatci o uspješnosti u ispitu iz Fizike odnose se na rezultat svakoga pojedinoga pristupnika u svakome ispitnome zadatku. Na temelju ovih podataka izračunat je ukupni rezultat pristupnika u ispitu iskazan kroz broj bodova i postotnu uspješnost. Na temelju rezultata prvoga dijela projekta izračunate su sljedeće rezultatske varijable: rezultat zadataka zatvorenoga tipa, rezultat zadataka otvorenoga tipa, rezultat zadataka svakoga pojedinoga tematskoga područja, rezultat zadataka različitih kategorija kognitivnih procesa te rezultat zadataka različitih razina zahtjevnosti.

2.2.2. ANALITIČKI POSTUPCI

Uz frekvencijske analize, koje su korištene za profiliranje pristupnika ispitu iz Fizike, u radu su korišteni različiti parametrijski statistički postupci. U analizi razlika u uspješnosti različitih skupina pristupnika korišteni su t-test i analiza varijance (ANOVA). Zbog velikoga broja pristupnika i želje da se iskaže veličina razlika, u radu je naglasak stavljen na vrijednosti veličine efekta (iskazane Pearsonovim r). Veličina efekta je standardizirani i usporedivi pokazatelj snage razlike između skupina pristupnika. Ovaj je pokazatelj relevantniji od statističke značajnosti jer nije ovisan o broju pristupnika (stupnjeva slobode). Vrijednost veličine efekta je između -1 i 1 . Zbog olakšane interpretacije Cohen (1988) postulira da su mali efekti do $r = \pm 0,15$, srednji efekti oko $r = \pm 0,30$, a izrazito snažni efekti oko $r = \pm 0,50$. Veličina efekta korištena je i u planiranim usporedbama (engl. *Planned contrasts*) koje su uslijedile nakon ANOVA.⁸

Osim ovih postupaka, korištene su i različite mjere povezanosti između varijabli, ali i testiranje razlika u uspješnosti u različitim dijelovima ispita istih ispitanika (t-test za zavisne uzorke). Specifičnost rada je korištenje Mantel-Haenszel statistike DIF (engl. *Differential item functioning*) kojom se uspoređuje riješenost pojedinih zadataka onih pristupnika iz različitih skupina koji su postigli sličan ukupni rezultat u cjelokupnome ispitu.

Za potrebe ovoga rada psihometrijska analiza zadataka ispita iz Fizike ograničena je na izvješćivanje o indeksu težine i indeksu diskriminativnosti pojedinih zadataka te međusobnomu odnosu ovih dviju mjera.

⁸ Potrebno je naglasiti da, premda, većina mjera korištenih u analitičkim postupcima ne zadovoljava preduvjete za parametrijske statističke postupke, zbog broja pristupnika i veće jasnoće rada, koje je pisano za širu publiku, odlučeno je da će se koristiti parametrijski statistički postupci.

3. STRUKTURA PRISTUPNIKA ISPITU DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE

Ispitu iz Fizike u ljetnome roku u školskoj godini 2009./2010. pristupilo je 9395 pristupnika, što predstavlja 27,99% svih pristupnika koji su pristupili ispitima državne mature.⁹ U usporedbi s ostalim ispitima izbornoga dijela državne mature, ispitu iz Fizike pristupilo je najviše pristupnika. U analitičke svrhe pristupnici ispitima državne mature podijeljeni su u četiri skupine: pristupnici iz gimnazija koji su srednjoškolsko obrazovanje završili u školskoj godini 2009./2010.; pristupnici iz četverogodišnjih strukovnih škola koji su srednjoškolsko obrazovanje završili u školskoj godini 2009./2010.; pristupnici koji su srednjoškolsko obrazovanje završili u Republici Hrvatskoj u prethodnim školskim godinama i pristupnici koji su srednjoškolsko obrazovanje završili izvan Republike Hrvatske. U tablici 3. prikazani su podatci o pristupnicima ispitu iz Fizike prema navedenoj podjeli.

Tablica 3.

Struktura pristupnika koji su polagali ispit iz Fizike u ljetnome roku školske godine 2009./2010.

PRISTUPNICI	N (Fizika)	N (ukupno)	Redni postotak	Stupčani postotak
Pristupnici iz gimnazija	3981	12315	32,33	42,37 (36,70)*
Pristupnici iz strukovnih škola	4562	16840	27,09	48,56 (50,18)
Pristupnici koji su srednjoškolsko obrazovanje završili u Republici Hrvatskoj prijašnjih školskih godina	556	3297	16,86	5,92 (9,82)
Pristupnici koji su srednjoškolsko obrazovanje završili izvan Republike Hrvatske	296	1108	26,71	3,15 (3,30)
UKUPNO	9395	33560	27,99	100

* postotak pristupnika iz pojedine skupine u ukupnome broju pristupnika koji su pristupili državnoj maturi (na temelju pristupanja ispitima iz Matematike)

Od ukupnoga broja pristupnika ispitu iz Fizike, 48,56% pristupnika je iz strukovnih škola, a 42,37% pristupnika iz gimnazija. Osim pristupnika koji su srednjoškolsko obrazovanje završili u školskoj godini 2009./2010., strukturu pristupnika ispitu iz Fizike čini i 5,92% pristupnika koji su srednjoškolsko obrazovanje završili u Republici Hrvatskoj prethodnih godina i 3,15% pristupnika koji su srednjoškolsko obrazovanje završili izvan hrvatskoga obrazovnog sustava. Ako se usporedi udio pristupnika iz ovih skupina s ukupnim brojem pristupnika koji su polagali ispite obveznoga dijela državne mature, razvidno je da su relativni omjeri vrlo slični. Analizirajući profil pristupnika u odnosu na ukupni broj pristupnika iz pojedinih skupina, koji su pristupili ispitima obveznoga dijela državne mature, razvidno je da je 32,33% pristupnika iz gimnazija i 27,09% pristupnika iz strukovnih škola polagalo ispit iz Fizike u ljetnome roku školske godine 2009./2010. Osim ukupnoga rezultata, većina preostalih analitičkih postupaka utemeljena je na rezultatima pristupnika iz gimnazija i strukovnih škola koji su srednjoškolsko obrazovanje završili u godini polaganja ispita. Daljnja raščlamba strukture ovih dviju skupina pristupnika ujedno je i osnova daljnjih interpretacija vezanih uz konstrukciju i rezultate ispita državne mature.

Prijelaz iz osnovnoškolskoga u srednjoškolsko obrazovanje u Republici Hrvatskoj karakterizira jasna diferencijacija pri upisu u srednju školu. Na odabir vrste srednjoškolskoga obrazovnog programa u najvećoj mjeri utječu osobni interesi i obrazovno postignuće učenika iz osnovne škole iskazano zaključnim školskim ocjenama iz pojedinih predmeta i zaključnim općim uspjehom u sedmome i osmome razredu. Učenici se na temelju ovih karakteristika upisuju

⁹ Podatak je izračunat na temelju broja pristupnika koji su polagali obje razine ispita državne mature iz Matematike u ljetnome roku državne mature u školskoj godini 2009./2010.

u gimnazije ili strukovne škole kao dvije osnovne vrste obrazovnih programa. Obje navedene vrste (u daljnjem tekstu: gimnazijski i strukovni programi) dijele se na različite programe ovisno o vrsti nastavnoga plana i programa. Posljedica učenikova odabira različitih programa je nejednaka izloženost poučavanju i učenju Fizike, što može rezultirati nejednakim šansama u ispitu državne mature. Značajna raznolikost prisutna je u strukovnim područjima i programima, ali i u gimnazijskim programima. Za razliku od većine predmeta, satnica, a time i širina i dubina kojom se poučavaju i uče određeni sadržaji iz Fizike, nije podjednaka u različitim gimnazijskim programima. Tako učenici prirodoslovno-matematičkih i prirodoslovnih gimnazija tijekom četiriju godina srednjoškolskoga obrazovanja imaju tri sata Fizike tjedno. Za razliku od njih, učenici općih i klasičnih gimnazija imaju dva sata ovoga predmeta. Učenici jezičnih gimnazija također imaju Fiziku dva sata tjedno, ali s dodatnom mogućnošću da u trećem i četvrtome razredu umjesto Fizike biraju pojačane programe stranih jezika s istom satnicom. Na temelju navedenoga nije opravdano očekivati da će ispitu iz Fizike pristupiti podjednaki udio učenika iz različitih gimnazijskih programa. U tablici 4. prikazana je struktura pristupnika koji su polagali ispit državne mature iz Fizike iz različitih gimnazijskih programa.

Tablica 4.

Struktura pristupnika iz različitih gimnazijskih programa koji su polagali ispit iz Fizike u ljetnome roku školske godine 2009./2010.

PROGRAMI	N (Fizika)	N (ukupno)	Redni postotak	Stupčani postotak
Opća gimnazija	2197	7828	28,07	55,19 (63,56)*
Prirodoslovno-matematička gimnazija	1290	1894	68,11	32,40 (15,38)
Jezična gimnazija	255	1759	14,50	6,41 (14,28)
Klasična gimnazija	173	657	26,33	4,35 (5,33)
Prirodoslovna gimnazija	45	118	38,14	1,12 (0,97)
Ostali programi i nepotpuni podaci	21	59		0,53 (0,48)
UKUPNO	3981	12315	32,33	100

* postotak pristupnika iz pojedine skupine u ukupnome broju pristupnika koji su pristupili državnoj maturi (na temelju pristupanja ispitima iz Matematike)

Podatci ukazuju na to da su u apsolutnome broju najzastupljeniji učenici općih gimnazija (55,19%). Nakon njih slijede učenici prirodoslovno-matematičkih gimnazija (32,40%). Nakon ovih dviju po brojnosti izraženih skupina slijede učenici jezičnih gimnazija (6,41%), klasičnih gimnazija (4,35%), klasičnih prirodoslovnih gimnazija (1,13%) te ostalih gimnazijskih programa (0,13%). Od analize apsolutnoga broja pristupnika značajnije su analize zastupljenosti pojedinih profila pristupnika u odnosu na njihov broj u populaciji pristupnika državnoj maturi provedenoj u školskoj godini 2009./2010. Ove analize dovode do značajnih zaključaka jer ukazuju da su, u odnosu na njihov broj u cjelokupnoj populaciji, najzastupljeniji pristupnici iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija jer njih čak 68,11% pristupa ispitu iz Fizike. Sljedeća najzastupljenija skupina su pristupnici iz prirodoslovnih gimnazija (38,14%), a tek onda slijede pristupnici iz općih gimnazija (28,07%) i klasičnih gimnazija (26,33%). Tek 14,50% učenika jezičnih gimnazija pristupa ispitu iz Fizike. Ukratko, ovi podaci ukazuju na to da su pristupnici iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija izrazito više zastupljeni u odnosu na njihov broj u populaciji svih pristupnika. Istodobno, razvidno je da su pristupnici iz općih, klasičnih, a naročito jezičnih gimnazija manje zastupljeni u odnosu na njihov ukupni broj. Premda donekle očekivana, ovako heterogena profilna struktura pristupnika iz gimnazijskih programa ima snažne posljedice

na konstrukciju ispita i postavlja značajna ograničenja pri interpretaciji, a naročito generalizaciji zaključaka o usvojenosti sadržaja iz Fizike na razini cjelokupnih dijelova srednjoškolskoga obrazovnoga sustava na temelju rezultata pristupnika. U strukovnim programima prisutna je još veća raznolikost jer se, ne samo određeni strukovni programi za specifična zanimanja, već i cjelokupna strukovna područja izrazito razlikuju u širini i dubini kojima se poučavaju i uče sadržaji iz Fizike. Tako cjelokupna strukovna područja ili uopće nemaju nastavu iz Fizike ili je imaju samo tijekom prvoga i/ili drugoga razreda srednjoškolskoga obrazovanja. Istodobno, određena strukovna područja i programi, uz nastavu Fizike u općeobrazovnome dijelu, imaju cijeli niz strukovnih predmeta u čijoj se osnovi nalaze sadržaji i koncepti iz Fizike. Kao i u gimnazijskim programima, za očekivati je da će se broj pristupnika strukovnih programa izrazito razlikovati s obzirom na strukovno područje iz kojega dolaze. U tablici 5. prikazana je struktura pristupnika iz različitih strukovnih područja. Iz podataka je razvidno da su u apsolutnome broju najzastupljeniji pristupnici iz područja *Elektrotehnika*, *Strojarstvo* i *Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali*. Pristupnici iz ovih triju strukovnih područja najzastupljeniji su i u relativnome broju jer više od triju četvrtina svih pristupnika, koji pristupaju ispitima državne mature iz ovih područja, polažu ispit iz Fizike. Tako čak 83,16% učenika iz područja *Elektrotehnika* i 87,04% učenika iz područja *Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali* polaže ispit iz Fizike. Prema relativnome broju značajno su zastupljeni i pristupnici iz strukovnih područja *Brodogradnja* (66,67%), *Geologija, rudarstvo i nafta* (56,67%), *Unutarnji transport* (54,55%), *Zračni promet* (54,35%) i *Cestovni promet* (51,91%). Važno je napomenuti da iz strukovnih područja, u kojima se obrazuje veliki broj učenika, npr. *Ekonomija i trgovina* (3,31%), *Zdravstvo* (10,47%) i *Ugostiteljstvo i turizam* (0,91%) relativno mali broj pristupnika bira ovaj izborni predmet. Zanimljivo je primijetiti da pristupnici, koji pristupaju ispitu iz Fizike, dolaze iz svih strukovnih područja, osim iz područja *Glazbena umjetnost*. U ukupnome broju relativno mali udio pristupnika, koji nemaju Fiziku tijekom svih četiriju godina srednjoškolskoga obrazovanja, nije zanemariv te se opravdano postavlja pitanje kakvi se rezultati mogu očekivati od ove skupine pristupnika.

Tablica 5.

Struktura pristupnika iz različitih strukovnih područja koji su polagali ispit iz Fizike u ljetnome roku školske godine 2009./2010.

STRUKOVNO PODRUČJE	N (Fizika)	N (ukupno)	Redni postotak	Stupčani postotak
Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali	665	764	87,04	14,58 (4,06)*
Elektrotehnika	2281	2743	83,16	50,00 (16,29)
Strojarstvo	536	729	73,53	11,75 (4,33)
Brodogradnja	8	12	66,67	0,18 (0,07)
Geologija, rudarstvo i nafta	17	30	56,67	0,37 (0,18)
Unutarnji transport	6	11	54,55	0,13 (0,07)
Zračni promet	25	46	54,35	0,55 (0,27)
Cestovni promet	136	262	51,91	2,98 (1,56)
Pomorski, riječni i lučki promet	96	230	41,74	2,10 (1,37)
Željeznički promet	25	67	37,31	0,55 (0,40)
Optika i obrada stakla	7	25	28,00	0,15 (0,15)
Kemijska tehnologija	22	104	21,15	0,48 (0,62)
Grafika	58	332	17,47	1,27 (1,97)
Poštansko-telegrafski promet	34	205	16,59	0,75 (1,22)
Veterina	30	231	12,99	0,66 (1,37)
Međustrukovni programi	34	264	12,88	0,75 (1,57)
Obrada drva	12	97	12,37	0,26 (0,58)
Zdravstvo	213	2034	10,47	4,67 (12,08)
Tekstil	4	78	5,13	0,09 (0,46)
Šumarstvo	7	144	4,86	0,15 (0,86)
Poljoprivreda	22	470	4,68	0,48 (2,79)
Ekonomija i trgovina	178	5385	3,31	3,90 (31,98)
Likovna umjetnost	15	474	3,16	0,33 (2,81)
Prehrana	4	214	1,87	0,09 (1,27)
Osobne usluge	2	150	1,33	0,04 (0,89)
Ugostiteljstvo i turizam	15	1640	0,91	0,33 (9,74)
Glazbena umjetnost	0	99	0	0,00 (0,59)
Nepotpuni podatci	110			2,41
UKUPNO	4562	16840	27,09	100

* postotak pristupnika iz pojedine skupine u ukupnome broju pristupnika iz strukovnih škola na državnoj maturi

Analize koje ukazuju na izrazitu heterogenost pristupnika ispitu iz Fizike imaju izravan i snažan utjecaj na konstrukciju ispita, a posebice na interpretaciju postignutih rezultata u ispitu. Prikazani podatci odgovaraju očekivanjima i ukazuju na to da su pristupnici iz određenih strukovnih područja jasno usmjereni na Fiziku i studijske programe koji zahtijevaju znanja, vještine i sposobnosti iz Fizike.

POSljedICE NA KONSTRUKCIJU ISPITA

Jedan od osnovnih postulata konstrukcije ispitnih materijala i mjerenja u obrazovanju govori da ispit mora biti prilagođen pristupnicima. Ispitni katalog i ispit iz Fizike određeni su sljedećom formulacijom u Ispitnome katalogu iz Fizike u školskoj godini 2009./2010.

Ispitni katalog usklađen je s odobrenim Nastavnim planom i programom za Fiziku u gimnazijama. Pri sastavljanju Ispitnoga kataloga iz Fizike za državnu maturu vodilo se računa o tome da se u praksi podučavanje razlikuje u različitim vrstama gimnazija. Također se vodilo računa i o činjenici da postoje dvije inačice programa. Odlučeno je da se na državnoj maturi ispituju samo osnovna znanja i vještine koje su trebali usvojiti i razviti svi učenici, neovisno o vrsti gimnazije i inačici programa.

Iz navedenoga određenja razvidno je da je sadržaj ispita državne mature iz Fizike prilagođen učenicima gimnazija i to u dubini i širini svojstvenoj svim učenicima gimnazija bez obzira na vrstu. Može se zaključiti da je ovakvo određenje zapravo svođenje zahtjeva ispitivanja na „najmanji zajednički nazivnik” gimnazijskih programa. I dok je ovakvo određenje ispita donekle razumljivo, posebice s obzirom na način donošenja političkih odluka vezanih za provođenje državne mature, provedene analize daju dodatne uvide u primjerenost ovakva određenja s obzirom na heterogenost profila pristupnika.

Ukratko, analize ukazuju da veći dio pristupnika dolazi iz strukovnih škola nego iz gimnazija. Štoviše, u apsolutnome broju najviše pristupnika dolazi iz područja *Elektrotehnika* nakon čega slijede pristupnici iz općih gimnazija. Navedeno ukazuje da bi pri konstrukciji ispita iz Fizike trebalo uvažiti činjenice o apsolutnome i relativnome broju pristupnika iz četverogodišnjih strukovnih škola, a naročito iz određenih strukovnih područja. Čak i kada bi usmjerenje isključivo na gimnazijske nastavne planove i programe bilo opravdano, analiza profila pristupnika prema gimnazijskim programima ukazuje na nedostatke i nelogičnost usmjerenja k programskom „najmanjemu zajedničkomu nazivniku”. Naime, u gimnazijskim su programima izrazito više zastupljeni pristupnici iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija koji imaju veću širinu i dubinu gimnazijskoga programa od ostalih gimnazijalaca, a manje su zastupljeni pristupnici iz jezičnih programa za koje se može tvrditi da su najmanje izloženi sadržajima iz Fizike. S obzirom na upise na visokoškolske ustanove, kao dominantne svrhe izbornoga dijela državne mature, opravdano je postaviti pitanje je li ovakvo određenje ispita iz Fizike ispravno. Postojeće određenje ispita ukazuje na to da je ispit u potpunosti prilagođen manjinskomu dijelu pristupnika. Može se opravdano pretpostaviti da ispit za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ne će odgovarati širini i dubini poučavanja Fizike kojima su bili izloženi tijekom srednjoškolskoga obrazovanja. Istodobno, ne može se očekivati da će ispit biti primjeren pristupnicima iz strukovnih škola koji su zbog profilne orijentacije strukovnih programa često u različitoj mjeri bili izloženi pojedinim područjima Fizike.

Još su značajnije posljedice koje provedene analize imaju na pristup analizi rezultatima pristupnika, njihovoj interpretaciji i izvješćivanju o rezultatima državne mature.

POSljedICE ZA INTERPRETACIJU REZULTATA

Analiza pristupnika, koji polažu ispit iz Fizike, otkriva izrazitu heterogenost pristupnika. Relativna zastupljenost u odnosu na ukupni broj pristupnika iz pojedinoga programa i područja ukazuje da analize rezultata nije opravdano uopćavati na cjelokupne segmente hrvatskoga srednjoškolskoga sustava. Štoviše, navedena činjenica onemogućuje potencijalno važnu svrhu vanjskoga vrjednovanja, a to je da rezultati državne mature ne mogu poslužiti kao primjerena povratna informacija o usvojenosti znanja i razvijenosti vještina iz pojedinoga predmeta na razini sustava obrazovanja i pojedinih njegovih dijelova. Osim navedenoga, ova činjenica usložnjava odluku kako pristupiti analizi, interpretaciji i izvješćivanju o rezultatima pristupnika koji pristupaju ispitu iz Fizike. Premda informativne, analize rezultata na cjelokupnoj populaciji pristupnika, koji pristupaju ispitu iz Fizike, ne otkrivaju točan uvid u rezultate i mogu navesti na krive zaključke o primjerenosti i kvaliteti ispita. Osnovni razlog za spomenuti oprez nalazi se u već objašnjenjima heterogenosti profila pristupnika ispitu iz Fizike i činjenici da je ispit usklađen s gimnazijskim programom iz Fizike.

Spomenuta usklađenost navodi da bi pri analizi trebalo krenuti od razlika između pristupnika iz gimnazija i ostalih pristupnika unutar kojih se izdvaja skupina pristupnika iz strukovnih škola kao relativno najbrojnija. Iz ovoga bi slijedilo da bi rezultate pristupnika u ispitu iz Fizike trebalo analizirati, interpretirati i o njima izvješćivati na temelju podjele na pristupnike iz gimnazija i strukovnih škola. Ovakva podjela bi ujedno bila relevantna i zanimljiva stručnoj i široj javnosti. Međutim, zbog razlika između, ali i unutar gimnazijskih i strukovnih pristupnika te zbog heterogenosti istih pristupnika, analitički postupci nisu opravdani ni na ovoj razini.

U odnosu na ostale predmete i ispite državne mature, Fiziku dodatno opisuje činjenica da se satnica, a time i obim, širina i dubina sadržaja, koji se poučavaju i uče, razlikuju u različitim gimnazijskim programima. Još je veća raznolikost prisutna u programima različitih strukovnih područja, pri čemu neki pristupnici polažu ispit iz Fizike premda tijekom srednjoškolskoga obrazovanja uopće nisu pohađali nastavu iz toga predmeta. Kada se navedenomu pridoda činjenica da pristupnici iz različitih programa u različitim postotku odabiru polaganje ispita iz Fizike, onda se može očekivati da će se raspodjele rezultata i statistički parametri karakteristični za pojedine skupine pristupnika izrazito razlikovati. Postavlja se pitanje na koji je način primjereno analizirati, interpretirati i javnosti predstaviti rezultate ispita iz Fizike.

Opravdano je usporediti rezultate pristupnika iz gimnazija koji imaju tri sata tjedno Fizike (učenici prirodoslovno-matematičkih i prirodoslovnih gimnazija) i pristupnika koji imaju dva sata tjedno Fizike (učenici općih, klasičnih i jezičnih gimnazija). Što se tiče četverogodišnjih strukovnih programa, treba izdvojiti ona strukovna područja iz kojih pristupnici u značajnoj mjeri pristupaju ispitu državne mature. Što se tiče Fizike, to su strukovna područja *Elektrotehnika, Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali i Strojarstvo*. Ova kategorizacija korištena je u nastavku rada.

U dijelu koji slijedi detaljno je predstavljena analiza sadržaja ispita državne mature iz Fizike.

4. ANALIZA ZADATAKA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE

U ovome poglavlju analiziran je sadržaj ispita iz Fizike, koji je proveden u ljetnome roku probne državne mature u školskoj godini 2008./2009. (u daljnjem tekstu: ispit iz 2009.) i u ljetnome roku prve državne mature u školskoj godini 2009./2010. (u daljnjem tekstu: ispit iz 2010.). Premda je u projektu naglasak većinom stavljen na analizu sadržaja i rezultata prve državne mature iz 2010. godine, u ovome je dijelu odlučeno da će se zasebno analizirati, ali i usporediti dva sukcesivna ispita iz Fizike. Usporedba je važna zbog praćenja razvoja konstrukcije ispita i uočavanja zajedničkih, temeljnih odrednica, ali i eventualnih razlikovnih karakteristika tih dvaju ispita.

Ispit iz 2010. godine temeljio se na specifikacijama zadanima u ispitnome katalogu koji je Stručna radna skupina iz Fizike izradila za potrebe državne mature u školskoj godini 2009./2010. Prema navodima članova predmetne ekspertne skupine, koji su sudjelovali u radu stručne radne skupine, sličan je dokument izrađen i kao podloga ispitnu probne državne mature, međutim, on nije bio javno dostupan. Stoga su, pod opravdanom pretpostavkom postojanja zajedničkih temelja obaju ispita, određene analize ispita iz 2009. godine (primjerice, analiza tema sadržanih u ispitnu) temeljene na postavkama zadanima u ispitnome katalogu za državnu maturu u školskoj godini 2009./2010., a neke su analize izostavljene (analiza usklađenosti ispita i obrazovnih ishoda).

Analiza sadržaja ispita iz 2009. i 2010. godine bila je jedinstvena, između ostaloga, zbog toga što su oba ispita slijedila jednaku strukturu. Ispiti se sastoje od zadataka grupiranih u dvjema ispitnim knjižicama. Prva ispitna knjižica sadrži 24 zadatka zatvorenoga tipa (zadataka višestrukoga izbora), a druga 11 zadataka otvorenoga tipa (računskih zadataka). U obama ispitima određeni broj zadataka u drugoj ispitnoj knjižici sadrži podzadatke tako da se ukupni broj analiziranih zadataka u svakome ispitnu ponešto razlikovao.

Kako bi do izražaja došli usporedni podatci za ispite iz 2009. i 2010. godine, analize koje slijede prikazane su paralelno za oba ispita. Prvo su određene strukture ispita s obzirom na teme ispitnih zadataka, a zatim s obzirom na razred za koji se vežu pojedini sadržaji unutar gimnazijskih programa. U nastavku su prikazane strukture ispita s obzirom na procjene razina zahtjevnosti pojedinih zadataka i vrsta kognitivnih procesa koji se nalaze u osnovi rješavanja zadataka i s obzirom na kombinaciju tih dviju kategorizacija. Nakon toga, iste su kategorizacije korištene za prikaz struktura ispita ovisno o tipu ispitnih zadataka (otvoreni – zatvoreni) i njihovoj temi. Na taj je način utvrđeno koje su razine zahtjevnosti zadataka i koje su kategorije kognitivnih procesa prisutne u zadacima različitoga tipa (otvoreni – zatvoreni) i zadacima koji ispituju različita tematska područja.

4.1. TEME ISPITNIH ZADATAKA

Ispitni katalog za državnu maturu iz Fizike u školskoj godini 2009./2010. definirao je pet područja ispitivanja:

1. *Mehanika*
2. *Termodinamika*
3. *Elektromagnetizam*
4. *Titranje, valovi i optika*
5. *Moderna fizika.*

Osim ovih pet područja, ispitom iz Fizike ispituje se *Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici* koja se podrazumijeva u svim gore navedenim područjima ispitivanja.

Unutar pojedinih područja ispitivanja definirani su obrazovni ishodi (*konkretni opisi onoga što pristupnik mora znati, razumjeti i moći učiniti kako bi postigao uspjeh na ispitu*). Osim što definirana područja ispitivanja služe kao okvir unutar kojega su definirani obrazovni ishodi, ona predstavljaju osnovni element za određivanje strukture ispita jer je u tablici specifikacije ispita za svako područje ispitivanja određen bodovni udio te broj zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa.

Budući da su područja ispitivanja predstavljala osnovni, gradivni element ispita, prvi korak sadržajne analize ispitnih zadataka predstavljao je određivanje strukture ispita s obzirom na navedena područja ispitivanja.

Predmetna ekspertna skupina je na temelju uvida u sadržaj zadataka odredila temu svakoga pojedinoga zadatka pritom koristeći kategorizaciju područja ispitivanja koju je postavila stručna radna skupina koja je izradila ispitni katalog.¹⁰ U obzir je uzeto i područje *Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici*.

Ukupno je analizirano 40 zadataka u ispitu iz 2009. godine i 36 zadataka¹¹ u ispitu iz 2010. godine.

U tablici 6. prikazan je broj zadataka u ispitima državne mature u 2009. i 2010. godini koji odgovaraju pojedinoj temi (području ispitivanja). U ispitu iz 2009. godine nije obuhvaćen sadržaj iz područja *Moderna fizika* zbog vremena održavanja ispita tijekom školske godine, u razdoblju učenja sadržaja iz toga područja. U obama ispitima zastupljena su sva predviđena područja ispitivanja koja su prisutna s brojem zadataka koji odgovara analizi rezultata po temama (od 5 do 9 zadataka po pojedinome području u ispitu iz 2010. godine).

Tablica 6.

Broj zadataka u ispitima iz Fizike 2009. i 2010. godine koji odgovaraju pojedinoj temi

	2009.		2010.	
	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%
Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici	1	2,5	1	2,8
Mehanika	13	32,5	9	25,0
Termodinamika	8	20,0	5	13,9
Elektromagnetizam	12	30,0	8	22,2
Titranje, valovi i optika	6	15,0	6	16,7
Moderna fizika	–	–	7	19,4

Analiza kategorizacije zadataka po temama, koju je provela predmetna ekspertna skupina, pokazuje da se njihove procjene teme zadataka gotovo u potpunosti slažu s procjenama koje je dala stručna radna skupina koja je izradila ispit. To je i očekivano s obzirom na jasnu odijeljenost definiranih kategorija područja ispitivanja. Slaganje je prisutno kod svih zadataka, osim kod 34. zadatka. Taj zadatak, koji zahtijeva izračunavanje prosječne vrijednosti i

¹⁰ U dijelovima rada koji slijede koristi se pojam „tema” za određivanje sadržaja ispitnoga zadatka. Podjela tema odgovara podjeli na područja ispitivanja u ispitnome katalogu.

¹¹ Ispitni katalog definira da ispit iz 2010. godine sadrži 35 zadataka. Trideset i treći zadatak podijeljen je na dva podzadatka 33.1. i 33.2.. U ovome su radu ti podzadatci zasebno analizirani tako da je ukupni broj analiziranih zadataka 36.

pogrješke mjerenja valne duljine svjetlosti, originalno je kategoriziran u područje *Titranje, valovi i optika*, međutim, predmetna ekspertna skupina ga je prepoznala kao zadatak koji ispituje područje *Primjene matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici*. Budući da je središnji zahtjev u tome zadatku neovisan o konkretnome sadržaju (računanje statističkih parametara ne ovisi o tome što je mjereno), čini se opravdanim smjestiti taj zadatak u tematsko područje *Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici*, nego u područje *Titranje, valovi i optika*.

4.2. RAZREDI ZA KOJE SE VEŽE SADRŽAJ ZADATAKA

Tablica 7. prikazuje broj zadataka u ispitima državne mature iz 2009. i 2010. godine koji odgovara sadržaju predmeta u pojedinome razredu gimnazijskoga programa.

Tablica 7.

Broj zadataka u ispitima iz Fizike 2009. i 2010. godine koji odgovaraju sadržaju predmeta u pojedinim razredima

	2009.	2010.
1. razred	14	9
2. razred	17	10
3. razred	9	8
4. razred	–	9

Ispit iz 2009. godine ispituje sadržaje prvih triju razreda u nejednakim omjerima. Od ukupno 40 zadataka, sedamnaest zadataka je iz drugoga razreda, četrnaest iz prvoga, a tek devet iz trećega.

Ispit iz 2010. godine ravnomjerno uključuje zadatke iz svih četiriju razreda.

4.3. VRSTE ZADATAKA

U ispitu iz 2010. godine analizirano je 24 zadatka zatvorenoga tipa i 12 zadataka otvorenoga tipa.¹² Prvu ispitnu knjižicu čine zadatci zatvorenoga tipa i to zadatci višestrukoga izbora s ponuđenim četirima ili trima odgovorima. Pregledom zadataka zatvorenoga tipa utvrđeno je da se oni međusobno razlikuju u zahtjevima koje postavljaju pred pristupnike. Neki zadatci zatvorenoga tipa zahtijevaju jednostavno računanje, preračunavanje mjernih jedinica i očitavanje grafičkoga prikaza ili slike, a neki su zadatci konceptualni i traže poznavanje ili razumijevanje određenih fizikalnih sadržaja. Zadatci otvorenoga tipa su računski i dio su druge ispitne knjižice. Ti zadatci zahtijevaju određeno postavljanje modela rješavanja zadatka i dolaženje do jednoga točnoga rješenja.¹³ Od pristupnika se traži prikaz postupka i rješenja zadatka.

¹² Ispit iz 2009. godine sadrži 24 zadatka zatvorenoga tipa, kao i ispit iz 2010. godine. Zadataka otvorenoga tipa je 11 od kojih 5 ima podzadatke. Stoga je jedinično prisutno ukupno 16 zadataka otvorenoga tipa.

¹³ Iznimka je zadatak 33.2.

4.4. PROCIJENJENE RAZINE ZAHTJEVNOSTI ZADATAKA

Predmetna ekspertna skupina procijenila je svaki zadatak s obzirom na razinu zahtjevnosti (osnovnu, srednju ili naprednu) koju zadatak predstavlja. Pritom su se procjene temeljile na ocjeni toga ispituje li zadatak nužna, važna ili napredna znanja i vještine iz perspektive discipline i predmeta.

U tablici 8. prikazan je broj zadataka u ispitima iz 2009. i 2010. godine koji odgovaraju pojedinoj razini zahtjevnosti.

Tablica 8.

Broj zadataka u ispitima iz Fizike 2009. i 2010. godine koji odgovaraju pojedinoj razini zahtjevnosti

	2009.		2010.	
	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%
Osnovna razina	25	62,5	26	72,2
Srednja razina	15	37,5	10	27,8
Napredna razina	0	0,0	0	0,0

U obama ispitima dominantna je osnovna razina zahtjevnosti. Ta razina predstavlja znanja i vještine koje se očekuju od gotovo svih pristupnika koji odabiru polaganje Fizike na državnoj maturi. U ispitu prve državne mature iz Fizike ponešto je više zadataka koji ispituju osnovnu razinu nego u ispitu probne državne mature iz Fizike. Ovo je povećanje nauštrb zadataka srednje razine zahtjevnosti. Važno je primijetiti da ispiti iz Fizike u 2009. i 2010. godini ne sadrže niti jedan zadatak koji, prema mišljenju nastavnika, odgovara naprednoj razini, odnosno razini koja se odnosi na napredna znanja i vještine koje se očekuju od maloga broja kompetentnijih pristupnika koji pristupaju ispitu iz Fizike.

Ovakvi nalazi o prevlasti zadataka osnovne razine u strukturi ispita govore o mogućem usmjerenju stručne radne skupine da postavi ispit državne mature iz Fizike kao završni ispit, odnosno kao ispit koji ispituje temeljna znanja iz područja predmeta koja se očekuju kao rezultat srednjoškolskoga obrazovanja kod svih učenika. Rezultati pristupnika, koji su prikazani u šestome poglavlju, pokazat će koliko takav ispit uspijeva poslužiti kao selekcijsko sredstvo za upise na visokoškolske institucije određenoga profila.

4.5. PROCIJENJENE KATEGORIJE KOGNITIVNIH PROCESA U OSNOVI RJEŠAVANJA ZADATAKA

Za svaki zadatak u ispitima iz Fizike u 2009. i 2010. godini predmetna ekspertna skupina odredila je kategoriju kognitivnih procesa koji su nužni za njegovo uspješno rješavanje. Za određivanje kognitivnih procesa u osnovi rješavanja zadataka nastavnici su koristili relativno detaljne opise predloženih kategorija koji su im olakšali proces kategorizacije zadataka.

Prije opisa strukture ispita, s obzirom na kategorije kognitivnih procesa, treba ponoviti da smještanje pojedinoga zadatka u određenu kategoriju kognitivnih procesa ovisi o procjeni članova predmetne ekspertne skupine iz Fizike,

o tipičnome pristupu učenika rješavanju toga zadatka i o njihovoj procjeni o korištenju istovjetnih zadataka u nastavi Fizike ili u udžbenicima iz predmeta. Naime, članovi predmetne ekspertne skupine su upućeni da, ako je neki zadatak koji bi inače pripadao kategoriji konceptualnoga razumijevanja, transformacije i korištenja znanja izravno korišten u poučavanju ili je prisutan u istovjetnome obliku u nastavnim materijalima kao i u ispitu, takav zadatak kategoriziraju kao zadatak niže kategorije kognitivnih procesa. Također, treba istaknuti da određeni kognitivni procesi, primjerice, opisivanje, objašnjavanje ili računanje mogu biti svrstani pod različite kategorije, ovisno o složenosti činjenica i koncepata koji se opisuju i/ili objašnjavaju ili o složenosti postupaka ili koraka koji se provode. Zbog svega navedenoga, upravo je na iskustvu utemeljena ekspertna procjena nastavnika, tj. članova predmetne ekspertne skupine koja je ključna u određivanju kategorije kognitivnih procesa koju zahtijeva određeni zadatak.

U tablici 9. prikazan je broj zadataka u ispitima koji odgovara pojedinoj kategoriji kognitivnih procesa prema procjeni članova predmetne ekspertne skupine iz Fizike.

Tablica 9.

Broj zadataka u ispitima iz Fizike 2009. i 2010. godine čije rješavanje zahtijeva određenu kategoriju kognitivnih procesa

	2009.		2010.	
	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%
Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka	22	55,0	23	63,9
Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	18	45,0	13	36,1
Strateško i znanstveno razmišljanje	0	0	0	0

Prema procjeni nastavnika, u obama ispitima iz 2009. i 2010. godine nema zadataka koji zahtijevaju primjenu znanstvenoga ili strateškoga razmišljanja, definiranoga u trećoj kategoriji kognitivnih procesa. Više od polovice ispita čine zadatci koji traže poznavanje fizikalnih činjenica i primjenu jednostavnih postupaka, a manji, ali značajan dio ispita posvećen je zadacima koji zahtijevaju konceptualno razumijevanje, transformaciju i korištenje znanja. Udio zadataka prve kategorije veći je u ispitu prve državne mature iz Fizike, nego u ispitu probne državne mature iz Fizike.

Struktura ispita, s obzirom na procjene kategorija kognitivnih procesa, potvrđuje prethodno iznesen zaključak o ispitu iz Fizike kao ispitu koji ispituje osnovna znanja, odnosno poznavanje i baratanje osnovnim fizikalnim konceptima koji predstavljaju temelj današnjega poučavanja Fizike unutar srednjoškolskih programa. Procjene članova predmetne ekspertne skupine o zastupljenim kategorijama kognitivnih procesa u ispitima državne mature sugeriraju da bi sadržaji i procesi koji se ispituju u ispitu trebali učenicima biti dobro poznati iz nastave Fizike jer oni uglavnom obuhvaćaju zadatke koji traže reprodukciju naučenih sadržaja te primjenu znanja i razumijevanja pri rješavanju problema koji su učenicima poznati iz situacija poučavanja i učenja. Izostaju zadatci koji zahtijevaju rješavanje nestandardnih ili složenijih problema. Izostanak ovih zadataka ne treba čuditi jer on u određenoj mjeri odražava poučavanje i učenje predmeta u srednjoškolskome obrazovanju. Upravo bi vanjsko vrjednovanje trebalo biti iskorišteno kao sustav kojim bi se promoviralo uvođenje zadataka i procesa poučavanja i učenja kojim bi se razvijali viši kognitivni procesi u Fizici.

4.6. KOMBINACIJA PROCIJENJENIH RAZINA ZAHTJEVNOSTI ZADATAKA I KATEGORIJA KOGNITIVNIH PROCESA U OSNOVI RJEŠAVANJA ZADATAKA

Na temelju procjena razina zahtjevnosti pojedinih zadataka te kognitivnih procesa potrebnih za njihovo uspješno rješavanje stvorena je kategorizacija koja kombinira ove kategorije.

Iako bi se moglo očekivati da zadatci osnovne razine uglavnom od učenika isključivo zahtijevaju poznavanje znanstvenih činjenica ili izvođenje jednostavnih postupaka (npr., uvrštavanje vrijednosti u formulu), a da zadatci više (srednje) razine uglavnom zahtijevaju konceptualno razumijevanje, transformaciju i korištenje znanja, to očekivanje nije uvijek opravdano. Premda kategorizacija kognitivnih procesa pretpostavlja određenu hijerarhijsku organizaciju po složenosti, odnosno podrazumijeva da su zadatci koji zahtijevaju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja složeniji i teži od zadataka koji zahtijevaju poznavanje i izvođenje jednostavnoga postupka, preklapanje i povezanost kognitivnih procesa koji se zahtijevaju zadatkom i razine zahtjevnosti zadatka ne treba shvatiti kao apsolutne. Prepoznavanje ili dosjećanje određenih, primjerice, manje poznatih ili za predmet marginalnih znanstvenih činjenica ili pojmova može biti zahtjevnije učenicima, nego korištenje i primjenjivanje (nekih temeljnih) znanja u situacijama rješavanja problema. To zapravo znači da se unutar svake kategorije kognitivnih procesa mogu zamisliti i definirati zadatci različite razine zahtjevnosti, odnosno težine.

Stoga je u ispitima državne mature iz 2009. i 2010. godine analizirano koliko zadataka predstavlja „čiste” kombinacije (osnovna razina – poznavanje, srednja razina – konceptualno razumijevanje), a koliko kombinacije koje spajaju različite razine zahtjevnosti i kognitivnih procesa. U tablici 10. prikazan je broj zadataka u ispitima koji odgovaraju određenoj kombinaciji razine zahtjevnosti i kategorije kognitivnih procesa.

Tablica 10.

Broj zadataka u ispitima iz Fizike 2009. i 2010. godine koji predstavljaju kombinaciju određene razine zahtjevnosti i određene kategorije kognitivnih procesa

	2009.				2010.			
	Osnovna razina		Srednja razina		Osnovna razina		Srednja razina	
	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%
Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka	21	84,0	1	6,7	22	84,6	1	10,0
Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	4	16,0	14	93,3	4	15,4	9	90,0
Strateško i znanstveno razmišljanje	0	0	0	0	0	0	0	0

Podatci o raspodjelama zadataka u kategorije, s obzirom na razinu zahtjevnosti i kognitivne procese koji se nalaze u osnovi rješavanja zadataka, potvrđuju povezanost ovih kategorija. Velika većina zadataka osnovne razine od pristupnika zahtijeva poznavanje znanstvenih činjenica ili provedbu jednostavnih postupaka, a jednako tako, gotovo svi zadatci srednje razine traže konceptualno razumijevanje, transformaciju ili korištenje znanja. Ipak, određeni broj zadataka smješta se u kategoriju zadatka osnovne razine koja podrazumijeva konceptualno razumijevanje i

korištenje znanja, a jedan zadatak prepoznat je kao zadatak srednje razine, čije rješavanje traži prvu kategoriju kognitivnih procesa.

Ovi nalazi pokazuju da ono što se smatra osnovnim zahtjevima iz perspektive predmeta ne uključuje samo reprodukciju naučenih znanja iz Fizike i rješavanje rutinskih zadataka, već i razumijevanje pojedinih fizikalnih koncepata i njihovu primjenu u rješavanju određenih problema.

4.7. PROCIJENJENE RAZINE ZAHTJEVNOSTI ZADATAKA I KATEGORIJE KOGNITIVNIH PROCESA OVISNO O VRSTI ZADATAKA

Pod pretpostavkom o povezanosti vrste zadatka i njegove razine zahtjevnosti, odnosno kategorije kognitivnih procesa koje zadatak traži, utvrđen je broj zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa u ispitima iz Fizike u 2009. i 2010. godini koji odgovaraju određenoj razini zahtjevnosti i kategoriji kognitivnih procesa.

U tablici 11. prikazan je broj zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa određene razine zahtjevnosti, a u tablici 12. broj zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa pojedine kategorije kognitivnih procesa.

Tablica 11.

Broj zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa u ispitima iz Fizike 2009. i 2010. godine koji odgovaraju određenoj razini zahtjevnosti

	2009.				2010.			
	Zatvoreni		Otvoreni		Zatvoreni		Otvoreni	
	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%
Osnovna razina	16	66,7	9	56,3	19	79,2	7	58,3
Srednja razina	8	33,3	7	43,8	5	20,8	5	41,7

Iako su zbog velike zastupljenosti zadatci osnovne razine u većini i u zadacima otvorenoga i u zadacima zatvorenoga tipa, podaci iz tablice 11. ukazuju da su zadatci otvorenoga tipa češće procijenjeni na višoj razini zahtjevnosti od zadataka zatvorenoga tipa. Gotovo 80% zadataka zatvorenoga tipa su zadatci osnovne razine (u ispitu iz 2010. godine). Među zadacima otvorenoga tipa je gotovo dvije trećine takvih zadataka. Ovim se potvrđuje očekivanje o većoj zahtjevnosti zadataka otvorenoga tipa koja proizlazi iz činjenice da su to računski zadatci koji zahtijevaju postavljanje zadatka i dolaženje do točnog rješenja.

Tablica 12.

Broj zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa u ispitima iz Fizike 2009. i 2010. godine koji odgovaraju određenoj kategoriji kognitivnih procesa

	2009.				2010.			
	Zatvoreni		Otvoreni		Zatvoreni		Otvoreni	
	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%	Broj zadataka	%
Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka	14	58,3	8	50,0	16	66,7	7	58,3
Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	10	41,7	8	50,0	8	33,3	5	41,7

Analiza procijenjenih kategorija kognitivnih procesa, ovisno o vrsti zadataka, također pokazuje da zadatci otvorenoga tipa češće ispituju konceptualno razumijevanje, transformaciju ili korištenje znanja od zadataka zatvorenoga tipa. Međutim, podaci iz tablice 12. pokazuju da i zadatci zatvorenoga i zadatci otvorenoga tipa mogu biti postavljeni tako da propituju različite kategorije kognitivnih procesa. Relativno veliki broj zadataka zatvorenoga tipa, koji ispituju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja (više od 30%), potvrđuje ulaganje značajnoga truda i znanja stručne radne skupine u konstruiranje ovakvih zadataka. Ostaje, međutim, relativno veliki udio zadataka otvorenoga tipa koji, prema procjenama nastavnika, ispituju tek rješavanje rutinskih zadataka već viđenih kroz situacije učenja i poučavanja. Postavlja se pitanje opravdanosti uvrštavanja takvih zadataka u ispite s obzirom na visoke troškove koje takvi zadatci zahtijevaju (s obzirom na produljivanje trajanja ispita, troškove ocjenjivača i slično).

4.8. VRSTE ZADATAKA OVISNO O TEMI

Utvrđen je broj zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa ovisno o temi koja se ispituje pojedinim zadatcima. Ti podaci za ispit iz 2009. godine prikazani su u tablici 13., a podaci za ispit iz 2010. godine u tablici 14.

Tablica 13.

Broj zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa u ispitu iz Fizike 2009. godine prema pojedinim temama

	Zatvoreni		Otvoreni	
	Broj zadataka	Redni postotak	Broj zadataka	Redni postotak
Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici	1	100,0	0	0,0
Mehanika	7	53,8	6	46,2
Termodinamika	5	62,5	3	37,5
Elektromagnetizam	8	66,7	4	33,3
Titranje, valovi i optika	3	50,0	3	50,0

U ispitu iz 2009. godine prisutna je relativna uravnoteženost zadataka zatvorenoga i otvoreno-ga tipa po pojedinim temama. U ispitu iz 2010. godine ta je ravnoteža poremećena uslijed veće prisutnosti zadataka zatvorenoga tipa u području *Titranje, valovi i optika* (5 od 6) u odnosu na druga područja.

Tablica 14.

Broj zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa u ispitu iz Fizike 2010. godine prema pojedinim temama

	Zatvoreni		Otvoreni	
	Broj zadataka	Redni postotak	Broj zadataka	Redni postotak
Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici	0	0	1	100,0
Mehanika	6	66,7	3	33,3
Termodinamika	3	60,0	2	40,0
Elektromagnetizam	5	62,5	3	37,5
Titranje, valovi i optika	5	83,3	1	16,7
Moderna fizika	5	71,4	2	28,6

Ove nalaze, koji ukazuju da pojedina područja ispitivanja nisu posve ujednačena po vrsti zadataka, važno je uzeti u obzir pri interpretaciji rezultata pristupnika pojedinih dijelova ispita državne mature. Razlike u prosječnim rezultatima pristupnika za pojedina područja ispitivanja mogu se povezati ne samo s razlikama u usvojenosti sadržaja iz različitih područja, već i s razlikama u vrsti zadataka. To je onda, dakako, povezano i s razlikama u zahtjevnosti i kognitivnim procesima koji se nalaze u osnovi rješavanja zadataka. Ove su razlike među zadacima pojedine teme dokumentirane u nastavku.

4.9. PROCIJENJENE RAZINE ZAHTJEVNOSTI OVISNO O TEMI ZADATAKA

Tablice 15. i 16. prikazuju broj zadataka osnovne i srednje razine u ispitima iz 2009. i 2010. godine prema pojedinim temama.

Tablica 15.

Broj zadataka osnovne i srednje razine u ispitu iz Fizike 2009. godine prema pojedinim temama

	Osnovna razina		Srednja razina	
	Broj zadataka	Redni postotak	Broj zadataka	Redni postotak
Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici	1	100,0	0	0,0
Mehanika	6	46,2	7	53,8
Termodinamika	6	75,0	2	25,0
Elektromagnetizam	8	66,7	4	33,3
Titranje, valovi i optika	4	66,7	2	33,3

Tablica 16.

Broj zadataka osnovne i srednje razine u ispitu iz Fizike 2010. godine prema pojedinim temama

	Osnovna razina		Srednja razina	
	Broj zadataka	Redni postotak	Broj zadataka	Redni postotak
Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici	1	100,0	0	0,0
Mehanika	4	44,4	5	55,6
Termodinamika	4	80,0	1	20,0
Elektromagnetizam	6	75,0	2	25,0
Titranje, valovi i optika	5	83,3	1	16,7
Moderna fizika	6	85,7	1	14,3

Iz tablica 15. i 16. moguće je uočiti da je *Mehanika*, za razliku od svih ostalih tema, češće ispitivana s pomoću zadataka na višoj (srednjoj) razini. U ispitu iz 2010. godine to se područje ispitivanje ispituje s pet zadataka na srednjoj razini i s četirima zadatcima na osnovnoj razini. U svim ostalim temama¹⁴ većinu čine zadatci osnovne razine. Primjerice, područje *Moderna fizika* čini šest od sedam zadataka osnovne razine, područje *Titranje, valovi i optika* čini pet od šest zadataka, a područje *Termodinamika* čini četiri od pet zadataka.

Ovi nalazi pokazuju da različita područja ispitivanja nisu u ispitu izjednačena niti po ovome elementu. Iako takvu izjednačenost nije opravdano niti očekivati, s obzirom na različitu zahtjevnost ovih područja unutar predmeta, ovu činjenicu treba uzeti u obzir pri interpretiranju razlika u postignućima pristupnika u pojedinim područjima ispitivanja.

4.10. PROCIJENJENE KATEGORIJE KOGNITIVNIH PROCESA OVISNO O TEMI ZADATAKA

Osim određivanja razina zahtjevnosti zadataka iz pojedine teme, utvrđen je i broj zadataka određene kategorije kognitivnih procesa unutar svake pojedine teme. Na taj način analizirano je koliko su različita područja ispitivanja (teme) izjednačena po zahtijevanim kognitivnim procesima koji se nalaze u osnovi uspješnoga rješavanja pripadajućih zadataka.

Podatci o tome za ispit iz 2009. godine prikazani su u tablici 17., a za ispit iz 2010. godine u tablici 18.

¹⁴ Izuzetak je, naravno, područje *Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici* koje je zastupljeno samo s jednim zadatkom u ispitu.

Tablica 17.

Broj zadataka određene kategorije kognitivnih procesa u ispitu iz Fizike 2009. godine prema pojedinim temama

	Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka		Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	
	Broj zadataka	Redni postotak	Broj zadataka	Redni postotak
Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici	1	100,0	0	0,0
Mehanika	3	23,1	10	76,9
Termodinamika	7	87,5	1	12,5
Elektromagnetizam	8	66,7	4	33,3
Titranje, valovi i optika	3	50,0	3	50,0

Tablica 18.

Broj zadataka određene kategorije kognitivnih procesa u ispitu iz Fizike 2010. godine prema pojedinim temama

	Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka		Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	
	Broj zadataka	Redni postotak	Broj zadataka	Redni postotak
Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici	1	100,0	0	0,0
Mehanika	3	33,3	6	66,7
Termodinamika	4	80,0	1	20,0
Elektromagnetizam	4	50,0	4	50,0
Titranje, valovi i optika	5	83,3	1	16,7
Moderna fizika	6	85,7	1	14,3

Tablice 17. i 18. ukazuju na to da zadatci kojima se ispituju pojedine teme u ispitima 2009. i 2010. godine nisu ujednačeni prema zastupljenosti prve i druge kategorije kognitivnih procesa koji se nalaze u osnovi rješavanja tih zadataka. U obama ispitima unutar tematskoga područja *Mehanika* prevladavaju zadatci koji, prema mišljenju predmetne ekspertne skupine, ispituju konceptualno razumijevanje i korištenje znanja (npr., šest od devet zadataka u ispitu iz 2010. godine), a u drugim su područjima, primjerice, *Moderna fizika*, *Titranje, valovi i optika* te *Termodinamika* u većini zadataci koji ispituju prvu kategoriju kognitivnih procesa (prepoznavanje ili dosjećanje fizikalnih činjenica ili provođenje jednostavnih postupaka). Unutar tematskoga područja *Elektromagnetizam* jednak je broj zadataka koji ispituju poznavanje i zadataka koji ispituju konceptualno razumijevanje i korištenje znanja u tome području. Ove razlike u „opterećenosti” pojedinih područja ispitivanja različitim vrstama kognitivnih procesa treba imati na umu pri interpretaciji rezultata pristupnika u pojedinim područjima ispitivanja.

4.11. ANALIZA USKLAĐENOSTI ZADATAKA I OBRAZOVNIH ISHODA (2010. godina)

Analiza usklađenosti ispita i obrazovnih standarda u određenome predmetu (domeni ispitivanja) predstavlja važnu sastavnicu validacije ispita. Usklađenost ispita i standarda uobičajeno podrazumijeva stupanj u kojem su zahtjevi sadržaja i dubine znanja isti u ispitu kao i u standardima područja ili predmeta. Usklađenost ispita i standarda nije atribut niti standarda niti ispita, već odnosa među njima. U analizi usklađenosti ispita i obrazovnih standarda treba pokazati da ispit predstavlja reprezentativni uzorak područja koje se ispituje, odnosno da on valjano odražava ciljeve ispitivana predmeta koji se definiraju upravo standardima. Pritom usklađenost ispita i standarda podrazumijeva da se u ispitu uzorkuju sadržaji unutar cijeloga raspona standarda na način da budu zastupljeni svi važni sadržaji (teme), ali i različiti kognitivni procesi kojima se obrađuju sadržaji u omjeru koji odgovara njihovoj važnosti i zastupljenosti u području. Na taj način postiže se da ispit i standardi pokrivaju usporedivi raspon i dubinu znanja s obzirom da sadržaji ispita odgovaraju sadržaju ispitivana područja (predmeta), ali i kognitivnoj složenosti koja je određena u standardima.

S obzirom na sveobuhvatnost i širinu standarda u nekome području, ali i s obzirom na različite kognitivne zahtjeve koje oni postavljaju, neopravdano je očekivati potpunu usklađenost pojedine inačice ispita sa standardima. Iako bi u idealnome slučaju ispit trebao ispitivati sve standarde (jer bi jedino takav ispit mogao u potpunosti odražavati ciljeve i širinu određenoga područja), niti jedan ispit ne može mjeriti ukupni raspon znanja i vještina koje se zahtijevaju standardima. Najviše što se može očekivati od svakoga pojedinoga ispita je to da budu dobri reprezentanti ispitivana područja koji uključuju valjan uzorak sadržaja koji su obuhvaćeni standardima. Tek sve pripremljene inačice ispita zajedno mogu postići potpunu usklađenost sa standardima.

Usklađenost ispita i standarda može ograničiti i specifičnost definiranja standarda. Standardi koji su preopćenito napisani i koji zbog toga odražavaju tek opća očekivanja o znanjima i vještinama pristupnika sadrže vrlo ograničene informacije za određivanje razine zahtjevnosti ili kognitivne složenosti. U takvim situacijama nije moguće odrediti odgovara li određeni zadatak takvomu standardu ili ne zbog toga što nije dovoljno specifičan da bi se procijenila usklađenost. Osim toga, takvi standardi mogu uključivati različite sadržajne elemente pa se zadatci mogu odnositi samo na određene dijelove standarda. S druge strane, standardi koji su suviše specifični također onemogućuju postizanje zadovoljavajuće razine usklađenosti. Takvih standarda može biti previše pa je nemoguće da ih jedan ispit sve obuhvati svojim ispitnim zadacima. Problem, dakako, predstavlja i mogućnost da su različiti ishodi napisani na različitim razinama specifičnosti. Osim toga, na stupanj usklađenosti djeluje i činjenica da neki zadatci mogu mjeriti više od jednoga standarda (posebice onih usko definiranih), kao i to da je moguće zamisliti da je nekoliko zadataka potrebno za mjerenje pojedinih, široko definiranih standarda. Za analizu usklađenosti problem predstavlja i mogućnost da su neki standardi zapravo nemjerljivi i da su nedovoljno jasni ili redundantni.

Razvoj ispita na konceptu usklađenosti ispita i standarda i analizu te usklađenosti u hrvatskome kontekstu otežava činjenica da u našem srednjoškolskome obrazovanju nema definiranih standarda u predmetnim kurikulumima. Stoga su stručne radne skupine za izradbu ispita državne mature krenule u definiranje obrazovnih ishoda kao pokazatelja onoga što pristupnici moraju znati, razumjeti i moći učiniti kako bi postigli uspjeh u ispitu. Iako su svoje uporište obrazovni ishodi trebali imati u važećim nastavnim planovima i programima predmeta, oni su morali uzeti u obzir i promišljanja o tome koja znanja i vještine iz područja predmeta pristupnici državne mature trebaju pokazati nakon završenoga srednjoškolskoga obrazovanja kako bi se kvalificirali za nastavak obrazovanja na visokoškolskim institucijama određenih profila.

Definiranjem obrazovnih ishoda stručne radne skupine pokušale su opisati područje koje se ispituje ispitom, čime su zapravo stvorile osnovu za konstrukciju ispita i izradbu pojedinih ispitnih zadataka. Osim što su ti definirani obrazovni ishodi trebali biti korišteni kao ishodište za izradbu zadataka (vjerojatno su i bili korišteni, kao što pokazuju sljedeće analize), oni su mogli poslužiti i kao orijentir učenicima i nastavnicima u pripremi za ispit.

Upravo zbog važnosti i iskoristivosti definiranih obrazovnih ishoda tijekom konstrukcije ispita i pripreme učenika za ispit, u ovome dijelu projekta analizirana je usklađenost ispita i definiranih ishoda. Njom se željelo odgovoriti na neka od sljedećih pitanja:

- Koliko obrazovnih ishoda pokriva ispit?
- Koliko je ishoda prisutno barem s jednim zadatkom u ispitu?
- Koji ishodi su previše, a koji premalo ispitani? Stavlja li ispit preveliki ili premali naglasak na neke ishode?
- Isključuje li ispit određenu skupinu ishoda (npr., određeno područje ispitivanja)?
- Usmjeravaju li se zadatci samo na neke ishode ili reprezentiraju cijeli raspon tih očekivanja?
- Mjere li zadatci samo sadržaj i vještine koje su definirane obrazovnim ishodima?
Može li se sve što se ispitnim zadatcima ispituje pronaći u ishodima?
- Koliko razine kognitivne zahtjevnosti koje pretpostavljaju ishodi odgovaraju zahtjevima koji su postavljeni u ispitu?

Osnovno polazište analize predstavljalo je očekivanje da svi glavni obrazovni ishodi trebaju biti obuhvaćeni ispitom i da svaki zadatak treba odgovarati određenom obrazovnom ishodu po temi, ali i po pretpostavljenim kognitivnim procesima. To znači da svaki zadatak treba zahtijevati odgovore koji reflektiraju dubinu znanja i vještina koje su definirane u ishodu kojega taj zadatak mjeri.

Proces analize usklađenosti ispita i obrazovnih ishoda uključivao je sljedeće elemente:

1. *analizu obrazovnih ishoda – određivanje razine zahtjevnosti i pretpostavljenih kognitivnih procesa*
Pod pretpostavkom da ishodi impliciraju stupanj kognitivne složenosti ili razinu težine koncepata ili procesa koji su uključeni u ishode, provedena je kategorizacija obrazovnih ishoda prema elementima koji su korišteni u analizi ispitnih zadataka.
2. *određivanje pokrivenosti obrazovnih ishoda ispitom*
3. *analizu usklađenosti ispitnih zadataka i obrazovnih ishoda prema razini zahtjevnosti i kategorijama kognitivnih procesa.*

U nastavku su prikazani rezultati ovih analiza.

4.11.1. POKRIVENOST OBRAZOVNIH ISHODA ISPITOM

Ispitni katalog za državnu maturu iz Fizike u školskoj godini 2009./2010. sadrži 28 šire definiranih i 219 uže definiranih obrazovnih ishoda raspoređenih u šest područja ispitivanja. Ti su ishodi popisani u tablici 1. u *Prilozima*. Treba ponovno istaknuti da se ispitivanje ishoda iz prvoga područja *Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici* podrazumijeva u različitim zadatcima koji odgovaraju pojedinima od pet preostalih tematskih područja. Unutar toga prvoga područja su tri šire definirana obrazovna ishoda te 15 uže definiranih obrazovnih ishoda koji su isključeni iz analize koja slijedi ako nisu predstavljali dominantan ishod koji se ispituje određenim zadatkom. U ispitu

iz 2010. godine barem jednim pitanjem ispitani su svi šire definirani obrazovni ishodi¹⁵, odnosno 40 uže definiranih obrazovnih ishoda.

Pojedini obrazovni ishodi su u ispitu pokriveni s jednim ili više zadataka, pri čemu se 18 šire definiranih ishoda ispituje jednim zadatkom, a devet ishoda s više od jednoga zadatka (ishod 6.2. *primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike* zastupljen je čak s četirima zadatcima).

U tablici 19. navedeni su ishodi koji se ispituju s jednim, dvama, trima ili četirima zadatcima.

Tablica 19.

Broj i popis ishoda koji se ispituju određenim brojem zadataka u ispitu iz Fizike u 2010. godini

UKUPNO ISHODA	ISPITUJE ZADATAKA	POPIS ISHODA
18 ishoda	1 zadatak	1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 2.5., 2.6., 2.7., 3.2., 3.3., 3.4., 4.1., 4.4., 4.6., 5.1., 5.3., 5.4., 5.5., 6.1.
7 ishoda	2 zadatka	2.3., 2.4., 3.1., 4.2., 4.3., 4.5., 6.3.
1 ishod	3 zadatka	5.2.
1 ishod	4 zadatka	6.2.

Dobivena pokrivenost obrazovnih ishoda ispitom može se smatrati izrazito zadovoljavajućom. Može se tvrditi da ispit pokriva dovoljan broj tema i koncepata zadanih u obrazovnim ishodima, čime se osigurava da pristupnik s visokim rezultatom u ispitu pokazuje znanje iz gotovo svih osnovnih tema iz ispitivana područja.

Nakon što je određeno koliko je obrazovnih ishoda bilo uključeno u ispit državne mature iz Fizike, analizirano je koliko zadataka mjeri sadržaje izvan onih definiranih obrazovnih ishoda, a koliko ih zahvaća jedan ili više ishoda. Time su zahvaćena oba moguća uzorka nepotpune usklađenosti ispita i obrazovnih ishoda:

1. mogućnost da neki obrazovni ishodi nisu ispitani u ispitu
2. mogućnost da su ispitani neki sadržaji koji nisu navedeni u obrazovnim ishodima.

Za većinu zadataka (njih 30 ili 83%) predmetna ekspertna skupina pronalazi jedan odgovarajući obrazovni ishod koji taj zadatak ispituje (u tablici 4. u *Prilozima* prikazan je popis ishoda koji se ispituju pojedinim zadatcima).

Prema procjenama predmetne ekspertne skupine, šest zadataka ispituju dva ishoda:

- 5. zadatak ispituje 1.1.3. i 3.1.1.
- 8. zadatak ispituje 4.1.2. i 4.2.1.
- 9. zadatak ispituje 4.3.2. i 4.4.1.
- 15. zadatak ispituje 5.1.3. i 5.2.1.
- 16. zadatak ispituje 5.3.4. i 5.3.5.
- 23. zadatak ispituje 2.5.1. i 2.5.4.

Međutim, za 12. zadatak, prema procjeni predmetne ekspertne skupine, u ispitnome katalogu nema u potpunosti odgovarajuće definiranoga obrazovnog ishoda. Iako se taj zadatak može shvatiti kao zadatak koji mjeri šire

¹⁵ Radi se o 28 šire definiranih ishoda. Nije obuhvaćen ishod 1.3. *primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike* koji se podrazumijeva u svim zadatcima koji uključuju korištenje matematičkih postupaka.

definirani ishod 4.5. *opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave*, nastavnici smatraju da nema prikladnoga uže definiranoga ishoda unutar predloženoga popisa ishoda. U budućoj inačici ispitnoga kataloga to treba ispraviti.

Sve navedene analize ukazuju da ispit iz Fizike ima izrazito prikladnu pokrivenost ishoda zadatcima.

4.11.2. USKLAĐENOST OBRAZOVNIH ISHODA I ZADATAKA PREMA KATEGORIJI KOGNITIVNIH PROCESA

Za analizu usklađenosti obrazovnih ishoda i ispitnih zadataka trebalo je prvo procijeniti razinu zahtjevnosti i kognitivne procese koje pretpostavljaju obrazovni ishodi koji se ispituju u ispitu državne mature.

Od 40 uže definiranih ishoda, koji su uključeni u taj ispit, prema procjeni predmetne ekspertne skupine, 24 ishoda bilo je definirano na osnovnoj, a 16 ishoda na srednjoj razini zahtjevnosti. Niti jedan u ispit uključeni ishod nije bio definiran na naprednoj razini. Međutim, analiza pouzdanosti ovih procjena razina zahtjevnosti obrazovnih ishoda pokazala je nedovoljan stupanj slaganja među procjenjivačima (članovima predmetne ekspertne skupine). Iz toga razloga nije provedena analiza usklađenosti obrazovnih ishoda i ispitnih zadataka prema razini zahtjevnosti.

Prema kategorizaciji kognitivnih procesa, 29 ishoda, koji se ispituju ispitom iz 2010. godine, zahtijeva konceptualno razumijevanje, transformaciju i korištenje znanja, a 11 ishoda je na razini poznavanja fizikalnih činjenica ili primjene jednostavnih postupaka. Već ovaj podatak o postotnome udjelu obrazovnih ishoda, koji zahtijevaju konceptualno razumijevanje, transformaciju i korištenje znanja (73%), govori da su ishodi značajno češće definirani u ovoj kategoriji nego što je to bio slučaj sa zadatcima ispita državne mature iz Fizike. Analiza usklađenosti obrazovnih ishoda i zadataka, prikazana u tablici 20., to još detaljnije ilustrira.

Tablica 20.

Usklađenost kategorije kognitivnih procesa koji se zahtijevaju zadatcima s kognitivnim procesima koji su definirani u obrazovnim ishodima za ispit iz 2010. godine (podatci predstavljaju broj zadataka)

	ZADATAK	ISHOD	
		Poznavanje znanstvenih činjenica i jednostavnih postupaka	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja
	Poznavanje znanstvenih činjenica i jednostavnih postupaka	7	15
	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	2	11

Analiza usklađenosti razina kognitivnih procesa koji se zahtijevaju zadatcima s kognitivnim procesima koji su definirani u obrazovnim ishodima u ispitnome katalogu¹⁶ upućuje na relativno nisku podudarnost prema ovome elementu. Udio zadataka, koji su postavljeni na jednakoj razini kao i obrazovni ishod, iznosi 51% (18 zadataka). Značajan broj zadataka (15 zadataka) oblikovan je tako da traži poznavanje i primjenu jednostavnih postupaka, a pripadajući obrazovni ishodi kategorizirani su kao oni koji podrazumijevaju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja. Obrnuti slučaj, definiranje obrazovnoga ishoda u kategoriji poznavanja znanstvenih činjenica i izvođenja jednostavnih postupaka i postavljanje zadatka u kategoriji konceptualnoga razumijevanja i primjene znanja, rjeđe je prisutan pa se pojavljuje tek kod dvaju zadataka.

¹⁶ Analiza usklađenosti temeljena je na glavnome, odnosno dominantnome obrazovnome ishodu koji se ispituje pojedinim zadatkom.

Ovakav rezultat, koji govori o tome da su zadatci postavljeni na nižu razinu od pripadajućih obrazovnih ishoda, karakterističan je nalaz iz različitih studija koje su utvrđivale stupanj usklađenosti ispita i standarda. Različita obrazovna istraživanja unutar američkoga sustava pokazuju da ispiti često ne mjere prikladno kognitivnu složenost ili dubinu znanja koja je obuhvaćena standardima, već se fokusiraju na jednostavnije zahtjeve (npr., LaMarca i sur., 2000; Bhola, Imapara i Buckendahl, 2003; Näsström i Henriksson, 2008).

Tijekom razvoja ispita državne mature treba uložiti više napora u usklađivanje kognitivnih zahtjeva ispita i obrazovnih ishoda. Dakako, u tome procesu valja imati na umu da popravljjanje usklađenosti ne mora nužno značiti mijenjanje ispita. Budući da se usklađenost odnosi na odnos između ispita i obrazovnih ishoda, smanjivanje neusklađenosti može se postići ne samo podešavanjem ispitnih zadataka na višu razinu kognitivnih procesa, već i unaprijeđivanjem definiranja obrazovnih ishoda.

Već površna analiza obrazovnih ishoda, nepouzdana procjene zahtjevnosti pojedinih obrazovnih ishoda te uvidi članova predmetne ekspertne skupine govore da su neki ishodi ponešto preopćeniti tako da se pod njih mogu svrstati zadatci različite razine zahtjevnosti i kognitivnih procesa. Osim toga, neki ishodi uključuju više različitih očekivanja pa ispit može mjeriti samo neke od njih (obično one manje zahtjevne). Sve to upućuje da je vjerojatno moguće redefinirati ishode tako da budu određeni i da osiguravaju prikladnije vođenje u procesu konstrukcije zadataka. Dakako, redefiniranje obrazovnih ishoda ne isključuje mogućnost preinake ispita uključivanjem većega broja zadataka ili kvalitetnijih zadataka koji odgovaraju dubini i širini sadržaja uključenih u ishode.

5. PSIHOMETRIJSKA ANALIZA ZADATAKA

Za potrebe ovoga rada psihometrijska analiza zadataka ispita državne mature iz Fizike ograničena je na izvješćivanje o indeksu težine i indeksu diskriminativnosti pojedinih zadataka te međusobnome odnosu ovih dviju mjera. Indeks težine pojedinoga zadatka se najčešće određuje kao postotak učenika koji su točno odgovorili ili riješili taj zadatak. Vrijednosti indeksa su u rasponu između 0 i 1, pri čemu 0 označava da nitko od pristupnika nije točno riješio ili odgovorio na postavljeni zadatak, a 1 da su svi pristupnici točno odgovorili. Tijekom konstrukcije ispita obično je poželjno da ispit sadrži zadatke različite težine. Omjer zadataka različitih indeksa težine ovisi o svrsi ispitivanja. Kod ispitivanja usvojenosti minimalnoga standarda u određenome predmetu očekuje se veći broj zadataka s višim indeksima težine. U slučaju selekcijskih ispitivanja poželjno je imati razmjerno veći broj zadataka s nižim indeksima težine. U analitičke svrhe u radu se koristi sljedeća kategorizacija indeksa težine zadataka:

- vrlo težak zadatak (od 0 do 0,20)
- težak zadatak (od 0,21 do 0,40)
- srednje težak zadatak (od 0,41 do 0,60)
- lagan zadatak (od 0,61 do 0,80)
- vrlo lagan zadatak (od 0,81 do 1).

Međutim, indeks težine je tek donekle informativna mjera ako se kao kriterij valjanosti zanemari diskriminativnost pojedinoga zadatka. Indeks diskriminativnosti je mjera koja ukazuje na sposobnost zadatka da razlikuje pristupnike koji su uspješni ili neuspješni u cjelokupnome ispitu. Drugim riječima, ovaj indeks ukazuje na to kako su određeni zadatak riješili pristupnici koji su u ukupnome ispitu ostvarili različite rezultate. Indeks diskriminativnosti se najčešće izražava u terminima korelacije uspjeha u zadatku s uspjehom u cjelokupnome ispitu, a njegove vrijednosti su u rasponu od -1 do 1 . Negativne vrijednosti indeksa ukazuju da zadatak ne mjeri isti predmet mjerenja kao i ostatak ispita te da na tome zadatku bolji uspjeh ostvaruju pristupnici koji su u cjelokupnome ispitu manje uspješni. Zadatke s negativnim vrijednostima indeksa treba izbjegavati. Pozitivne vrijednosti indeksa ukazuju na to da su pristupnici, koji postižu bolji rezultat u cjelokupnome ispitu, uspješniji i u rješavanju toga zadatka. Minimalna prihvatljiva vrijednost indeksa iznosi $0,2$. U radu se koristi sljedeća kategorizacija indeksa diskriminativnosti:

- loša diskriminativnost (od -1 do $0,19$)
- granična diskriminativnost (od $0,20$ do $0,29$)
- dobra diskriminativnost (od $0,30$ do $0,39$)
- vrlo dobra diskriminativnost (iznad $0,40$).

U dijelu poglavlja koje slijedi prikazana je i komentirana psihometrijska analiza zadataka po ovim indeksima za sve pristupnike ispitu državne mature iz Fizike. Zbog izrazite heterogenosti pristupnika za očekivati je da će se i vrijednosti indeksa težine i indeksa diskriminativnosti izrazito razlikovati s obzirom na obrazovni profil pristupnika. Zbog toga je veći dio poglavlja posvećen detaljnoj analizi indeksa težine i indeksa diskriminativnosti s obzirom na već objašnjenu podjelu na pristupnike iz gimnazija s trosatnom i dvosatnom nastavom Fizike te pristupnike iz strukovnih područja *Elektrotehnika, Strojarstvo i Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali*.

5.1. PSIHOMETRIJSKA ANALIZA ZADATAKA SVIH PRISTUPNIKA

U tablici 21. prikazana je matrica indeksa težine i indeksa diskriminativnosti pojedinih zadataka na temelju rezultata svih pristupnika koji pristupaju ispitu državne mature iz Fizike.

Tablica 21.

Raspodjela zadataka iz Fizike 2010. godine prema indeksima težine i diskriminativnosti – svi pristupnici

	Vrlo težak zadatak $p \leq 0,20$	Težak zadatak $0,21 \leq p \leq 0,40$	Srednje težak zadatak $0,41 \leq p \leq 0,60$	Lagan zadatak $0,61 \leq p \leq 0,80$	Vrlo lagan zadatak $p \geq 0,81$
Loša diskriminativnost $R_{ir} \leq 0,19$					
Granična diskriminativnost $0,20 \leq R_{ir} \leq 0,29$		22., 33.2.	13., 19.	4., 14.	
Dobra diskriminativnost $0,30 \leq R_{ir} \leq 0,39$		2.	8.	11., 12., 15., 16.	
Vrlo dobra diskriminativnost $R_{ir} \geq 0,40$	31.	9., 29., 30., 32., 34., 35.	3., 6., 10., 17., 18., 23., 24., 25., 26., 27., 28., 33.1.	1., 7., 20., 21.	5.

Raspodjela indeksa težine, izračunata na temelju rezultata svih pristupnika, ukazuje da se ispit iz Fizike većinom sastoji od zadataka srednje težine. Ukupno je 15 takvih zadataka. Teških i laganih zadataka je nešto manje, a po jedan zadatak je u kategoriji vrlo teških i vrlo laganih zadataka. Ovakva težinska raspodjela zadataka poželjna je ako je svrha ispita razlikovanje pristupnika u cijelome rasponu rezultata. Treba ukazati da nedostaje ponešto vrlo teških zadataka koji bi poslužili u svrhu rezultatskoga razlikovanja najkompetentnijih pristupnika. Ako je svrha ispita selekcijska, kao kod ispita izbornoga dijela državne mature, nužno je uključiti više teških zadataka.

Analiza težinske primjerenosti ispita ne ukazuje na diskriminativnu vrijednost pojedinih zadataka. Analiza indeksa diskriminativnosti, izračunata na temelju rezultata svih pristupnika, ukazuje na to da velika većina zadataka ima zadovoljavajuću diskriminativnu sposobnost, a da tek šest zadataka ne zadovoljava ovaj kriterij. Zbog prije spomenute heterogenosti pristupnika, znatno su informativnije analize prema profilima pristupnika. Prvo će biti prikazane analize za različite skupine pristupnika iz gimnazijskih programa.

5.2. PSIHOMETRIJSKA ANALIZA ZADATAKA PRISTUPNIKA IZ GIMNAZIJSKIH PROGRAMA

U tablici 22. prikazana je matrica indeksa težine i indeksa diskriminativnosti pojedinih zadataka na temelju rezultata pristupnika iz gimnazija s dvosatnim programom Fizike.

Tablica 22.

Raspodjela zadataka iz Fizike 2010. godine prema indeksima težine i diskriminativnosti – pristupnici iz gimnazija s dvosatnim programom Fizike

	Vrlo težak zadatak $p \leq 0,20$	Težak zadatak $0,21 \leq p \leq 0,40$	Srednje težak zadatak $0,41 \leq p \leq 0,60$	Lagan zadatak $0,61 \leq p \leq 0,80$	Vrlo lagan zadatak $p \geq 0,81$
Loša diskriminativnost $R_r \leq 0,19$		33.2.			
Granična diskriminativnost $0,20 \leq R_r \leq 0,29$		22.	2., 13., 19.	4., 11., 14., 15.	5., 16.
Dobra diskriminativnost $0,30 \leq R_r \leq 0,39$		9.	8.	6., 7., 12., 18.	1., 20.
Vrlo dobra diskriminativnost $R_r \geq 0,40$	31.	29.	3., 10., 23., 28., 30., 32., 33.1., 34., 35.	17., 21., 24., 25., 26., 27.	

U odnosu na psihometrijske osobine, izračunate na temelju rezultata svih pristupnika, razvidan je pomak vrijednosti indeksa težine k višim vrijednostima, što znači da veći broj pristupnika iz gimnazija s dvosatnim programom Fizike uspješnije rješava zadatke. Samo je pet teških ili vrlo teških zadataka. S druge strane, čak je 18 laganih ili vrlo laganih zadataka. Analiza indeksa diskriminativnosti ukazuje na blagi pomak k nižim vrijednostima. Jedan zadatak pokazuje slabu diskriminativnost, a još 10 zadataka ima granične vrijednosti indeksa diskriminativnosti. Analiza prema tipu zadatka ukazuje da 10 od 24 zadatka zatvorenoga tipa postiže granične vrijednosti diskriminativnosti. S druge strane, za ovu skupinu pristupnika 11 od 12 zadataka otvorenoga tipa su vrlo dobro diskriminativni. Jedina iznimka je zadatak 33.2. koji je u svojoj osnovi zadatak zatvorenoga tipa. S obzirom na razinu zahtjevnosti pojedinoga zadatka, za ovu skupinu pristupnika moguće je primijetiti da su granično diskriminativni zadatci češće na osnovnoj razini. Također, moguće je primijetiti da, s obzirom na kategoriju kognitivnih procesa koje zahtijeva pojedini zadatak, nije moguće jasno utvrditi obrasce povezanosti s psihometrijskim karakteristikama. Zadatci u objema kategorijama kognitivnih procesa imaju i dobre i loše diskriminativne sposobnosti.

U tablici 23. prikazana je matrica indeksa težine i indeksa diskriminativnosti pojedinih zadataka na temelju rezultata pristupnika iz gimnazijskih programa s trosatnim programom Fizike.

Tablica 23.

Raspodjela zadataka iz Fizike 2010. godine prema indeksima težine i diskriminativnosti – pristupnici iz gimnazijskih programa s trosatnim programom Fizike

	Vrlo težak zadatak $p \leq 0,20$	Težak zadatak $0,21 \leq p \leq 0,40$	Srednje težak zadatak $0,41 \leq p \leq 0,60$	Lagan zadatak $0,61 \leq p \leq 0,80$	Vrlo lagan zadatak $p \geq 0,81$
Loša diskriminativnost $R_{ir} \leq 0,19$			33.2.		5.
Granična diskriminativnost $0,20 \leq R_{ir} \leq 0,29$			13.	4., 11., 12., 19.	1., 14., 15., 16., 20.
Dobra diskriminativnost $0,30 \leq R_{ir} \leq 0,39$			22.	2., 6., 8.	7., 18.
Vrlo dobra diskriminativnost $R_{ir} \geq 0,40$		31.	9., 29.	3., 10., 17., 23., 24., 28., 30., 32., 33.1., 34., 35.	21., 25., 26., 27.

Prikazani podaci o psihometrijskim osobinama zadataka ukazuju na to da ispit nije težinski primjeren ovoj skupini pristupnika. Razvidan je znatan pomak k lakšim zadatcima. Naime, čak 30 od 36 zadataka su lagani ili vrlo lagani ovoj skupini pristupnika. Niti jedan zadatak nije vrlo težak, a tek je jedan zadatak težak. I u slučaju ove skupine postoji pomak k nižim vrijednostima diskriminativnosti. Kao i kod pristupnika s dvosatnim programom Fizike, slabije diskriminativne osobine pokazuju zadatci zatvorenoga tipa (11 od 24 zadatka ima graničnu ili lošu diskriminativnost), a dobre diskriminativne osobine pokazuju zadatci otvorenoga tipa. Dobiveni su vrlo slični rezultati psihometrijskih analiza s obzirom na razine zahtjevnosti i kategorije kognitivnih procesa kao i kod pristupnika iz gimnazijskih programa s dvosatnim programom Fizike.

U dijelu rada koji slijedi uspoređeni su dobiveni indeksi težine za skupinu pristupnika iz gimnazijskih programa s procijenjenim indeksima težine pojedinoga zadatka od strane predmetne ekspertne skupine.

5.2.1. USPOREDBA STVARNE I PROCIJENJENE TEŽINE ZADATAKA PRISTUPNIKA IZ GIMNAZIJSKIH PROGRAMA

Članovi predmetne ekspertne skupine, koji poučavaju u gimnazijskim programima, za svaki su zadatak odredili očekivani postotak rješavanja zadatka u populaciji učenika gimnazija koji su odabrali polaganje ispita iz Fizike. Indeksi težine, temeljeni na procjenama predmetne ekspertne skupine, uspoređeni su sa stvarnim indeksima težine pojedinih zadataka. Rezultati te usporedbe prikazani su u tablici 24.

Tablica 24.

Usporedba procijenjenih i stvarnih indeksa težine zadataka za učenike gimnazijskih programa

		Postignuti indeksi težine – gimnazijski programi					UKUPNO
		Vrlo težak	Težak	Srednje težak	Lagan	Vrlo lagan	
Indeksi težine na temelju procjene predmetne ekspertne skupine	Vrlo težak	0	0	0	0	0	0
	Težak	0	0	0	0	0	0
	Srednje težak	0	3	2	0	0	5
	Lagan	0	0	10	14	3	27
	Vrlo lagan	0	0	0	2	2	4
	UKUPNO	0	3	12	16	5	36

Analiza povezanosti stvarnih indeksa težine zadataka i procijenjenih indeksa težine pokazuje da je ona vrlo visoka i iznosi $r = 0,85$. Takav koeficijent korelacije govori da je predmetna ekspertna skupina valjano procjenjivala relativnu težinu pojedinih zadataka, ali i sugerira da su uspješne procjene težine ispita vjerojatno vezane za uvide članova skupina u stvarne postignute rezultate učenika u ispitu državne mature.¹⁷ Ipak, analiza podataka o podudarnosti procijenjenih i stvarnih indeksa težine u tablici 24. pokazuje da su članovi predmetne ekspertne skupine imali tendenciju procijeniti zadatke ponešto lakšima nego što su se oni doista takvima pokazali u ispitu. Podudarne procjene prisutne su za 18 zadataka, a predmetna ekspertna skupina procijenila je 10 zadataka laganima iako njihovi stvarni indeksi težine sugeriraju da se radi o srednje teškim zadacima. U idućih pet zadataka također postoji pomak procjene stručnjaka u odnosu na stvarni indeks težine za jednu kategoriju (u smjeru manje težine zadatka). Tek je tri zadatka predmetna ekspertna skupina procijenila više teškima od stvarnih rezultata.¹⁸ Ovakav nalaz, koji ukazuje da nastavnici i predmetni stručnjaci imaju tendenciju precjenjivanja znanja i sposobnosti učenika, čest je i u međunarodnome kontekstu te ima značajne implikacije na proces konstrukcije ispita. U nastavku je predstavljena psihometrijska analiza zadataka za tri strukovna područja na temelju podjele iz prvoga poglavlja.

¹⁷ U prilog toj pretpostavci ide nalaz o nižoj korelaciji ($r = 0,61$) procijenjenih i stvarnih indeksa težine zadataka za sve pristupnike, u slučaju kad je stručna radna skupina procjene postotka rješivosti svakoga zadatka davala prije samoga ispita. Osim toga, niži stupanj povezanosti u tom se slučaju zasigurno može dovesti u vezu s velikom heterogenošću pristupnika koja otežava donošenje valjane procjene težine zadatka za sve pristupnike.

¹⁸ Radi se o zadacima koje su stručnjaci procijenili laganima, a prema stvarnome indeksu težine radi se o vrlo laganim zadacima.

5.3. PSIHOMETRIJSKA ANALIZA ZADATAKA PRISTUPNIKA IZ STRUKOVNIH PROGRAMA

U tablici 25. prikazana je matrica indeksa težine i indeksa diskriminativnosti pojedinih zadataka na temelju rezultata pristupnika iz strukovnoga područja *Elektrotehnika*.

Tablica 25.

Raspodjela zadataka iz Fizike 2010. godine prema indeksima težine i diskriminativnosti – pristupnici iz strukovnoga područja *Elektrotehnika*

	Vrlo težak zadatak $p \leq 0,20$	Težak zadatak $0,21 \leq p \leq 0,40$	Srednje težak zadatak $0,41 \leq p \leq 0,60$	Lagan zadatak $0,61 \leq p \leq 0,80$	Vrlo lagan zadatak $p \geq 0,81$
Loša diskriminativnost $R_{ir} \leq 0,19$		13., 19., 22.			
Granična diskriminativnost $0,20 \leq R_{ir} \leq 0,29$		2., 33.2.	11., 21., 24.	4., 12., 14., 15.	
Dobra diskriminativnost $0,30 \leq R_{ir} \leq 0,39$		3., 10.	6., 7., 8., 17., 18., 20., 23.	1., 16.	5.
Vrlo dobra diskriminativnost $R_{ir} \geq 0,40$	30., 31., 32., 35.	9., 27., 29., 34.	25., 26., 28., 33.1.		

Prikazani rezultati ukazuju na značajno drugačiju strukturu matrice od one gimnazijskih pristupnika. Tek sedam od 36 zadataka mogu se okarakterizirati laganim ili vrlo laganim zadatcima, a 15 zadataka spada u kategorije teških ili vrlo teških zadataka pristupnicima iz strukovnoga područja *Elektrotehnika*. Analiza diskriminativnosti zadataka ukazuje na sličnu podjelu kao i u objema skupinama pristupnika iz gimnazijskih programa. Jedanaest od 24 zadatka zatvorenoga tipa su loše ili granično diskriminativni, a čak 11 od 12 zadataka otvorenoga tipa su vrlo dobro diskriminativni. Za ovu skupinu pristupnika zadatci na srednjoj razini zahtjevnosti pokazuju bolje psihometrijske osobine.

U tablici 26. prikazana je matrica indeksa težine i indeksa diskriminativnosti pojedinih zadataka na temelju rezultata pristupnika iz strukovnoga područja *Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali*, a u tablici 27. prikazana je matrica na temelju rezultata pristupnika iz strukovnoga područja *Strojarstvo*.

Tablica 26.

Raspodjela zadataka iz Fizike 2010. godine prema indeksima težine i diskriminativnosti – pristupnici iz strukovnoga područja *Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali*

	Vrlo težak zadatak $p \leq 0,20$	Težak zadatak $0,21 \leq p \leq 0,40$	Srednje težak zadatak $0,41 \leq p \leq 0,60$	Lagan zadatak $0,61 \leq p \leq 0,80$	Vrlo lagan zadatak $p \geq 0,81$
Loša diskriminativnost $R_{ir} \leq 0,19$	9.	2., 3., 6., 8., 10., 19., 22., 24., 33.2.	12., 13., 21.	4., 14.	
Granična diskriminativnost $0,20 \leq R_{ir} \leq 0,29$		17., 18., 23.	11., 15.	16.	
Dobra diskriminativnost $0,30 \leq R_{ir} \leq 0,39$	31.		7., 20.	1., 5.	
Vrlo dobra diskriminativnost $R_{ir} \geq 0,40$	29., 30., 32., 33.1., 34., 35.	25., 26., 27., 28.			

Tablica 27.

Raspodjela zadataka iz Fizike 2010. godine prema indeksima težine i diskriminativnosti – pristupnici iz strukovnoga područja *Strojarstvo*

	Vrlo težak zadatak $p \leq 0,20$	Težak zadatak $0,21 \leq p \leq 0,40$	Srednje težak zadatak $0,41 \leq p \leq 0,60$	Lagan zadatak $0,61 \leq p \leq 0,80$	Vrlo lagan zadatak $p \geq 0,81$
Loša diskriminativnost $R_{ir} \leq 0,19$	9.	2., 6., 8., 10., 13., 17., 18., 19., 21., 22., 23., 24.	12.	4., 14., 16.	
Granična diskriminativnost $0,20 \leq R_{ir} \leq 0,29$	33.2.	3.	11., 15.		5.
Dobra diskriminativnost $0,30 \leq R_{ir} \leq 0,39$	29., 30., 31., 34.	20.	1., 7.		
Vrlo dobra diskriminativnost $R_{ir} \geq 0,40$	28., 32., 33.1., 35.	25., 26., 27.			

Nekoliko je strukturalnih razlika prisutno u psihometrijskoj analizi obiju skupina pristupnika. Vidljiv je jasan pomak k teškim i vrlo teškim zadacima. Tek nekolicina zadataka može se okarakterizirati laganima i vrlo laganima za ove dvije skupine pristupnika. Također, u odnosu na sve ostale skupine, vidljiv je jasan pomak k nižim vrijednostima indeksa diskriminativnosti, pri čemu više od pola zadataka ima loše ili granične diskriminativne osobine. Navedeno ukazuje da ovim dvjema skupinama pristupnika zadatci nisu primjereni. Kao i kod svih ostalih skupina, zadatci otvorenoga tipa pokazuju se diskriminativnijima, a većina zadataka zatvorenoga tipa nema zadovoljavajuću diskriminativnost.

Ove je nalaze, kao i prethodne nalaze o strukturi ispita s obzirom na temu, tip zadatka, razinu zahtjevnosti zadataka i kategoriju kognitivnih procesa koje oni traže, važno uzeti u obzir pri interpretaciji rezultata pristupnika i ostvarenih razlika u riješenosti pojedinih područja ispita.

**6. REZULTATI ISPITA
DRŽAVNE MATURE IZ FIZIKE**

6.1. ANALIZA REZULTATA SVIH PRISTUPNIKA

U tablici 28. prikazani su osnovni statistički parametri o uspješnosti rješavanja ispita iz Fizike svih 9395 pristupnika koji su polagali ispit u ljetnome roku školske godine 2009./2010. Na slici 1. prikazana je raspodjela rezultata svih pristupnika. Prosječni rezultat svih pristupnika iznosi 38,44 ($\sigma = 18,57$) od mogućih 80 bodova ili postotno iskazano 48,05% ($\sigma = 23,21$) mogućih bodova u cjelokupnome ispitima.¹⁹ Medijan iznosi 45% riješenosti ispita, pri čemu pristupnici postižu potpuni raspon riješenosti. Podjela ispitanika u decilne skupine prema postignutome rezultatu ukazuje da 10% najuspješnijih pristupnika postiže rezultat iznad 82,50% mogućega broja bodova, a 10% učenika s najlošijim uspjehom u prosjeku postiže rezultat do 20% bodova u ispitima. Analizirajući rezultate u ispitima iz perspektive postotka pristupnika, koji su ostvarili određeni uspjeh, razvidno je da 4,4% pristupnika postiže rezultat iznad 90%, a 20,6% njih postiže rezultat iznad 70% mogućih bodova. Istodobno, 1,2% pristupnika postiže rezultat ispod 10% bodova u ispitima, a 28,4% pristupnika postiže do 30% mogućih bodova. Podatci o zakrivljenosti i spljoštenosti ukazuju na pozitivno asimetričnu, relativno spljoštenu raspodjelu. Asimetričnost raspodjele karakterizira i deblji desni kraj, što može ukazivati na otežanu selekciju pristupnika koji postižu najbolje rezultate, a konkuriraju na studijskim programima visoke poželjnosti.

Kao što je već naglašeno, ovako predstavljeni rezultati su samo donekle informativni. Karakteristike izrazite heterogenosti pristupnika, s obzirom na vrstu srednjoškolskoga programa, te objašnjeni čimbenici izbornosti i usklađenosti ispita s gimnazijskim programom predmeta ukazuju da se u skupnim rezultatima svih pristupnika nalaze različite raspodjele. Prije analize rezultata, po već objašnjenim kategorizacijama pristupnika u homogenije skupine, bit će predstavljeni rezultati izrazito heterogenih skupina pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa. Analiza rezultata ovih dviju skupina u većoj mjeri **može poslužiti samo u ilustrativne svrhe** jer bi na temelju nje bilo pogrešno donositi zaključke o razlikama u postignuću iz Fizike između učenika koji se obrazuju u ovim dvama vrstama programa. Ipak, ove analize mogu poslužiti za objašnjenje odluka o grupiranju pristupnika u homogenije skupine određene prema srednjoškolskome programu i prema relativnome broju pristupnika iz pojedinih programa koji odlučuju polagati ispit iz Fizike.

¹⁹ U daljnjem tekstu koristi se postotno iskazan rezultat u ispitima iz Fizike.

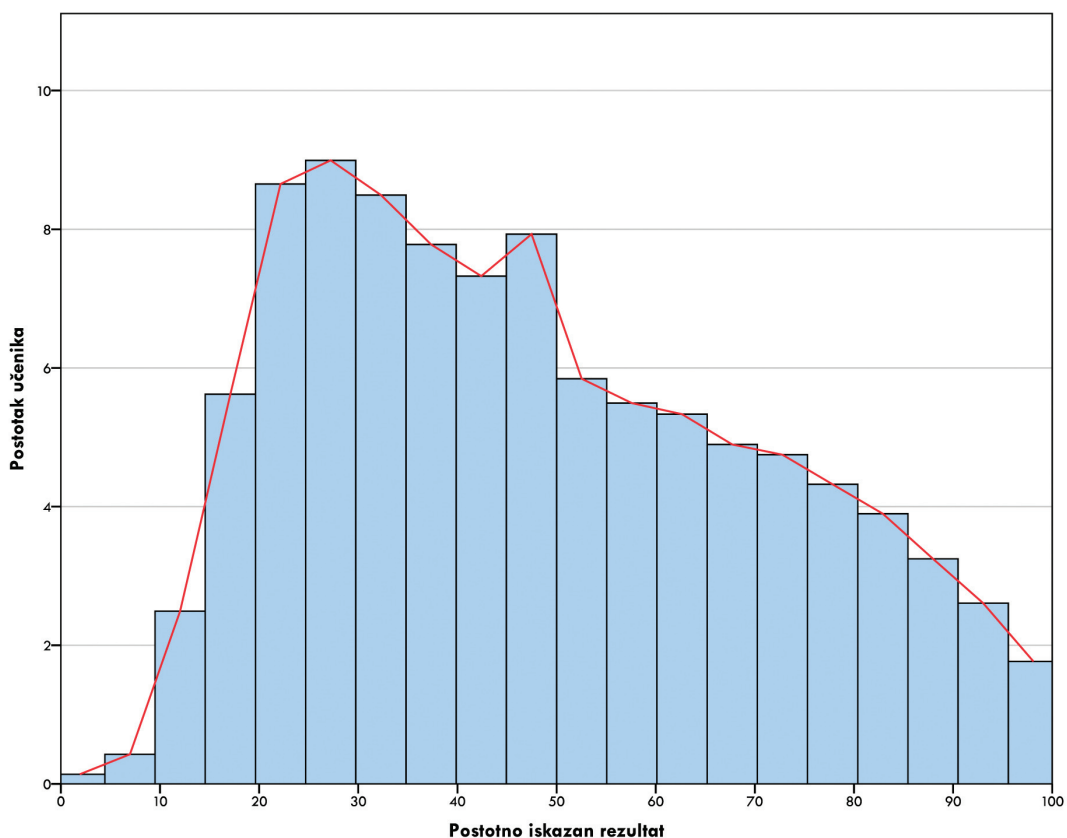
Tablica 28.

Osnovni statistički parametri o uspješnosti rješavanja ispita iz Fizike – svi pristupnici

	Aritmetička sredina (M)	Standardna devijacija (σ)	Medijan (C)	Min. – maks. postignuti rezultat	Standardna pogreška aritmetičke sredine	Zakrivljenost	Spljoštenost
Bodovi	38,44	18,57	36	0 – 80	0,19		
Postotak riješenosti	48,05	23,21	45	0 – 100	0,24	0,37 (0,03)	-0,90 (0,05)

Decili	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Postotak riješenosti	20,00	26,25	31,25	37,50	45,00	52,50	61,25	71,25	82,50

Postotak riješenosti	do 10	od 11 do 20	od 21 do 30	od 31 do 40	od 41 do 50	od 51 do 60	od 61 do 70	od 71 do 80	od 81 do 90	od 91 do 100
Postotak učenika	1,2	10,3	17,1	15,6	13,6	11,4	10,2	9,1	7,1	4,4



Slika 1. Raspodjela rezultata ispita iz Fizike – svi pristupnici

6.2. REZULTATI PRISTUPNIKA IZ GIMNAZIJSKIH I STRUKOVNIH PROGRAMA

U tablici 29. prikazani su osnovni statistički parametri, a na slikama 2. i 3. raspodjele rezultata pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa u ispitu iz Fizike. Pristupnici iz gimnazijskih programa u prosjeku ostvaruju 62,85% mogućih bodova, a pristupnici iz strukovnih programa ostvaruju 35,29% mogućih bodova. Pristupnici iz gimnazijskih programa ostvaruju raspon rezultata između 9% i maksimalnoga rezultata, a pristupnici iz strukovnih programa ostvaruju gotovo potpuni raspon od 0 do 99% mogućih bodova. Testiranjem snage međugrupnih razlika utvrđen je izrazito snažan učinak vrste obrazovnoga programa ($r = 0,58$). Deset posto najuspješnijih pristupnika iz gimnazijskih programa ostvaruje rezultat iznad 90% bodova u ispitu. Istodobno, 10% najuspješnijih pristupnika iz strukovnih programa ostvaruje rezultat iznad 61,25% bodova, što predstavlja nižu vrijednost od medijana pristupnika iz gimnazija. Najuspješniji pristupnici iz strukovnih programa ostvaruju slabiji uspjeh od prosječnoga rezultata pristupnika iz gimnazijskih programa. Deset posto najneuspješnijih pristupnika iz gimnazijskih programa ostvaruje rezultat do trećine mogućih bodova u ispitu, što predstavlja bolji rezultat nego što je medijan svih pristupnika iz strukovnih programa. Najneuspješniji pristupnici iz strukovnih programa ostvaruju rezultat do 17,50% mogućih bodova u ispitu. Analiza raspodjela rezultata ukazuje na to da se kod dviju skupina pristupnika radi o vrlo različitim oblicima raspodjele. Rezultate pristupnika gimnazijskih programa karakterizira negativno asimetrična distribucija s debljim desnim krajem. Intenzitet asimetričnosti distribucije razvidan je kroz podatke o različitim bodovnim razredima, pri čemu 6,5% pristupnika iz gimnazijskih programa ostvaruje rezultat do 30% mogućih bodova u ispitu iz Fizike. Istodobno, iznad 70% bodova u ispitu postiže čak 40% pristupnika iz gimnazijskih programa. Negativna asimetričnost i deblji desni kraj distribucije očituje se i u činjenici da se u rezultatskim razredima od medijana nagore nalazi gotovo podjednaki broj učenika. Za razliku od pristupnika iz gimnazijskih programa, raspodjela rezultata pristupnika iz strukovnih programa je izrazito pozitivno asimetrična. Raspodjelu karakteriziraju jasan vrh, koji se nalazi na oko četvrtini mogućih bodova, i izrazito produženi desni kraj. Do 30% bodova u ispitu ostvaruje 48,7% pristupnika, a iznad 70% bodova ostvaruje tek 5% pristupnika iz strukovnih programa. Između ostaloga, ovakvi rezultati potvrđuju pretpostavku da se u analizi rezultata svih pristupnika kriju dvije distribucije. Tako se može zaključiti da je pristupnicima iz gimnazijskih programa ispit iz Fizike bio relativno lagan, odnosno da je mnogo pristupnika ostvarilo izrazito dobar rezultat u ispitu. Rezultati pristupnika iz strukovnih programa navode na zaključak da je ovoj skupini pristupnika ispit bio težak. Štoviše, ovakvi nalazi mogu ukazivati na neprimjerenost ispita ovoj skupini pristupnika. Zbog izrazite heterogenosti ovih dviju skupina pristupnika, ovaj je zaključak samo donekle opravdan.

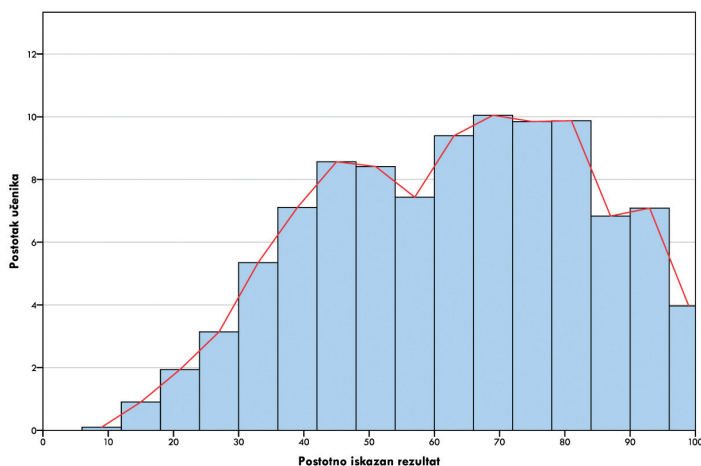
Tablica 29.

Osnovni statistički parametri o uspješnosti pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa u rješavanju ispita iz Fizike

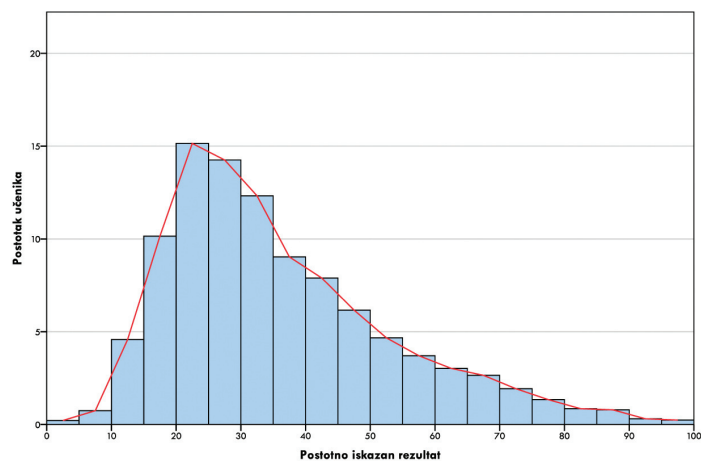
PROGRAMI	Aritmetička sredina (M)	Standardna devijacija (σ)	Medijan (C)	Min. – maks. postignuti rezultat	Standardna pogreška aritmetičke sredine	t df p	Veličina učinka
Gimnazijski	62,85	20,74	64	9 – 100	0,33	66,60	0,58
Strukovni	35,29	17,50	31	0 – 99	0,26	8541 $p < ,001$	

Decili	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Gimnazijski	33,75	42,50	50,00	57,50	63,75	70,00	76,25	82,50	90,00
Strukovni	17,50	20,00	23,75	27,50	31,25	36,25	41,25	48,75	61,25

Postotak riješenosti	do 10	od 11 do 20	od 21 do 30	od 31 do 40	od 41 do 50	od 51 do 60	od 61 do 70	od 71 do 80	od 81 do 90	od 91 do 100
Gimnazijski	0,0	1,5	5,0	10,0	13,5	14,5	15,5	16,5	14,0	9,5
Strukovni	2,1	18,5	28,1	19,7	13,3	7,9	5,4	2,9	1,6	0,5



Slika 2. Raspodjela rezultata pristupnika iz gimnazijskih programa u ispitu iz Fizike



Slika 3. Raspodjela rezultata pristupnika iz strukovnih programa u ispitu iz Fizike

6.3. REZULTATI PRISTUPNIKA IZ RAZLIČITIH SREDNJOŠKOLSKIH PROGRAMA

Analiza relativne zastupljenosti pristupnika različitih profila i programskoga određenja uvjetuje da bi zaključivanje o rezultatima na temelju grube podjele na pristupnike strukovnih i gimnazijskih programa bilo pogrešno. Razlog tomu je što pristupnici ispitu iz Fizike ne reprezentiraju sve učenike gimnazijskih i strukovnih programa. U gimnazijskom programu više su zastupljeni učenici prirodoslovno-matematičkih gimnazija koji ujedno imaju veću satnicu Fizike, a manje su zastupljeni učenici svih ostalih gimnazijskih programa. Istodobno, profilna struktura pristupnika iz strukovnih programa je još heterogenija, što čini agregirani rezultat skupine pristupnika iz strukovnih programa nereprezentativnim. U tablici 30. navedeni su osnovni statistički parametri o uspješnosti u ispitu iz Fizike pristupnika različitih srednjoškolskih programa poredanih prema prosječnome rezultatu. Razlike u uspješnosti pristupnika različitih srednjoškolskih programa daju potvrdu prije spomenutim pretpostavkama o izrazitoj heterogenosti. Najuspješniji su pristupnici iz prirodoslovno-matematičkih i prirodoslovnih gimnazija, odnosno gimnazijskih programa sa satnicom od 105 nastavnih sati Fizike godišnje. Nakon toga slijede pristupnici iz općih i klasičnih gimnazijskih programa koji imaju satnicu Fizike od 70 sati godišnje. Pristupnici iz jezičnih programa, koji u četvrtome razredu mogu izabrati da ne pohađaju nastavu iz Fizike, su nešto manje uspješni u usporedbi s pristupnicima iz ostalih gimnazijskih programa. Rasponi rezultata pristupnika iz različitih gimnazijskih programa ukazuju na izrazito veliki varijabilitet. Tako se, ovisno o gimnazijskim programima, minimalne vrijednosti kreću između 9% i 25%, a maksimalne između 96% i 100% mogućih bodova.

Od svih pristupnika iz strukovnih programa pristupnici iz strukovnoga područja *Elektrotehnika* u prosjeku ostvaruju najbolji rezultat i to u gotovo potpunome rasponu rezultata (0 – 99%). Izrazito uspješni pristupnici (oni koji su riješili iznad 80% ispita) su i iz strukovnih područja *Strojarstvo, Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali, Geologija, rudarstvo i nafta, Zdravstvo i Kemijska tehnologija*. U određenim strukovnim područjima, osim niskih prosječnih vrijednosti, podatci o rasponu rezultata ukazuju da pristupnici ne uspijevaju ostvariti niti polovicu mogućih bodova. Tako, primjerice, pristupnici iz strukovnoga područja *Cestovni promet i Pomorski, riječni i lučki promet* ostvaruju raspon između 0 i 51% mogućih bodova u ispitu iz Fizike, a u nekim je područjima maksimalni rezultat tek trećina mogućih bodova.

Izrazito je važno naglasiti da zbog različitoga udjela pristupnika koji pristupaju ispitu iz Fizike u odnosu na ukupni broj pristupnika koji pristupaju državnoj maturi, razlike u rezultatima nije opravdano generalizirati na stvarnu veličinu razlika između pojedinih profila. Tako, primjerice, premda pristupnici iz jezičnih gimnazija postižu statistički značajno bolji rezultat u ispitu iz Fizike od pristupnika iz područja *Elektrotehnika*, bilo bi pogrešno zaključiti da su učenici jezičnih gimnazija bolji iz Fizike od učenika iz područja *Elektrotehnika*. Naime, rezultat strukovnoga područja *Elektrotehnika* temelji se na rezultatu 85,31% svih učenika toga područja koji su pristupili ispitu državne mature iz Fizike, a rezultat pristupnika iz jezičnih gimnazija predstavlja rezultat tek 14,55% učenika jezičnih gimnazija i to onih za koje se može pretpostaviti da su zainteresirani za prirodoslovno područje ili žele nastaviti obrazovanje na prirodoslovnim, tehničkim ili biomedicinskim fakultetima. Postavlja se opravdano pitanje bi li rezultat od 85,31% učenika iz jezičnih gimnazija bio statistički značajno bolji od rezultata pristupnika iz područja *Elektrotehnika*.

Tablica 30.

Osnovni statistički parametri o uspješnosti pristupnika iz različitih srednjoškolskih programa u rješavanju ispita iz Fizike

SREDNJOŠKOLSKI PROGRAMI	N	MINIMUM	MAKSIMUM	M	σ
Prirodoslovno-matematička gimnazija	1290	11	100	72,55	18,47
Prirodoslovna gimnazija	45	25	96	65,83	20,38
Gimnazijski programi	3965	9	100	62,86	20,73
Klasična gimnazija	173	15	99	59,80	20,63
Opća gimnazija	2197	9	100	58,88	19,94
Jezična gimnazija	255	13	100	50,33	19,22
Elektrotehnika	2281	0	99	41,81	18,78
Kemijska tehnologija	22	15	83	36,59	18,46
Strukovni programi	4562	0	99	35,29	17,50
Geologija, rudarstvo i nafta	17	14	85	33,01	19,27
Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali	665	8	86	32,99	14,26
Zračni promet	25	15	56	32,20	10,23
Zdravstvo	213	10	83	29,94	14,00
Strojarstvo	536	3	89	29,73	11,89
Veterina	30	8	59	28,25	14,64
Međustrukovni programi	34	11	60	27,46	13,40
Optika i obrada stakla	7	18	40	26,61	7,59
Grafika	58	10	53	25,88	8,82
Željeznički promet	25	10	46	24,25	9,35
Prehrana	4	10	36	23,75	10,85
Poštansko-telegrafski promet	34	8	40	23,64	8,81
Brodogradnja	8	13	35	23,13	8,50
Ekonomija i trgovina	178	0	75	22,63	10,75
Cestovni promet	136	5	51	22,35	8,12
Likovna umjetnost	15	5	45	22,25	8,84
Pomorski, riječni i lučki promet	96	0	50	21,76	9,12
Unutarnji transport	6	15	30	20,83	4,92
Ugostiteljstvo i turizam	15	10	39	19,00	7,74
Obrada drva	12	10	33	18,65	5,58
Poljoprivreda	22	3	48	18,13	9,22
Šumarstvo	7	5	30	16,79	8,38
Tekstil	4	5	25	16,25	8,29

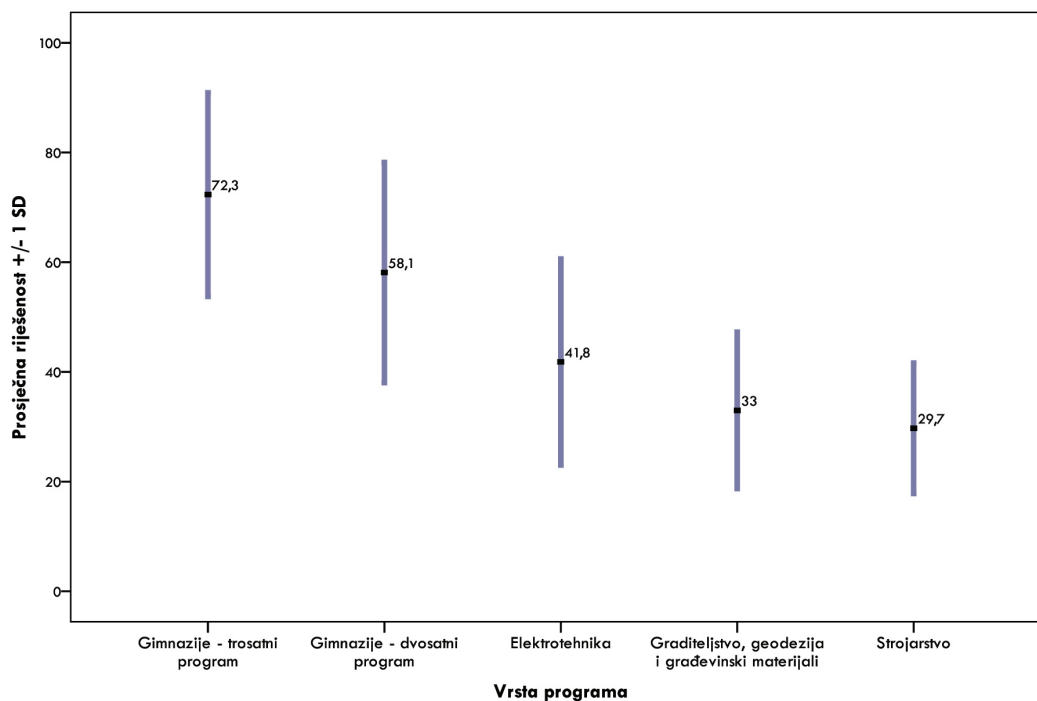
6.4. REZULTATI PRISTUPNIKA NA TEMELJU PODJELE KORIŠTENE U RADU

U ispitu državne mature iz Fizike, opravdano je usporediti rezultate pristupnika gimnazijskih programa koji imaju tri sata Fizike tjedno i rezultate pristupnika koji imaju dva sata Fizike tjedno. Što se tiče četverogodišnjih strukovnih programa, treba izdvojiti strukovna područja iz kojih pristupnici u značajnoj mjeri pristupaju ispitu. U slučaju Fizike, to su strukovna područja *Elektrotehnika*, *Graditeljstvo*, *geodezija i građevinski materijali* i *Strojarstvo*. U ovim se područjima ujedno sadržaji iz Fizike prožimaju tijekom svih četiriju godina srednjoškolskoga obrazovanja. Ovakvom je kategorizacijom iz analize izdvojen značajan broj pristupnika iz strukovnih programa. U tablici 31. i na slici 4. prikazani su rezultati pristupnika u cjelokupnome ispitu prema navedenoj kategorizaciji. U tablici 32. prikazani su rezultati planiranih usporedbi između određenih profila iskazani u terminima veličine efekta (Pearsonov r). Veličina efekta je standardizirani i usporedivi pokazatelj snage razlike između skupina pristupnika. Ovaj je pokazatelj relevantniji od statističke značajnosti jer nije ovisan o broju pristupnika (stupnjeva slobode). Vrijednost veličine efekta je između -1 i 1 . Zbog olakšane interpretacije Cohen (1988) postulira da su mali efekti do $r = 0,15$, srednji efekti oko $r = 0,30$, a izrazito snažni efekti oko $r = 0,50$. Interpretacija dobivenih efekata dovodi do zanimljivih zaključaka. Razvidno je da se pri usporedbi rezultata pristupnika iz gimnazijskih programa radi o srednje velikome efektu, pri kojem pristupnici iz trosatnih programa Fizike ostvaruju bolje rezultate. Gotovo je istovjetna veličina efekta pri usporedbi pristupnika iz gimnazija koji imaju Fiziku dva sata tjedno i pristupnika iz područja *Elektrotehnika*. Usporedba pristupnika iz područja *Elektrotehnika* i preostalih dvaju strukovnih područja ukazuje na sličnu snagu razlike u korist pristupnika iz područja *Elektrotehnika*. Usporedba rezultata pristupnika iz područja *Graditeljstvo*, *geodezija i građevinski materijali* te područja *Strojarstvo* ukazuje na neznan efekt u korist prvo spomenute skupine pristupnika. U dijelu rada koji slijedi bit će prikazani rezultati pristupnika različitih novostvorenih podjela ispitnih zadataka.

Tablica 31.

Testiranje razlika u rezultatu ispita iz Fizike između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	72,33	20,08	1020,30 (4, 7437)	<,001
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	58,11	18,57		
ELEKTROTEHNIKA	2281	41,81	18,78		
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	32,99	14,26		
STROJARSTVO	536	29,73	11,89		



Slika 4. Prosječni rezultati i raspršenja rezultata ispita iz Fizike između skupina pristupnika

Tablica 32.

 Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12

6.5. ANALIZA REZULTATA RAZLIČITIH TIPOVA ZADATAKA

U tablici 33. prikazani su osnovni statistički pokazatelji vezani za uspješnost rješavanja zadataka otvorenoga i zatvorenoga tipa u ispitu državne mature iz Fizike.

Tablica 33.

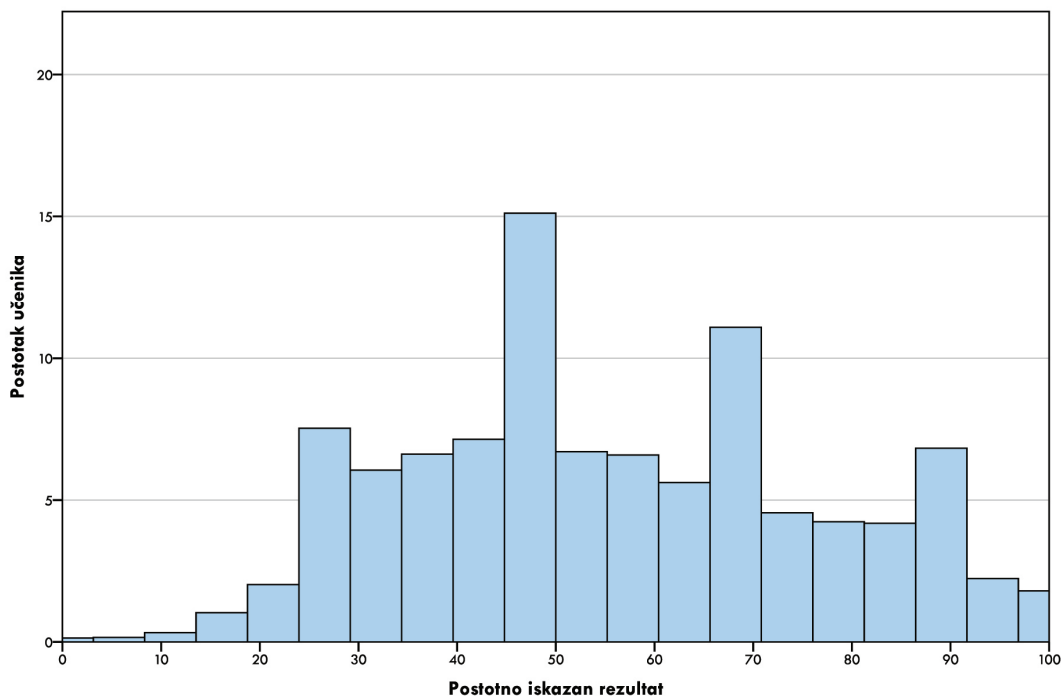
Osnovni statistički parametri rezultata ispita iz Fizike s obzirom na tip zadatka

TIP ZADATKA	M	σ	C
Zatvoreni	56,33	20,85	54
Otvoreni	35,60	30,89	28

Analiza uspješnosti, s obzirom na tip zadatka, očekivano ukazuje na veću uspješnost pristupnika u rješavanju zadataka zatvorenoga tipa. Radi se o izrazito značajnoj razlici, pri čemu pristupnici u zadacima zatvorenoga tipa ostvaruju 56,33% mogućih bodova, a u zadacima otvorenoga tipa ostvaruju tek 35,60% mogućih bodova. Pri analizi i interpretaciji ovih rezultata važno je primijetiti razliku u raspršenju rezultata s obzirom na tip zadatka te izrazitu razliku između dviju mjera centralne tendencije kod zadataka otvorenoga tipa, pri čemu je medijan znatno niži. Analitički postupci su, kao i u ukupnome rezultatu, na temelju rezultata svih pristupnika samo djelomice informativni. Tako će se u dijelu rada koji slijedi pomnije analizirati uspješnost različitih skupina pristupnika u pojedinoj tipu zadatka.

6.6. ANALIZA REZULTATA ZADATAKA ZATVORENOGA TIPI

Na slici 5. prikazana je raspodjela rezultata zadataka zatvorenoga tipa svih pristupnika koji pristupaju ispitu državne mature iz Fizike u ljetnome roku u školskoj godini 2009./2010. Razvidno je da je u zadacima zatvorenoga tipa distribucija relativno normalna i da ju karakterizira deblji desni i vrlo tanki lijevi kraj. Ovdje posebno valja naglasiti da samo 13 od 9395 pristupnika ne ostvaruje niti jedan bod, a tek 1,7% pristupnika ostvaruje do 10% mogućih bodova u ovome tipu zadataka. Ovakav rezultat ukazuje da je zanemarivi dio pristupnika u potpunosti odustao od rješavanja zadataka, odnosno pristupio je ispitu s namjerom da cjelokupni ispit ostavi praznim. Ovo je važno napomenuti jer mnogo pristupnika na probnoj državnoj maturi provedenoj u školskoj godini 2008./2009. uopće nije rješavalo zadatke. Različite skupine pristupnika se statistički značajno razlikuju u uspješnosti rješavanja zadataka zatvorenoga tipa. U tablici 34. prikazani su osnovni statistički podatci i testiranje razlika u uspješnosti pristupnika iz gimnazija i strukovnih škola. Prema očekivanju, testiranje veličine efekta u rezultatu pristupnika za zadatke zatvorenoga tipa ukazuje na izraziti efekt, pri čemu su pristupnici iz gimnazijskih programa značajno uspješniji. Također je vrijedno zamijetiti da je razlika između prosječnoga rezultata cjelokupnoga ispita i rezultata zadataka zatvorenoga tipa izrazitija kod pristupnika iz strukovnih programa.



Slika 5. Raspodjela rezultata zadatka zatvorenoga tipa – svi pristupnici

Tablica 34.

Testiranje razlika u rezultatu zadatka zatvorenoga tipa ispita iz Fizike između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

PROGRAMI	M	σ	t, df, p	Veličina efekta
Gimnazijski	68,64	18,57	60,13 8541	0,54
Strukovni	45,61	16,81	p<,001	

Tablica 35.

Testiranje diferencijalnoga funkcioniranja zadatka zatvorenoga tipa između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)
1.	1,21	1,16	9.	0,51	-4,78*	17.	1,40	2,67*
2.	1,38	2,58*	10.	1,66	4,05*	18.	1,92	5,07*
3.	1,43	2,88*	11.	1,09	0,65	19.	1,58	3,79*
4.	0,92	-0,62	12.	0,87	-1,04	20.	3,13	7,57*
5.	1,93	2,60*	13.	1,21	1,57	21.	1,95	5,18*
6.	1,83	4,86*	14.	0,96	-0,31	22.	1,39	2,57
7.	1,34	2,05	15.	0,97	-0,19	23.	1,27	1,89
8.	0,93	-0,58	16.	1,47	2,23	24.	1,81	4,81*

U tablici 35. uspoređena je riješenost pojedinih zadataka zatvorenoga tipa onih pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa koji su postigli sličan ukupni rezultat u cjelokupnome ispitu. Dakle, za pristupnike iz gimnazijskih i strukovnih programa, koji su bili podjednako uspješni u ispitu iz Fizike, ispitivane su razlike u funkcioniranju pojedinih zadataka. Ako je vrijednost u stupcu DIF (engl. *Differential item functioning*) manja od 1, tada je zadatak teži pristupnicima iz gimnazijskih programa. Ako DIF iznosi približno 1, tada je zadatak podjednako težak objema skupinama pristupnika. Ako je DIF veći od 1, tada je zadatak teži pristupnicima iz strukovnih programa. Razlike između dviju skupina pristupnika su statistički značajne ($p < 0,01$) kada je apsolutna vrijednost u stupcu z (stand) veća od 2,58. Takve razlike označene su znakom *. Iz tablice je vidljivo da 11 zadataka statistički značajno bolje pristaje pristupnicima iz gimnazijskih programa, a jedan zadatak pristupnicima iz strukovnih programa. Navedeni podatci ukazuju na to da zatvorenost zadatka nije ključan element u prilagođenosti zadatka određenoj skupini pristupnika.

U tablici 36. i na slici 6. prikazani su osnovni deskriptivni podatci i testiranje razlika u rezultatu zadataka zatvorenoga tipa između različitih profila pristupnika. U tablici 37. prikazani su rezultati planiranih usporedbi između pristupnika određenih profila.

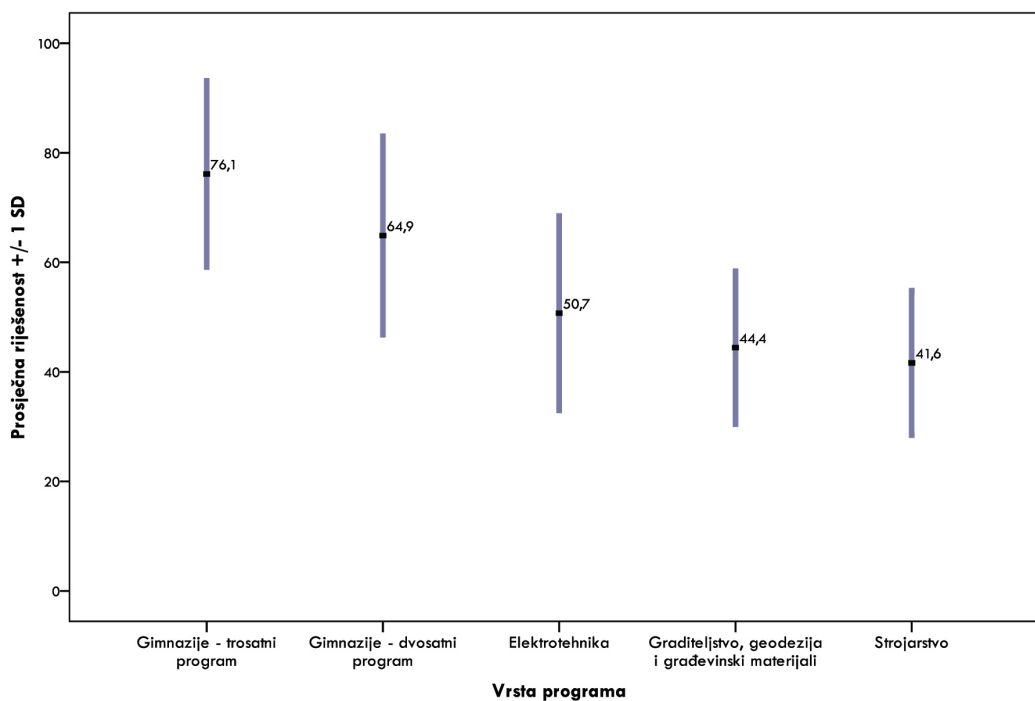
Prikazani podatci očekivano ukazuju na to da su učenici gimnazijskih programa, koji imaju tri sata Fizike tjedno, najuspješniji u rješavanju zadataka zatvorenoga tipa te u prosjeku ostvaruju više od triju četvrtina mogućih bodova. Ostali pristupnici iz gimnazijskih programa ostvaruju prosječni rezultat na razini dviju trećina mogućih bodova za zadatke ovoga tipa. U odnosu na rezultate u cjelokupnome ispitu, pristupnici iz ovih programa su donekle uspješniji u ovome tipu zadataka. Pristupnici iz strukovnoga područja *Elektrotehnika* u prosjeku ostvaruju oko polovicu mogućih bodova za zadatke zatvorenoga tipa, a pristupnici iz preostalih dvaju izdvojenih strukovnih programa su nešto neuspješniji. U odnosu na njihovu uspješnost u cjelokupnome ispitu, može se zaključiti da pristupnici iz ovih programa za ovakav tip zadataka ostvaruju značajno bolje rezultate.

Analiza veličine efekta planiranih usporedbi pristupnika različitih programa (tablica 37.) ukazuje da u usporedbi s veličinom efekta u cjelokupnome ispitu dolazi do sustavnoga smanjivanja efekata za ovaj tip zadataka u slučaju svih planiranih usporedbi. Analiza rezultata pristupnika za zadatke otvorenoga tipa, koja je prikazana u nastavku, s druge strane, otkriva izrazite razlike u uspješnosti pristupnika iz različitih programa.

Tablica 36.

Testiranje razlika u rezultatu zadataka zatvorenoga tipa ispita iz Fizike između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	76,14	17,02	800,63 (4, 7437)	<,001
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	64,89	18,14		
ELEKTROTEHNIKA	2281	50,71	17,75		
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	44,42	13,96		
STROJARSTVO	536	41,64	13,19		



Slika 6. Prosječni rezultati i raspršenja rezultata zadataka zatvorenoga tipa ispita iz Fizike između skupina pristupnika

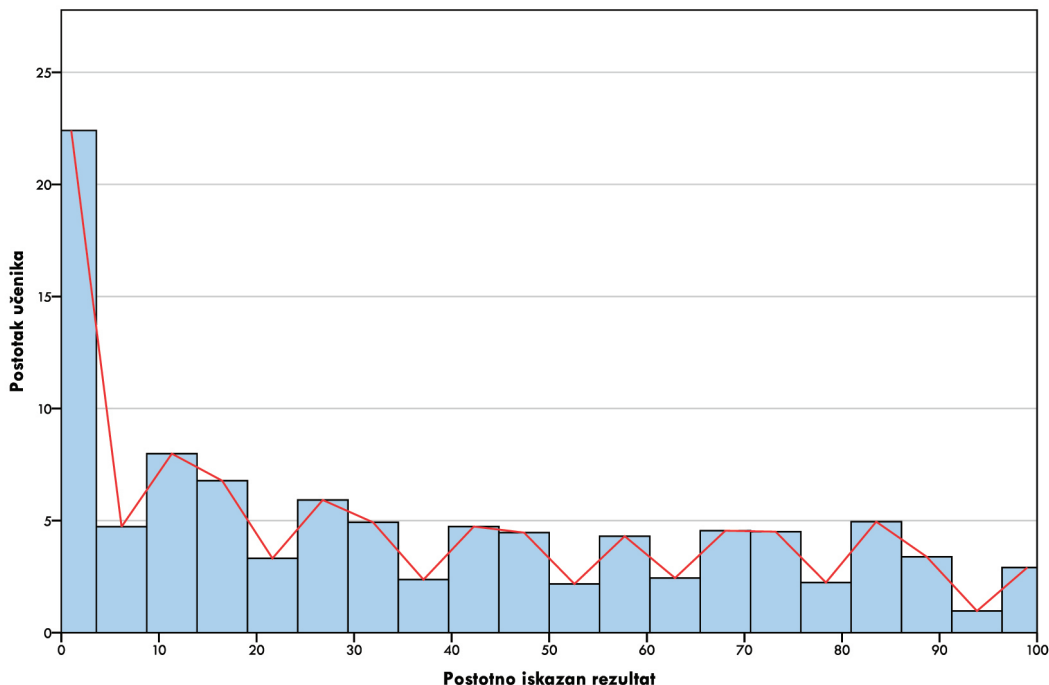
Tablica 37.

 Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika za zadatke zatvorenoga tipa iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta (ukupno)	Veličina efekta (zatvoreni)
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38	-0,33
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39	0,37
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62	0,57
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32	0,25
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47	0,38
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12	0,10

6.7. ANALIZA REZULTATA ZADATAKA OTVORENOGA TIPA

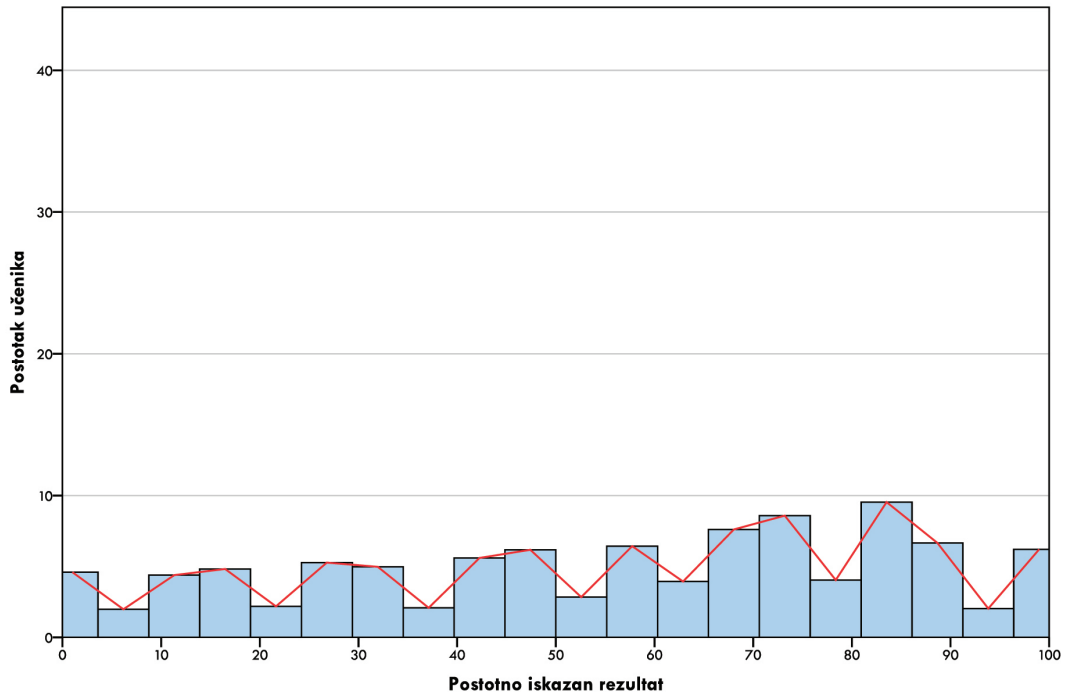
Na slici 7. prikazana je raspodjela rezultata svih pristupnika za zadatke otvorenoga tipa.



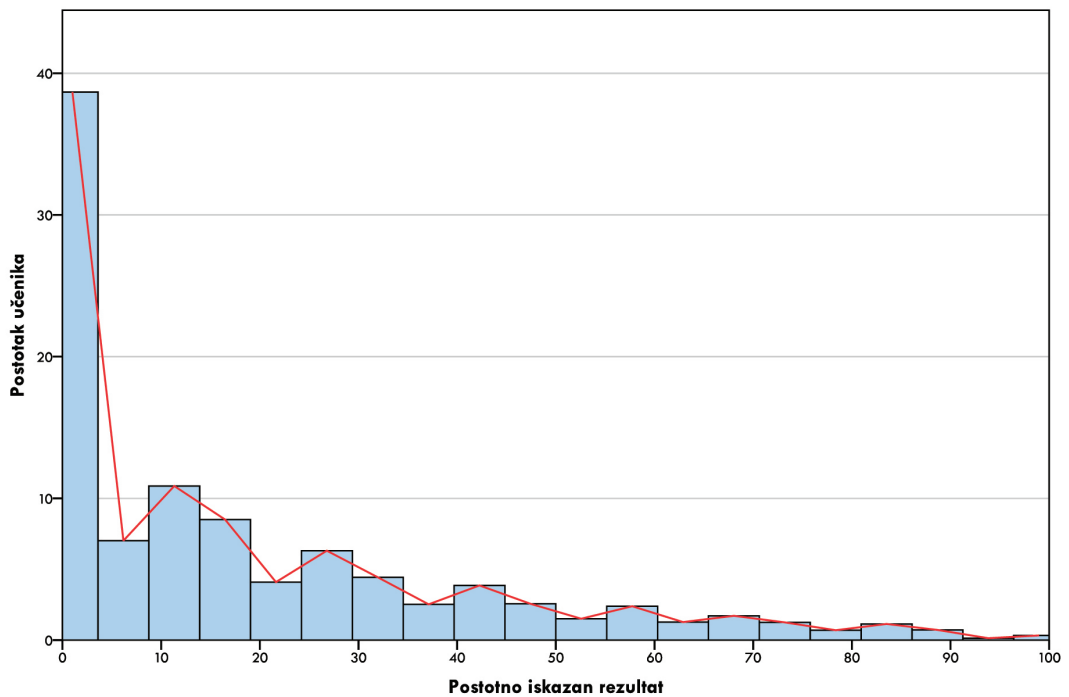
Slika 7. Raspodjela rezultata zadataka otvorenoga tipa – svi pristupnici

Prikazana raspodjela zahtijeva posebnu pozornost jer ju nije moguće jednoznačno odrediti. Razvidno je da je osnovna karakteristika prikazane distribucije izraziti broj pristupnika koji ostvaruje vrlo nisku uspješnost u zadacima otvorenoga tipa. Osim ove dominantne karakteristike, raspodjelu karakterizira i gotovo ravnomjerna raspodjela pristupnika u ostalim kategorijama uspješnosti.

Raspodjele rezultata pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa za zadatke otvorenoga tipa prikazane su na slikama 8. i 9. Iz prikazanih raspodjela vidljivo je da se i kod rezultata zadataka otvorenoga tipa radi o dvjema različitim distribucijama s obzirom na profil pristupnika. Raspodjela uspješnosti pristupnika iz gimnazijskoga programa u zadacima otvorenoga tipa je pravokutnoga oblika bez značajnijega grupiranja rezultata oko određene vrijednosti. Raspodjela rezultata pristupnika iz strukovnih programa otkriva dramatične razmjere broja pristupnika koji ostvaruju slab rezultat u zadacima otvorenoga tipa i relativno smanjivanje broja pristupnika u kategorijama bolje uspješnosti. Nalaz o broju učenika, koji ne postižu bodove u zadacima otvorenoga tipa, zahtijeva porniju analitičku razradbu.



Slika 8. Raspodjela rezultata zadatka otvorenoga tipa – pristupnici iz gimnazijskih programa



Slika 9. Raspodjela rezultata zadatka otvorenoga tipa – pristupnici iz strukovnih programa

U tablici 38. prikazan je pregled postotaka pristupnika iz pojedinih obrazovnih programa koji su u potpunosti neuspješni u zadacima otvorenoga tipa, pristupnika koji ostvaruju do 10% mogućih bodova te pristupnika koji uopće nisu pokušali odgovoriti na pitanja otvorenoga tipa.²⁰ Čak 28,9% pristupnika iz strukovnih programa ne postiže bodove, a 51,2% njih ostvaruje do 10% bodova u ovome tipu zadataka. Samo 2,8% gimnazijalaca ne postiže bodove, a 8,9% njih ostvaruje do 10% bodova. Vrlo je važno naglasiti da 12,6% pristupnika iz strukovnih programa i 1,1% pristupnika iz gimnazijskih programa uopće ne pristupa rješavanju zadataka otvorenoga tipa. Značajno veći postotak pristupnika pokuša riješiti tek jedan ili dva zadatka ovoga tipa, a ostatak ovoga dijela ispita ostavlja potpuno praznim. U analitičku svrhu i radi konstrukcije budućih ispita važno je preciznije profilirati pristupnike koji ne ostvaruju rezultat ili uopće ne rješavaju ovaj dio ispita državne mature iz Fizike. Vrlo mali postotak pristupnika iz različitih gimnazijskih programa ne pokušava odgovoriti na zadatke otvorenoga tipa. Što se tiče pristupnika iz strukovnih programa, situacija je vrlo heterogena s obzirom na program. Pristupnici iz područja *Elektrotehnika* u manjoj mjeri ne rješavaju ovaj tip zadataka, a pristupnici iz područja *Strojarstvo* i *Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali* u značajnijoj mjeri ne rješavaju ovaj tip zadataka. U nekim strukovnim područjima postotak pristupnika, koji uopće ne pokušavaju odgovoriti na zadatke otvorenoga tipa, penje se i do 50%. Radi se o pristupnicima iz strukovnih područja koji tijekom srednjoškolskoga obrazovanja nemaju značajan kontakt s Fizikom. Vrlo su značajni i podaci o postotku pristupnika u određenome području koji ne postižu bodove u zadacima otvorenoga tipa. Što se tiče pristupnika iz gimnazija, taj se postotak kreće između 0,9% u slučaju pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija do 8,2% u slučaju pristupnika iz jezičnih gimnazija. Kod pristupnika iz strukovnih programa raspon je između 14,8% za područje *Elektrotehnika* do 90,9% za područje *Poljoprivreda*. Podatci o broju učenika, koji ostvaruju do 10% bodova u zadacima otvorenoga tipa, ukazuju da se u slučaju gimnazijskih programa raspon kreće od 2,6% kod pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih programa do 19,9% kod pristupnika iz jezičnoga programa. Što se tiče pristupnika iz strukovnih programa, razmjeri pristupnika, koji ostvaruju slabiji uspjeh u zadacima ovoga tipa, dramatični su jer se raspon kreće od trećine pristupnika iz područja *Elektrotehnika* pa do gotovo svih pristupnika u drugim područjima. Važno je također napomenuti da u gotovo svim strukovnim područjima više od dviju trećina pristupnika ne uspijeva ostvariti više od 10% bodova u zadacima otvorenoga tipa. U tablici 39. prikazani su osnovni statistički podaci i testiranje razlika u rezultatu zadataka otvorenoga tipa pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa, a u tablici 42. i na grafičkome prikazu 10. razlike između različitih profila pristupnika.

²⁰ U analizu su uključena strukovna područja iz kojih je barem 20 pristupnika pristupilo ispitu državne mature iz Fizike.

Tablica 38.

Osnovni statistički parametri o neuspješnosti rješavanja zadataka otvorenoga tipa u ispitu iz Fizike pristupnika iz različitih srednjoškolskih programa

PROGRAMI	N	Bez pokušaja odgovora	Bez bodova	<10% mogućih bodova
Prirodoslovno-matematička gimnazija	1290	0,2	0,9	2,6
Prirodoslovna gimnazija	45	0,0	4,4	6,6
Gimnazijski programi	3965	1,1	2,8	8,9
Klasična gimnazija	173	1,2	2,9	11,0
Opća gimnazija	2197	1,1	3,1	11,0
Jezična gimnazija	255	3,1	8,2	19,9
Elektrotehnika	2281	5,7	14,8	33,3
Strukovni programi	4562	12,6	28,9	51,2
Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali	665	11,7	30,7	57,4
Zračni promet	25	4,0	24,0	72,0
Zdravstvo	213	8,0	35,7	62,0
Strojarstvo	536	16,2	36,6	63,6
Veterina	30	23,3	50,0	63,3
Međustrukovni programi	34	8,8	38,2	67,5
Grafika	58	13,8	37,9	77,6
Željeznički promet	25	12,0	60,0	84,0
Poštansko-telegrafski promet	34	20,6	61,8	85,3
Ekonomija i trgovina	178	28,7	71,9	91,5
Cestovni promet	136	25,0	61,0	92,6
Pomorski, riječni i lučki promet	96	43,8	67,7	88,6
Poljoprivreda	22	54,5	90,9	95,4

Tablica 39.

Testiranje razlika u rezultatu zadataka otvorenoga tipa ispita iz Fizike između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

PROGRAMI	M	σ	t, df, p	Veličina efekta
Gimnazijski	55,23	28,43	66,11 8541	0,58
Strukovni	18,84	22,37	p < ,001	

Analize ukazuju na postojanje izrazitih razlika u uspješnosti rješavanja zadataka otvorenoga tipa s obzirom na profil programa iz kojih pristupnici dolaze. Pripisnici iz gimnazija s trosatnim programom Fizike ostvaruju najbolje rezultate u ovome dijelu ispita postižući u prosjeku više od dviju trećina mogućih postotnih bodova. Pripisnici iz gimnazijskih programa, u kojima se Fizika poučava dva sata tjedno, postižu oko polovicu mogućih bodova, a pristupnici iz područja *Elektrotehnika* ostvaruju oko četvrtinu mogućih bodova. Pripisnici iz ostalih strukovnih područja u prosjeku postižu vrlo niske rezultate. Važno je napomenuti da se veliki broj pristupnika, koji ne postižu bodove u ovome dijelu ispita, odražava u činjenici da je za određena strukovna područja vrijednost raspršenja veća od vrijednosti aritmetičke sredine. Analiza planiranih usporedbi, prikazana u tablici 43., ukazuje na vrlo slične veličine efekata kao i kod razlika u ukupnome rezultatu te ponešto veće efekte u odnosu na rezultate u zadacima zatvorenoga tipa. U tablici 40. prikazani su rezultati analize diferencijalnoga funkcioniranja pojedinih zadataka otvorenoga tipa pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa.

Tablica 40.

Testiranje diferencijalnoga funkcioniranja zadataka otvorenoga tipa između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)
26.	1,87	4,71*	30.	3,53	8,36*	33.2.	1,21	1,49
27.	2,29	6,03*	31.	1,86	3,61*	34.	1,54	3,21*
28.	0,58	-3,71*	32.	2,54	6,52*	35.	4,33	9,78*
29.	1,08	0,54	33.1.	1,08	0,54			

Rezultati ove analize su vrlo važni jer pokazuju da je sedam od 11 zadataka značajno prilagođenije gimnazijalcima. Ovakvi rezultati potvrđuju činjenicu da zadatci otvorenoga tipa uvelike utječu na razlike u rezultatima dviju heterogenih skupina pristupnika.

Analiza povezanosti rezultata zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa, prikazana u tablici 41., dodatno potvrđuje razlike u rezultatu i pristupu zadacima različitoga tipa koji zauzimaju pristupnici različitih obrazovnih profila.

Tablica 41.

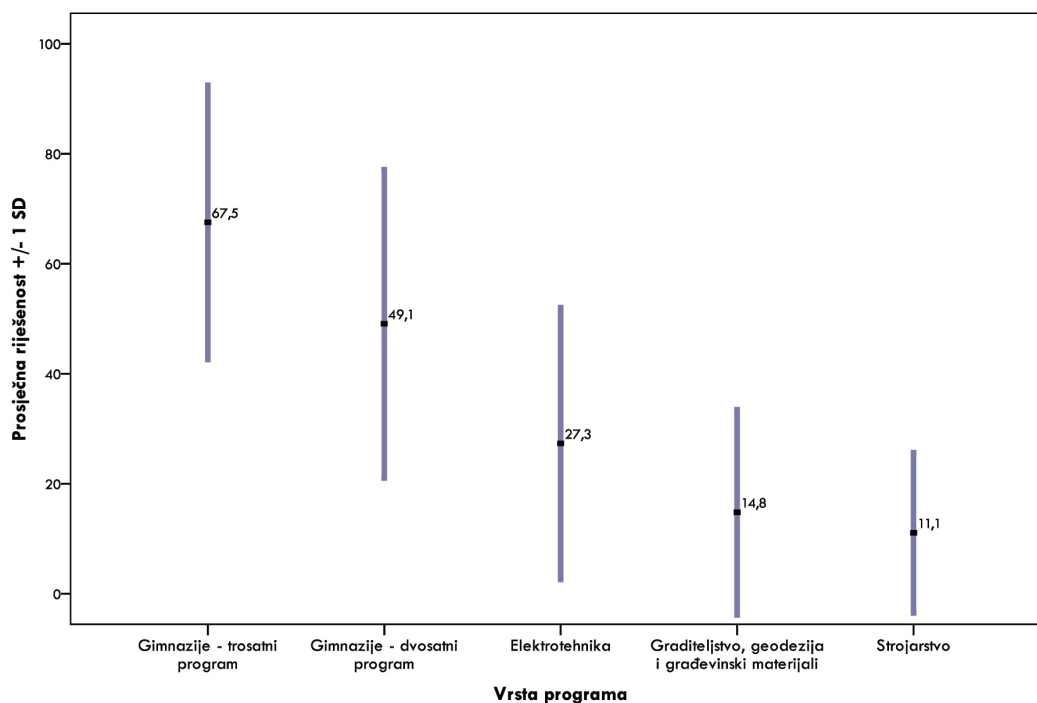
Povezanost između uspješnosti u zadacima otvorenoga i zatvorenoga tipa različitih skupina pristupnika

PROFILI	N	r	Veličina efekta
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	0,73	0,31
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	0,72	0,46
ELEKTROTEHNIKA	2281	0,70	0,57
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	0,59	0,60
STROJARSTVO	536	0,48	0,61

Tablica 42.

Testiranje razlika u rezultatu zadataka otvorenoga tipa ispita iz Fizike između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	67,53	24,93	990,28 (4, 7437)	<,001
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	49,10	28,03		
ELEKTROTEHNIKA	2281	27,33	24,71		
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	14,83	18,65		
STROJARSTVO	536	11,09	14,57		



Slika 10. Prosječni rezultati i raspršenja rezultata zadataka otvorenoga tipa ispita iz Fizike između skupina pristupnika

Tablica 43.

 Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika za zadatke otvorenoga tipa iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta (ukupno)	Veličina efekta (otvoreni)
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38	-0,36
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39	0,38
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62	0,62
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32	0,35
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47	0,48
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12	0,11

Zanimljivo je primijetiti i razlike u veličini efekta u rezultatu pristupnika različitih profila za različite dijelove ispita. Efekt kod pristupnika iz gimnazijskih programa s trosatnim programom Fizike je umjeren, a kod pristupnika iz gimnazijskih programa s dvosatnim programom Fizike je značajno veći. Efekt kod pristupnika iz strukovnih područja *Strojarstvo i Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali* je izrazit. Visoki koeficijenti korelacije kod pristupnika iz obaju gimnazijskih profila i područja *Elektrotehnika* ukazuju da je rezultat pristupnika u dvjema cjelinama ispita relativno stabilan. Povezanost pristupnika iz preostalih dvaju strukovnih područja je značajno niža.

U dijelu koji slijedi bit će detaljno prikazani i analizirani rezultati pristupnika s obzirom na skupine zadataka kategorizirane u određena tematska područja.

6.8. ANALIZA REZULTATA PREMA POJEDINIM TEMATSKIM PODRUČJIMA

U tablici 44. prikazani su osnovni statistički pokazatelji o uspješnosti rješavanja zadataka iz pojedinih tematskih područja svih pristupnika koji su pristupili ispitu državne mature iz Fizike. Analiza prosječne uspješnosti pristupnika u rješavanju zadataka, koji pripadaju različitim tematskim područjima, ukazuje na izrazitu nejednakost. Izuzevši tematsko područje *Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici*, koje čini samo jedan zadatak, razvidno je da su pristupnici najuspješniji u zadacima tematskih područja *Titranje, valovi i optika* i *Termodinamika*, a značajno slabije rezultate postižu u zadacima tematskih područja *Elektromagnetizam, Moderna fizika* te posebice *Mehanika*. Uzroci ovih razlika su različiti, no dio njih se sigurno nalazi i u činjenici da tematska područja nemaju jednaki broj i omjer zadataka s obzirom na tip zadatka, razine zahtjevnosti i kategorije kognitivnih procesa. Tako upravo tematsko područje *Mehanika* i *Elektromagnetizam* karakterizira značajnija zastupljenost zadataka na srednjim razinama zahtjevnosti i kognitivnih procesa. Na ove razlike utječe i razlika u omjeru pitanja zatvorenoga i otvorenoga tipa u slučaju različitih tematskih područja pa je tako upravo tematsko područje *Titranje, valovi i optika* dominantno ispitivano zadacima zatvorenoga tipa. U tablici 45. prikazani su osnovni statistički parametri te testiranje razlika u uspješnosti pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa po pojedinim tematskim područjima. Pristupnici iz gimnazijskih programa najmanje su uspješni u tematskim područjima *Mehanika* i *Elektromagnetizam*, a preostala tri tematska područja rješavaju na podjednako visokoj razini uspješnosti. Pristupnici iz strukovnih programa najviše problema imaju sa zadacima iz područja *Moderna fizika* i *Mehanika*. Analizirajući veličine efekta razlika u uspješnosti pristupnika različitih programa u pojedinim tematskim područjima, razvidno je da se radi o vrlo snažnim efektima koji su najveći u tematskim područjima *Moderna fizika* i *Termodinamika*. U dijelu rada koji slijedi bit će detaljno analizirani podaci o uspješnosti rješavanja zadataka svake pojedine tematske cjeline pristupnika različitih programa

Tablica 44.

Osnovni statistički parametri o uspješnosti rješavanja pojedinoga tematskoga područja u ispitu iz Fizike – svi pristupnici

TEMATSKO PODRUČJE	M	σ	C
Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici	34,06	36,72	25
Mehanika	44,06	23,66	40
Termodinamika	52,98	29,61	50
Elektromagnetizam	47,42	27,14	44
Titranje, valovi i optika	56,43	24,83	50
Moderna fizika	47,17	29,60	44

Tablica 45.

Testiranje razlika u rezultatu u pojedinim tematskim područjima ispita iz Fizike između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

TEMATSKO PODRUČJE	Gimnazijski programi		Strukovni programi		Testiranje razlika	
	M	σ	M	σ	t	r
Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici	51,72	37,96	19,48	28,79	44,53	0,43
Mehanika	56,93	22,55	32,93	18,79	53,65	0,50
Termodinamika	70,97	23,97	37,00	25,03	63,84	0,57
Elektromagnetizam	59,20	25,66	37,51	24,55	39,88	0,40
Titranje, valovi i optika	67,59	23,07	47,07	22,56	41,49	0,41
Moderna fizika	67,03	25,91	29,85	21,05	73,13	0,62

6.8.1. MEHANIKA

U tablici 47. i na slici 11. prikazani su osnovni statistički pokazatelji i testiranje razlika u uspješnosti pristupnika različitih profila u zadacima unutar tematskoga područja *Mehanika*. Rezultati ukazuju na značajne razlike između različitih profila pristupnika.

Pristupnici iz gimnazijskih programa s trosatnim programom Fizike, s rezultatom od prosječno dviju trećina mogućih postotnih bodova u zadacima iz ovoga tematskoga područja, postižu značajno bolje rezultate od pristupnika iz svih ostalih profila. U odnosu na rezultat u cjelokupnome ispitu, skupinu pristupnika iz strukovnoga područja *Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali* i strukovnoga područja *Strojarstvo* karakterizira gotovo neznatna razlika u prosječnome rezultatu u zadacima iz tematskoga područja *Mehanika* i ostalim zadacima koji čine ispit državne mature iz Fizike.

U tablici 48. prikazane su vrijednosti veličine efekta u rezultatu pristupnika različitih profila u zadacima ovoga tematskoga područja. Podatci ukazuju na to da dolazi do smanjivanja efekta između pristupnika iz trosatnih i dvosatnih gimnazijskih programa. Još je značajniji pad u slučaju planirane usporedbe između pristupnika iz područja *Elektrotehnika* i preostalih dvaju strukovnih područja.

U tablici 46. prikazani su podatci o diferencijalnome funkcioniranju pojedinih zadataka unutar tematskoga područja *Mehanika* za pristupnike iz gimnazijskih i strukovnih programa koji su bili podjednako uspješni u ispitu iz Fizike.

Tablica 46.

Testiranje diferencijalnoga funkcioniranja zadataka iz tematskoga područja *Mehanika* između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

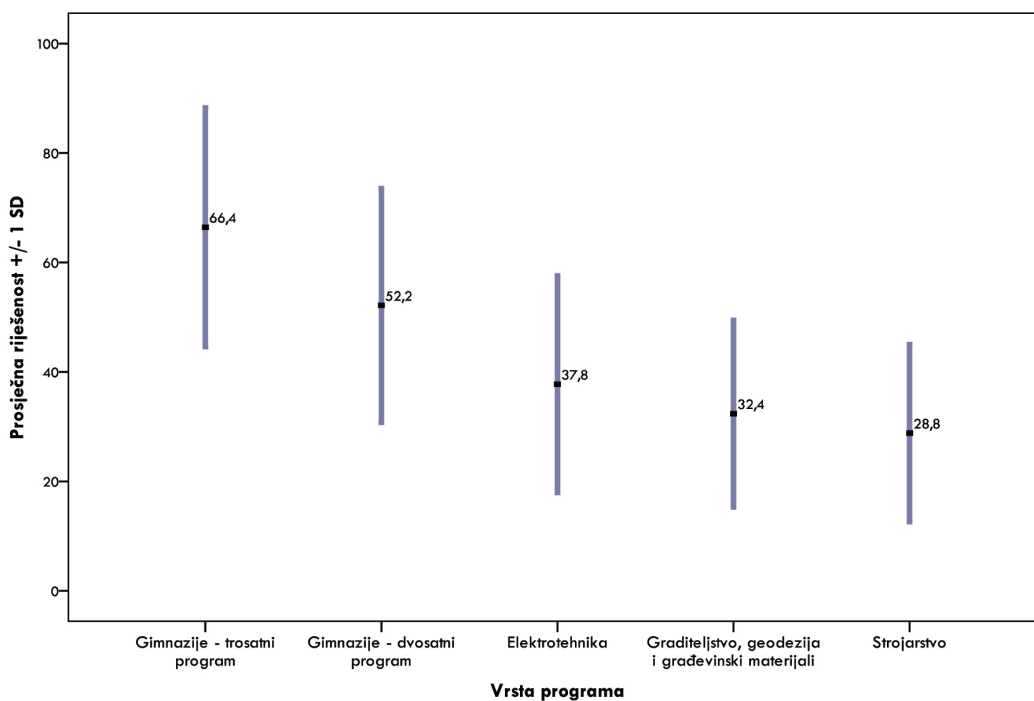
Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)
1.	1,21	1,16	4.	0,92	-0,62	25.	1,39	2,22
2.	1,38	2,58*	22.	1,39	2,57*	26.	1,87	4,71*
3.	1,43	2,88*	23.	1,27	1,89	31.	1,86	3,61*

Od devet zadataka, koji ispituju sadržaje iz tematskoga područja *Mehanika*, u osam zadataka pristupnici iz gimnazijskih programa sa sličnim ukupnim rezultatom u cjelokupnome ispitu postižu bolje rezultate. Statistički značajna razlika prisutna je kod pet zadataka, a posebice su značajne razlike u 26. i 31. zadatku otvorenoga tipa. Navedeno ukazuje da su zadatci unutar tematskoga područja *Mehanika* u značajnoj mjeri primjereniji pristupnicima iz gimnazija.

Tablica 47.

 Testiranje razlika u rezultatu zadataka iz tematskoga područja *Mehanika* između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	66,44	21,80	662,72 (4, 7437)	<,001
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	52,16	21,34		
ELEKTROTEHNIKA	2281	37,76	19,77		
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	32,38	17,05		
STROJARSTVO	536	28,83	16,18		


 Slika 11. Prosječni rezultati i raspršenja rezultata zadataka iz tematskoga područja *Mehanika*

Tablica 48.

 Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika za zadatke iz tematskoga područja *Mehanika* iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta (ukupno)	Veličina efekta (<i>Mehanika</i>)
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38	-0,30
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39	0,33
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62	0,61
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32	0,19
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47	0,33
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12	0,11

6.8.2. TERMODINAMIKA

U tablici 50. i na slici 12. prikazani su osnovni statistički pokazatelji i testiranje razlika u uspješnosti pristupnika različitih profila u zadacima unutar tematskoga područja *Termodinamika*. Rezultati ukazuju na značajne razlike između različitih profila pristupnika.

Pristupnici iz gimnazija s trosatnim programom Fizike postižu značajno bolje rezultate od pristupnika iz ostalih grupa pristupnika. U odnosu na rezultat u cjelokupnome ispitu, sve skupine pristupnika karakterizira bolji rezultat u zadacima ovoga tematskoga područja. Navedeno je posebice razvidno u slučaju obiju skupina gimnazijskih pristupnika te pristupnika iz strukovnoga područja *Strojarstvo*. Najmanji pozitivni pomak nalazi se kod pristupnika iz strukovnoga područja *Elektrotehnika*.

Uspoređujući veličine efekta u rezultatu pristupnika različitih profila u zadacima ovoga tematskoga područja, prikazane u tablici 51., razvidno je da i kod tematskoga područja *Termodinamika* postoje značajne razlike. Dolazi do značajnoga smanjenja efekta pri usporedbi rezultata pristupnika iz trosatnih i dvosatnih gimnazijskih programa Fizike. Još je značajnije primijetiti znatan pad efekta u usporedbi pristupnika iz različitih strukovnih područja. Pad se posebice odnosi na usporedbu pristupnika iz strukovnoga područja *Strojarstvo* i preostalih dvaju područja.

U tablici 49. uspoređena je riješenost pojedinih zadataka unutar tematskoga područja *Termodinamika* pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa koji su postigli sličan ukupni rezultat u cijelome ispitu.

Tablica 49.

Testiranje diferencijalnoga funkcioniranja zadataka iz tematskoga područja *Termodinamika* između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

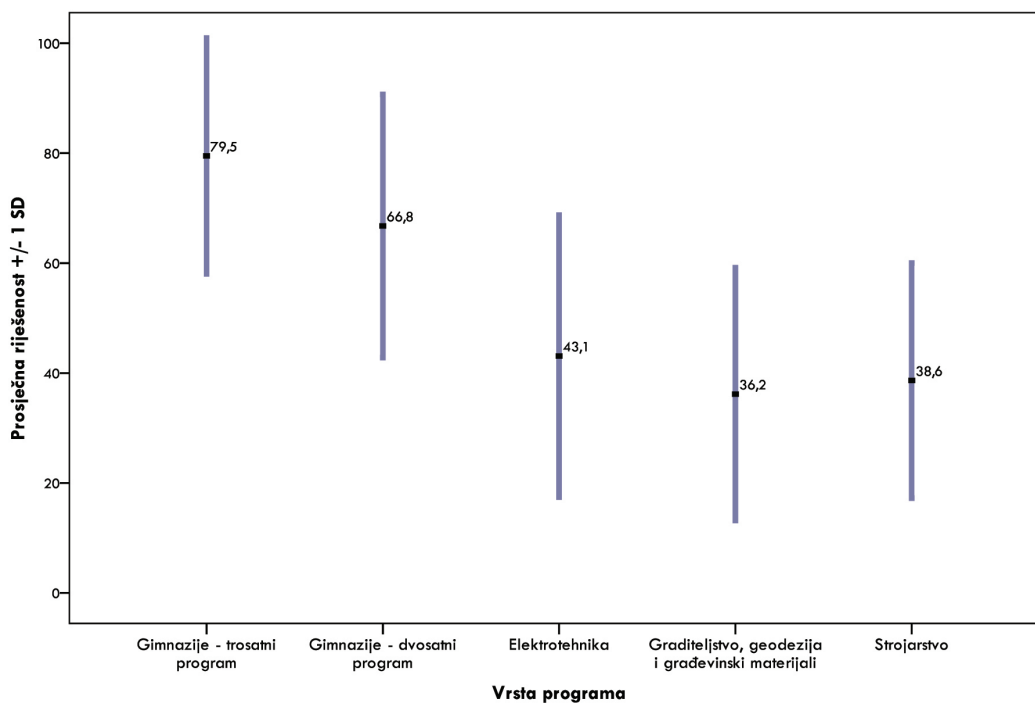
Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)
5.	1,93	2,60*	7.	1,34	2,05	32.	2,54	6,52*
6.	1,83	4,86*	27.	2,29	6,03*			

Što se tiče svih pet zadataka, koji ispituju sadržaje iz tematskoga područja *Termodinamika*, pristupnici iz gimnazijskih programa sa sličnim ukupnim rezultatom u cjelokupnome ispitu postižu bolje rezultate. Statistički značajna razlika prisutna je u četirima zadacima, a posebice su značajne razlike u 6., 27. i 32. zadatku. Dodatne analize diferencijalnoga funkcioniranja zadataka za pristupnike iz različitih strukovnih područja, koji postižu identične rezultate u cjelokupnome ispitu, ukazuju da su zadatci iz tematskoga područja *Termodinamika* primjereniji pristupnicima iz strukovnoga područja *Strojarstvo*.

Tablica 50.

 Testiranje razlika u rezultatu zadataka iz tematskoga područja *Termodinamika* između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	79,50	21,46	809,64 (4, 7437)	<,001
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	66,76	23,95		
ELEKTROTEHNIKA	2281	43,10	25,66		
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	36,17	23,01		
STROJARSTVO	536	38,64	21,38		


 Slika 12. Prosječni rezultati i raspšenja rezultata zadataka iz tematskoga područja *Termodinamika*

Tablica 51.

 Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika za zadatke iz tematskoga područja *Termodinamika* iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta (ukupno)	Veličina efekta (<i>Termodinamika</i>)
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38	-0,29
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39	0,44
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62	0,63
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32	0,19
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47	0,14
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12	-0,06

6.8.3. ELEKTROMAGNETIZAM

U tablici 53. i na slici 13. prikazani su osnovni statistički pokazatelji i testiranje razlika u uspješnosti pristupnika različitih profila u zadacima unutar tematskoga područja *Elektromagnetizam*. Rezultati ukazuju na značajne razlike između različitih profila pristupnika.

Pristupnici iz gimnazija s trosatnim programom Fizike postižu značajno bolje rezultate od pristupnika iz ostalih skupina. U odnosu na rezultat u cjelokupnome ispitu, sve skupine pristupnika, osim pristupnika iz strukovnoga područja *Elektrotehnika*, karakterizira slabiji rezultat u zadacima tematskoga područja *Elektromagnetizam*. Navedeno je posebice razvidno kod skupine gimnazijskih pristupnika s dvosatnim programom Fizike te kod pristupnika iz strukovnih područja *Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali i Strojarstvo*. Što se tiče pristupnika iz strukovnoga područja *Elektrotehnika*, ne radi se o statistički značajnoj razlici. Usporedba veličine efekta u rezultatu pristupnika različitih profila za zadatke ovoga tematskoga područja otkriva značajne promjene. Usporedba veličine efekata u ukupnome rezultatu i u zadacima, kojima se ispituje područje *Elektromagnetizam* (tablica 54.), ukazuje na stabilnost efekta pri usporedbi rezultata pristupnika iz trosatnih i dvosatnih gimnazijskih programa. Veliki pomaci u efektima vidljivi su kod usporedbe rezultata pristupnika iz područja *Elektrotehnika* i pristupnika ostalih profila. Tako u usporedbi s rezultatima pristupnika dvosatnoga gimnazijskoga profila efekt postaje zanemariv, a značajno se smanjuje efekt i u usporedbi s rezultatima pristupnika iz trosatnoga gimnazijskoga programa. U usporedbi s pristupnicima iz preostalih dvaju područja, efekti postaju izrazito snažni. U tablici 52. uspoređena je riješenost pojedinih zadataka unutar ovoga tematskoga područja.

Tablica 52.

Testiranje diferencijalnoga funkcioniranja zadataka iz tematskoga područja *Elektromagnetizam* između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

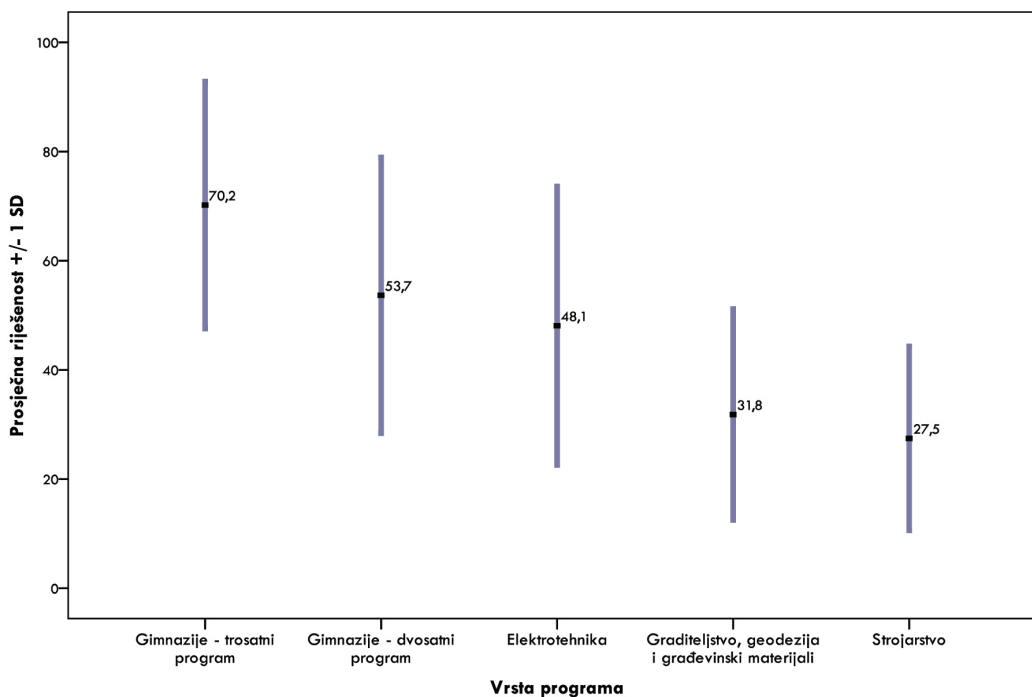
Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)
8.	0,93	-0,58	11.	1,09	0,65*	33.1.	1,08	0,54
9.	0,51	-4,78*	12.	0,87	-1,04*	33.2.	1,21	1,49
10.	1,66	4,05*	28.	0,58	-3,71*			

U četirima od osam zadataka pristupnici iz strukovnih programa sa sličnim ukupnim rezultatom u cjelokupnome ispitu postižu bolje rezultate. Statistički značajna razlika prisutna je u trima zadacima. U dvama su bolji pristupnici iz strukovnih, a u jednome pristupnici iz gimnazijskih programa. Dodatne analize zadataka, kojima su uspoređeni rezultati pristupnika iz strukovnoga područja *Elektrotehnika* s rezultatima pristupnika iz ostalih programa koji postižu identične rezultate u cjelokupnome ispitu, ukazuju da zadatci iz strukovnoga područja *Elektromagnetizam* izrazito pogoduju pristupnicima iz strukovnoga područja *Elektrotehnika*.

Tablica 53.

 Testiranje razlika u rezultatu zadataka iz tematskoga područja *Elektromagnetizam* između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	70,21	25,26	469,60 (4, 7437)	<,001
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	53,67	25,26		
ELEKTROTEHNIKA	2281	48,10	25,52		
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	31,83	19,32		
STROJARSTVO	536	27,46	16,84		


 Slika 13. Prosječni rezultati i raspršenja rezultata zadataka iz tematskoga područja *Elektromagnetizam*

Tablica 54.

 Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika za zadatke iz tematskoga područja *Elektromagnetizam* iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta (ukupno)	Veličina efekta (<i>Elektromagnetizam</i>)
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38	-0,36
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39	0,11
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62	0,44
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32	0,43
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47	0,55
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12	0,12

6.8.4. TITRANJE, VALOVI I OPTIKA

U tablici 56. i na slici 14. prikazani su osnovni statistički pokazatelji i testiranje razlika u uspješnosti u zadacima unutar tematskoga područja *Titranje, valovi i optika*. Rezultati ukazuju na značajne, ali manje izražene razlike između različitih profila pristupnika.

Pristupnici iz gimnazija s trosatnim programom Fizike i u ovome tematskome području postižu značajno bolje rezultate od pristupnika iz ostalih grupa pristupnika. U odnosu na rezultat u cjelokupnome ispitu, sve skupine pristupnika karakterizira gotovo identičan rezultat za zadatke ovoga tematskoga područja.

Usporedba veličine efekata u ukupnome rezultatu i u zadacima kojima se ispituje *Titranje, valovi i optika*, prikazana u tablici 57., ukazuje na značajno smanjenje efekata u slučaju gotovo svih planiranih usporedbi. Jedino pri usporedbi pristupnika iz strukovnih područja *Strojarstvo i Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali* ne dolazi do promjene efekta.

U tablici 55. uspoređena je riješenost pojedinih zadataka unutar tematskoga područja *Titranje, valovi i optika* pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa koji su postigli sličan ukupni rezultat u cijelome ispitu.

Tablica 55.

Testiranje diferencijalnoga funkcioniranja zadataka iz tematskoga područja *Titranje, valovi i optika* između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

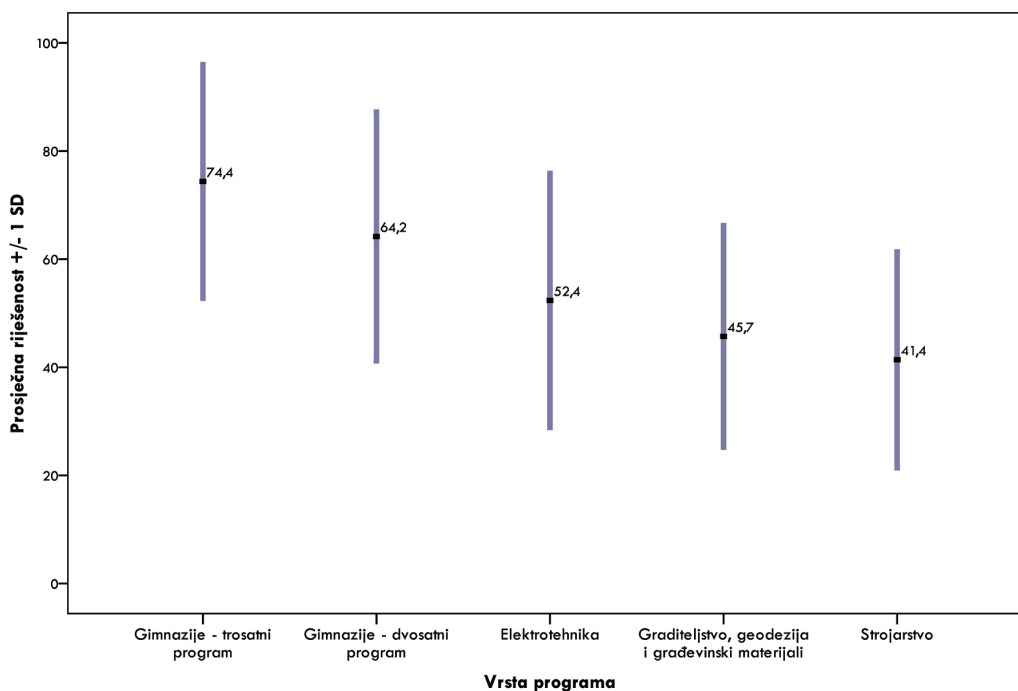
Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)
13.	1,21	1,57	15.	0,97	-0,19	17.	1,40	2,67*
14.	0,96	-0,31	16.	1,47	2,23	29.	1,08	0,54

U četirima od šest zadataka pristupnici iz strukovnih programa sa sličnim ukupnim rezultatom u cjelokupnome ispitu postižu slabije rezultate od pristupnika iz gimnazija. Statistički značajna razlika prisutna je samo kod 17. zadatka. Navedeno ukazuje da su zadatci iz ovoga tematskoga područja primjereni svim pristupnicima.

Tablica 56.

 Testiranje razlika u rezultatu zadataka iz tematskoga područja *Titranje, valovi i optika* između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	74,38	21,62	380,89 (4, 7437)	<,001
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	64,20	23,01		
ELEKTROTEHNIKA	2281	52,37	23,48		
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	45,71	20,48		
STROJARSTVO	536	41,39	19,95		


 Slika 14. Prosječni rezultati i raspršenja rezultata zadataka iz tematskoga područja *Titranje, valovi i optika*

Tablica 57.

 Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika za zadatke iz tematskoga područja *Titranje, valovi i optika* iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta (ukupno)	Veličina efekta (<i>Titranje, valovi i optika</i>)
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38	-0,25
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39	0,25
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62	0,46
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32	0,20
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47	0,34
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12	0,11

6.8.5. MODERNA FIZIKA

U tablici 59. i na slici 15. prikazani su osnovni statistički pokazatelji i testiranje razlika u uspješnosti pristupnika različitih profila u zadacima unutar tematskoga područja *Moderna fizika*. Rezultati ukazuju na izrazite razlike između različitih profila pristupnika. U odnosu na rezultat u cjelokupnome ispitu obje skupine pristupnika iz gimnazijskih programa karakterizira gotovo identičan rezultat za zadatke ovoga tematskoga područja. Što se tiče svih triju skupina pristupnika iz strukovnih programa, radi se o dramatičnome padu u uspješnosti u odnosu na ukupni rezultat. To je jasno vidljivo i kroz analizu efekata planiranih usporedbi, pri čemu je vidljivo da su efekti unutar različitih profila gimnazijskih i strukovnih programa smanjeni, a efekti u slučaju usporedbe pristupnika iz strukovnih područja i gimnazijskih programa postaju još snažniji (tablica 60.).

Još jasniji nalaz o relativnome neuspjehu pristupnika iz strukovnih područja vidljiv je kroz analize u pojedinim zadacima unutar ovoga tematskoga područja. U tablici 58. uspoređena je riješenost pojedinih zadataka unutar tematskoga područja *Moderna fizika* pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa koji su postigli sličan ukupni rezultat u cijelome ispitu.

Tablica 58.

Testiranje diferencijalnoga funkcioniranja zadataka iz tematskoga područja *Moderna fizika* između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

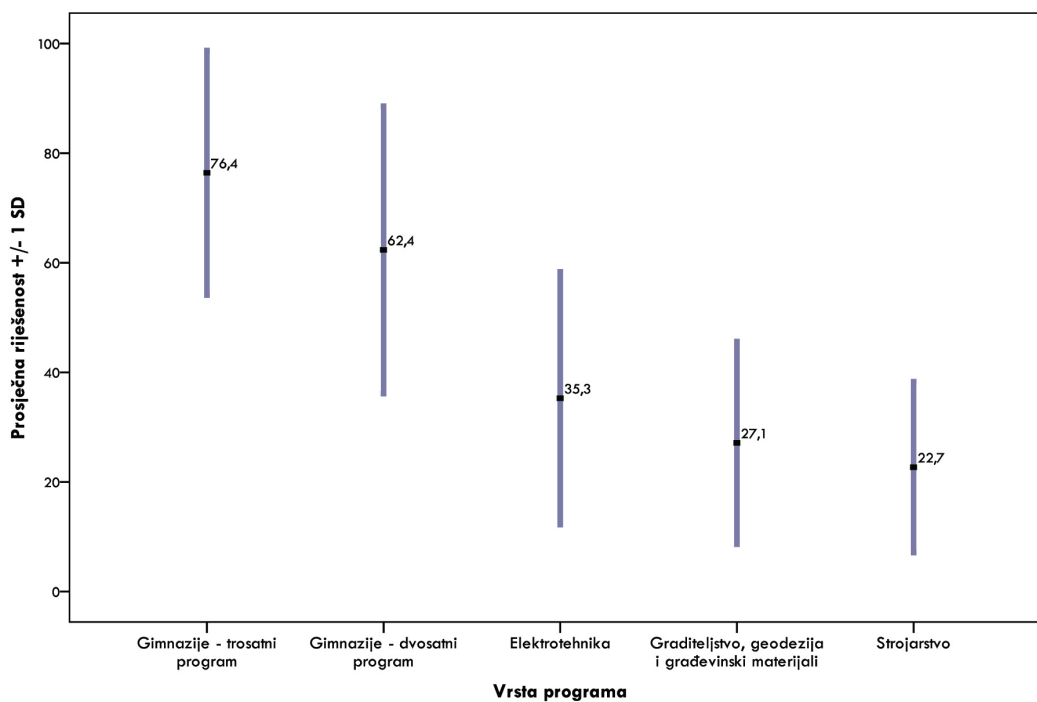
Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)
18.	1,92	5,07*	21.	1,95	5,18*	35.	4,33	9,78*
19.	1,58	3,79*	24.	1,81	4,81*			
20.	3,13	7,57*	30.	3,53	8,36*			

U svih sedam zadataka pristupnici iz gimnazijskih programa postižu statistički značajno bolje rezultate. Razmjeri statistički značajnih razlika, iskazani u terminima standardiziranih z-vrijednosti, ukazuju na radikalne razlike. Pristupnici iz strukovnih programa ne mogu na primjeren način pristupiti rješavanju zadataka iz ovoga tematskoga područja. Navedeno je još znakovitije ako se uzme u obzir činjenica da tek jedan zadatak unutar ovoga tematskoga područja ispituje drugu kategoriju kognitivnih procesa. Drugim riječima, čak i u situaciji kada se ispituju osnovna znanja iz ovoga tematskoga područja, ovi pristupnici nemaju stvarnu mogućnost uspješnoga odgovaranja.

Tablica 59.

 Testiranje razlika u rezultatu zadataka iz tematskoga područja *Moderna fizika* između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	76,42	22,33	1182,61 (4, 7437)	<,001
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	62,36	26,23		
ELEKTROTEHNIKA	2281	35,29	23,07		
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	27,13	18,49		
STROJARSTVO	536	22,70	15,60		


 Slika 15. Prosječni rezultati i raspšenja rezultata zadataka iz tematskoga područja *Moderna fizika*

Tablica 60.

 Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika za zadatke iz tematskoga područja *Moderna fizika* iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta (ukupno)	Veličina efekta (<i>Moderna fizika</i>)
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38	-0,30
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39	0,48
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62	0,66
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32	0,25
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47	0,41
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12	0,13

6.9. ANALIZA REZULTATA PREMA KATEGORIJAMA KOGNITIVNIH PROCESA

U tablici 61. prikazani su osnovni statistički pokazatelji vezani uz uspješnost rješavanja zadataka ispita državne mature iz Fizike kojima se ispituju različiti kognitivni procesi.

Tablica 61.

Osnovni statistički parametri rezultata ispita s obzirom na zadatke različite kategorije kognitivnih procesa

KATEGORIJA KOGNITIVNIH PROCESA	M	σ	C
Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka	52,08	23,95	49
Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	41,68	24,38	39

Analiza uspješnosti, s obzirom na procijenjene kategorije kognitivnih procesa, očekivano ukazuje na veću uspješnost pristupnika u rješavanju zadataka koji zahtijevaju jednostavnije kognitivne operacije. Radi se o značajnoj razlici, pri čemu pristupnici u kategoriji poznavanja i izvođenja jednostavnih postupaka postižu 56,33% mogućih bodova, a u zadacima koji zahtijevaju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja ostvaruju 41,68% mogućih bodova. U tablici 62. prikazani su osnovni statistički pokazatelji vezani za uspješnost rješavanja pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa.

Tablica 62.

Testiranje razlika u rezultatu zadataka kojima se ispituju različite kategorije kognitivnih procesa ispita iz Fizike između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

KATEGORIJA KOGNITIVNIH PROCESA	Gimnazijski programi		Strukovni programi		Testiranje razlika	
	M	σ	M	σ	t	r
Poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka	67,29	20,64	39,46	18,26	66,12	0,58
Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	51,84	24,40	24,95	19,04	57,11	0,53

Podatci ukazuju na izrazite efekte u zadacima obiju kategorija. Kod obiju skupina pristupnika dolazi do značajnoga pada u rezultatu za zadatke više kognitivne kategorije. Kao i u slučaju ukupnoga rezultata, analitički postupci na temelju rezultata svih pristupnika su samo djelomice informativni. Tako će se u dijelu rada koji slijedi pomnije analizirati uspješnost različitih skupina pristupnika za svaku cjelinu zadatka.

6.9.1. ANALIZA REZULTATA ZADATAKA PRVE KATEGORIJE KOGNITIVNIH PROCESA

U tablici 64. i na grafičkome prikazu 16. prikazani su osnovni deskriptivni podatci i testiranje razlika između različitih profila pristupnika u rezultatu za zadatke koji ispituju poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka.

Prema očekivanju, pristupnici iz gimnazija s trosatnim programom Fizike postižu najbolji rezultat za zadatke ove kategorije kognitivnih procesa, a poredak ostalih profila ostaje isti kao i u većini ostalih analiza. U tablici 65. prikazani su rezultati planiranih usporedbi između pristupnika određenih profila. Iz prikazanih podataka razvidno je da su efekti u većini usporedbi stabilni te da jedino usporedbom rezultata pristupnika iz trosatnih i dvosatnih gimnazijskih programa dolazi do smanjivanja razlika.

U tablici 63. prikazane su analize diferencijalnoga funkcioniranja zadataka ove kategorije kognitivnih procesa za pristupnike iz gimnazijskih i strukovnih programa.

Tablica 63.

Testiranje diferencijalnoga funkcioniranja zadataka iz prve kategorije kognitivnih procesa između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

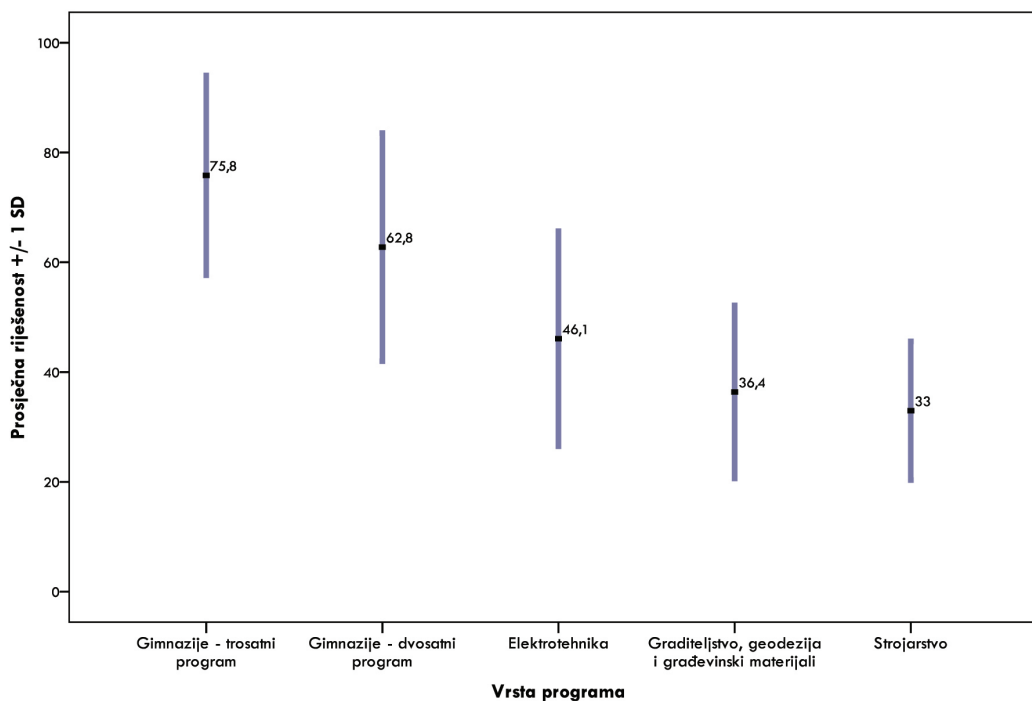
Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)
3.	1,43	2,88*	15.	0,97	-0,19	26.	1,87	4,71*
5.	1,93	2,60*	16.	1,47	2,23	27.	2,29	6,03*
6.	1,83	4,86*	18.	1,92	5,07*	28.	0,58	-3,71*
7.	1,34	2,05	19.	1,58	3,79*	29.	1,08	0,54
10.	1,66	4,05*	20.	3,13	7,57*	30.	3,53	8,36*
12.	0,87	-1,04	21.	1,95	5,18*	33.1.	1,08	0,54
13.	1,21	1,57	22.	1,39	2,57			
14.	0,96	-0,31	24.	1,81	4,81*			

Provedene analize ukazuju da je 12 od 22 zadataka unutar ove kategorije kognitivnih procesa primjerenije pristupnicima iz gimnazijskih programa, a jedan je zadatak primjereniji pristupnicima iz strukovnih programa. Ipak, potrebno je naglasiti da je diferencijalna sposobnost zadataka podijeljenih u kategorije kognitivnih procesa znatno niža od podjela prema tipu zadatka i prema tematskim područjima.

Tablica 64.

Testiranje razlika u rezultatu zadataka prve kategorije kognitivnih procesa između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	75,84	18,21		
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	62,77	20,78		
ELEKTROTEHNIKA	2281	46,08	19,61	969,08 (4, 7437)	<,001
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	36,37	15,77		
STROJARSTVO	536	32,96	12,64		



Slika 16. Prosječni rezultati i raspršenja rezultata zadataka prve kategorije kognitivnih procesa

Tablica 65.

Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika za zadatke prve kategorije kognitivnih procesa iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta (ukupno)	Veličina efekta (1. kategorija kogn. procesa)
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38	-0,31
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39	0,38
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62	0,65
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32	0,34
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47	0,48
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12	0,12

6.9.2. ANALIZA REZULTATA ZADATAKA DRUGE KATEGORIJE KOGNITIVNIH PROCESA

U tablici 67. i na slici 17. prikazani su osnovni deskriptivni podatci i testiranje razlika u rezultatu između različitih profila pristupnika za zadatke koji ispituju konceptualno razumijevanje, transformaciju i korištenje znanja.

Prema očekivanju, pristupnici iz gimnazija s trosatnim programom Fizike postižu najbolji rezultat za zadatke ove kategorije kognitivnih procesa, a poredak ostalih profila ostaje isti kao i u većini ostalih analiza.

U tablici 68. prikazani su rezultati planiranih usporedbi između pristupnika pojedinih profila. Iz prikazanih podataka razvidno je da su efekti u većini usporedbi stabilni te da jedino usporedbom rezultata pristupnika iz područja *Elektrotehnika* i preostalih dvaju strukovnih programa dolazi do smanjivanja efekata.

U tablici 66. prikazane su analize diferencijalnoga funkcioniranja zadataka ove kategorije kognitivnih procesa za pristupnike iz gimnazijskih i strukovnih programa.

Tablica 66.

Testiranje diferencijalnoga funkcioniranja zadataka iz druge kategorije kognitivnih procesa između pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)	Zadatak	DIF	z (stand)
1.	1,21	1,16	11.	1,09	0,65	32.	2,54	6,52*
2.	1,38	2,58*	17.	1,40	2,67*	33.2.	1,21	1,49
4.	0,92	-0,62	23.	1,27	1,89	35.	4,33	9,78*
8.	0,93	-0,58	25.	1,39	2,22			
9.	0,51	-4,78*	31.	1,86	3,61*			

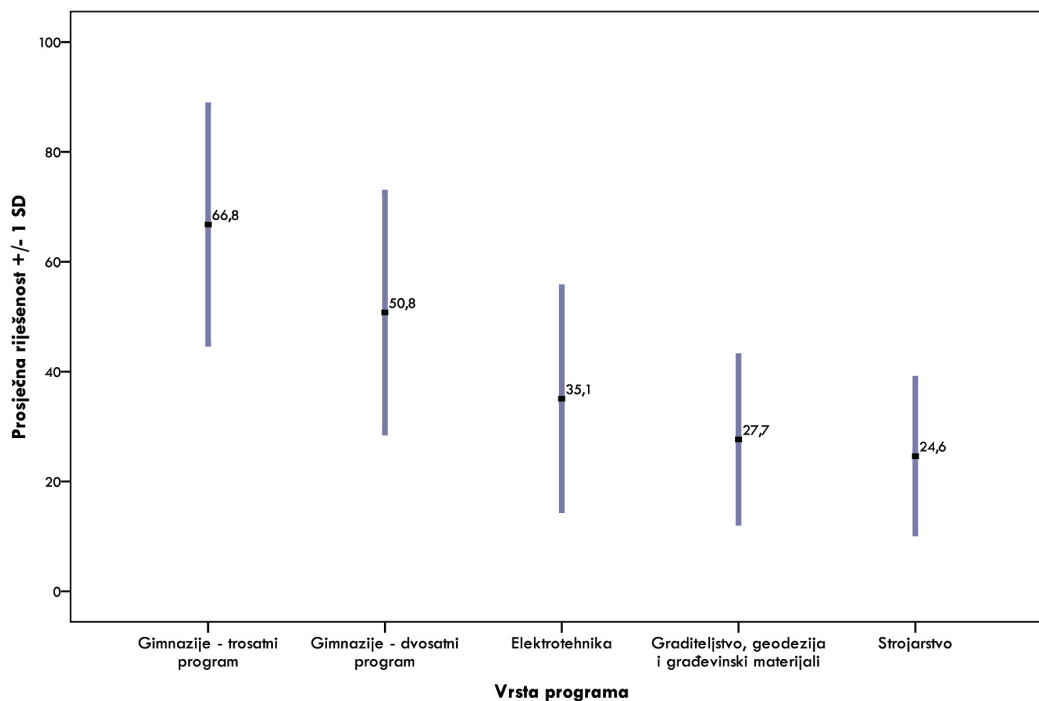
Pet od 13 zadataka prilagođenije je pristupnicima iz gimnazijskih programa, a jedan zadatak pristupnicima iz strukovnoga područja. Kao i u slučaju prethodne kategorije kognitivnih procesa, ovakvi rezultati navode da kategorizacija kognitivnih procesa ima manju diferencijalnu snagu od tematske cjeline i tipa zadataka.

U dijelu rada koje slijedi predstavljeni su rezultati kvalitativne analize stavova i mišljenja članova predmetne ekspertne skupine o sadržaju i primjerenosti ispita, postupku vanjskoga vrjednovanja i njegovu utjecaju na procese poučavanja i učenja Fizike u srednjoškolskome obrazovanju.

Tablica 67.

Testiranje razlika u rezultatu zadataka druge kategorije kognitivnih procesa između skupina pristupnika

PROFILI	N	M	σ	F (df)	p
GIMNAZIJE – trosatni program	1335	66,78	21,72	825,34 (4, 7437)	<,001
GIMNAZIJE – dvosatni program	2625	50,76	21,85		
ELEKTROTEHNIKA	2281	35,07	20,30		
GRADITELJSTVO, GEODEZIJA I GRAĐEVINSKI MATERIJALI	665	27,65	15,17		
STROJARSTVO	536	24,63	14,10		



Slika 17. Prosječni rezultati i raspršenja rezultata zadataka druge kategorije kognitivnih procesa

Tablica 68.

Rezultati planiranih usporedbi različitih skupina pristupnika za zadatke druge kategorije kognitivnih procesa iskazani veličinom efekta (Pearsonov r)

PLANIRANE USPOREDBE	Veličina efekta (ukupno)	Veličina efekta (2. kategorija kogn. procesa)
GIM. (dvosatni) vs. GIM. (trosatni)	-0,38	-0,33
GIM. (dvosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,39	0,35
GIM. (trosatni) vs. ELEKTROTEHNIKA	0,62	0,65
ELEKTROTEHNIKA vs. GRADITELJSTVO	0,32	0,26
ELEKTROTEHNIKA vs. STROJARSTVO	0,47	0,39
GRADITELJSTVO vs. STROJARSTVO	0,12	0,10

7. USPOREDBA UNUTARNJEGA I VANJSKOGA VRJEDNOVANJA IZ FIZIKE

Niska razina valjanosti i pouzdanosti školskih ocjena, kao mjere obrazovnoga postignuća, često se koristi kao jedan od ključnih argumenata za uvođenje vanjskoga vrjednovanja. Posebno su kritične zaključne ocjene učenika iz pojedinoga predmeta. Učestalo se navodi da pojedini predmetni nastavnici, škole i obrazovni programi nemaju ujednačene kriterije unutarnjega vrjednovanja te, slijedom toga, ista zaključna ocjena iz pojedinoga predmeta ne odgovara jednakoj razini znanja, vještina i sposobnosti učenika.

Do uvođenja državne mature, zaključne ocjene iz pojedinih predmeta predstavljale su jedinu mjeru i odraz uspješnosti izvršavanja zadaća i kakvoće učeničkoga rada tijekom školske godine. Zaključne ocjene kao brojčani pokazatelji, u svojoj oskudnosti nimalo formativni, bili su ujedno i osnovna povratna informacija na temelju koje učenici trebaju mijenjati, prilagođavati i unaprjeđivati svoj rad te pristup učenju i školi u sljedećoj školskoj godini. Za učenike, ali i njihove roditelje, zaključne ocjene su ujedno i jasan cilj jer istraživanja pokazuju da ocjena za učenike u Republici Hrvatskoj predstavlja dominantan motiv za učenje (Jokić i sur., 2007). Zaključne ocjene su ujedno i izrazito instrumentalne jer se, između ostalih, na temelju njih učenici upisuju na studijske programe visokoškolskih ustanova. Prema rezultatima istraživanja, za nastavnike je ocjenjivanje često izvor nelagode u radu i odnosima s učenicima i njihovim roditeljima, ali istodobno i često jedino sredstvo održavanja autoriteta i kontrole (ibid., 2007).

Navedeno ukazuje da se zaključnom ocjenom pokušavaju ispuniti različite funkcije jer ocjena istodobno treba biti formativna, zatim kriterijska u odnosu na zahtjeve pojedinoga predmeta, ali i kvalifikacijska i selekcijska u slučaju upisa učenika u viši obrazovni stupanj. Upravo višestrukost funkcija ukazuje na nemogućnost jednoznačnoga odgovora na temeljno pitanje o tome što zapravo predstavljaju zaključne ocjene iz pojedinoga predmeta u srednjim školama Republike Hrvatske te, za ovaj rad još važnije, u kakvome su odnosu zaključne ocjene s rezultatima vanjskoga vrjednovanja.

Kako bi se ukazalo na prirodu odnosa ovih dviju mjera obrazovnoga postignuća, prvo su predstavljani podatci o zaključnim ocjenama iz Fizike različitih srednjoškolskih programa tijekom svih četiriju godina srednjoškolskoga obrazovanja. U ovim analizama uspoređeni su podatci o zaključnim ocjenama iz Fizike svih učenika općih, prirodoslovno-matematičkih i jezičnih gimnazija te učenika strukovnoga područja *Elektrotehnika*.²¹ Nakon toga predstavljene su raspodjele zaključnih ocjena iz Fizike učenika iz ovih srednjoškolskih programa koji su pristupili ispitu državne mature iz Fizike. Naposljetku, uspoređene su razlike u postignućima pristupnika određenih programa na dvjema mjerama obrazovnoga postignuća.

U tablici 69. prikazani su podatci o zaključnim ocjenama iz Fizike tijekom četiriju godina srednjoškolskoga obrazovanja učenika općih, prirodoslovno-matematičkih i jezičnih gimnazija te učenika iz strukovnoga područja *Elektrotehnika*.

²¹ Iz strukovnoga područja *Elektrotehnika* izuzeti su podatci o zaključnim ocjenama iz Fizike i rezultati ispita državne mature za sljedeće programe: tehničar za mehanatroniku i zrakoplovni tehničar jer se u navedenim programima nastava iz Fizike ne odvija u svim četirima razredima.

Tablica 69.

Raspodjele zaključnih ocjena iz Fizike svih učenika općih, prirodoslovno-matematičkih i jezičnih gimnazija te učenika strukovnog područja *Elektrotehnika* koji su srednjoškolsko obrazovanje završili u školskoj godini 2009./2010.

PROGRAMI	Ocjene	PRVI RAZRED	DRUGI RAZRED	TREĆI RAZRED	ČETVRTI RAZRED
Opća gimnazija	Dovoljan	26,4	28,9	29,6	23,5
	Dobar	32,8	32,0	29,1	25,3
	Vrlo dobar	26,3	24,5	23,3	24,0
	Odličan	14,5	14,6	18,0	27,2
Prirodoslovno-matematička gimnazija	Dovoljan	18,2	19,6	21,9	16,5
	Dobar	27,2	26,3	23,7	21,8
	Vrlo dobar	29,4	27,7	27,5	28,0
	Odličan	25,2	26,4	26,9	33,7
Jezična gimnazija	Dovoljan	31,9	34,2	36,2	25,4
	Dobar	35,2	34,0	31,5	31,2
	Vrlo dobar	23,5	21,0	21,2	24,7
	Odličan	9,4	10,8	11,1	18,7
Elektrotehnika	Dovoljan	45,6	44,6	48,7	43,2
	Dobar	32,1	31,6	29,6	28,8
	Vrlo dobar	15,5	15,5	13,9	18,1
	Odličan	6,8	8,3	7,8	9,9

Prikazani podaci omogućuju jedinstveni uvid u raspodjelu zaključnih ocjena iz Fizike u srednjoškolskome obrazovanju Republike Hrvatske. Podatci ukazuju na to da većina učenika općih gimnazija ostvaruje zaključnu ocjenu dovoljan ili dobar tijekom prvih triju razreda srednjoškolskoga obrazovanja. Postotak učenika koji ostvaruje ocjenu odličan je u prvome, drugome i trećem razredu relativno stabilan i iznosi oko 15%. U četvrtome razredu srednjoškolskoga obrazovanja dolazi do dramatičnoga pomaka k višim zaključnim ocjenama te dominantna ocjena postaje odličan. Učenici jezičnih gimnazija ostvaruju slabiji uspjeh u Fizici, iskazan zaključnom ocjenom na kraju pojedinoga razreda, od učenika općih gimnazija. Tek svaki deseti učenik u prvome, drugome i trećem razredu ostvaruje ocjenu odličan, a više od dviju trećina ima ocjenu dovoljan ili dobar. Kao i kod učenika općih gimnazija, u četvrtome razredu dolazi do pomicanja uspjeha k višim vrijednostima. Učenici prirodoslovno-matematičkih gimnazija ostvaruju statistički značajno bolji uspjeh u prvome, drugome i trećem razredu i od učenika općih i od učenika jezičnih gimnazija. U prvome, drugome i trećem razredu više od četvrtine učenika ovoga gimnazijskoga programa ima zaključnu ocjenu odličan iz Fizike. U četvrtome razredu također dolazi do blažega pomicanja k višim zaključnim ocjenama. Raspodjela zaključnih ocjena iz Fizike učenika iz strukovnog područja *Elektrotehnika* se izrazito razlikuje od svih gimnazijskih programa. U svim četirima godinama srednjoškolskoga obrazovanja gotovo polovica učenika ostvaruje ocjenu dovoljan, a tek oko četvrtina učenika ima zaključnu ocjenu vrlo dobar ili odličan. Za razliku od svih gimnazijskih programa, pomak u zaključnim ocjenama u završnome razredu je mnogo manji.

U tablici 70. prikazane su raspodjele zaključnih ocjena iz Fizike u četirima godinama srednjoškolskoga obrazovanja učenika općih, prirodoslovno-matematičkih i jezičnih gimnazija te učenika iz strukovnog područja *Elektrotehnika* uzimajući u obzir samo učenike koji su pristupili ispitu državne mature iz Fizike u školskoj godini 2009./2010.

Tablica 70.

Raspodjele zaključnih ocjena iz Fizike učenika općih, prirodoslovno-matematičkih i jezičnih gimnazija te učenika strukovnog područja *Elektrotehnika* koji su srednjoškolsko obrazovanje završili u školskoj godini 2009./2010., a pristupili su ispitu državne mature iz Fizike u školskoj godini 2009./2010.

PROGRAMI	OCJENE	PRVI RAZRED	DRUGI RAZRED	TREĆI RAZRED	ČETVRTI RAZRED
Opća gimnazija	Dovoljan	13,6	15,8	14,8	10,5
	Dobar	29,2	26,4	24,2	17,5
	Vrlo dobar	33,5	29,8	27,1	24,6
	Odličan	23,7	28,0	33,9	47,4
Prirodoslovno- -matematička gimnazija	Dovoljan	11,9	12,9	15,0	8,9
	Dobar	26,8	24,9	21,9	19,8
	Vrlo dobar	31,3	30,2	30,5	30,7
	Odličan	30,0	32,0	32,6	40,6
Jezična gimnazija	Dovoljan	17,3	16,5	16,9	9,6
	Dobar	29,0	29,0	27,9	21,5
	Vrlo dobar	33,3	32,9	30,5	27,4
	Odličan	20,4	21,6	24,7	41,6
Elektrotehnika	Dovoljan	41,0	39,8	43,3	39,6
	Dobar	32,5	31,9	30,0	27,6
	Vrlo dobar	17,9	17,6	16,4	19,9
	Odličan	8,6	10,7	10,3	12,9

Podatci u tablici jasno ukazuju na to da pristupnici ispitu državne mature iz Fizike imaju više zaključne ocjene u usporedbi s cjelokupnim kohortama pojedinoga programa. Zbog strukture pristupnika ispitu iz pojedinih programa, razumljivo je da su razlike u raspodjelama zaključnih ocjena najveće između pristupnika i svih učenika iz jezičnih gimnazija iz kojih se najmanji postotak učenika odlučuje polagati ispit iz Fizike. Najmanje razlike su prisutne u strukovnome području *Elektrotehnika* i prirodoslovno-matematičkim gimnazijskim programima. U tablici 71. prikazane su razlike u zaključnim ocjenama iz Fizike i rezultatu ispita državne mature iz Fizike pristupnika iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija te između pristupnika iz općih gimnazija i strukovnog područja *Elektrotehnika*. Razlike su iskazane u terminima veličine efekta, što ih čini usporedivima.

Tablica 71.

Razlike u različitim oblicima obrazovnoga postignuća pristupnika ispitu iz Fizike iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija te strukovnoga područja *Elektrotehnika*²²

OPĆE GIMNAZIJE I PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKE GIMNAZIJE				
PRVI RAZRED	DRUGI RAZRED	TREĆI RAZRED	ČETVRTI RAZRED	DRŽAVNA MATURA
-0,06	-0,05	0,00	0,03	-0,34
OPĆE GIMNAZIJE I PODRUČJE ELEKTROTEHNIKA				
PRVI RAZRED	DRUGI RAZRED	TREĆI RAZRED	ČETVRTI RAZRED	DRŽAVNA MATURA
0,35	0,33	0,38	0,44	0,37

Prikazani rezultati ukazuju na to da između pristupnika iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija ne postoje razlike u obrazovnome postignuću iskazanome kroz zaključne ocjene iz Fizike. Svi su efekti zanemarivi, a u četvrtome razredu pristupnici iz općih gimnazija ostvaruju ponešto bolji uspjeh. Istodobno, testiranje razlika u rezultatima pristupnika u ispitu državne mature iz Fizike ukazuje na srednje snažan efekt u smjeru boljeg rezultata pristupnika iz prirodoslovno-matematičkoga gimnazijskoga programa.

Usporedba razlika, iskazanih veličinom efekta, pristupnika iz općih gimnazija i strukovnoga područja *Elektrotehnika* ukazuje na približno jednako snažan efekt u slučaju zaključnih ocjena i rezultata ispita državne mature iz Fizike. U objema mjerama obrazovnoga postignuća pristupnici iz općih gimnazija ostvaruju bolji uspjeh.

Navedeni podatci jasno govore u prilog vanjskomu vrjednovanju u obrazovanju Republike Hrvatske. Razlike u obrazovnome postignuću učenika, iskazanome različitim oblicima vrjednovanja, tolike su da ukazuju na to da se njima zahvaćaju različiti koncepti. Unutarnje vrjednovanje je složeniji oblik vrjednovanja koji, osim provjere i ocjenjivanja znanja, između ostalih, sadrži i brojne elemente poput obavljanja obveza, pristupa radu, discipline učenika i praćenja individualnoga razvoja učenika. Kao takvo, ono je nužan i važan dio nastavnoga procesa. Vanjsko vrjednovanje je jasno usmjereno na provjeru i vrjednovanje znanja i sposobnosti pristupnika i vjerojatno predstavlja bolje mjerilo navedenih osobina pristupnika. Iz perspektive srednjoškolskoga obrazovanja jasno je da su potrebna oba oblika vrjednovanja. Analizirajući potrebu iz perspektive visokoškolskoga obrazovanja, postavlja se pitanje prediktivnosti različitih mjera obrazovnoga postignuća. Ako je cilj izvođača studijskih programa odabrati pristupnike koji posjeduju razvijenija znanja i sposobnosti u određenoj disciplini, onda je nužno dati veću težinu rezultatima vanjskoga vrjednovanja.

²² Pozitivna vrijednost veličine efekta ukazuje na više obrazovno postignuće prvo imenovane, a negativna vrijednost drugo imenovane skupine.

**8. VRJEDNOVANJE ISPITA DRŽAVNE MATURE
IZ FIZIKE IZ PERSPEKTIVE PREDMETNE
EKSPERTNE SKUPINE**

Prema navodima članova predmetne ekspertne skupine, ispit prve državne mature iz Fizike je kvalitetno osmišljen kao ispit koji ispituje osnovna znanja i razumijevanje temeljnih fizikalnih koncepata. Ispit odaje dojam relativno laganoga ispita i učenici i nastavnici o njemu govore kao o ispitu koji je bio čak lakši od očekivanoga. Usprkos tomu, učenički rezultati u ispitu, prema mišljenju ove skupine, ne opravdavaju takvu percepciju.

” *Iako ispit na prvi pogled daje dojam da je „lagan”, mislim da je dobro koncipiran i da se njime mogu provjeriti osnovna znanja iz Fizike bez prevelikoga naglaska na Matematiku.*

Ipak, opće je mišljenje predmetne ekspertne skupine da je u ispitu državne mature iz Fizike premalo težih zadataka.

” *Mislim da je ispit dobro koncipiran i ispituje opća znanja, ali bi morao sadržavati više težih zadataka da se dobije bolja distribucija među dobrim učenicima.*

” *Prošlogodišnji ispit sadržavao je većinom zadatke srednje težine i na taj način bio je primjeren različitim skupinama učenika, ali nije omogućio dovoljno razlikovanje između onih s visokim rezultatima.*

” *Ispit je previše prilagođen onima sa „slabijim” znanjem. Nema zadataka koji bi razlikovali najbolje.*

Oko toga ispituje li ispit primjerene kognitivne razine, koje su karakteristične za predmet ili ne, nema potpunoga slaganja među članovima skupine. Dio nastavnika smatra da su zadatci primjerene razine i dobro pogođenih zahtjeva s obzirom na kognitivne procese koji su potrebni za uspješno rješavanje ispita.

” *Ispit je bio korektan. Nacionalnim ispitima (njih je bilo dva) i jednom probnom maturom najavilo se da će se ispit temeljiti na konceptualnome razumijevanju.*

” *Za gimnazijske programe ispit ispituje primjerene razine i dobro je usklađen za sve vrste gimnazijskih programa.*

Drugi nastavnici smatraju da je potrebna veća zastupljenost zadataka više kognitivne razine.

” *S obzirom da je Fizika predmet u kojem je najvažnije naučiti razmišljati na fizikalnan način i primjenjivati naučeno u drugim situacijama, smatram da je primjereno da postoji više zadataka više kognitivne razine.*

S obzirom da ispituje temeljna znanja iz područja predmeta, smatra se da ispit iz Fizike obuhvaća relevantne sadržaje i uglavnom ne izostavlja neke važne teme. O tome obuhvaća li ispit državne mature iz Fizike relevantne sadržaje predmeta Fizike i o kvaliteti ispita govori sljedeća izjava članice skupine.

” *U gradivu koje se sluša četiri godine po 105 sati ima mnogo važnih sadržaja koje je ovdje zbog ograničenoga broja pitanja nemoguće sve ispitati. Mislim da su autori dotakli sve ono što se smatra osnovnim i važnim, ali je ostalo i prostora za nove ispite koji će ispitivati osnove, a biti sadržajno jako različiti od postojećih.*

Tek se pojedini sadržaji navode kao izostavljeni.

” *Ispitom nije obuhvaćeno kruto tijelo, ali zbog satnice, to se radi kao izborni sadržaj i priprema za natjecanja.*

Nadalje, ispit se procjenjuje usklađenim s gimnazijskim planovima i programima. Tek je pojedine teme (npr., izmjeničnu struju) ili pojedine obrazovne ishode (npr., 3.3.8.) moguće izostaviti iz ispita uslijed nezastupljenosti tih tema ili ishoda u svim (gimnazijskim) programima.

Od usklađenosti sadržaja ispita s programima predmeta veći problem predstavljala je činjenica da se određeni dio sadržaja, koji se zahtijevao ispitom, nije mogao obraditi prije završetka nastave, odnosno do vremena održavanja ispita. O tome govore sljedeći citati.

- ” *Ispit je usklađen s planom i programom prirodoslovno-matematičke gimnazije, a polažu ga i učenici opće, pa čak i jezične gimnazije. Uz to, u prošloj školskoj godini ispit se provodio prije kraja nastave pa se na redovnoj nastavi nije sve stiglo obraditi na vrijeme (posebno u općim i jezičnim smjerovima).*
- ” *Ispit je uglavnom dobro usklađen s važećim planovima i programima predmeta, osim područja koji se obrađuju u četvrtome razredu strukovnih škola s obzirom na vrijeme pisanja ispita državne mature.*

Usklađenost sadržaja ispita državne mature iz Fizike s gimnazijskim programima toga predmeta čini taj ispit primjerenim različitim skupinama gimnazijalaca. Primjerenost različitim skupinama vezana je posebice uz činjenicu da se ispitom ispituju temeljna znanja i razumijevanje ključnih koncepata. Međutim, ispit (očekivano) nije potpuno prikladan vrjednovanju obrazovnih postignuća iz Fizike pristupnika iz različitih strukovnih programa. Sljedeća izjava nastavnika Fizike iz tehničke strukovne škole govori o tome.

- ” *Ispit je bio primjeren ponajviše gimnazijskim skupinama učenika i po meni oni ne bi smjeli imati veće prigovore. Kod strukovnih škola ponajviše treba pripremiti na godine učenja Fizike. U mojoj školi najviše su bili zaknuti tehničari za mehatroniku koji Fiziku uče samo dvije godine. Budući da većina tih učenika tradicionalno nastavlja studiranje na Fakultetu strojarstva i brodogradnje i Tehničkom veleučilištu, kroz ovakvo široko ispitivanje Fizike (ne toliko dubinsko) bili su pomalo hendikepirani. Vrijeme polaganja ispita bilo je dodatno opterećenje svim strukovnim školama ne samo zbog gradiva, nego i zbog pisanja završnoga rada.*

Osim prosuđivanja sadržajne valjanosti ispita i usklađenosti ispita s važećim programima predmeta, predmetna ekspertna skupina dala je svoj osvrt i na kvalitetu definiranja obrazovnih ishoda u ispitnome katalogu. Ti se ishodi velikim dijelom smatraju primjereno određenima. Primjedbe se odnose na sljedeće elemente.

- ” *Neke bi ishode trebalo malo nadopuniti, ali većinom su primjereno određeni.*
- ” *Smatram da su neki obrazovni ishodi napisani preopćenito pa mogu obuhvaćati različite razine kognitivnih procesa i zahtjevnosti. Slobodnim tumačenjem mogu ići od osnovnih razina prepoznavanja i primjena formula pa sve do zadataka kakvi se rješavaju na natjecanjima. Ako se pripreme za maturu koncipiraju prema tim ishodima, jedino iskustvo predavača i njegova subjektivna procjena mogu odrediti razinu poučavanja. Uz to, neki obrazovni ishodi sadrže i nekoliko različitih izraza ili pojmova pa tako zadatci u ispitima ne zadovoljavaju u potpunosti cijeli ishod, već samo jedan njegov dio. Neka pitanja, koja se javljaju u ispitima, nemaju odgovarajući ishod u katalogu.*

Nadalje, članovi predmetne ekspertne skupine prosudili su koliko ispit državne mature iz Fizike odgovara dominantnom pristupu poučavanja i vrjednovanja u predmetu unutar srednjoškolskoga obrazovanja. O ovome se pojavljuju različita mišljenja. Dok neki članovi skupine smatraju da ispit odgovara pristupima poučavanja i vrjednovanja iz Fizike koji su prisutni u našim školama, pojavljuju se i drugačija mišljenja koja sugeriraju da su školski zahtjevi drugačije postavljene.

- ” U nekim školama (matematičkim gimnazijama) učenici dobivaju dojam da se od njih traži puno više u redovnoj nastavi. Teži se da učenici rade na konceptualnim zadacima, a ne samo da naučeno primjenjuju na numeričkim zadacima. U većini škola ipak satnica ne dopušta da učenici samostalno izvode eksperimente i na taj način usvajaju ili potvrđuju naučeno gradivo.
- ” Na prošlogodišnjoj državnoj maturi vrjednovanje nije odgovaralo onomu kakvo imamo u srednjoj školi. Za odličnu ocjenu trebalo je riješiti više od 88% ispita, a za prolaz je bilo dovoljno nešto više od 20%. Smatram da se na takav način kažnjavaju dobri učenici, a „nagrađuju” loši. Trebalo bi fiksirati prag prolaznosti, a teže zadatke pravednije i bolje raspodijeliti među dobrim učenicima.
- ” Većina nastavnika najviše vrjednuje problemske zadatke koji su puno teži od zadataka na državnoj maturi, a većinu prvoga dijela usmeno ispituje jer učenici neke od odgovara lakše odgovaraju usmeno nego u pisanoj formi ovakva ispita. Mislim da većina nastavnika državnu maturu iz Fizike smatra prelaganom, ali pritom zaboravljaju na širinu područja koju učenik mora savladati i na vrijeme polaganja državne mature.

Na kraju, članovi predmetne ekspertne skupine iskazali su vlastito stajalište o mogućnosti povratnoga djelovanja ispita na učenje i poučavanje Fizike u srednjim školama. Pozitivna očekivanja sadržana su u sljedećim citatima.

- ” Nadam se pozitivnom povratnom djelovanju. Mislim da se poboljšala preciznost u iskazivanju nekih pojmova i zakona. Nastavnici su počeli više pozornosti posvećivati konceptualnim zadacima. Nažalost, početna želja da se poboljša eksperimentalni rad u školama (barem više demonstracijskih pokusa) svela se u ispitu na jedan zadatak koji se bavi znanjem računanja.
- ” Pristup poučavanja i vrjednovanja morat će se početi temeljiti na konceptualnome razumijevanju znanja iz Fizike.

Povratno djelovanje ispita državne mature na srednjoškolsku nastavu Fizike očituje se i u organiziranju dodatne nastave za neke kategorije učenika. Članovi skupina navode da se u tehničkim strukovnim školama organiziraju fakultativni programi Fizike za učenike koji su pohađali dvogodišnje programe Fizike, a u općim i jezičnim gimnazijama razlika koja postoji u odnosu na prirodoslovno-matematički program nadoknađuje se izbornom nastavom iz Fizike.

9. OGRANIČENJA PROJEKTA

Cilj je projekta bio analizirati sadržaj ispita državne mature iz Fizike te dubinski analizirati rezultate pristupnika. Projekt, kao prvi takav pokušaj, ima određena ograničenja koja su mogla utjecati na same ishode i zaključke. Problemi kategorizacije kognitivnih procesa vezanih za određenu domenu tek trebaju dobiti na važnosti u obrazovanju Republike Hrvatske. U međunarodnome kontekstu kategoriziranje kognitivnih procesa, koji se zahtijevaju određenim zadatkom, predstavlja područje koje se još uvijek razvija i izaziva brojne nedoumice. Kao i mnoge druge kategorizacije i taksonomije znanja i kognitivnih procesa, kategorizacija kognitivnih procesa korištena u ovome projektu podliježe kritici. Moguće je osporiti smještanje određenih zadataka u određene kategorije kognitivnih procesa. Korištena kategorizacija sigurno zahtijeva dodatnu razradbu te se njezino korištenje treba shvatiti kao zalog izradbi detaljnije kategorizacije koja će biti još primjerenija specifičnim zahtjevima predmeta i obliku ispita državne mature iz Fizike.

Metodološko ograničenje predstavlja i činjenica da se u dijelu sadržajne analize projekt zasniva na procjenama pet članova predmetne ekspertne skupine. Premda je njihov odabir metodološki jasno i precizno određen, a pouzdanosti njihovih procjena metrički izračunate i zadovoljavajuće, može se postaviti pitanje bi li zaključci bili drugačiji da je u rad skupine bilo uključeno više članova ili da je sastav skupine bio značajno promijenjen. S metodološkoga gledišta broj od pet članova, uz zadovoljavajuću pouzdanost procjena i drugi krug zajedničkoga procjenjivanja u svrhu postizanja konsenzusa, dovoljan je za osiguranje kvalitete ovoga dijela projekta. Sastav ove predmetne ekspertne skupine, koja se sastojala od nastavnika iz programa koji ostvaruju bolje rezultate u ispitu, mogla je donekle utjecati na procjene zahtjevnosti i kognitivnih procesa koji se zahtijevaju pojedinim zadatkom. Sama metodologija korištena u sadržajnoj analizi ispita pokazala se vrlo korisnom i moguće ju je koristiti u analizama idućih ispita. U slučaju boljih financijskih prilika bilo bi dobro uključiti više članova koji dolaze iz različitih srednjoškolskih programa iz kojih učenici pristupaju ispitu državne mature iz Fizike. S obzirom na svrhu ispita državne mature, potrebno je uključiti i određeni broj stručnjaka iz visokoškolskih ustanova. Osnovno ograničenje ovoga projekta jest da se zasniva na rezultatima samo jedne, i to prve, godine vanjskoga vrjednovanja. Kao takvo, istraživanje bi trebalo poslužiti kao obrazac za buduće analize i kao polazišna točka u odnosu na koju bi se analizirao sadržaj i rezultati pristupnika koji pristupaju ispitu državne mature iz Fizike. Zbog prirode vanjskoga vrjednovanja u Republici Hrvatskoj za očekivati je da će u idućim godinama određeni nalazi i zaključci biti drugačiji. U skladu s tim potrebno je inzistirati upravo na ovakvome tipu projekata i analiza.

10. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Prije zaključaka i preporuka potrebno je istaknuti da se radi o prvoj državnoj maturi. Opći zaključak je da je, pod uvjetima provedbe, ispit državne mature iz Fizike zadovoljavajući. Zaključke i preporuke koji slijede potrebno je promatrati u svjetlu poboljšanja sadržaja, određenja i kvalitete ispita u idućim inačicama vanjskoga vrjednovanja iz Fizike. Neke su preporuke već uključene u inačicu ispita iz Fizike koja je korištena u ljetnome roku državne mature 2010./2011. godine.

Zaključci i preporuke, koje proizlaze iz analize sadržaja i rezultata ispita državne mature iz Fizike, podijeljeni su u četiri osnovne cjeline:

1. *zaključci i preporuke o općim postavkama državne mature*
2. *zaključci i preporuke o određenju ispita državne mature iz Fizike*
3. *preporuke za konstrukciju budućih ispita državne mature iz Fizike*
4. *zaključci o rezultatima pristupnika u ispitu državne mature iz Fizike.*

Ad 1. Obrazovna politika Republike Hrvatske nije dovoljno jasno definirala svrhu i cilj državne mature. Navedeno se posebno odnosi na ispite izbornoga dijela državne mature. Stoga je potrebno jasno izreći da, prema postojećem određenju ispita izbornoga dijela državne mature, ti ispiti imaju isključivo ulaznu funkciju i služe u selekcijske svrhe upisa na studijske programe visokoškolskih ustanova. Na temelju ovako jasno definirane svrhe potrebno je promijeniti opći pristup izradbe ispitnih materijala. Potrebno se voditi idejom da poželjne karakteristike ispita, koji služi u selekcijske svrhe, predstavljaju niže prosječne rezultatske vrijednosti i razvučeni desni kraj raspodjele koji omogućuje učinkovitije razlikovanje pristupnika s boljim znanjem i sposobnostima. Osim toga, u konstrukciji takvoga ispita ne treba nužno inzistirati na usklađenosti sadržaja s gimnazijskim programima predmeta, već na relevantnosti određenih obrazovnih ishoda za nastavlanje obrazovanja na visokoškolskim institucijama. Ako obrazovna politika i Centar odluče u ovoj obrazovnoj točki i dalje ostati na ulaznoj funkciji vanjskoga vrjednovanja obrazovnih postignuća, u izradbu ispitnih materijala vjerojatno će trebati uključiti veći broj stručnjaka iz visokoškolskoga sustava. Osnova za određivanje profila stručnjaka mora biti analiza poželjnosti određenih studijskih programa.

Pri određenju vanjskoga vrjednovanja obrazovna politika i Centar mogu zauzeti i drugačiji pravac koji bi prihvatio svrhu ispita državne mature kao isključivo izlaznu. Točnije, u slučaju diferenciranoga srednjoškolskoga obrazovanja kakvo je hrvatsko, svrha ovakvih ispita bila bi utvrđivanje usvojenosti minimalnoga standarda iz pojedinih predmeta na kraju srednjoškolske obrazovne razine. U tom slučaju, poželjne karakteristike ispita bile bi vrlo visoke prosječne vrijednosti rezultata i razvučeni lijevi kraj raspodjele kojim bi se izdvojilo one učenike koji nisu usvojili osnovna znanja i vještine u određenome predmetu.

Ni u kojem slučaju obrazovna politika i Centar ne smiju nastaviti s vanjskim vrjednovanjem koje pokušava zadovoljiti sve funkcije za sve skupine pristupnika. Sama državna matura mogla bi biti ubrzo izravno ugrožena zauzimanjem ovakvoga ambivalentnoga pristupa svrsi i cilju ispita državne mature.

Ad 2. Jedan od osnovnih postulata konstrukcije ispitnih materijala i mjerenja u obrazovanju govori da ispit mora biti sadržajno prilagođen pristupnicima. Ispit državne mature iz Fizike prilagođen je učenicima gimnazija i to u dubini i širini svojstvenoj svim učenicima gimnazija bez obzira na vrstu. Uslijed diferenciranoga poučavanja i učenja Fizike u različitim gimnazijskim programima, ovakvo određenje ispita predstavlja svođenje zahtjeva ispitivanja na „najmanji zajednički nazivnik” gimnazijskih programa. Analize profila pristupnika ukazuju na to da veći dio pristupnika dolazi iz strukovnih škola nego iz gimnazija. Štoviše, u apsolutnome broju najviše pristupnika dolazi iz strukovnoga područja *Elektrotehnika*, a nakon njih slijede pristupnici iz općih gimnazija. Navedeno ukazuje da bi pri konstrukciji ispita državne mature iz Fizike trebalo uvažiti činjenice o apsolutnome i relativnome broju pristupnika iz četverogodišnjih

strukovnih škola, a naročito iz određenih strukovnih područja. Čak i kada bi usmjerenje isključivo na gimnazijske nastavne planove i programe bilo opravdano, analiza profila pristupnika prema gimnazijskim programima ukazuje na nedostatke i nelogičnost usmjerenja k programskom „najmanjemu zajedničkomu nazivniku”. Naime, u polaganju ispita državne mature iz Fizike izrazito su više zastupljeni pristupnici iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija koji program Fizike pohađaju u većoj širini i dubini od ostalih gimnazijalaca, a manje su zastupljeni pristupnici iz jezičnih programa za koje se može tvrditi da su najmanje izloženi sadržajima iz predmeta. Stoga je, s obzirom na upis na visokoškolske ustanove, kao dominantne svrhe izbornoga dijela državne mature, opravdano postaviti pitanje je li ovakvo određenje ispita državne mature iz Fizike ispravno. Postojeće određenje ispita ukazuje da je ispit u potpunosti prilagođen tek manjemu dijelu pristupnika. Može se opravdano pretpostaviti da ispit za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ne odgovara širini i dubini poučavanja Fizike kojima su bili izloženi tijekom srednjoškolskoga obrazovanja. Istodobno, ne može se očekivati da je ispit primjeren pristupnicima iz strukovnih škola koji su zbog profilne orijentacije strukovnih programa često u različitoj mjeri bili izloženi pojedinim područjima Fizike.

Ad 3. Provedene analize sadržaja ispita, psihometrijskih karakteristika i samih rezultata za ishod imaju brojne spoznaje koje mogu biti korisne i važne za izradbu budućih ispitnih materijala iz Fizike. Ispit državne mature iz Fizike je tematski raznovrstan i primjeren pokriva različita područja predmeta vežući se uz sadržaje svih četiriju razreda gimnazijskih programa. Prema procjenama predmetne ekspertne skupine, u ispitu prevladavaju zadatci koji ispituju osnovnu razinu znanja koja se očekuje od svih pristupnika koji pristupaju državnoj maturi. Ispit ne sadrži zadatke napredne razine zahtjevnosti koji se odnose na znanja koja se očekuju od manjega broja najkompetentnijih pristupnika. Značajan dio zadataka u ispitu državne mature iz Fizike zahtijeva poznavanje znanstvenih činjenica i izvođenje jednostavnih postupaka. Treba naglasiti da određeni dio zadataka ispituje konceptualno razumijevanje i primjenu znanja pri rješavanju računskih zadataka. U skladu s definiranom svrhom ispita, sadržajna analiza ukazuje na to da bi trebalo uključiti više zadataka na srednjoj i barem pokoji zadatak na naprednoj razini zahtjevnosti.

Psihometrijska analiza zadataka ukazuje na različitu težinsku primjerenost ispita pojedinim skupinama pristupnika. Ispit je lagan pristupnicima iz gimnazija, a naročito pristupnicima iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija. Ovakav rezultat je donekle problematičan s obzirom na ulaznu funkciju ispita državne mature jer onemogućuje dobro razlikovanje među najkompetentnijim pristupnicima. Istodobno, većini pristupnika iz strukovnih škola ispit je težak. Navedeni rezultati ukazuju da u buduće inačice ispita nužno treba uključiti teže zadatke, što je djelomično već i učinjeno u ispitu državne mature iz školske godine 2010./2011.

Analiza diskriminativnosti zadataka ukazuje da kod svih skupina pristupnika izrazito dobru diskriminativnost postižu zadatci otvorenoga tipa. Zadatci zatvorenoga tipa imaju slabije diskriminativne sposobnosti. U budućim inačicama ispita potrebno je razmisliti o promjeni omjera između zadataka zatvorenoga i otvorenoga tipa u smjeru povećanja udjela zadataka otvorenoga tipa. Pri navedenome treba inzistirati na tome da zadatci otvorenoga tipa ne moraju biti isključivo računski, već da mogu ispitivati i elemente znanstvenoga razmišljanja u Fizici koje izostaje u ovome ispitu. Potrebno je dodatno raditi na zadacima zatvorenoga tipa tako da se ostvari pomak ka konceptualnomu razumijevanju i višim razinama zahtjevnosti, što je vrijedna intencija stručne radne skupine koja je radila zadatke.

Treba obratiti pozornost na ujednačavanje zadataka iz različitih tematskih područja po elementima kognitivnih kategorija, razina zahtjevnosti i tipa zadataka. Razlozi za to nisu samo konstrukcijski i analitički, već i povratni prema procesu učenja i poučavanja Fizike u srednjoškolskome obrazovanju. Naposljetku, potrebno je naglasiti da Centar treba razmotriti ideju da polazište izradbe ispita ne budu isključivo tematska područja i vrste zadataka. Pokazuje se da definiranje ispita na temelju ovih elemenata nije dovoljno, već da je potrebno sadržaje definirati i prema kognitivnim procesima i razinama zahtjevnosti zadataka. Radi kvalitetnijega određivanja sadržaja ispita i postizanja željenih učinaka ispita, specifikacija ispita treba obuhvatiti i teme i procese koji se ispituju te odrediti relativnu

važnost tih tema i procesa u ukupnome ispitu. Ovakva paradigmataska promjena u izradbi omogućit će kvalitetniji i trajniji razvoj ispita i smanjiti mogućnost negativne pojave „učenja za test” kod pristupnika.

Ad 4. Rezultati pristupnika u ispitu državne mature iz Fizike otkrivaju brojne značajne čimbenike o učenju i poučavanju Fizike tijekom srednjoškolskoga obrazovanja. Za svaki predmet, a posebice za Fiziku, Centar bi trebao izvještavanje o rezultatima pristupnika prilagoditi profilu pristupnika i programima predmeta u srednjoškolskome obrazovanju. Treba izbjegavati izvještavati o rezultatima na temelju kategorizacije na pristupnike iz gimnazija i strukovnih škola zbog izrazite heterogenosti unutar obiju skupina pristupnika. U slučaju Fizike, potrebno je izvještavati o razlikama između pristupnika iz gimnazijskih programa koji imaju tri ili dva sata nastave Fizike tjedno te pristupnika iz strukovnih područja u kojima je Fizika jedan od temeljnih predmeta, a iz kojih značajan postotak pristupnika polaže ispit iz Fizike. Analize rezultata prve državne mature ukazuju na to da su pristupnici iz gimnazijskih programa, koji imaju tri sata nastave Fizike tjedno, najuspješniji u ispitu iz Fizike. U usporedbi s pristupnicima iz gimnazijskih programa, koji imaju dva sata nastave Fizike tjedno, radi se o srednje velikome efektu. Gotovo je istovjetna veličina efekta ako se usporede pristupnici iz gimnazijskih programa koji imaju dva sata nastave Fizike tjedno s pristupnicima iz strukovnoga područja *Elektrotehnika* koji su najuspješnija skupina pristupnika iz strukovnih škola. Veličina efekata između dviju skupina gimnazijskih pristupnika stabilna je u većini rezultatskih usporedbi. Zanimljive su i analize rezultata za zadatke pojedinih tematskih područja. Pristupnici iz gimnazija su najuspješniji u zadacima iz tematskih područja *Termodinamika*, *Titranje*, *valovi* i *optika* i *Moderna fizika*, a slabiji rezultat postižu u tematskim područjima *Elektromagnetizam* i *Mehanika*. Pristupnici iz strukovnih škola bolje rezultate postižu u zadacima tematskih područja *Titranje*, *valovi* i *optika* i *Elektromagnetizam*, a izrazito su neuspješni u zadacima tematskoga područja *Moderna fizika*. Osim skupine pristupnika iz gimnazijskih programa, koji imaju tri sata nastave Fizike tjedno i koji postižu stabilne rezultate u svim tematskim područjima, planirane usporedbe ukazuju na to da u zadacima određenih tematskih područja pristupnici iz strukovnih područja usmjerenih tim tematskim područjima postižu bolje rezultate. Tako, primjerice, pristupnici iz područja *Elektrotehnika* postižu značajno bolje rezultate u zadacima iz tematskoga područja *Elektromagnetizam*. Izrazito je važno napomenuti da u tematskome području *Moderna fizika*, koje se ispituje zadacima na osnovnoj razini poznavanja znanstvenih činjenica, dolazi do izrazitoga razlikovanja skupina iz gimnazijskih i strukovnih programa. Spoznaje o različitim rezultatima skupina pristupnika u zadacima pojedinih područja nužno treba uzeti u obzir tijekom izradbe novih ispita državne mature iz Fizike.

Analiza rezultata prema tipu zadataka ukazuje na to da značajan broj pristupnika ne postiže uspjeh u zadacima otvorenoga tipa. Analiza profila tih pristupnika ukazuje na to da se gotovo isključivo radi o pristupnicima iz strukovnih škola. Naročito visoki postotak pristupnika dolazi iz strukovnih područja koja karakterizira mala izloženost poučavanju i učenju fizikalnih sadržaja tijekom srednjoškolskoga obrazovanja.

Treba naglasiti da su nastavnici pozitivno procijenili ispit uz napomenu da je potrebno uvrstiti više težih zadataka koji ispituju konceptualno razumijevanje i primjenu znanja u rješavanju problema. Još je važnije primijetiti da nastavnici pozitivnim procjenjuju mogući povratni učinak vanjskoga vrjednovanja na proces poučavanja i učenja Fizike. Analize podataka, kojima su se kontrolirali rezultati pojedinih pristupnika, razreda, škola i područja, navode na zaključak da je prva državna matura provedena korektno i da u ispitu iz Fizike nije bilo sustavnih nepravilnosti koje bi utjecale na rezultate pojedinih pristupnika.

Naposlijetku, usporedbe zaključnih ocjena i vanjskoga vrjednovanja, kao dviju različitih mjera obrazovnoga postignuća, jasno ukazuju da je u ovome trenutku uz unutarnje vrjednovanje neki oblik vanjskoga vrjednovanja u srednjoškolskome obrazovanju Republike Hrvatske nužan.

LITERATURA

- AERA, APA i NCME (2006). *Standardi za pedagoško i psihološko testiranje*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Anderson, L. W. i Krathwohl, D. R. (ur.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives* (Complete edition). New York: Longman.
- Bhola, D., Impara, J. i Buckendahl, C. (2003). Aligning tests with states' content standards: Methods and issues. *Educational Measurement: Issues and Practices*, 22(3), 21-29.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd Edn.)*. New York: Academic Press.
- Hopkins, K. D. (1998). *Educational and psychological measurement and evaluation*. Boston: Allyn & Bacon.
- Jokić, B. (ur.), Baranović, B., Bezinović, P., Dolenc, D., Domović, V., Marušić, I., Pavin Ivanec, T., Rister, D., Ristić De-dić, Z. (2007). *Key Competences 'Learning to Learn' and 'Entrepreneurship' in Croatian Elementary Education*. Torino: European Training Foundation.
- La Marca, P. M., Redfield, D. i Winter, P. C. (2000). *State Standards and State Assessment Systems: A Guide to Alignment. Series on Standards and Assessments*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y. i Preuschoff, C. (2009). *TIMSS 2011 assessment frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Näsström, G. i Henriksson, W. (2008). Alignment of standards and assessment: A theoretical and empirical study of methods for alignment. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 6(3), 667-690.
- Webb, N. (2007). Issues related to judging the alignment of curriculum standards and assessments. *Applied Measurement in Education*, 20, 7-25.

PRILOZI

- Popis obrazovnih ishoda iz Ispitnoga kataloga iz Fizike za školsku godinu 2009./ 2010.
- Opis zadataka u ispitu iz Fizike 2009. godine
- Opis zadataka u ispitu iz Fizike 2010. godine
- Ishodi koji se ispituju pojedinim zadatcima u ispitu iz Fizike u 2010. godini
- Deskriptivni statistički pokazatelji, indeksi težine i indeksi diskriminativnosti pojedinih zadataka u ispitu iz Fizike iz 2010. godine

Tablica 1.

Popis obrazovnih ishoda iz Fizike (preuzeto iz Ispitnoga kataloga iz Fizike za školsku godinu 2009./2010.)

1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici
1.1. poznavati fizikalne veličine i njihove SI mjerne jedinice
1.1.1. primijeniti simbole i SI mjerne jedinice fizikalnih veličina
1.1.2. razlikovati skalarne i vektorske veličine
1.1.3. pretvarati mjerne jedinice
1.1.4. rabiti zapis broja s pomoću potencije broja 10
1.1.5. poznavati i ispravno rabiti dekadске prefikse mjernih jedinica (piko, nano, mikro, mili, centi, deci, deka, hekto, kilo, mega)
1.2. primijeniti elementarne eksperimentalne vještine
1.2.1. osmisлити jednostavne pokuse i mjerenja
1.2.2. odreditи srednju vrijednost rezultata mjerenja
1.2.3. odreditи maksimalnu apsolutnu pogrješku mjerenja
1.2.4. iskazati rezultat mjerenja s pripadajućom pogrješkom
1.2.5. grafički prikazati međuovisnost izmjerenih veličina
1.2.6. evaluirati i protumačiti rezultate mjerenja
1.3. primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike
1.3.1. očitati vrijednosti veličina iz grafa

1.3.2. na temelju podataka nacrtati graf međuovisnosti dviju veličina
1.3.3. u slučaju linearne ovisnosti dviju veličina odrediti koeficijent smjera pravca i protumačiti njegovo značenje
1.3.4. rabiti osnovna matematička znanja u fizikalnim problemima: rabiti džepno računalo; rabiti tablice i dijagrame; nacrtati grafove iz zadanih podataka; interpretirati grafove; pretvarati decimalne razlomke u postotke i obrnuto; odrediti srednje vrijednosti i protumačiti njihovo značenje; transformirati matematički izraz; riješiti sustav linearnih jednažbi s više nepoznanica; riješiti kvadratnu jednažbu s jednom nepoznicom; primijeniti upravnu i obrnutu proporcionalnost; zbrajati i oduzimati vektore; rabiti trigonometrijske funkcije; rabiti logaritamske i eksponencijalne funkcije; izračunati površinu i opseg trokuta, kruga i pravokutnika; izračunati oplošje i obujam kvadra, valjka i kugle
2. Mehanika
2.1. opisati povratno gibanje s pomoću osnovnih kinematičkih veličina
2.1.1. objasniti značenje referentnoga sustava i pojma materijalne točke
2.1.2. prepoznati i ispravno rabiti pojmove: položaj, vremenski interval i vremenski trenutak
2.1.3. primijeniti pojmove: pomak, put, putanja, srednja brzina, trenutačna brzina, srednja akceleracija i trenutačna akceleracija kod jednolikoga i jednoliko ubrzanoga gibanja po pravcu
2.1.4. analizirati gibanje iz zapisa gibanja (npr., vrpca elektromagnetskoga tipkala, stroboskopska snimka)
2.1.5. na temelju jednoga prikaza gibanja napraviti drugi prikaz (tablica-graf, graf-graf, graf-formula)
2.2. kinematički i dinamički opisati jednoliko kružno gibanje
2.2.1. skicirati vektor brzine u bilo kojem položaju tijela kod jednolikoga kruženja
2.2.2. primijeniti pojmove perioda i frekvencije kruženja kod jednolikoga kružnoga gibanja
2.2.3. primijeniti izraz za obodnu i kutnu brzinu kod jednolikoga kruženja
2.2.4. primijeniti izraz za iznos akceleracije tijela pri jednolikome kruženju
2.2.5. odrediti smjer sile kod jednolikoga kružnoga gibanja u bilo kojoj točki putanje
2.2.6. navesti primjere centripetalnih sila
2.2.7. primijeniti II. Newtonov zakon na kružno gibanje
2.3. primijeniti I., II. i III. Newtonov zakon
2.3.1. odrediti hvatište, pravac djelovanja i orijentaciju sile te prikazati silu odgovarajućim vektorom
2.3.2. odrediti grafički i računski rezultantnu silu za slučaj dviju ili više sila na istome pravcu

2.3.3. grafički odrediti rezultantnu silu za slučaj dviju sila na različitim pravcima te računski odrediti iznos rezultante dviju okomitih sila
2.3.4. grafički rastaviti silu na dvije komponente (sastavnice) pod bilo kojim kutem, a za međusobno okomite komponente i računski
2.3.5. nacrtati dijagram sila na tijelo
2.3.6. primijeniti Newtonove zakone gibanja
2.3.7. objasniti i primijeniti pojmove sile teže, težine, elastične sile i sile trenja
2.3.8. analizirati slobodni pad tijela
2.3.9. razlikovati inercijske od akceleriranih sustava
2.3.10. razlikovati stvarne od inercijskih sila u primjerima akceleriranih sustava za pravocrtna i kružna gibanja
2.4. primijeniti zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja
2.4.1. odrediti impuls sile za slučaj kad je sila stalna
2.4.2. odrediti impuls sile iz (F,t) grafičkoga prikaza
2.4.3. primijeniti pojam količine gibanja
2.4.4. primijeniti vezu impulsa sile i promjene količine gibanja
2.4.5. primijeniti zakon očuvanja količine gibanja
2.4.6. primijeniti izraz za rad u slučaju djelovanja stalne sile
2.4.7. odrediti rad iz grafa ovisnosti sile o pomaku
2.4.8. primijeniti vezu rada i promjene kinetičke energije
2.4.9. iskazati i primijeniti zakon očuvanja energije
2.4.10. primijeniti izraz za snagu
2.4.11. primijeniti izraz za gravitacijsku potencijalnu energiju blizu površine Zemlje
2.4.12. primijeniti izraz za kinetičku energiju
2.4.13. primijeniti izraz za elastičnu potencijalnu energiju

2.4.1.4. odrediti korisnost nekoga uređaja
2.5. analizirati složena gibanja
2.5.1. primijeniti načelo neovisnosti gibanja kod složenih gibanja
2.5.2. skicirati putanju vodoravnoga hitca te nacrtati vektore sile, akceleracije i brzine u proizvoljnoj točki putanje
2.5.3. skicirati putanju vertikalnoga hitca te nacrtati vektore sile, akceleracije i brzine u proizvoljnoj točki putanje
2.5.4. analizirati vodoravni hitac – odrediti domet, položaj, brzinu i akceleraciju
2.5.5. analizirati vertikalni hitac – odrediti domet, položaj, brzinu i akceleraciju
2.6. primijeniti opći zakon gravitacije
2.6.1. iskazati i primijeniti opći zakon gravitacije (opis gibanja planeta i satelita, ubrzanje slobodnoga pada, prva svemirska brzina)
2.6.2. objasniti silu težu kao poseban slučaj gravitacijske sile
2.7. primijeniti osnovne pojmove mehanike fluida
2.7.1. primijeniti izraz za gustoću tvari
2.7.2. primijeniti izraz za tlak
2.7.3. objasniti i primijeniti pojam hidrauličkoga tlaka
2.7.4. primijeniti Pascalov zakon
2.7.5. objasniti i primijeniti pojmove hidrostatskoga tlaka i uzgona
2.7.6. objasniti i primijeniti pojam atmosferskoga tlaka
2.7.7. primijeniti izraze za hidrostatski tlak i uzgon
2.7.8. primijeniti Arhimedov zakon
2.7.9. objasniti plutanje, lebdjenje i tonjenje tijela u fluidu
2.7.10. primijeniti jednadžbu kontinuiteta (neprekidnosti)
2.7.11. primijeniti Bernoullijevu jednadžbu

3. Termodinamika
3.1. primijeniti plinske zakone i opću jednadžbu stanja idealnoga plina
3.1.1. navesti fizikalne veličine s pomoću kojih opisujemo stanje plina
3.1.2. primijeniti zakone izotermne, izobarne i izohorne promjene stanja plina
3.1.3. grafički prikazati izohoru, izobaru i izotermu u (p,T) , (p,V) i (V,T) dijagramima
3.1.4. primijeniti opću jednadžbu stanja plina
3.1.5. primijeniti Avogadrov zakon
3.2. primijeniti osnove molekularno-kinetičke teorije tvari
3.2.1. primijeniti izraz za toplinsko rastezanje tijela
3.2.2. navesti osnovne pretpostavke modela idealnoga plina
3.2.3. objasniti podrijetlo tlaka u plinu
3.2.4. navesti i objasniti primjere koji govore u prilog molekularno-kinetičkoj teoriji plinova (difuzija, Brownovo gibanje)
3.2.5. primijeniti vezu srednje kinetičke energije nasumičnoga gibanja molekula plina i temperature
3.3. objasniti i primijeniti pojmove unutrašnje energije, topline, specifičnoga toplinskoga kapaciteta, latentne topline i rada plina
3.3.1. opisati i primijeniti pojam unutrašnje energije
3.3.2. primijeniti izraz za unutrašnju energiju idealnoga plina
3.3.3. primijeniti pojmove termičkoga kontakta sustava (tijela) i termodinamičke ravnoteže sustava
3.3.4. objasniti i primijeniti pojam topline
3.3.5. odrediti izmijenjenu toplinu kod zagrijavanja ili hlađenja tvari kad tvar ne mijenja agregatno stanje
3.3.6. objasniti i primijeniti pojam specifičnoga toplinskoga kapaciteta
3.3.7. objasniti i primijeniti pojam latentne topline pri promjeni agregatnoga stanja
3.3.8. navesti načine prijenosa topline i kvalitativno objasniti toplinsku vodljivost i toplinsku izolaciju

3.4. primijeniti prvi i drugi zakon termodinamike
3.4.1. primijeniti izraz za rad plina pri stalnome tlaku
3.4.2. odrediti rad plina iz (p,V) grafa
3.4.3. navesti i primijeniti prvi zakon termodinamike
3.4.4. objasniti pojmove povratnoga i nepovratnoga procesa
3.4.5. objasniti kvalitativno rad toplinskih strojeva u kružnome procesu te primijeniti pojam korisnosti
3.4.6. kvalitativno opisati Carnotov kružni proces te primijeniti izraz za korisnost toga procesa
3.4.7. navesti i primijeniti drugi zakon termodinamike
3.4.8. analizirati jednostavne kružne procese
4. Elektromagnetizam
4.1. opisati osnovne pojave u elektrostatici
4.1.1. navesti vrste električnoga naboja i nositelje elementarnoga naboja
4.1.2. navesti kako električki međudjeluju različito nabijena tijela
4.1.3. objasniti elektriziranje trenjem, dodirom i influencijom za vodiče i izolatore
4.2. primijeniti osnovne pojmove i zakone elektrostatike
4.2.1. primijeniti zakon očuvanja naboja
4.2.2. navesti i primijeniti Coulombov zakon u vakuumu i u sredstvu
4.2.3. objasniti i primijeniti definiciju električnoga polja i izraz za električno polje točkastoga naboja te usporednih električki nabijenih ploča
4.2.4. primijeniti načelo superpozicije za električnu silu i električno polje
4.2.5. silnicama prikazati električno polje jednoga naboja i dvaju istoimenih ili raznoimenih naboja te električno polje između usporednih električki nabijenih ploča
4.2.6. primijeniti pojmove elektrostatske potencijalne energije, električnoga potencijala i napona
4.2.7. objasniti pojam električnoga kapaciteta tijela te primijeniti izraz za kapacitet pločastoga ravnoga kondenzatora

4.2.8. odrediti ekvivalentni kapacitet serijski i paralelno spojenih kondenzatora
4.2.9. opisati gibanje naboja u homogenome električnome polju (kvalitativno i kvantitativno)
4.2.10. primijeniti izraz za energiju električnoga polja u pločastome kondenzatoru
4.3. opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz strujne krugove
4.3.1. primijeniti definiciju električne struje
4.3.2. opisati i primijeniti pojmove napona i pada napona u strujnome krugu
4.3.3. navesti elemente jednostavnoga strujnoga kruga
4.3.4. sastaviti jednostavni strujni krug
4.3.5. primijeniti izraz za električni otpor
4.4. analizirati krugove istosmjerne struje
4.4.1. primijeniti Ohmov zakon za dio strujnoga kruga i za cijeli strujni krug
4.4.2. primijeniti I. i II. Kirchhoffovo pravilo
4.4.3. odrediti ekvivalentni otpor serijski i paralelno spojenih otpornika
4.4.4. primijeniti izraze za rad i snagu električne struje
4.5. opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave
4.5.1. navesti osnovna svojstva magnetna
4.5.2. kvalitativno opisati magnetsko polje Zemlje
4.5.3. skicirati vektor magnetskoga polja u bilo kojoj točki prostora oko magnetna, silnicama prikazati magnetsko polje jednoga te dvaju magnetna
4.5.4. objasniti Oerstedov pokus
4.5.5. skicirati magnetske silnice oko ravnoga vodiča kojim teče struja te za strujnu petlju i zavojnicu
4.5.6. primijeniti izraz za magnetsko polje u središtu zavojnice
4.5.7. primijeniti izraz za magnetsku silu na vodič kojim teče struja i odrediti smjer magnetske sile

4.5.8. primijeniti izraz za Lorentzovu silu i odrediti smjer Lorentzove sile
4.5.9. opisati gibanje električki nabijene čestice u homogenome magnetskome polju
4.5.10. primijeniti izraz za magnetsku silu između dviju paralelnih ravnih žica kojima teče struja
4.5.11. primijeniti definiciju magnetskoga toka
4.5.12. opisati pojavu elektromagnetske indukcije
4.5.13. objasniti i primijeniti Faradayev zakon elektromagnetske indukcije
4.5.14. objasniti i primijeniti Lenzovo pravilo
4.5.15. primijeniti izraz za inducirani napon na krajevima ravnoga vodiča koji se giba u magnetskome polju
4.5.16. objasniti elektromagnetsku indukciju u petlji (zavojnici) koja se vrti u homogenome magnetskome polju te nastanak izmjenične struje
4.6. analizirati krugove izmjenične struje
4.6.1. grafički prikazati vremensku ovisnost izmjenične struje i napona
4.6.2. primijeniti izraz za snagu izmjenične struje
4.6.3. primijeniti izraz za efektivne vrijednosti napona i jakosti izmjenične struje
4.6.4. primijeniti izraze za induktivni i kapacitivni otpor te impedanciju
4.6.5. primijeniti Ohmov zakon za krug izmjenične struje za slučaj serijskoga spoja otpornika, kondenzatora i zavojnice
5. Titranje, valovi i optika
5.1. opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane za harmoničko titranje
5.1.1. opisati periodičko gibanje i mehaničko titranje
5.1.2. kvalitativno objasniti uzroke titranja (objasniti ulogu povratne sile)
5.1.3. opisati i primijeniti pojmove ravnotežnoga položaja, elongacije, amplitude, titraja, perioda, faze, frekvencije i razlike u fazi
5.2. opisati mehaničko i električno titranje
5.2.1. opisati matematički te grafički prikazati ovisnost elongacije, brzine i akceleracije titranja o vremenu

5.2.2. primijeniti odnos između akceleracije i elongacije te povratne sile i elongacije
5.2.3. primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te period harmonijskoga oscilatora
5.2.4. kvalitativno opisati i grafički prikazati vremensku promjenu kinetičke energije, potencijalne elastične energije te ukupne energije harmonijskoga oscilatora
5.2.5. odrediti energiju tijela koje titra
5.2.6. opisati jednostavno njihalo i uvjet pod kojim ono izvodi harmonijsko titranje
5.2.7. primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te za period jednostavnoga njihala
5.2.8. opisati LC-titrajni krug i njegovu analogiju s mehaničkim harmonijskim oscilatorom
5.2.9. primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te za period titranja LC-titrajnoga kruga
5.2.10. opisati pojavu rezonancije
5.3. opisati postanak i širenje mehaničkoga i elektromagnetskoga vala
5.3.1. objasniti postanak i širenje vala u sredstvu te prijenos energije valom
5.3.2. razlikovati transverzalne od longitudinalnih valova
5.3.3. iskazati i primijeniti definicije veličina kojima se opisuje val (elongacija, amplituda, valna duljina, period, frekvencija titranja, brzina vala)
5.3.4. primijeniti izraz za brzinu vala
5.3.5. kvalitativno opisati i primijeniti ovisnost brzine vala o svojstvima sredstva
5.3.6. odrediti fazu točke vala i razliku faza dviju točaka vala
5.3.7. primijeniti jednadžbu ravnoga sinusnoga vala
5.3.8. grafički prikazati ovisnost elongacije o vremenu i položaju za sinusni val te iz grafa odrediti elongaciju, amplitudu, period i valnu duljinu
5.3.9. iskazati i primijeniti zakon odbijanja valova, opisati odbijanje vala na čvrstome i slobodnome kraju
5.3.10. primijeniti zakon loma valova
5.3.11. opisati superpoziciju valova te konstruktivnu i destruktivnu interferenciju (navesti, objasniti i primijeniti uvjete konstruktivne i destruktivne interferencije)
5.3.12. opisati stojni val i objasniti njegov nastanak te navesti i objasniti primjere stojnoga vala

5.3.13. odrediti osnovnu frekvenciju i više harmonike za stojni val
5.3.14. opisati svojstva i spektar elektromagnetskih valova
5.3.15. opisati nastajanje i način rasprostiranja elektromagnetskih valova
5.3.16. opisati nastanak i svojstva zvuka
5.3.17. navesti frekventno područje zvuka te objasniti pojmove infrazvuka i ultrazvuka
5.3.18. objasniti i primijeniti pojmove intenziteta zvuka, praga čujnosti, relativne razine zvuka i visine tona
5.3.19. objasniti i primijeniti Dopplerov učinak (kod zvuka)
5.4. primijeniti zakone geometrijske optike
5.4.1. navesti i primijeniti zakon pravocrtnoga širenja svjetlosti
5.4.2. opisati kako se paralelni snop svjetlosti odbija od neuglačane, a kako od uglačane površine (zrcala)
5.4.3. navesti i primijeniti zakon odbijanja svjetlosti
5.4.4. geometrijski konstruirati sliku predmeta u ravnome zrcalu te navesti njezina svojstva
5.4.5. objasniti i primijeniti pojmove realne i virtualne slike
5.4.6. navesti i primijeniti zakon loma svjetlosti
5.4.7. objasniti pojavu totalne refleksije
5.4.8. opisati spektralni sastav bijele svjetlosti
5.4.9. opisati ovisnost boje svjetlosti o frekvenciji svjetlosti
5.4.10. opisati pojavu disperzije svjetlosti
5.4.11. navesti i razlikovati osnovne vrste leća (konvergentne i divergentne leće) i njihove učinke na paralelni snop svjetlosti
5.4.12. primijeniti jednadžbu leće
5.4.13. konstruirati sliku predmeta nastalu s pomoću leće i opisati svojstva te slike
5.4.14. kvalitativno objasniti nastajanje slike u oku te pogreške i načine korekcija vida

5.5. primijeniti zakone valne optike
5.5.1. navesti pojave koje govore u prilog valnoj slici svjetlosti
5.5.2. opisati pojavu interferencije svjetlosti
5.5.3. odrediti i razlikovati geometrijski i optički put svjetlosti
5.5.4. objasniti nastanak interferentne slike kod Youngova pokusa
5.5.5. kvalitativno objasniti promjenu interferentne slike u ovisnosti o promjeni međusobnoga razmaka izvora, valnoj duljini i udaljenosti zastora
5.5.6. opisati interferenciju na tankim listićima
5.5.7. protumačiti ogib svjetlosti na pukotini i niti
5.5.8. objasniti nastanak spektra svjetlosti pri ogibu svjetlosti na optičkoj rešetci
5.5.9. primijeniti jednadžbu optičke rešetke
5.5.10. opisati pojavu polarizacije svjetlosti
5.5.11. primijeniti Brewsterov zakon
6. Moderna fizika
6.1. primijeniti osnovne ideje specijalne teorije relativnosti
6.1.1. navesti i objasniti načelo relativnosti i stalnost brzine svjetlosti
6.1.2. opisati pojave kontrakcije duljine i dilatacije vremena
6.1.3. primijeniti izraze za energiju mirovanja i ekvivalentnost mase i energije
6.2. primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike
6.2.1. primijeniti Stefan-Boltzmannov i Wienov zakon
6.2.2. kvalitativno opisati ovisnost intenziteta zračenja apsolutno crnoga tijela o valnoj duljini
6.2.3. objasniti i primijeniti Planckovu kvantnu hipotezu i koncept fotona
6.2.4. opisati i objasniti pojavu fotoelektričnoga efekta (Einsteinovo objašnjenje)

6.2.5. opisati valnu i čestičnu sliku svjetlosti
6.2.6. opisati de Broglievu ideju o valno-čestičnoj prirodi tvari
6.2.7. iskazati i primijeniti de Broglievu relaciju
6.2.8. opisati Bohrov model vodikova atoma
6.2.9. objasniti pojam energijskih nivoa atoma
6.2.10. s pomoću energijskih nivoa objasniti nastanak linijskih spektara
6.2.11. objasniti nastanak vodikova spektra
6.2.12. navesti i primijeniti osnovne ideje kvantno-mehaničkoga modela atoma (Heisenbergove relacije neodređenosti)
6.3. primijeniti osnovne ideje i pojmove nuklearne fizike
6.3.1. navesti i opisati osnovne sile u prirodi
6.3.2. opisati građu atomske jezgre i približne dimenzije jezgre atoma
6.3.3. objasniti i primijeniti pojmove nukleona, atomskoga broja, masenoga broja i izotopa
6.3.4. objasniti energiju vezanja jezgre
6.3.5. opisati pojavu radioaktivnosti
6.3.6. nabrojiti osnovne vrste radioaktivnoga zračenja i njihova svojstva (sastav, naboj, doseg)
6.3.7. primijeniti zakon radioaktivnoga raspada
6.3.8. primijeniti zakone očuvanja naboja i masenoga broja kod nuklearnih reakcija
6.3.9. objasniti fisiju i fuziju jezgara atoma

Tablica 2.

Opis zadataka u ispitu iz Fizike 2009. godine

Redni broj zadatka	Tema	Razred	Vrsta zadatka	Razina	Kognitivni procesi	Procijenjeni indeks težine za gimnazijalce
1.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,66
2.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,70
3.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,81
4.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,75
5.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Osnovna	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,71
6.	Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici	1.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,81
7.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,81
8.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Osnovna	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,68
9.	Termodinamika	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,78
10.	Termodinamika	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,73
11.	Termodinamika	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,69
12.	Termodinamika	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,73
13.	Termodinamika	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,71
14.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,71
15.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,70
16.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,75
17.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,69
18.	Elektromagnetizam	3.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,59
19.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,76

Redni broj zadatka	Tema	Razred	Vrsta zadatka	Razina	Kognitivni procesi	Procijenjeni indeks težine za gimnazijalce
20.	Titranje, valovi i optika	3.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,78
21.	Titranje, valovi i optika	3.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,65
22.	Elektromagnetizam	3.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,61
23.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,69
24.	Titranje, valovi i optika	3.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,75
25.	Mehanika	1.	Otvoreni	Osnovna	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,68
26.	Mehanika	1.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,56
27.	Termodinamika	2.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,76
28.	Elektromagnetizam	3.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,84
29.	Elektromagnetizam	2.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,79
30.	Titranje, valovi i optika	3.	Otvoreni	Osnovna	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,64
31.1.	Mehanika	1.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,64
31.2.	Mehanika	1.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,54
32.1.	Mehanika	1.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,63
32.2.	Mehanika	1.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,63
33.1.	Termodinamika	2.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,65
33.2.	Termodinamika	2.	Otvoreni	Srednja	Poznavanje	0,60
34.1.	Elektromagnetizam	2.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,64
34.2.	Elektromagnetizam	2.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,58
35.1.	Titranje, valovi i optika	3.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,74
35.2.	Titranje, valovi i optika	3.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje, transformacija i korištenje znanja	0,63

Tablica 3.

Opis zadataka u ispitu iz Fizike 2010. godine

Redni broj zadatka	Tema	Razred	Vrsta zadatka	Razina	Kognitivni procesi	Procijenjeni indeks težine za gimnazijalce	Postignuti indeks težine (gimnazijalci)	Postignuti indeks težine (svi pristupnici)
1.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,74	0,87	0,74
2.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,53	0,51	0,4
3.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,7	0,57	0,42
4.	Mehanika	2.	Zatvoreni	Osnovna	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,81	0,74	0,68
5.	Termodinamika	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,91	0,97	0,86
6.	Termodinamika	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,74	0,68	0,52
7.	Termodinamika	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,76	0,81	0,66
8.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Osnovna	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,66	0,59	0,50
9.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,51	0,31	0,27
10.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,71	0,63	0,48
11.	Elektromagnetizam	2.	Zatvoreni	Osnovna	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,75	0,72	0,61
12.	Elektromagnetizam	3.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,74	0,75	0,67
13.	Titranje, valovi i optika	4.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,75	0,54	0,44
14.	Titranje, valovi i optika	4.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,81	0,8	0,73
15.	Titranje, valovi i optika	3.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,78	0,76	0,66
16.	Titranje, valovi i optika	3.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,78	0,91	0,79
17.	Titranje, valovi i optika	3.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,68	0,66	0,51
18.	Moderna fizika	4.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,76	0,74	0,56

Redni broj zadatka	Tema	Razred	Vrsta zadatka	Razina	Kognitivni procesi	Procijenjeni indeks težine za gimnazijalce	Postignuti indeks težine (gimnazijalci)	Postignuti indeks težine (svi pristupnici)
19.	Moderna fizika	4.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,78	0,57	0,46
20.	Moderna fizika	4.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,84	0,88	0,68
21.	Moderna fizika	4.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,78	0,78	0,61
22.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,65	0,43	0,34
23.	Mehanika	1.	Zatvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,64	0,63	0,48
24.	Moderna fizika	4.	Zatvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,76	0,68	0,52
25.	Mehanika	1.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,65	0,73	0,51
26.	Mehanika	1.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,71	0,73	0,38
27.	Termodinamika	2.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,71	0,76	0,42
28.	Elektromagnetizam	3.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,65	0,58	0,4
29.	Titranje, valovi i optika	3.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,64	0,41	0,18
30.	Moderna fizika	4.	Otvoreni	Srednja	Poznavanje	0,61	0,52	0,21
31.	Mehanika	1.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,46	0,25	0,07
32.	Termodinamika	2.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,59	0,53	0,2
33.1.	Elektromagnetizam	3.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,74	0,64	0,38
33.2.	Elektromagnetizam	3.	Otvoreni	Srednja	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,59	0,4	0,3
34.	Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici	1.	Otvoreni	Osnovna	Poznavanje	0,65	0,52	0,13
35.	Moderna fizika	4.	Otvoreni	Osnovna	Konceptualno razumijevanje i korištenje znanja	0,68	0,6	0,26

Tablica 4.

Ishodi koji se ispituju pojedinim zadacima u ispitu iz Fizike 2010. godine

Redni broj zadatka	Ishod (opći)	Ishod (specifičniji)
1.	2.1. opisati pravocrtna gibanja s pomoću osnovnih kinematičkih veličina	2.1.5. na temelju jednoga prikaza gibanja napraviti drugi prikaz (tablica graf, graf graf, graf formula)
2.	2.2. kinematički i dinamički opisati jednoliko kružno gibanje	2.2.3. primijeniti izraz za obodnu i kutnu brzinu kod jednolikoga kruženja
3.	2.4. primijeniti zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja	2.4.5. primijeniti zakon očuvanja količine gibanja
4.	2.7. primijeniti osnovne pojmove mehanike fluida	2.7.9. objasniti plutanje, lebdjenje i tonjenje tijela u fluidu
5.	3.1. primijeniti plinske zakone i opću jednadžbu stanja idealnoga plina 1.1. poznavati fizikalne veličine i njihove SI mjerne jedinice	3.1.1. navesti fizikalne veličine s pomoću kojih opisujemo stanje plina 1.1.3. pretvarati mjerne jedinice
6.	3.2. primijeniti osnovne molekularno-kinetičke teorije tvari	3.2.2. navesti osnovne pretpostavke modela idealnoga plina
7.	3.1. primijeniti plinske zakone i opću jednadžbu stanja idealnoga plina	3.1.2. primijeniti zakone izotermne, izobarne i izohorne promjene stanja plina
8.	4.2. primijeniti osnovne pojmove i zakone elektrostatike 4.1. opisati osnovne pojave u elektrostatici	4.2.1. primijeniti zakon očuvanja naboja 4.1.2. navesti kako električki međudjeluju različito nabijena tijela
9.	4.4. analizirati krugove istosmjerne struje 4.3. opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane za strujne krugove	4.4.1. primijeniti Ohmov zakon za dio strujnoga kruga i za cijeli strujni krug 4.3.2. opisati i primijeniti pojmove napona i pada napona u strujnome krugu
10.	4.3. opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane za strujne krugove	4.3.1. primijeniti definiciju električne struje
11.	4.2. primijeniti osnovne pojmove i zakone elektrostatike	4.2.3. objasniti i primijeniti definiciju električnoga polja i izraz za električno polje točkastoga naboja te usporednih električki nabijenih ploča
12.	nema	nema
13.	5.4. primijeniti zakone geometrijske optike	5.4.1.3. konstruirati sliku predmeta nastalu s pomoću leće i opisati svojstva te slike
14.	5.5. primijeniti zakone valne optike	5.5.9. primijeniti jednadžbu optičke rešetke
15.	5.2. opisati mehaničko i električno titranje 5.1. opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane za harmoničko titranje	5.2.1. opisati matematički te grafički prikazati ovisnost elongacije, brzine i akceleracije titranja o vremenu 5.1.3. opisati i primijeniti pojmove ravnotežnoga položaja, elongacije, amplitude, titraja, perioda, faze, frekvencije i razlike u fazi
16.	5.3. opisati postanak i širenje mehaničkoga i elektromagnetskoga vala	5.3.4. primijeniti izraz za brzinu vala 5.3.5. kvalitativno opisati i primijeniti ovisnost brzine vala o svojstvima sredstva

Redni broj zadatka	Ishod (opći)	Ishod (specifičiji)
17.	5.2. opisati mehaničko i električno titranje	5.2.5. odrediti energiju tijela koje titra
18.	6.2. primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike	6.2.9. objasniti pojam energijskih nivoa atoma
19.	6.3. primijeniti osnovne ideje i pojmove nuklearne fizike	6.3.6. nabrojiti osnovne vrste radioaktivnoga zračenja i njihova svojstva (sastav, naboj, doseg)
20.	6.3. primijeniti osnovne ideje i pojmove nuklearne fizike	6.3.8. primijeniti zakone očuvanja naboja i masenoga broja kod nuklearnih reakcija
21.	6.2. primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike	6.2.4. opisati i objasniti pojavu fotoelektričnoga efekta (Einsteinovo objašnjenje)
22.	2.3. primijeniti I., II. i III. Newtonov zakon	2.3.6. primijeniti Newtonove zakone gibanja
23.	2.5. analizirati složena gibanja	2.5.1. primijeniti načelo neovisnosti gibanja kod složenih gibanja 2.5.4. analizirati vodoravni hitac – odrediti domet, položaj, brzinu i akceleraciju
24.	6.2. primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike	6.2.7. iskazati i primijeniti de Broglievu relaciju
25.	2.4. primijeniti zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja	2.4.9. iskazati i primijeniti zakon očuvanja energije
26.	2.6. primijeniti opći zakon gravitacije	2.6.1. iskazati i primijeniti opći zakon gravitacije (opis gibanja planeta i satelita, ubrzanje slobodnoga pada, prva svemirska brzina)
27.	3.4. primijeniti prvi i drugi zakon termodinamike	3.4.1. primijeniti izraz za rad plina pri stalnome tlaku
28.	4.6. analizirati krugove izmjenične struje	4.6.4. primijeniti izraze za induktivni i kapacitivni otpor te impedanciju
29.	5.2. opisati mehaničko i električno titranje	5.2.9. primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te period titranja LC-titrajnoga kruga
30.	6.1. primijeniti osnovne ideje specijalne teorije relativnosti	6.1.2. opisati pojave kontrakcije duljine i dilatacije vremena
31.	2.3. primijeniti I., II. i III. Newtonov zakon	2.3.6. primijeniti Newtonove zakone gibanja
32.	3.3. objasniti i primijeniti pojmove unutrašnje energije, topline, specifičnoga toplinskoga kapaciteta, latentne topline i rada plina	3.3.5. odrediti izmijenjenu toplinu kod zagrijavanja ili hlađenja tvari kad tvar ne mijenja agregatno stanje
33.1.	4.5. opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave	4.5.15. primijeniti izraz za inducirani napon na krajevima ravnoga vodiča koji se gibaju u magnetskome polju
33.2.	4.5. opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave	4.5.8. primijeniti izraz za Lorentzovu silu i odrediti smjer Lorentzove sile
34.	1.2. primijeniti elementarne eksperimentalne vještine	1.2.4. iskazati rezultat mjerenja s pripadajućom pogreškom
35.	6.2. primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike	6.2.1. primijeniti Stefan-Boltzmannov i Wienov zakon

Tablica 5.

Deskriptivni statistički pokazatelji, indeksi težine i indeksi diskriminativnosti pojedinih zadataka za sve pristupnike i skupine pristupnika iz gimnazijskih i strukovnih programa

	Svi pristupnici				Pristupnici iz gimnazijskih programa				Pristupnici iz strukovnih programa			
	M	σ	p	R_{ir}	M	σ	p	R_{ir}	M	σ	p	R_{ir}
Zadatak 1.	1,47	0,88	0,74	0,44	1,74	0,67	0,87	0,33	1,24	0,97	0,62	0,40
Zadatak 2.	0,80	0,98	0,40	0,33	1,02	1,00	0,51	0,35	0,60	0,92	0,30	0,20
Zadatak 3.	0,85	0,99	0,42	0,44	1,13	0,99	0,56	0,48	0,60	0,92	0,30	0,25
Zadatak 4.	1,35	0,94	0,67	0,25	1,48	0,88	0,74	0,24	1,24	0,97	0,62	0,20
Zadatak 5.	1,72	0,69	0,86	0,40	1,94	0,35	0,97	0,26	1,53	0,85	0,76	0,37
Zadatak 6.	1,02	1,00	0,51	0,42	1,36	0,93	0,68	0,36	0,72	0,96	0,36	0,27
Zadatak 7.	1,31	0,95	0,66	0,45	1,61	0,79	0,80	0,36	1,04	1,00	0,52	0,39
Zadatak 8.	0,99	1,00	0,50	0,36	1,18	0,98	0,59	0,37	0,83	0,99	0,42	0,30
Zadatak 9.	0,53	0,88	0,27	0,40	0,62	0,92	0,31	0,45	0,48	0,85	0,24	0,43
Zadatak 10.	0,95	1,00	0,48	0,46	1,26	0,96	0,63	0,48	0,68	0,95	0,34	0,26
Zadatak 11.	1,22	0,98	0,61	0,33	1,43	0,90	0,72	0,29	1,03	1,00	0,52	0,26
Zadatak 12.	1,33	0,94	0,67	0,32	1,50	0,87	0,75	0,33	1,20	0,98	0,60	0,26
Zadatak 13.	0,88	0,99	0,44	0,27	1,07	1,00	0,54	0,28	0,72	0,96	0,36	0,17
Zadatak 14.	1,45	0,89	0,72	0,27	1,59	0,81	0,80	0,30	1,33	0,94	0,66	0,18
Zadatak 15.	1,32	0,95	0,66	0,34	1,51	0,86	0,76	0,30	1,15	0,99	0,57	0,28
Zadatak 16.	1,58	0,81	0,79	0,36	1,81	0,59	0,91	0,27	1,38	0,92	0,69	0,29
Zadatak 17.	1,01	1,00	0,51	0,43	1,31	0,95	0,65	0,44	0,75	0,97	0,38	0,28
Zadatak 18.	1,11	0,99	0,55	0,47	1,48	0,88	0,74	0,38	0,77	0,97	0,38	0,34
Zadatak 19.	0,91	1,00	0,45	0,27	1,13	0,99	0,56	0,29	0,71	0,96	0,35	0,09

Zadatak 20.	1,34	0,94	0,67	0,48	1,76	0,65	0,88	0,30	0,95	1,00	0,48	0,38
Zadatak 21.	1,22	0,98	0,61	0,43	1,56	0,83	0,78	0,44	0,92	1,00	0,46	0,23
Zadatak 22.	0,69	0,95	0,34	0,26	0,86	0,99	0,43	0,30	0,54	0,89	0,27	0,09
Zadatak 23.	0,96	1,00	0,48	0,44	1,25	0,97	0,62	0,45	0,72	0,96	0,36	0,29
Zadatak 24.	1,03	1,00	0,51	0,41	1,36	0,93	0,68	0,41	0,75	0,97	0,38	0,20
Zadatak 25.	1,03	0,99	0,52	0,66	1,46	0,88	0,73	0,55	0,65	0,93	0,33	0,60
Zadatak 26.	1,03	0,85	0,52	0,67	1,46	0,72	0,73	0,55	0,66	0,78	0,33	0,60
Zadatak 27.	1,03	0,90	0,52	0,69	1,51	0,73	0,75	0,55	0,61	0,82	0,31	0,62
Zadatak 28.	0,92	0,93	0,46	0,60	1,16	0,91	0,58	0,61	0,71	0,90	0,36	0,58
Zadatak 29.	0,54	0,78	0,27	0,69	0,82	0,84	0,41	0,67	0,31	0,63	0,15	0,65
Zadatak 30.	0,59	0,81	0,29	0,72	1,04	0,86	0,52	0,65	0,20	0,51	0,10	0,59
Zadatak 31.	0,63	1,03	0,16	0,52	0,98	1,29	0,25	0,48	0,32	0,61	0,08	0,42
Zadatak 32.	1,27	1,56	0,32	0,73	2,11	1,59	0,53	0,65	0,54	1,12	0,13	0,61
Zadatak 33.1.	1,34	1,35	0,45	0,71	1,92	1,27	0,64	0,66	0,85	1,22	0,28	0,66
Zadatak 33.2.	0,30	0,46	0,30	0,29	0,40	0,49	0,40	0,20	0,22	0,42	0,22	0,28
Zadatak 34.	1,36	1,47	0,34	0,71	2,07	1,52	0,52	0,65	0,78	1,15	0,19	0,63
Zadatak 35.	1,35	1,73	0,34	0,73	2,41	1,73	0,60	0,64	0,47	1,15	0,12	0,59

R_{ir} – korelacija pojedinoga zadatka i uratka na cijelome ispitu (bez toga zadatka)

Tablica 6.

Deskriptivni statistički pokazatelji, indeksi težine i indeksi diskriminativnosti pojedinih zadataka za skupine pristupnika iz gimnazija s dvosatnim i trosatnim programom Fizike

	Pristupnici iz gimnazija s dvosatnim programom Fizike				Pristupnici iz gimnazija s trosatnim programom Fizike			
	M	σ	p	R_{ir}	M	σ	p	R_{ir}
Zadatak 1.	1,68	0,73	0,84	0,31	1,87	0,50	0,93	0,29
Zadatak 2.	0,90	1,00	0,45	0,28	1,25	0,97	0,63	0,39
Zadatak 3.	1,02	1,00	0,51	0,46	1,34	0,94	0,67	0,46
Zadatak 4.	1,42	0,91	0,71	0,20	1,61	0,80	0,80	0,25
Zadatak 5.	1,92	0,40	0,96	0,28	1,97	0,24	0,99	0,17
Zadatak 6.	1,29	0,96	0,64	0,35	1,49	0,87	0,75	0,36
Zadatak 7.	1,55	0,84	0,77	0,33	1,75	0,67	0,87	0,37
Zadatak 8.	1,07	1,00	0,53	0,33	1,41	0,91	0,70	0,36
Zadatak 9.	0,48	0,85	0,24	0,37	0,90	1,00	0,45	0,50
Zadatak 10.	1,16	0,99	0,58	0,45	1,46	0,89	0,73	0,50
Zadatak 11.	1,35	0,94	0,67	0,28	1,60	0,80	0,80	0,24
Zadatak 12.	1,41	0,91	0,71	0,31	1,66	0,75	0,83	0,28
Zadatak 13.	1,01	1,00	0,51	0,25	1,19	0,98	0,60	0,29
Zadatak 14.	1,53	0,85	0,77	0,28	1,71	0,71	0,85	0,29
Zadatak 15.	1,46	0,89	0,73	0,29	1,62	0,79	0,81	0,29
Zadatak 16.	1,77	0,64	0,89	0,25	1,89	0,46	0,94	0,28
Zadatak 17.	1,23	0,97	0,62	0,43	1,45	0,89	0,73	0,45
Zadatak 18.	1,40	0,92	0,70	0,37	1,64	0,77	0,82	0,34
Zadatak 19.	1,07	1,00	0,53	0,28	1,24	0,97	0,62	0,29
Zadatak 20.	1,72	0,70	0,86	0,31	1,84	0,54	0,92	0,24
Zadatak 21.	1,48	0,88	0,74	0,43	1,71	0,70	0,86	0,42
Zadatak 22.	0,78	0,98	0,39	0,26	1,02	1,00	0,51	0,35
Zadatak 23.	1,15	0,99	0,57	0,42	1,45	0,89	0,72	0,46
Zadatak 24.	1,30	0,95	0,65	0,40	1,48	0,88	0,74	0,41
Zadatak 25.	1,35	0,93	0,68	0,56	1,69	0,72	0,84	0,46
Zadatak 26.	1,37	0,75	0,68	0,54	1,64	0,61	0,82	0,49
Zadatak 27.	1,42	0,77	0,71	0,55	1,69	0,60	0,84	0,49
Zadatak 28.	1,01	0,92	0,50	0,61	1,48	0,81	0,74	0,50
Zadatak 29.	0,69	0,81	0,35	0,65	1,06	0,84	0,53	0,66
Zadatak 30.	0,87	0,85	0,43	0,62	1,37	0,80	0,69	0,61
Zadatak 31.	0,76	1,06	0,19	0,41	1,43	1,55	0,36	0,50
Zadatak 32.	1,84	1,54	0,46	0,62	2,64	1,55	0,66	0,64

Zadatak 33.1.	1,75	1,30	0,58	0,66	2,25	1,14	0,75	0,59
Zadatak 33.2.	0,36	0,48	0,36	0,18	0,46	0,50	0,46	0,15
Zadatak 34.	1,78	1,49	0,44	0,63	2,65	1,40	0,66	0,59
Zadatak 35.	2,15	1,76	0,54	0,64	2,94	1,53	0,74	0,56

Tablica 7.

Deskriptivni statistički pokazatelji, indeksi težine i indeksi diskriminativnosti pojedinih zadataka za skupine pristupnika iz različitih strukovnih područja – *Elektrotehnika, Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali* i *Strojarstvo*

	Elektrotehnika				Graditeljstvo, geodezija i građevinski materijali				Strojarstvo			
	M	σ	p	R_{ir}	M	σ	p	R_{ir}	M	σ	p	R_{ir}
Zadatak 1.	1,42	0,91	0,71	0,39	1,28	0,96	0,64	0,30	1,13	0,99	0,57	0,34
Zadatak 2.	0,65	0,94	0,32	0,22	0,62	0,92	0,31	0,15	0,52	0,88	0,26	0,18
Zadatak 3.	0,66	0,94	0,33	0,33	0,57	0,91	0,29	0,18	0,56	0,90	0,28	0,22
Zadatak 4.	1,30	0,95	0,65	0,21	1,26	0,97	0,63	0,17	1,24	0,97	0,62	0,17
Zadatak 5.	1,65	0,76	0,83	0,36	1,58	0,82	0,79	0,32	1,76	0,64	0,88	0,29
Zadatak 6.	0,82	0,98	0,41	0,30	0,69	0,95	0,34	0,17	0,63	0,93	0,31	0,10
Zadatak 7.	1,18	0,98	0,59	0,37	1,03	1,00	0,52	0,35	1,17	0,99	0,58	0,33
Zadatak 8.	0,95	1,00	0,47	0,35	0,78	0,98	0,39	0,16	0,74	0,97	0,37	0,14
Zadatak 9.	0,73	0,96	0,36	0,50	0,26	0,68	0,13	0,04	0,25	0,66	0,12	0,19
Zadatak 10.	0,77	0,97	0,39	0,31	0,59	0,91	0,30	0,19	0,52	0,88	0,26	0,06
Zadatak 11.	1,16	0,99	0,58	0,26	1,06	1,00	0,53	0,21	0,91	1,00	0,46	0,21
Zadatak 12.	1,32	0,95	0,66	0,27	1,16	0,99	0,58	0,17	1,21	0,98	0,60	0,17
Zadatak 13.	0,77	0,97	0,39	0,19	0,82	0,98	0,41	0,15	0,61	0,92	0,30	0,11
Zadatak 14.	1,40	0,92	0,70	0,20	1,28	0,96	0,64	0,07	1,36	0,93	0,68	0,18
Zadatak 15.	1,28	0,96	0,64	0,27	1,06	1,00	0,53	0,25	1,03	1,00	0,52	0,20
Zadatak 16.	1,45	0,89	0,73	0,33	1,49	0,87	0,75	0,26	1,26	0,97	0,63	0,18
Zadatak 17.	0,85	0,99	0,42	0,31	0,70	0,96	0,35	0,23	0,64	0,93	0,32	0,16
Zadatak 18.	0,93	1,00	0,46	0,35	0,65	0,94	0,32	0,27	0,57	0,90	0,29	0,17

Zadatak 19.	0,75	0,97	0,37	0,10	0,63	0,93	0,32	0,12	0,75	0,97	0,38	-0,04
Zadatak 20.	1,10	0,99	0,55	0,38	0,92	1,00	0,46	0,33	0,70	0,96	0,35	0,32
Zadatak 21.	0,99	1,00	0,49	0,28	0,90	1,00	0,45	0,13	0,77	0,97	0,39	0,10
Zadatak 22.	0,57	0,90	0,29	0,14	0,51	0,87	0,26	-0,02	0,47	0,85	0,23	-0,01
Zadatak 23.	0,82	0,98	0,41	0,34	0,69	0,95	0,34	0,22	0,58	0,91	0,29	0,08
Zadatak 24.	0,83	0,98	0,41	0,21	0,77	0,97	0,38	0,12	0,61	0,92	0,30	0,13
Zadatak 25.	0,87	0,98	0,44	0,59	0,58	0,90	0,29	0,57	0,50	0,86	0,25	0,50
Zadatak 26.	0,86	0,82	0,43	0,58	0,67	0,78	0,33	0,58	0,47	0,69	0,23	0,45
Zadatak 27.	0,79	0,87	0,40	0,62	0,58	0,84	0,29	0,58	0,55	0,78	0,28	0,49
Zadatak 28.	1,16	0,91	0,58	0,50	0,41	0,75	0,21	0,51	0,25	0,60	0,12	0,43
Zadatak 29.	0,53	0,77	0,27	0,66	0,13	0,38	0,06	0,50	0,07	0,30	0,03	0,39
Zadatak 30.	0,32	0,63	0,16	0,61	0,14	0,43	0,07	0,51	0,09	0,32	0,04	0,34
Zadatak 31.	0,40	0,70	0,10	0,43	0,29	0,52	0,07	0,32	0,30	0,53	0,07	0,34
Zadatak 32.	0,72	1,29	0,18	0,62	0,47	1,04	0,12	0,58	0,52	1,03	0,13	0,54
Zadatak 33.1.	1,33	1,35	0,44	0,61	0,57	1,01	0,19	0,65	0,36	0,83	0,12	0,45
Zadatak 33.2.	0,27	0,44	0,27	0,27	0,24	0,43	0,24	0,17	0,16	0,37	0,16	0,21
Zadatak 34.	1,10	1,27	0,27	0,62	0,66	1,11	0,16	0,58	0,39	0,78	0,10	0,38
Zadatak 35.	0,74	1,39	0,18	0,58	0,33	0,93	0,08	0,53	0,14	0,63	0,04	0,42

