

# Stavovi učenika i studenata osječke regije prema rješavanju fizikalnih problema

---

**Baotić, Josip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Physics / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za fiziku**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:160:266687>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**



*Repository / Repozitorij:*

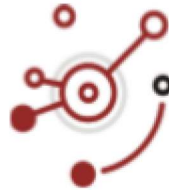
[Repository of Department of Physics in Osijek](#)



---

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**ODJEL ZA FIZIKU**



**JOSIP BAOTIĆ**

**STAVOVI UČENIKA I STUDENATA OSJEČKE REGIJE  
PREMA RJEŠAVANJU FIZIKALNIH PROBLEMA**

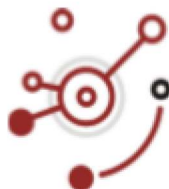
**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**

---

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**ODJEL ZA FIZIKU**



**JOSIP BAOTIĆ**

**STAVOVI UČENIKA I STUDENATA OSJEČKE REGIJE  
PREMA RJEŠAVANJU FIZIKALNIH PROBLEMA**

**Diplomski rad**

predložen Odjelu za fiziku Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku

radi stjecanja zvanja magistra edukacije fizike i informatike

Diplomski studij fizike i informatike

**Osijek, 2020.**

Odjel za fiziku

# STAVOVI UČENIKA I STUDENATA OSJEČKE REGIJE PREMA RJEŠAVANJU FIZIKALNIH PROBLEMA

JOSIP BAOTIĆ

**Sažetak:** Stavovi studenata i učenika o fizici i učenju fizike kao i pristup rješavanju fizikalnih problema istražuju se različitim anketama od kojih su najpoznatije CLASS (engl. Colorado Learning Attitudes about Science Survey) i AAPS (engl. Attitudes and Approaches to Problem Solving). Publicirani rezultati pokazuju da se stavovi studenata, osobito u prvim godinama studija, značajnije razlikuju od stavova stručnjaka. U osječkoj regiji, AAPS anketom su ispitani učenici srednjih škola (343 učenika) kao i studenti tehničkih fakulteta i Odjela za fiziku Sveučilišta u Osijeku (541 student). Dobiveni podaci statistički su analizirani s obzirom na spol i program srednjoškolskog obrazovanja učenika i studenata. Pored toga, izjave u anketi raspodijeljene su u tri kategorije: Primjena konceptualnoga razumijevanja; Strategije rješavanja zadataka; Individualni pristup i odnos pri rješavanju zadataka (motivacija, upornost, samopouzdanje). Dobiveni stavovi ispitanika analizirani su unutar svake od predloženih kategorija. Rezultati statističke analize ne pokazuju značajnu razliku u stavovima učenika i studenata s obzirom na spol, dok razlika postoji kada se analiziraju stavovi prema vrsti srednjoškolskog obrazovanja kao i unutar pojedine kategorije. Prokomentirani su razlozi koji utječu na dobivene rezultate te predložena neka od mogućih rješenja.

(52 stranica, 17 slika, 16 tablica, 3 jednadžbe)

Rad je pohranjen u knjižnici Odjela za fiziku

**Ključne riječi:** AAPS anketa, stavovi učenika i studenata, statistička analiza

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Vanja Radolić

**Sumentorica:** dr. sc. Željka Mioković, profesor visoke škole

**Ocjenjivači:** doc. dr. sc. Marina Poje Sovilj, izv. prof. dr. sc. Vanja Radolić, dr. sc. Željka Mioković, mr. sc. Slavko Petrinšak

**Rad prihvaćen:** 08. 06. 2020.

Department of Physics

# **STUDENTS' ATTITUDES FROM OSIJEK REGION FOR PHYSICAL PROBLEM SOLVING**

**JOSIP BAOTIĆ**

**Abstract:** Attitudes of students about physics and physics learning as well as approach to solving physical problems are explored by various surveys, most notably the CLASS (Learning Discipline on Scientific Research) and AAPS (Attitudes and Problem Solving Approaches). The published results show that attitudes of students, especially in the first years of study, differ significantly from attitudes of experts. In the Osijek region, high school students (343 students) and students of the technical faculty and the Department of Physics of the University of Osijek (541 students) surveyed the AAPS survey. The obtained data were statistically analyzed with regard to gender and secondary education of high school students and technical faculty students. In addition, the statements in the survey are divided into three categories: Applying Conceptual Understanding; Task Solving Strategies; Individual approach and relationship in task solving (motivation, persistence, self-confidence). The attitudes of respondents were analyzed within each of the proposed categories. The results of statistical analysis do not show a significant difference in the attitudes of students and students with regard to gender, whereas there is a difference when analyzing attitudes by type of secondary education as well as within certain categories. There are commented reasons that affect the obtained results and suggested some of the possible solutions.

(52 pages, 17 figures, 16 tables, 3 equations)

Thesis deposited in Department of Physics library

**Keywords:** AAPS survey, attitudes of students, statistical analysis

**Supervisor:** Associate Professor Vanja Radolić, PhD

**Co- Supervisor:** College Professor Željka Mioković, PhD

**Reviewers:** Assistant Professor Marina Poje Sovilj, PhD; Associate Professor Vanja Radolić, PhD; College Professor Željka Mioković, PhD; Master of Science Slavko Petrinšak, MSc

**Thesis accepted:** 08. 06. 2020.

## Sadržaj

1. Uvod.....	6
2. Pregled edukacijskih istraživanja o stavovima učenika/studenata prema učenju fizike .....	7
2.1. Struktura dijagnostičkih instrumenata/anketa.....	10
2.2. Problemi pri rješavanju fizikalnih zadataka.....	12
2.3. Motivacija ovog istraživanja.....	13
3. Metodologija istraživanja.....	14
3.1. Opis istraživanih skupina ispitanika .....	14
3.2. Opis dijagnostičkog instrumenta AAPS .....	15
3.3. Kategorizacija izjava u anketi AAPS.....	17
4. Statistička analiza AAPS ankete .....	19
4.1. Deskriptivna statistička analiza AAPS ankete .....	20
4.2. Inferencijalna statistička analiza AAPS ankete .....	24
4.3. Normalizirani stavovi.....	27
5. Rezultati i rasprava.....	31
5.1. Usporedba rezultata AAPS ankete po skupinama ispitanika.....	34
5.2. Usporedba rezultata ispitanika po kategorijama izjava u AAPS anketi .....	38
5.3. Usporedba stavova učenika sa stavovima nastavnika.....	42
5.4. Usporedba rezultata istraživanja sa rezultatima sličnih istraživanja u drugim zemljama ...	44
6. Zaključak.....	45
7. Literatura .....	47
8. Prilog.....	49
9. Životopis.....	52

## 1. Uvod

U početnim godinama učenja fizike učenici često koriste pristup učenju fizike koji nije učinkovit i zaključuju da je fizika teška, da je samo za one „jako pametne“, da oni to neće moći savladati i da zbog toga fizika nije za njih. Učenici vide fiziku kroz mnoštvo njima nepovezanih činjenica i formula koje, kako bi ih savladali, pokušavaju naučiti napamet ne ulazeći u njihovo dublje značenje [1]. Primjenom učinkovitih strategija rješavanja problema, ovladavanjem matematičkom pismenosti i razvijanjem sposobnosti apstraktnog mišljenja učenici vremenom počinju povezivati sadržaje i tražiti njihovu dublju vezu. Nakon određenog vremena (npr. drugi razred srednje škole) smatra se da su učenici već ovladali većinom vještina potrebnih za dublje razumijevanje fizikalnih koncepata i primjenu odgovarajućih strategija za rješavanje fizikalnih problema.

Razmišljati poput znanstvenika ne znači samo znati i razumijevati znanstvene koncepte te rješavati probleme, već je također potreban i pozitivan pristup stavovima prema znanju i učenju. Učenici koji imaju pozitivne stavove prema učenju i rješavanju problema uvelike utječe na razvoj razine njihovog znanja.

Nemoguće je postati pravi stručnjak u fizici, bez da se u međuvremenu ne razvija i pristup prema stavovima i učenju fizike kakve posjeduju vrsni znanstvenici. Ukoliko učenik misli da se fizika sastoji od kolekcije nepovezanih činjenica i formula, a ne od koherentne hijerarhijske strukture znanja, velika je vjerojatnost kako neće biti u mogućnosti posložiti stečeno znanje.

Učenici često imaju dojam da samo nekolicina pametnih ljudi može rješavati probleme vezane uz fiziku, smatraju nastavnika koji im izvodi nastavu fizike glavnim i jedinim autoritetom te su oni tu samo da pasivno prate nastavu i eventualno vode bilješke, pamte fizikalne koncepte tako da ih reproduciraju na ispitima i nakon toga zaborave. Iz navedenih razloga postoji velika vjerojatnost da neće uspjeti napraviti analizu onoga što su naučili te se zapitati kako proširiti znanje iznad onoga što već znaju. Također ukoliko odustaju od rješavanja problema ako ga ne mogu riješiti za 10 min, izgube volju za bilo kakvo daljnje rješavanje problema pa samim time i motivaciju za razvijanja strategije rješavanja problema.

## 2. Pregled edukacijskih istraživanja o stavovima učenika/studenata prema učenju fizike

Motivacija za učenje fizike te postignuće pri učenju kako u srednjoškolskom tako i u visokoškolskom obrazovanju ovise značajno o odnosu i pristupu učenika, odnosno studenata prema rješavanju fizikalnih zadataka. U današnje vrijeme ankete, kojima se istražuje stav studenata/učenika o fizici i učenju fizike kao i pristup pri rješavanju fizikalnih problema kako na preddiplomskim tako i na diplomskim i specijalističkim studijima, koriste se kao dijagnostički instrumenti u edukacijskim istraživanjima. Ova istraživanja ukazuju da se stavovi učenika/studenata, osobito u prvim godinama studija, značajnije razlikuju od stavova stručnjaka iz područja fizike čiji se stavovi u ovim anketama smatraju definiranim i dobro provjerenim. Za istraživanje stavova učenika/studenata o učenju fizike, u edukacijskim istraživanjima, danas se najčešće koriste dvije ankete: CLASS (*Colorado Learning Attitudes about Science Survey*) [2] i AAPS (*Attitudes and Approaches to Problem Solving*) [3].

Jedna od prvih anketa razvijenih s ciljem istraživanja učeničkih stavova i očekivanja povezanih s nastavom fizike je tzv. MPEX anketa (*engl. The Maryland Physics EXpectation*) u okviru istoimenog projekta [4]. Stavovi učenika/studenata su ispitivani prije i poslije izvedene nastave iz različitih programa fizike, a rezultati su često bili negativni (*učenička očekivanja se nisu ispunila i stavovi o nastavi su bili negativno intonirani*) nakon provedene nastave fizike. Tako se uvidjelo da sama nastava fizike (tehnike i metode poučavanja) koju su ispitanici pohađali, zapravo potiče neprimjerene pristupe učenju stavljanjem naglaska na pamćenje, a ne na dublje konceptualno razumijevanje sadržaja. MPEX anketa se sastoji od 34 izjave s kojima se pristupnici slažu ili ne slažu, a koje se pri daljnjoj statističkoj analizi uspoređuju s očekivanim (referentnim) stavom stručnjaka. Ovisno o tipu istraživanja anketu učenici ispunjavaju prije, tijekom ili nakon odslušanih kolegija i nastave fizike. Izjave u anketi mogu se rasporediti u 6 kategorija:

- *Koherentnost* se odnosi na stav učenika/studenta prema strukturi fizike odnosno sastoji li se ona od nepovezanih ili povezanih informacija.
- *Fizikalni koncepti* ispituje jesu li učenici/studenti usmjereni na razumijevanje fizikalnih koncepata ili su usredotočeni na pamćenje i „slijepu“ primjenu jednadžbi.
- *Neovisnost* istražuje pokušava li učenik/student aktivno izgraditi vlastito razumijevanje ili samo prima informaciju od autoriteta bez ikakvog propitivanja.
- *Veza sa stvarnim svijetom* istražuje se stav učenika/studenata prema relevantnosti fizike sa stvarnim životom.



- *Matematička veza* propituje način predstavljanja fizičkih pojava matematičkim putem te korištenje matematike za opis fizikalne stvarnosti, a ne samo kao alat za izračun.
- *Individualni pristup* opisuje stav učenika/studenta o aktivnostima koje trebaju učiniti kako bi postali uspješni u području fizike.

Anketa VASS (engl. *Views About Science Survey*) ispituje stavove učenika/studentata o znanosti kroz dvije kategorije izjava: znanstvenoj i kognitivnoj. Dobiveni rezultati grupiraju se u 3 podskupine stavova: *skupina stavova u skladu s mišljenjima znanstvenika, mješovita (prijelazna) skupina* te *skupina čije mišljenje nije u skladu sa znanstvenim*, a većina učenika/studenta je imala rezultat u skladu s mišljenjem javnosti, dok je samo 10% pristupnika bilo u skladu s mišljenjima znanstvenika [5].

EBAPS (engl. *Epistemological Beliefs about Physical Science*) anketa je oblikovana na drugačiji način od ostalih anketa. Prvi dio ankete uključuje izjave s laganja/ne s laganja, dok drugi dio uključuje višestruke izjave u kojima učenici/studenti trebaju odlučiti s kojom izjavom se najviše slažu [6]. Kategorije izjava u EBAPS anketi su:

- Struktura znanstvenog znanja.
- Priroda znanja i učenja.
- Primjenjivost u stvarnom životu.
- Razvoj znanja.
- Odnos prirodne sposobnost za učenje i napora.

Po uzoru na MPEX, razvijena je CLASS anketa (*Colorado Learning Attitudes about Science Survey*) [3]. CLASS je alat koji je provjeren opsežnom statističkom analizom preko 5000 ispitanika te omogućuje nastavnicima fizike i znanstvenicima u području edukacijske fizike procjenu stavova učenika o znanosti. Polazi se od toga da se znanstvena uvjerenja stručnjaka razlikuju od uvjerenja učenika, a provedena istraživanja dala su kvalitativno slične rezultate kao i istraživanja koja su kao dijagnostički instrument koristila MPEX anketu. Razvijena je nova metodologija za određivanje kategorija uvjerenja koje su korisnije i statistički robusnije od MPEX ankete. Pouzdanost ankete je određena korištenjem intervjua, testiranja pouzdanosti te analizom preko 5000 anketnih listića. Prilagođena je učenicima na njima razumljiv način. Služi kao temelj za opsežno proučavanje utjecaja učeničkih uvjerenja te kako na njih utječu njihova obrazovna iskustva. Anketa sadrži 42 izjave s laganja/ne s laganja. Pitanja su grupirana u kategorije:

- Osobni interes.
- Veze sa stvarnim svijetom.

- Konceptualne veze.
- Stvaranje smisla i/ili napora.
- Sofisticiranost pri rješavanju problema.
- Samopouzdanje pri rješavanju problema.
- Općenito rješavanje problema.
- Primijenjeno konceptualno razumijevanje.

Ove kategorije predstavljaju empirijski određene skupine izjava koje se temelje na odgovorima ispitanika u anketi [7]. Neki od primjera što se sve može mjeriti anketom su: vjerojatnost da učenik/student postane fizičar što korelira s njegovim rezultatom iz kategorije „*Osobni interes* ; razliku između rezultata pojedinih skupina ispitanika, na primjer za većinu studentske populacije postoji značajna razlika u stavovima slaganja s referentnim stavovima između studenata muškog i ženskog spola u nekim kategorijama, kao što su „*Osobni interes*“ i „*Veza sa stvarnim svijetom*“ [3]. Rezultati istraživanja provedenog na Ryerson Sveučilištu u Torontu (*Kanada*) su uspoređeni s već prethodno sličnim istraživanjima provedenim na Sveučilištu British Columbia (*Kanada*) i Sveučilištu u Coloradu (*Sjedinjene Američke Države*) [7]. Učenici su tijekom semestra pokazali pozitivan pomak ka slaganju sa stavovima stručnjaka. Istraživanje implicira da promjena stavova učenika ovisi o njihovoj obrazovnom predznanju, naročito jesu li imali predmet fiziku, što je i faktor koji utječe na korelaciju između stavova učenika i njihovih konceptualnih znanja. Rezultati imaju pedagoške implikacije za nastavnike srednjoškolske i sveučilišne nastave fizike i potencijalno za druge prirodoslovne kolegije. Detaljnija analiza pokazuje da su učenici koji su pohađali nastavu fizike imali znatno veći porast u poželjnim (*stručnim*) stavovima. Autori istraživanja potiču i druge istraživače da provedu slična istraživanja kako bi detaljnije razumjeli promjene u stavovima učenika o znanosti tijekom uvodnih kolegija fizike i odnosa između tih stavova i njihovog konceptualnog znanja [7]. Varijacija CLASS ankete je E-CLASS anketa koja je također oblika slaganja/ne slaganja s danim izjavama. Anketa E-CLASS, sadrži 30 izjava i namijenjena je za mjerenje stavova o važnosti eksperimentalne fizike te o utjecaju eksperimenta na razumijevanje fizike [8].

Anketa AAPS (*Attitudes and Approaches to Problem Solving*) se odnosi na stavove učenika pri rješavanju problema, a osnovana je po uzoru na ankete MPEX i CLASS [9]. Originalna AAPS anketa je sadržavala 20 izjava i razvijena je s ciljem proučavanja stavova učenika pri rješavanju problema iz fizike. Naknadno je proširena te sada sadrži ukupno 33 izjave. Stavovi učenika i pristupi rješavanju problema u fizici mogu duboko utjecati na njihovu motivaciju za učenjem i razvoj stručnosti. Istraživanje gdje je korištena proširena AAPS anketa provedeno je

na Odjelu za fiziku i astronomiju Sveučilišta u Pittsburghu (*Pennsylvania, Sjedinjene Američke Države*). Istraživanje je provedeno na studentima studija fizike, a uspoređuju se njihovi stavovi o rješavanju problema u fizici u odnosu na referentne stavove. Stavovi studenata diplomskog studija fizike na izjave iz AAPS ankete također su uspoređeni sa stavovima studenata preddiplomskih studija fizike i studentima astronomije. Stavovi studenata preddiplomskih studija na neke izjave iz ankete su manje u skladu sa stručnim mišljenjem od stavova studenata na višim godinama studija, već su više na *razini znanja učenika sa završenom srednjom školom* [2]. Slično istraživanje je provedeno i u Turskoj s proširenom verzijom AAPS ankete [10]. Nakon potvrđivanja pouzdanosti turske verzije ankete, ispitanici su grupirani po različitim skupinama ispitanika, s obzirom na školsko obrazovanje i spol. Općenito, stavovi studenata sveučilišta u Turskoj su više u skladu sa stručnim mišljenjem nego stavovi učenika srednjih škola. Pokazalo se da postoji statistički značajna razlika između pojedinih skupina ispitanika. Primjerice, studenti preddiplomskih studija pokazali su u prosjeku manje suglasne stavove o ulozi jednadžbi i formula u rješavanju fizikalnih problema, također manje suglasne stavove pri rješavanju teških problema te teže prepoznaju neispravna rješenja, ali su i oni pokazali stavove koji su u skladu sa stručnim stavovima za izjave vezane uz konceptualno razumijevanje i primjenu. Provedena je i usporedba stavova turskih i američkih studenata upisanih na preddiplomske studije fizike koja pokazuje da su izjave statistički značajno različite za te dvije skupine ispitanika, s time da su stavovi američkih studenata, u prosjeku, više u skladu sa stavovima stručnjaka [10].

## 2.1. Struktura dijagnostičkih instrumenata/anketa

Kako bi se bolje procijenili stavovi učenika/studenata o rješavanju fizikalnih problema, istraživači su napravili skupinu instrumenata (*anketa*) za ispitivanje stavova učenika/studenata. Ankete se sastoje od izjava vezanih uz rješavanje fizikalnih problema, a ispitanici izražavaju svoje slaganje odnosno neslaganje s izjavama [11].

Primjer izjave i odgovora u AAPS anketi:

1. <i>Ako nisam siguran/sigurna kako započeti rješavati zadatak, ne znam kako nastaviti ukoliko ne potražim pomoć nastavnika ili asistenta.</i>	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

- 1 – NE SLAŽEM
- 2 – djelomično se NE SLAŽEM
- 3 – niti se slažem niti se ne slažem
- 4 – djelomično se SLAŽEM
- 5 – SLAŽEM

Svaki odgovor se uspoređuje s definiranim stavom stručnjaka. Referentni definirani stavovi stručnjaka po izjavama su stavovi stručnjaka iz Sjedinjenih Američkih Država (SAD) [3], koji su određeni na način tako da se primjerci ankete pošalju svim učesnicima istraživačkih konferencija iz edukacijske fizike. Stavovi sudionika po pojedinim izjavama se analiziraju, tako da ukoliko je većina stavova ispitanika na izjavu „*slažem*“ taj se stav uzima kao referentni stav za tu izjavu, vrijedi analogno i za „*ne slažem*“. Svi referentni stavovi po svim izjavama se normiraju i ti normirani stavovi stručnjaka su referentni za anketu [9].

**Tablica 2.1:** Stavovi stručnjaka po izjavama AAPS anketnog istraživanja.

Redni broj izjave	Stav suglasan stavu stručnjaka		Redni broj izjave	Stav suglasan stavu stručnjaka		Redni broj izjave	Stav suglasan stavu stručnjaka	
1.	1/2	„ <i>ne slažem se</i> “	<b>12.</b>	1/2	„ <i>ne slažem se</i> “	<b>23.</b>	1/2	„ <i>ne slažem se</i> “
2.	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>13.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>24.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “
3	1/2	„ <i>ne slažem se</i> “	<b>14.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>25.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “
4.	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>15.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>26.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “
5.	1/2	„ <i>ne slažem se</i> “	<b>16.</b>	1/2	„ <i>ne slažem se</i> “	<b>27.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “
6.	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>17.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>28.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “
7.	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>18.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>29.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “
8.	1/2	„ <i>ne slažem se</i> “	<b>19.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>30.</b>	1/2	„ <i>ne slažem se</i> “
9.	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>20.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>31.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “
10.	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>21.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>32.</b>	A/B	
11.	1/2	„ <i>ne slažem se</i> “	<b>22.</b>	4/5	„ <i>slažem se</i> “	<b>33.</b>	A/B	

Tablica 2.1. prikazuje suglasne stavove stručnjaka po pojedinim izjavama za AAPS anketu. Suglasni stavovi za izjave pod rednim brojem 32. i 33. su označeni slovima A i B čije je značenje: „Oba se zadatka mogu riješiti koristeći vrlo slične postupke“ [2].

Razina slaganja/neslaganja s izjavama je 5-stupanjska Likertova skala [9]. U evaluaciji rezultata po svakoj izjavi prelazi se iz Likertove (5-stupanjske) u Likertovu (3-stupanjsku) skalu kao što je prikazano u Tablici 2.2. Postoje dva razloga za tu specifičnu normalizaciju. Prvi je što se ispitanik se može više ili manje slagati ovisno o vremenu, stanju vlastitog uma prilikom rješavanja ankete, dok je drugi razlog što, „Slažem se“ i „Djelomično se slažem“ nema jednaku težinu slaganja za svakog pojedinca, analogno se odnosi i ne-slaganje. Kao dodatna okolnost Likertova skala (3) je ordinalna skala što omogućuje lakšu obradu i interpretaciju podataka [9].

**Tablica 2.2:** Likertova (5-stupanjska) i Likertova (3-stupanjsku) skala

Likertova skala (5)	Likertova skala (3)
potpuno ne slaganje stava s stručnim (1)	stav suprotan sa stručnim (-1)
djelomično ne slaganje stava s stručnim (2)	
neutralni stav (3)	neutralni stav (0)
djelomično slaganje stava s stručnim (4)	stav suglasan sa stručnim (+1)
potpuno slaganje stava s stručnim (5)	

## 2.2. Problemi pri rješavanju fizikalnih zadataka

Kako stavovi učenika i pristup rješavanja problema/zadataka zapravo utječu i na vrijeme koje učenici troše na učenje, nastavnici trebaju razviti strategije kako motivirati učenike i poboljšati efektivno vrijeme njihovog učenja. Tri najvažnije stavke nastavničkih strategija su:

- Modeliranje
- Izgradnja temelja s podrškom
- Samorazvoj

*Modeliranjem* bi nastavnici demonstrirali učenicima/studentima različite strategije rješavanja problema i uputili ih što i kako učiti, te kako sustavno rješavati fizikalne probleme. *Izgradnja temelja s podrškom* bi implicirala na podršku pri radu te aktivnom zadavanju zadataka koji će zainteresirati i izazvati učenike na razmišljanje, a isto tako bi nastavnici trebali uočiti i otkloniti sve pretkonceptije što je važan uvjet za daljnji razvoj. *Samorazvoj* bi se odnosilo na smanjenje podrške od strane mentora, s ciljem postupnog razvijanja samopouzdanja učenika u vlastito znanje te samostalnog rješavanja novih problema s kojima ih se suoči. Na koje načine poboljšati stavove učenika? Činjenica je da učenici prilikom rješavanja zadataka kako iz fizike tako i iz matematike, s obzirom na svoje znanje odmah traže formule kojima bih mogli riješiti problem bez da o njemu provedu ikakvu konceptualnu analizu i planiranje. Jedan od načina kako učenike uputiti jest da više učenika radi u manjim grupama i rješavaju složeni zadatak. Tijekom tih aktivnosti poželjno bi bilo upitati učenike „Što rade? Zašto to rade? Kako će ih ta metoda rješavanja dovesti bliže cilju?“. Učenici koji su prethodno odmah nakon zadavanja problema tražili odgovore u formulama ubrzo će shvatiti da prvo moraju provesti konceptualnu analizu te stvoriti strategiju za rješavanje problema. Nakon određenog broja ponavljanja takav način rješavanja problema bi trebao postati rutina te uvelike olakšati rješavanje zadanih problema. Naravno, uvijek postoje odstupanja, zato motivacija mora biti konstantna i predstavljati dovoljan

izazov za učenike. Također još jedna od značajki jest da učenici, ukoliko ne mogu riješiti zadatak u 5 do 10 minuta, odustanu od njegovoga rješavanja. Jedan od načina, kako pozitivno utjecati na učenike u takvoj situaciji, je da nastavnik razgovara s učenicima o izazovnim problemima te da ih riješe zajedničkom suradnjom u kojoj nastavnik više samostalnosti daje učenicima pri rješavanju kako bi im podigao samopouzdanje [9].

### **2.3. Motivacija ovog istraživanja**

Prethodna istraživanja upućuju da studenti i učenici imaju predefinirane stavove o fizici i učenju fizike koja su često različita od samih stavova stručnjaka fizike. Također ukazuju na važnu činjenicu da se takve razlike u stavovima mogu smanjiti tako da učenici redefiniraju svoje stavove prilikom pohađanja nastavnih programa fizike. Vještine rješavanja problema moraju se razvijati za vrijeme poučavanja fizikalnih koncepata, odnosno treba razviti dobru strukturu znanja i razumijevanja fizikalnih principa i koncepata uz istovremeno razvijanje korisnih vještina za rješavanje problema u različitim kontekstima. Naposljetku, da bi netko postao stručnjak za fiziku i naučio razmišljati kao fizičar, trebao bi postupno konstruirati strukturalno znanje i razvijati i uvježbavati konceptualno razumijevanje.

Važno je razmotriti kako se stavovi i pristupi rješavanju fizikalnih problema međusobno razlikuju između zemalja zato što su učenici/studenti izloženi različitim društvenim i kulturnim normama i uče fiziku unutar različitih obrazovnih sustava te s različitim vrstama ograničenja u poučavanju. U ovom radu raspravlja se o pouzdanosti, klasifikaciji i statističkoj analizi i interpretaciji rezultata AAPS ankete provedene među srednjoškolicima i studentima, koji su pohađali kolegije fizike na prvim godinama sveučilišnog obrazovanja u Republici Hrvatskoj, točnije u osječko baranjskoj regiji. Pored toga, AAPS anketa provedena i među nastavnicima srednjih i osnovnih škola iz pet županija Slavonije i Baranje. Istraživanje sadrži cjelokupnu kategorizaciju po raznim skupinama ispitanika, usporedbu stavova koji su statistički značajni te usporedbe rezultata studenata iz Republike Hrvatske s rezultatima AAPS ankete provedene među studentima drugih zemalja.

Cilj istraživanja je pokazati odnos stavova studenata i učenika iz Republike Hrvatske prema stavovima stručnjaka koristeći AAPS anketu, ukazati na probleme pri određenim stavovima te prikazati potencijalna rješenja za popravljavanje problematičnih stavova.

### 3. Metodologija istraživanja

Kako bi provjerili stav učenika i studenata osječke regije i njihov pristup rješavanju fizikalnih zadataka, u ovom je istraživanju korištena AAPS [2] anketa koja se sastoji od 33 izjave s odzivima prema Likertovoj skali ( 1 – „ne slažem se“ , 2 – „djelomično se ne slažem“, 3 – „niti se slažem, niti se ne slažem“, 4 – „djelomično se slažem“ i 5 – „slažem se“). Izjave su tako formulirane da na 24 pitanja odziv „slažem se“ ili „djelomično se slažem“ predstavlja odziv u kojem je ispitanik suglasan sa stručnjakom u području fizike, a na 9 izjava odziv „ne slažem se“ ili „djelomično se ne slažem“ predstavlja odziv u kojem je ispitanik suglasan sa stavom stručnjaka kako je prikazano u Tablici 2.1.

#### 3.1. Opis istraživanih skupina ispitanika

Istraživanje je provedeno u listopadu i studenom 2016. godine na uzorku od 884 učenika osječkih srednjih škola te 541 studenata tehničkih fakulteta i Odjela za fiziku Sveučilišta „J. J. Strossmayera“ u Osijeku.

**Tablica 3.1:** Broj učenika po školama koje su sudjelovale u istraživanju.

Naziv škole	Broj učenika
Prva gimnazija, Osijek	50
Druga gimnazija, Osijek	44
Treća gimnazija, Osijek	91
Isusovačka i klasična gimnazija s pravom javnosti, Osijek	25
Elektrotehnička i prometna škola, Osijek	55
Strojarska tehnička škola, Osijek	28
Graditeljsko – geodetska škola, Osijek	50

Škole su prema programu podijeljene na gimnazije i strukovne škole. Učenici su anketirani na početku trećeg odnosno četvrtog razreda. Iz Tablice 3.1. vidljiv je broj anketiranih učenika po školama, sve škole imaju četverogodišnji program nastave fizike osim „Strojarsko tehničke škole Osijek“ u kojoj učenici pohađaju trogodišnji program nastave fizike.

**Tablica 3.2:** Broj studenata osječkog sveučilišta po sastavnicama koje su sudjelovali u istraživanju.

Naziv fakulteta	Broj studenata
Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija (FERIT)	363
Prehrambeno–tehnološki fakultet (PTF)	131
Odjel za fiziku (OFiz)	47

Visokoškolske ustanove su prema vrsti studijskih programa podijeljene na preddiplomske sveučilišne i stručne studije. Studenti su anketirani na početku zimskog semestra prve godine preddiplomskog odnosno stručnog studija, tako da njihovi odzivi također odražavaju njihove stavove razvijene tijekom srednjoškolskoga, a ne tijekom visokoškolskoga obrazovanja. Stoga su i osobni stavovi studenata razmatrani s obzirom na vrstu programa završenog srednjoškolskog obrazovanja. Broj studenata po fakultetima prikazan je u Tablici 3.2.

Dodatno ispitivanje studenata provedeno je 2017. godine na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek (FERIT) i studenata diplomskog studija Fizike i informatike Odjela za fiziku. Dodatni ispitanici su pohađali fizikalne kolegije na prvoj godini studija, a studenti Odjela za fiziku su budući nastavnici fizike, njihov ukupan broj prikazan je Tablicom 3.3.

**Tablica 3.3:** *Odaziv studenata FERITa i Odjela za fiziku.*

Naziv fakulteta	Broj ispitanika
Fakulteta elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija	198
Diplomskog studij fizike i informatike - Odjel za fiziku	27

Također su ispitivani i nastavnici te ih je ispitano 148, a Tablica 3.4 prikazuje broj nastavnika po pojedinim županijama Slavonije i Baranje gdje ispitivani nastavnici održavaju nastavu fizike.

**Tablica 3.4:** *Odaziv nastavnika po županijama.*

Naziv županije	Broj ispitanika
Brodsko-posavska	19
Osječko-baranjska	57
Požeško-slavonska	14
Virovitičko-podravska	16
Vukovarsko-srijemska	42

### 3.2. Opis dijagnostičkog instrumenta AAPS

Kako bi anketa bila što pouzdanija, pojedini anketni listići su odbačeni te ne ulaze u analizu ukoliko ne zadovoljavaju uvjet da na minimalno 29 izjava mora biti iznesen stav, koji je dogovoren između provoditelja istraživanja po uzoru na prošlo istraživanje koje je kao instrument koristilo CLASS anketu [3]. Moguće je ili odbaciti preskočene izjave ili ih uključiti s neutralnim stavom. Kako bi se dobili najtočniji rezultati izbačeni su anketni listići koji nisu zadovoljili uvjet, zbog skupine ispitanika koja preskače višestruke izjave. Nakon „pročišćavanja“ anketnih listića, preostalim ispitanicima se pridjeljuje odgovor „niti se slažem niti se ne slažem“



(tj. neutralni odgovor) na ona pitanja koja su ostala neodgovorena. Anketno istraživanje provedeno je na 155 nastavnika, 343 učenika i 541 studenata. Nakon klasifikacije, 7 nastavnika, 10 učenika i 7 studenata nije zadovoljilo opisani uvjet te oni ne ulaze u analizu ankete. Svih 225 anketnih listića iz 2017. godine su zadovoljili uvjet te ulaze u statističku analizu.

Prikupljeni su podaci razmatrani uzimajući u obzir nekoliko kategorija ispitanika: učenici i studenti, studenti koji su pohađali kolegije fizike te nastavnici koji održavaju nastavu fizike u srednjim školama. Razmatra se raspodjela učenika/studenata u skupine prema spolu (*M-spol*, *Ž-spol*) i vrsti srednjoškolskog obrazovanja (*gimnazija/strukovna škola*). Kako izvorno AAPS anketa dolazi s definiranim stavovima stručnjaka, ti stavovi uzeti su kao referentni stavovi za usporedbu s osobnim stavovima ispitanika (*Tablica 2.1*).

Prikupljeni podaci su najprije normalizirani tako da je svakom stavu ispitanika koji je u skladu sa stavom stručnjaka (*stav „SUGLASAN sa stručnim“*), pridijeljena vrijednost „+1“, za onaj koji je suprotan stavu stručnjaka (*stav „SUPROTAN od stručnog“*), pridijeljena je vrijednost „-1“, a neutralnim stavovima (*„niti se slažem, niti se ne slažem“ – oznaka 3 na Likertovoj skali*) pridijeljena je vrijednost „0“ (*„NEUTRALNI“ stav*). Na taj način svaki ispitanik za svaku izjavu ima ukupan stav određenim vrijednostima „+1“, „-1“ ili „0“. Zbrajanjem svih „+1“, „-1“ odnosno „0“ vrijednosti i dijeljenjem s ukupnim brojem izjava u anketi, odnosno s ukupnim brojem ispitanika u pojedinoj skupini dobiven je ukupan stav pojedinog ispitanika na cijeloj anketi, odnosno ukupan stav pojedine skupine po svakoj izjavi u AAPS anketi. Pri tome, ukupni stavovi su izraženi u obliku postotaka.

### 3.3. Kategorizacija izjava u anketi AAPS

Po uzoru na grupiranje po kategorijama u CLASS anketi kako je opisano u 2. poglavlju, detaljnijim uvidom i analizom izjava u AAPS anketi prepoznata je moguća njihova podjela u 3 kategorije.

**Tablica 3.5** Kategorije izjava u AAPS anketi.

Naziv kategorije	Izjave
Kat-1 „Konceptualno razumijevanje i primjena“	2, 4-10, 12-14, 16, 18, 21, 22, 26, 29, 32, 33
Kat-2 „Strategije rješavanja problema“	3, 10, 11, 13, 15-22, 24-26, 28-33
Kat-3 „Individualni pristup i odnos pri rješavanju zadataka (motivacija, upornost, samopouzdanje)“	1, 13, 20, 22-24, 27, 28-30

Kategorija „Konceptualno razumijevanje i primjena“ sadrži izjave koje ukazuju na razinu usvajanja fizikalnih koncepata i njihovu primjenu. Neke od izjava pokazuju nisku razinu usvajanja koncepata (npr. da postoji samo jedan ispravan način rješavanja zadanog fizikalnog problema ili da „rješavanje zadataka“ u fizici zapravo znači povezivanje zadataka s odgovarajućim jednadžbama iz kojih onda izračunamo traženu vrijednost) i time se razlikuju od stavova stručnjaka, dok druge pokazuju visoku razinu usvajanja koncepata (npr. da ispitanik koristi sličan pristup rješavanju svih zadataka koji uključuju zakon očuvanja količine gibanja čak i ako su fizikalne situacije zadane u zadacima jako različite ili da nakon što riješi nekoliko fizikalnih zadataka u kojima se isti fizikalni zakon primjenjuje u različitim kontekstima smatra da bi trebao biti u mogućnosti primijeniti isti zakon i u drugim situacijama) i time su suglasne sa stavovima stručnjaka. Početnici se od stručnjaka razlikuju i u izboru *strategija rješavanja problema*. Dok početnici radije rješavaju zadatke s konkretnim brojevima i izbjegavaju izražavanje simbolima, rijetko crtaju skice ili dijagrame i rijetko uče na svojim pogreškama, stručnjaci čine upravo suprotno: radije zadatak riješe pomoću simbola, a na kraju samo uvrste broježane vrijednosti, uvijek grafički predoče zadatak, a pogrešan rezultat ih potiče na analizu pogreške i autokorekciju kako se takve pogreške više ne bi ponovile. Na pristup rješavanju fizikalnih problema utječu i individualne osobine ispitanika. Neke od izjava u kategoriji „Individualni pristup i odnos pri rješavanju zadataka“ bliže su početnicima (npr. da ako ne znaju kako započeti rješavati zadatak ne znaju kako nastaviti bez pomoći nastavnika, ili da ako zadatak ne riješe za 10 minuta, tada odustaju), dok su druge bliže stručnjacima (npr. „uživam rješavati fizikalne zadatke čak i ako ponekad mogu predstavljati problem.“). Neke od izjava istovremeno

pripadaju dvjema ili čak svim kategorijama. Npr. izjava „Primjenjujem različite pristupe ako određeni pristup ne daje rezultat“ pripada i kategoriji „*Strategije rješavanja problema*“ kao i kategoriji „*Individualni pristup i odnos pri rješavanju zadataka*“ dok izjave 13, 22, 29 pripadaju svim kategorijama kako je navedeno u Tablici 3.5. Izjave 13, 22, 29 se odnose na rješenja fizikalnog zadatka, kojim smislenim pristupom rješavanja doći do rješenja zadatka te razmišljanje i analizu dobivenog rješenja. AAPS anketa koja se primjenjivala u ovom istraživanju nalazi se u prilogu ovoga rada.

#### 4. Statistička analiza AAPS ankete

Cronbach alfa je test koji se koristi za procjenu pouzdanosti ili unutarnje konzistentnosti testa, odnosno ankete. Anketu smatramo pouzdanom ako bi ispitanik postigao slične rezultate kada bi ponovno pristupio anketi pri istim početnim uvjetima. U protivnom, anketa je nepouzdana. Cronbach alfa koeficijent ( $\alpha$  –koeficijent) se računa prema relaciji (1):

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k V_i}{V_u} \right), \quad (1)$$

gdje su  $V_i$  - varijance na i-tu izjavu,  $V_u$  - varijanca cjelokupne ankete, a  $k$  - broj izjava [12]. Ograničenje primjene ovog izračuna je da ankete koje imaju mali broj izjava imaju manju pouzdanost, a i veličina samog uzorka ispitanika utječe na rezultate ankete. Uz ta ograničenja, Cronbach alfa test se još uvijek koristi za mjerenje pouzdanosti ankete. Tablica 4.1 prikazuje kolika je pouzdanost ankete u odnosu na  $\alpha$  –vrijednost.

**Tablica 4.1:** Procjena pouzdanosti testa/ankete prema vrijednosti  $\alpha$ -koeficijenta.

Vrijednost	Pouzdanost	Vrijednost	Pouzdanost	Vrijednost	Pouzdanost
$0,9 \leq \alpha$	Izuzetna	$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Zadovoljavajuća	$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Slaba
$0,8 \leq \alpha < 0,9$	Dobra	$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Upitna	$\alpha < 0,5$	Neprihvatljiva

Za procjenu pouzdanosti AAPS ankete izračunati su Cronbach alfa koeficijenti za sve skupine ispitanika. Pouzdanost primijenjene ankete kao cjeline je pokazatelj konzistentnosti ankete da reproducira isti rezultat pod istim uvjetima. Vrijednosti  $\alpha$ - koeficijenta za skupinu svih studenata i učenika kao i za pojedine skupine učenika/studenata s obzirom na spol i vrstu srednje škole te za nastavnike i studente nakon odslušanih fizikalnih kolegija dane u Tablici 4.2. ukazuju da su prihvatljive pa se AAPS anketa može smatrati pouzdanom za ovo istraživanje. Rezultati su u skladu s drugim publiciranim rezultatima procjene pouzdanosti iste ankete [10].

**Tablica 4.2:** Vrijednost Cronbach  $\alpha$ -koeficijenata po skupinama ispitanika.

Ispitanici	Svi studenti	GM	ST	M	Ž	Studenti viših godina
$\alpha$	0,78	0,77	0,79	0,77	0,78	0,77
Ispitanici	Svi učenici	GM	ST	M	Ž	Nastavnici
$\alpha$	0,81	0,83	0,76	0,77	0,84	0,83
<i>GM - Opća i matematička gimnazija, ST - Strukovne škole, M – Muški spol, Ž – Ženski spol, Studenti viših godina – studenti koji su pohađali kolegije fizike (Tablica 3.3)</i>						

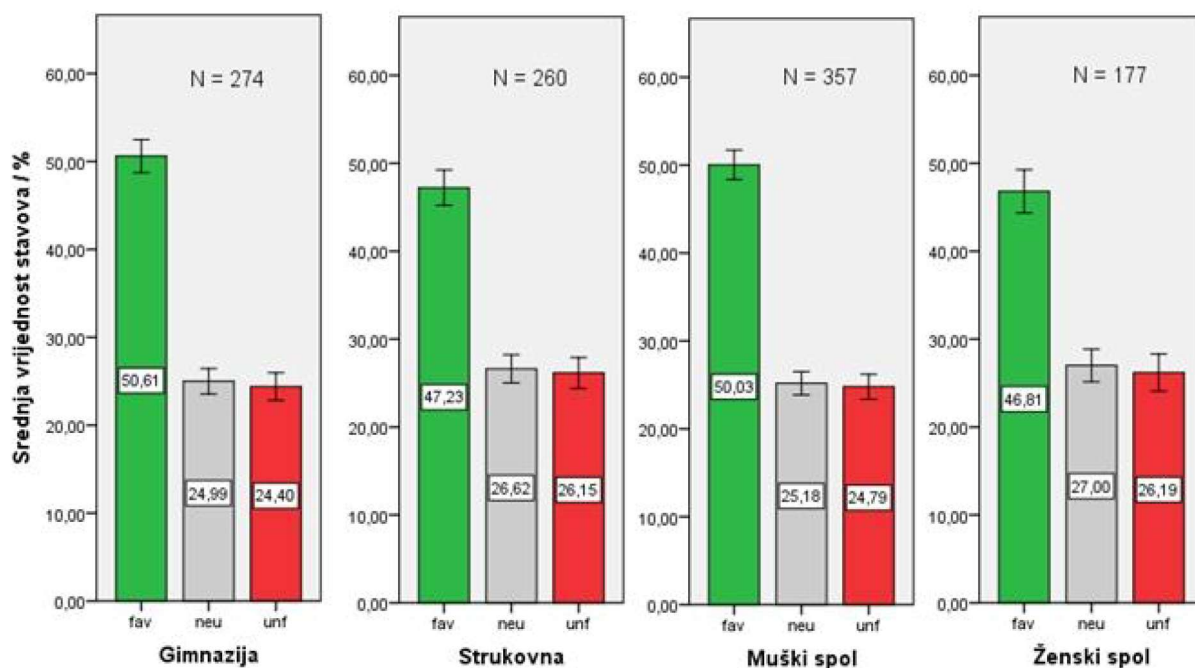
Tablica 4.2 pokazuje vrijednosti Cronbach alfa koeficijenata po svim skupinama ispitanika. Na primjer, učenici ženskog spola imaju koeficijent vrijednosti 0,84 te iz Tablice 4.1 zaključeno je kako je ta skupina ispitanika dobre pouzdanosti.

#### 4.1. Deskriptivna statistička analiza AAPS ankete

Za opis glavnih kvantitativnih svojstava dobivenog skupa podataka koristi se deskriptivna statistika (*srednja vrijednost, medijan, varijanca, standardna devijacija*). Ukupni rezultati AAPS ankete svih ispitivanih studenata i učenika izraženi su u obliku aritmetičke srednje vrijednosti stavova u postocima s njihovom odgovarajućom standardnom pogreškom. Srednje vrijednosti stavova koje su skladu sa stavovima stručnjaka označene su sa FAV (*favorite*), neutralni stavovi su označeni sa NEU (*neutral*), dok srednje vrijednosti stavova koje nisu u skladu sa stavovima stručnjaka su označene sa UNF (*unfavorite*). Također skupine ispitanika su razvrstane prema programu srednjoškolskog obrazovanja (*GM, ST*), odnosno s obzirom na spol (*M-spol, Ž-spol*). Deskriptivna statistička analiza podataka provedena je i za nastavnike te studente Odjela za fiziku i FERITa koji su odslušali kolegije fizike, a pogreška je dana u obliku standardne pogreške, STE:

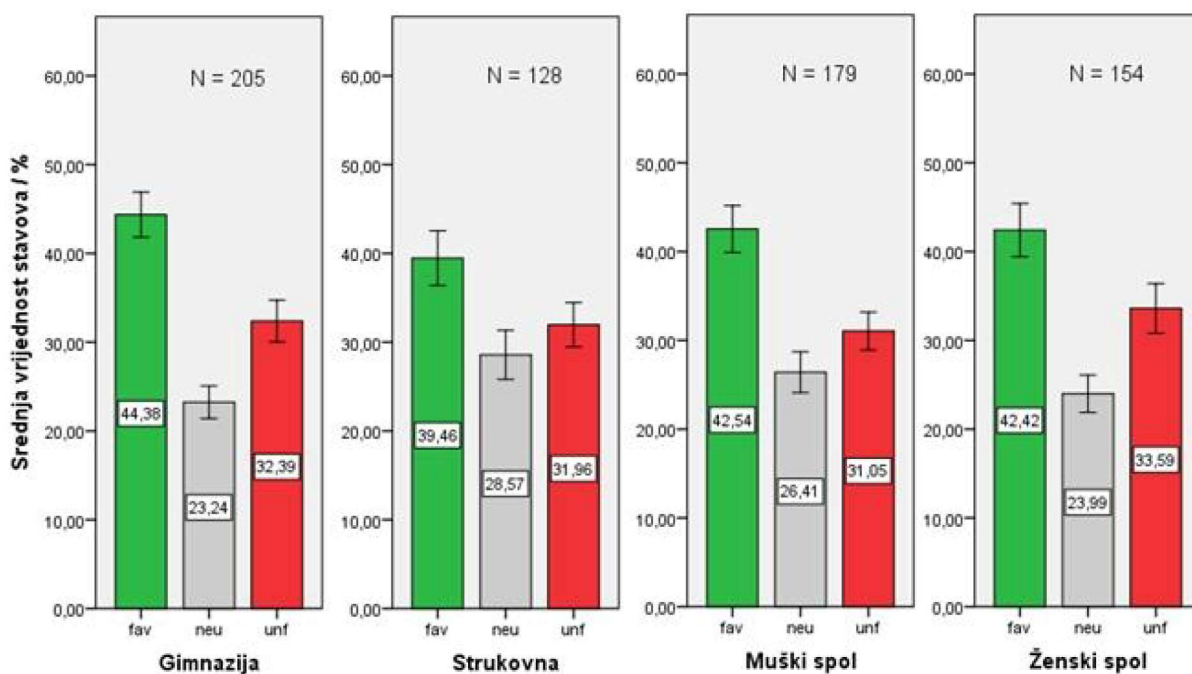
$$STE = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \quad (2)$$

gdje je  $\sigma$ - standardna devijacija, a  $N$  – broj ispitanika u skupini.



**Slika 4.1:** Srednja vrijednost stavova studenata.

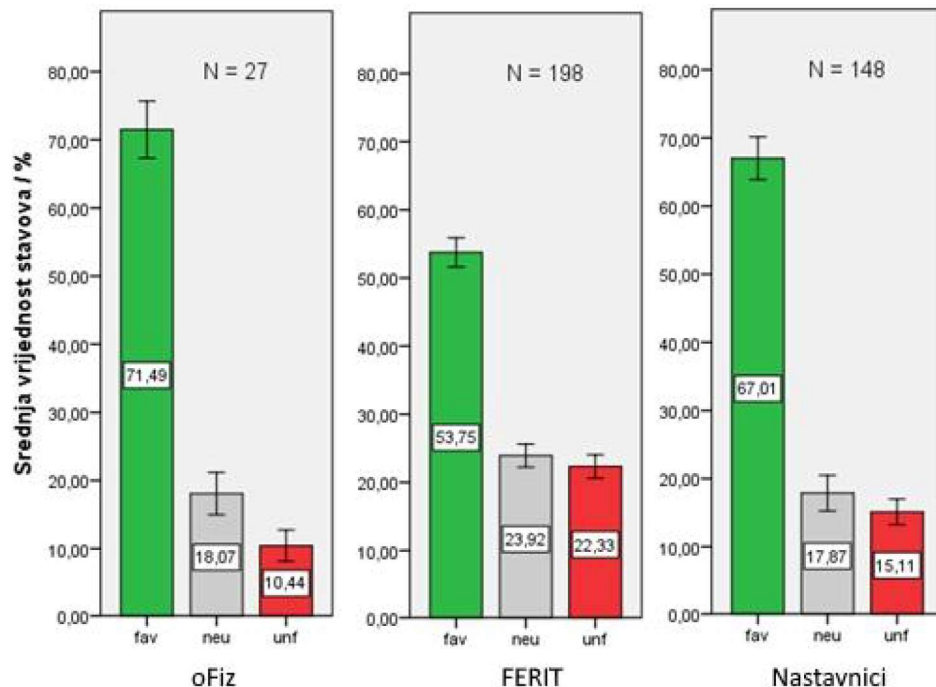
Iz Slike 4.1 vidljivo je kako studenti koji su prošli gimnazijski srednjoškolski program pokazuju veću suglasnost sa stručnim mišljenjem (50,6%) nego studenti koji su pohađali strukovne škole (47,2%). Također muški studenti pokazuju veću suglasnost sa stručnim mišljenjem (50,0%) nego studenti ženskog spola (46,6%).



**Slika 4.2:** Srednja vrijednost stavova učenika

Slika 4.2 pokazuje kako pozitivni stavovi učenika su u prosjeku manji nego kod studenata te je vidljiva znatna razlika između učenika koji pohađaju gimnaziju (44,4%) i učenika koji

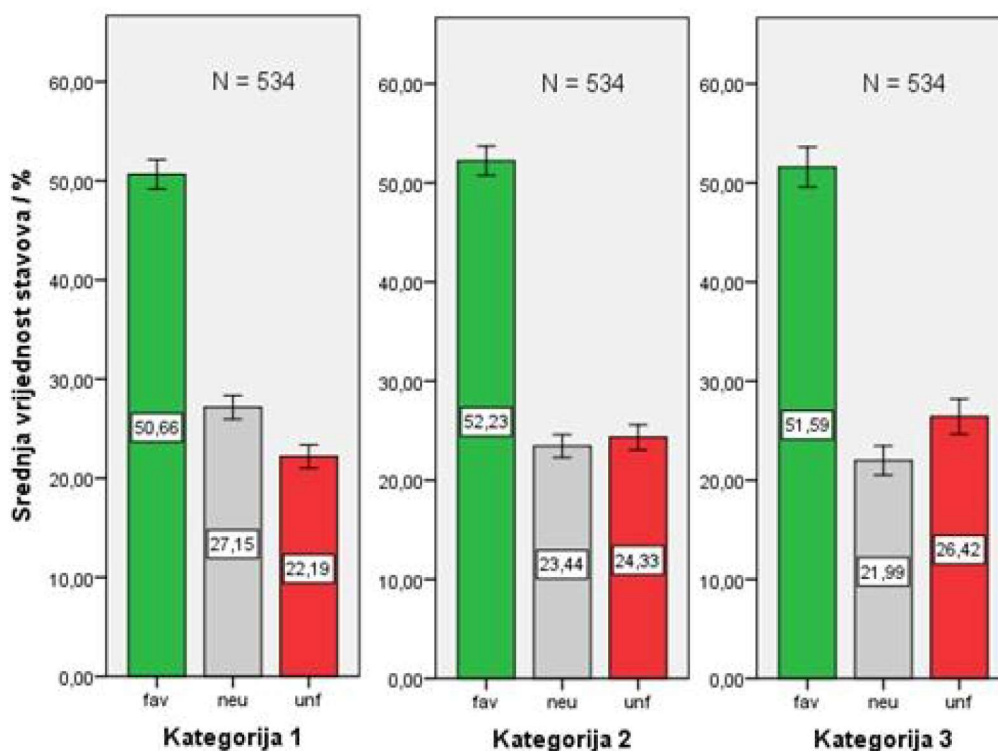
pohađaju strukovne škole (39,5%). Suglasni stavovi muških i ženskih učenika su podjednako zastupljeni. Učenici koji su pohađali gimnazijski srednjoškolski program pokazuju stav koji je više suglasan stavovima stručnjaka, nego stav učenika koji su pohađali strukovne srednje škole.



**Slika 4.3:** Srednja vrijednost stavova studenata koji su pohađali kolegije fizike i nastavnika

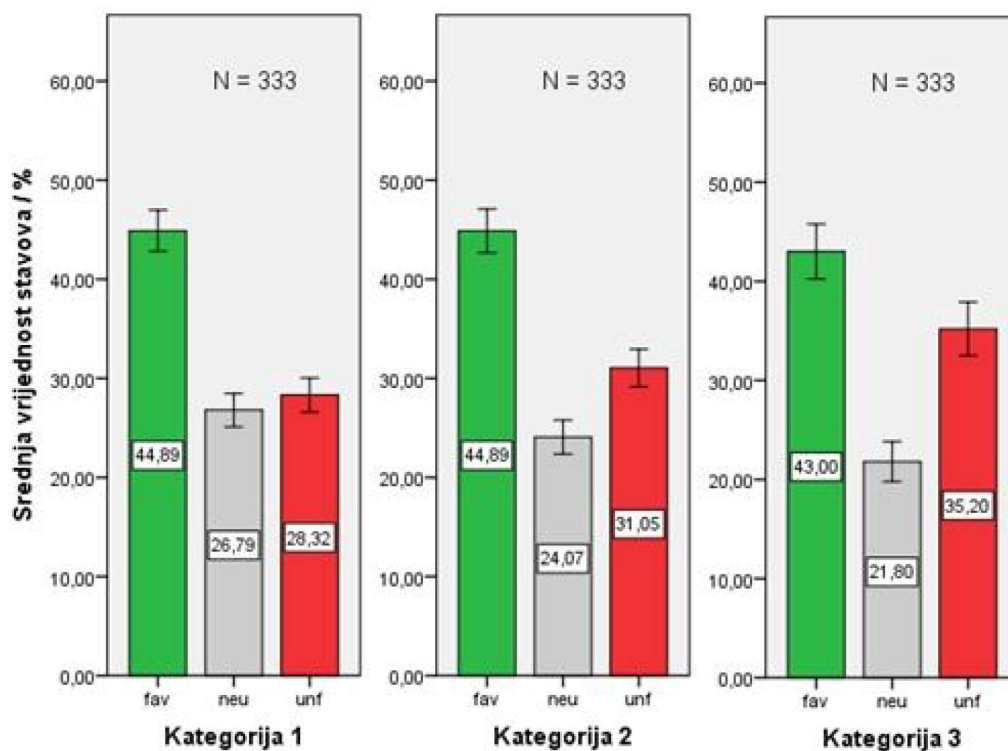
Studenti diplomskog studija fizike i informatike (71,5), pokazuju najbolje rezultate od svih skupina ispitanika kako pokazuje slika 4.3. Rezultati su bolji u odnosu na nastavnike fizike (67,0) u ispitivanim srednjim školama. Uzrok takvih rezultata je što su studenti u završnoj fazi priprema za budući nastavnički posao te ih kolegiji metodike nastave fizike pripremaju za izvođenje nastave fizike.

Deskriptivna analiza po kategorijama ukazuje samo na razliku između stavova studenata i učenika, a postoji li statistički značajna razlika između stavova po pojedinim kategorijama utvrdit će inferencijalna statistička analiza koja je rađena za sljedeće tri kategorije izjava: Kategorija 1 - *Konceptualno razumijevanje i primjena*. Kategorija 2 - *Strategije rješavanja problema*. Kategorija 3 - *Individualni pristup i odnos pri rješavanju zadataka*.



Slika 4.4: Srednja vrijednost stavova studenata po kategorijama.

Slika 4.4 pokazuje kako studenti imaju podjednake stavove koji su suglasni stavovima stručnjaka na razini oko 51,5% u kategoriji strategije rješavanja problema.



Slika 4.5: Srednja vrijednost stavova učenika po kategorijama.



Učenici pokazuju podjednake stavove u kategorijama 1 i 2 kako pokazuje Slika 4.5, ali su u svim kategorijama u prosjeku slabiji u odnosu na studente (*Slika 4.4*).

U analizi anketnih listića koriste se odgovori koji su u skladu sa stavovima stručnjaka, te su oni inferencijalnom analizom ispitani postoji li statistički značajna razlika između pojedinih skupina ispitanika.

## 4.2. Inferencijalna statistička analiza AAPS ankete

Kako bi rezultati provedene ankete bili analizirani potreban je odgovarajući test, prvo je provjerena normalnost rezultata, odnosno pripadaju li rezultati normalnoj/Gaussovoj raspodjeli. Statistički su analizirani stavovi ispitanika koji su u skladu sa stavovima stručnjaka.

Najčešće korišten test normalnosti, Kolmogorov-Smirnov test, ima manju statističku snagu nego Shapiro-Wilk test. Shapiro-Wilk test temelji se na korelaciji između podataka i odgovarajućih normaliziranih rezultata i daje bolju snagu od Kolmogorov-Smirnov testa. Snaga je najčešća mjera vrijednosti testa za normalnost odnosno sposobnost da se otkrije je li uzorak iz ne-normalne distribucije. Za izračun normalnosti i općenito statističke analize korišten je software IBM SPSS Statistics 20 u kome su sadržani testovi, a potpuni opis i izračun oba testa opisan je u člancima [13] [14].

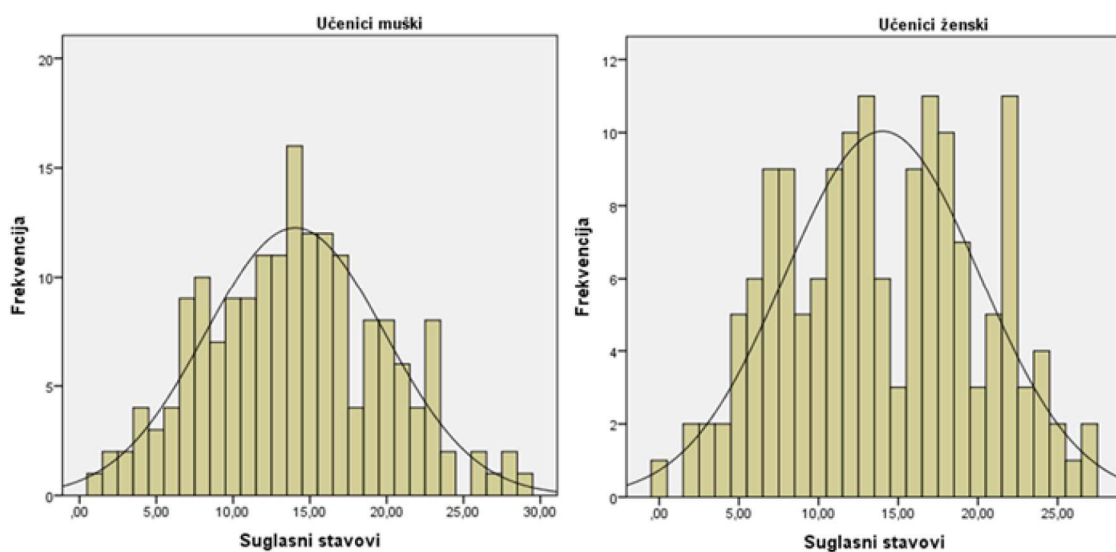
**Tablica 4.3:** Test normalnosti po skupinama ispitanika

Test normalnosti		
	Shapiro-Wilk	
Skupine ispitanika	df	Sig.
Svi studenti	534	<b>0,001</b>
Svi učenici	333	<b>0,016</b>
Studenti gimnazija	274	<b>0,013</b>
Studenti strukovna	260	<b>0,036</b>
Studenti muški	357	<b>0,002</b>
Studenti ženski	177	0,188
Učenici gimnazija	205	<b>0,032</b>
Učenici strukovna	128	0,445
Učenici muški	179	0,280
Učenici ženski	154	<b>0,032</b>
	P < 0,05	

Ukoliko je vrijednost **P < 0,05** nulta hipoteza („skupina ispitanika slijedi normalnu raspodjelu“) se odbacuje, te vrijedi **alternativna** hipoteza („skupina ispitanika ne slijedi

normalnu raspodjelu“). U Tablici 4.3 stupac „df“ označava stupanj slobode (približno ukupan broj podataka), dok stupac „Sig“ predstavlja vrijednost P. Parametar P je vjerojatnost pronalaska slučajnog odabira *podatka* izvan normalne raspodjele (izvan *nulte hipoteze*).

Iako naizgled podaci imaju normalnu raspodjelu, statistička analiza pokazuje suprotno, samo tri skupine ispitanika odgovaraju normalnoj raspodjeli: ženski studenti, učenici koji pohađaju strukovnu školu te učenici muškoga spola što prikazuje Tablica 4.3. Kako bi se zadržala konzistentnost statističke analize koriste se neparametrijski testovi za sve skupine ispitanika, a pretpostavka za primjenu neparametrijskih testova je da podaci (*mjerenja*) nemaju normalnu raspodjelu.



**Slika 4.6:** *Histogrami suglasnih stavova učenika po spolu.*

Iz Slike 4.6 vidi se primjer histograma suglasnih stavova učenika po spolu, te se može uočiti kako empirijski dobivene frekvencije suglasnih stavova učenika muškog spola slijede normalnu raspodjelu kao što je prikazano u Tablici 4.3, dok učenici ženskog spola ne slijede normalnu raspodjelu.

U daljnjem radu korištene su sljedeće neparametrijske metode analize podataka:

- 2 neovisna uzorka – Mann-Whitney U (t-test)
- 2 povezana uzorka – Wilcoxon (t-test PU)
- Više od dva neovisna uzorka – Kruskal-Wallis (ANOVA)
- Više od dva povezana uzorka – Friedman (faktorska ANOVA)

Kada se uspoređuju dva neovisna uzorka koristi se Mann-Whitney U test, a to je neparametrijski test nulte hipoteze koji ukazuje kako je jednako vjerojatno da nasumična

izabrana vrijednost iz jednog uzorka bude veća ili manja od slučajno izabrane vrijednosti iz drugog uzorka. Za razliku od *t*-testa koji je uobičajen i učinkovit statistički test, Mann-Whitney U test ne zahtjeva normalnu raspodjelu skupova, a jednako je učinkovit. Parametar U se računa iz jednadžbe:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - \sum_{i=n_1+1}^{n_2} R_i, \quad (3)$$

gdje je  $n_1$  - veličina uzorka 1,  $n_2$  - veličina uzorka 2,  $R_i$  - Rang veličine uzorka.

**Tablica 4.4:** *Neparametrijski Mann-Whitney U test po svim izjavama i po kategorijama.*

Mann–Whitney U test		Sig.			Sig.
Svi	Studenti/Učenci	<b>0.000</b>	kat 1	Studenti/Učenci	<b>0.000</b>
	Studenti GM/ Studenti ST	<b>0.011</b>		Studenti GM/ Studenti ST	<b>0.007</b>
	Studenti M/ Studenti Ž	<b>0.038</b>		Studenti M/ Studenti Ž	<b>0.003</b>
	Učenci GM/ Učenci ST	<b>0.016</b>		Učenci GM/ Učenci ST	<b>0.008</b>
	Učenci M/ Učenci Ž	0.995		Učenci M/ Učenci Ž	0.661
kat 2	Studenti/Učenci	<b>0.000</b>	kat 3	Studenti/Učenci	<b>0.000</b>
	Studenti GM/ Studenti ST	<b>0.039</b>		Studenti GM/ Studenti ST	0.469
	Studenti M/ Studenti Ž	0.505		Studenti M/ Studenti Ž	0.116
	Učenci GM/ Učenci ST	<b>0.015</b>		Učenci GM/ Učenci ST	<b>0.026</b>
	Učenci M/ Učenci Ž	0.901		Učenci M/ Učenci Ž	0.860

Ukoliko je vrijednost  $P < 0,05$  nulta hipoteza: „*Ne postoji statistički značajna razlika između dvije skupine ispitanika*“ se odbacuje, te vrijedi **alternativna** hipoteza: „*Suglasni stav pripadnika prve skupine ispitanika je više u skladu sa stavom stručnjaka nego suglasni stav pripadnika druge skupine ispitanika.*“

Iz Tablice 4.4 slijedi da postoji statistički značajna razlika između skupine ispitanika svih studenata i skupine ispitanika svih učenika. Suglasni stavovi svih studenata su više u skladu sa stavovima stručnjaka nego suglasni stavovi svih učenika, također ista statistički značajna razlika u suglasnosti postoji i po svim kategorijama.

Ne postoji statistički značajna razlika između suglasnih stavova učenika po spolu. Kod studenata po spolu postoji statistički značajna razlika, studenti muškog spola su više suglasni sa stručnjacima nego li studenti ženskog spola. Pored toga, postoji statistički značajna razlika u stavovima učenika i studenata po vrsti škole. Studenti koji su pohađali gimnazijsku srednju školu i učenici gimnazijalci su više u skladu sa stručnim mišljenjem nego studenti i učenici strukovnog srednjoškolskog obrazovanja.

U kategoriji 1 „*Konceptualnog razumijevanja i primjene*“ ne postoji statistički značajna razlika između učenika muškog i ženskog spola.

Ne postoji statistički značajna razlika između studenata po spolu te također između učenika po spolu. Studenti i učenici koji su učili fiziku po gimnazijskom srednjoškolskom programu pokazuju statistički značajnu razliku u strategiji rješavanja problema kao i studenti i učenici koji su učili fiziku po strukovnom srednjoškolskom programu.

Kod kategorije 3 „*Individualni pristup i odnos pri rješavanju zadataka*“ statistički značajna razlika postoji samo između učenika gimnazijalaca i učenika strukovnih školi.

Inferencijalnom statističkom analizom analizirani su suglasni stavovi nastavnika osječke regije, studenata koji su pohađali kolegije fizike FERITa te studenata diplomskog studija Fizike i informatike Odjela za fiziku. Shapiro-Wilk test pokazuje pripadaju li stavovi normalnoj raspodjeli podataka. Ukoliko je „Sig.“  $< 0,05$  stavovi skupine ispitanika slijedi normalnu raspodjelu.

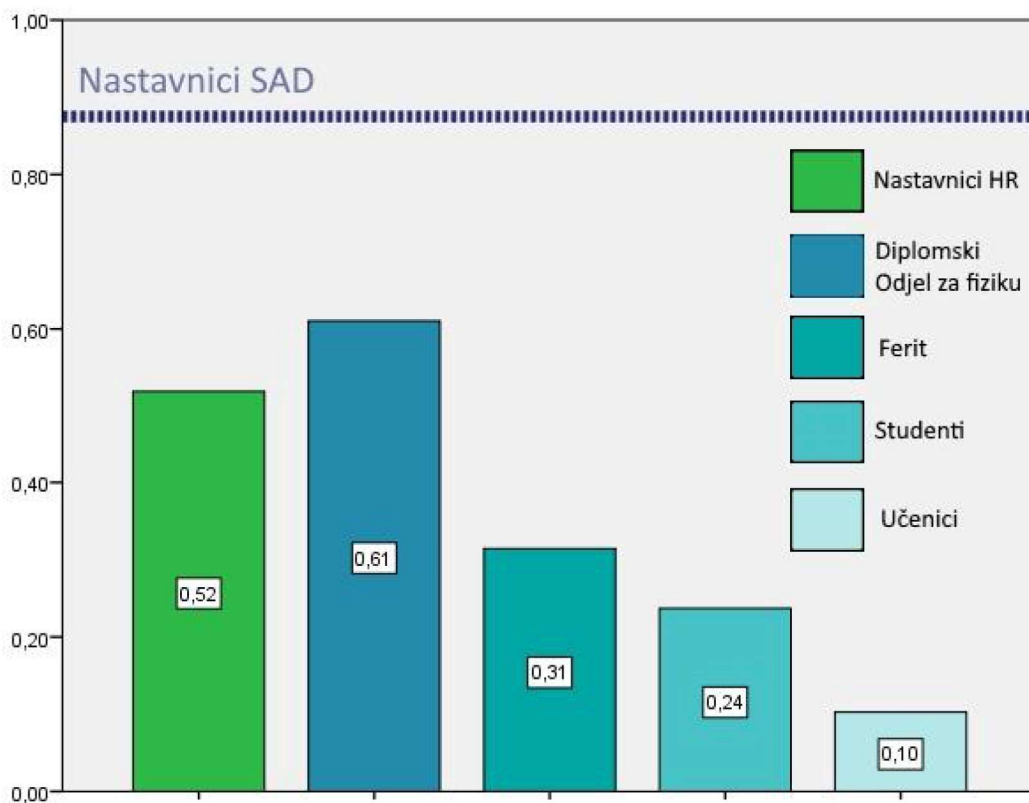
**Tablica 4.5:** *Inferencijalna statistika za studente koji su odslušali kolegije fizike i nastavnike*

Shapiro-Wilk	oFiz	FERIT	Nastavnici
Sig.	<b>0.07</b>	<b>0.161</b>	0.000
Mann-Whitney U test	oFiz/FERIT	oFiz/Nastavnici	Nastavnici/FERIT
Sig.	<b>0.000</b>	0.259	<b>0.000</b>

Rezultati normalnosti ispitanika pokazuju da stavovi nastavnika nemaju normalnu raspodjelu podataka. Stoga za usporedbu stavova između skupina ispitanika (oFiz, FERIT, Nastavnici), korišten je Mann-Whitney U neparametrijski test kako pokazuje Tablica 4.5. Ukoliko je „Sig.“  $< 0,05$  vrijedi **alternativna** hipoteza: „*Suglasni stav pripadnika prve skupine ispitanika više je u skladu sa stavom stručnjaka nego suglasni stav pripadnika druge skupine ispitanika.*“. Rezultati ukazuju da postoji statistički značajna razlika između stavova studenata diplomskog studija na Odjelu za fiziku i nastavnika u odnosu na studente FERITa koji su pohađali kolegije fizike. Iako su u deskriptivnoj analizi stavovi studenata diplomskog studija na Odjelu za fiziku naizgled više u skladu sa stavovima stručnjaka nego li stavovi nastavnika, ta razlika nije statistički značajna.

### 4.3. Normalizirani stavovi

Analiza normaliziranih stavova pokazuje razliku u suglasnosti između skupina ispitanika po pojedinim izjavama. Srednji normalizirani stav je zbroj svih stavova (fav, unf, neu) podijeljen s brojem izjava po pojedinoj skupini ispitanika. Tako definiran srednji normalizirani stav nalazi se u intervalu od -1 do 1, a ukoliko je njegova vrijednost veća od 0 promatrana skupini ispitanika ima više stavova suglasnih sa stavovima stručnjaka (pozitivni normalizirani stav), a ako je njegova vrijednost manja od 0 prevladavaju stavovi nesuglasni stavovima stručnjaka u promatranoj skupini ispitanika (negativni normalizirani stav).



**Slika 4.7:** Normalizirani stavovi po skupinama sa stavom nastavnika iz Sjedinjenih Američkih Država (SAD).

Slika 4.7 prikazuje srednji normalizirani stav ispitanika po skupinama sa stavom nastavnika iz Sjedinjenih Američkih Država [2]. Nastavnici iz SAD imaju najviši srednji normalizirani stav, tome doprinosi mala skupina ispitanika (12 ispitanika [2]). Inferencijalnom analizom suglasnih stavova nije utvrđena statistički značajna razlika između nastavnika iz Hrvatske i studenata diplomskog studija Odjela za fiziku. Normalizirani stavovi po skupinama su svi veći od 0, što upućuje na suglasnost sa stručnim stavovima. Suglasnost sa stručnim mišljenjem raste s intenzitetom i brojem godina doticaja s nastavom fizike, odnosno nastavnici i studenti diplomskog studija Odjela za fiziku (budući nastavnici) imaju najveću vrijednost srednjeg normaliziranog stava, zatim studenti koji su pohađali kolegije fizike na sveučilišnoj

razini, a posljednji su studenti i učenici koji su pohađali srednjoškolske nastavne programe fizike.

**Tablica 4.6:** *Normalizirani stavovi ispitanika.*

		30% sukladan normalizirani stav	Suprotan normalizirani stav	Neutralan normalizirani stav
Nastavnici HR		<b>1, 3, 9, 11, 12, 18, 19</b>	<b>5</b>	<b>30</b>
Studenti	GM	2, 14, <b>17</b> , 19, 23, 31, 33	<b>3, 5, 11, 12, 18</b>	<b>1, 9, 16, 20, 27, 30</b>
	ST	2, 14, <b>17</b> , 23, 33	<b>1, 3, 5, 11, 12, 18, 27, 30</b>	9, 16, 19, 20, 31
Studenti	M	2, 14, <b>17</b> , 23, 31, 33	<b>3, 5, 11, 12, 18, 30</b>	<b>1, 9, 16, 19, 20, 27</b>
	Ž	6, 13, 14, <b>17</b> , 19, 20, 23	<b>1, 3, 5, 9, 12, 18, 27, 30</b>	<b>2, 11, 16, 20, 31</b>
Učenici	G	6, 13, 14, 15, 22, 31	<b>3, 5, 11, 12, 18, 19, 20, 23, 27, 30</b>	<b>1, 2, 9, 16, 17</b>
	S	4, 6, 9, 10, 13, 14, <b>17</b> , 19, 22, 24, 26, 28	<b>1, 2, 3, 5, 12, 16, 18, 20, 27, 30, 31</b>	<b>11, 23, 33</b>
Studenti Turska [10]		2, 14, 15, 16, <b>17, 18</b> , 24, <b>27</b>	<b>1, 3, 5, 6, 11, 12, 23, 30, 31</b>	4
Studenti SAD [2]		<b>1, 2, 3, 5, 6, 9, 16, 31</b>	<b>12, 20</b>	<b>11, 27, 30</b>

Tablica 4.6 prikazuje normalizirane stavove po izjavama, gdje 30% sukladan normalizirani stav pripada intervalu od 0,05 do 0,3. Iznos suprotnog normaliziranog stava je  $< -0,05$ , a neutralni normalizirani stav pripada intervalu  $-0,05$  do  $0,05$ . Preostale izjave su sukladni referentnim stavovima (iznos normaliziranog stava  $> 0,3$ ). Isti uvjeti raspodjele vrijede i u Tablici 4.7 gdje su stavovi svih učenika i svih studenata razvrstani po kategorijama.

**Tablica 4.7:** *Normalizirani stavovi učenika i studenata po kategorijama.*

		30% sukladan normalizirani stav	Suprotan normalizirani stav	Neutralan normalizirani stav
Kat 1	Studenti	2, 14, 33	<b>5, 12, 18</b>	9, 16
	Učenici	4, 6, 9, 13, 14, 22, 33	<b>5, 12, 18</b>	2, 16
Kat 2	Studenti	17, 19, 31, 33	<b>3, 11, 18, 30</b>	16, 20
	Učenici	13, 15, 22, 33	<b>3, 11, 18, 20, 30</b>	16, <b>17</b> , 19, 31
Kat 3	Studenti	23	<b>1, 27, 30</b>	20
	Učenici	13, 22	<b>20, 23, 27, 30</b>	<b>1</b>

Tablica 4.8 prikazuje odstupanje između normaliziranih stavova pojedinih skupina ispitanika. Manja odstupanja između normaliziranih stavova predstavljaju razliku od 0,15 do 0,25 dok značajno odstupanje između normaliziranih stavova predstavlja razliku veću od 0,25. Normalizirani stav prve skupine ispitanika je većeg iznosa nego stav drug skupine ispitanika na

neku od izjava, u izjavama navedenim u zagradi normalizirani stav druge skupine ispitanika većeg je iznosa nego normalizirani stav prve skupine ispitanika.

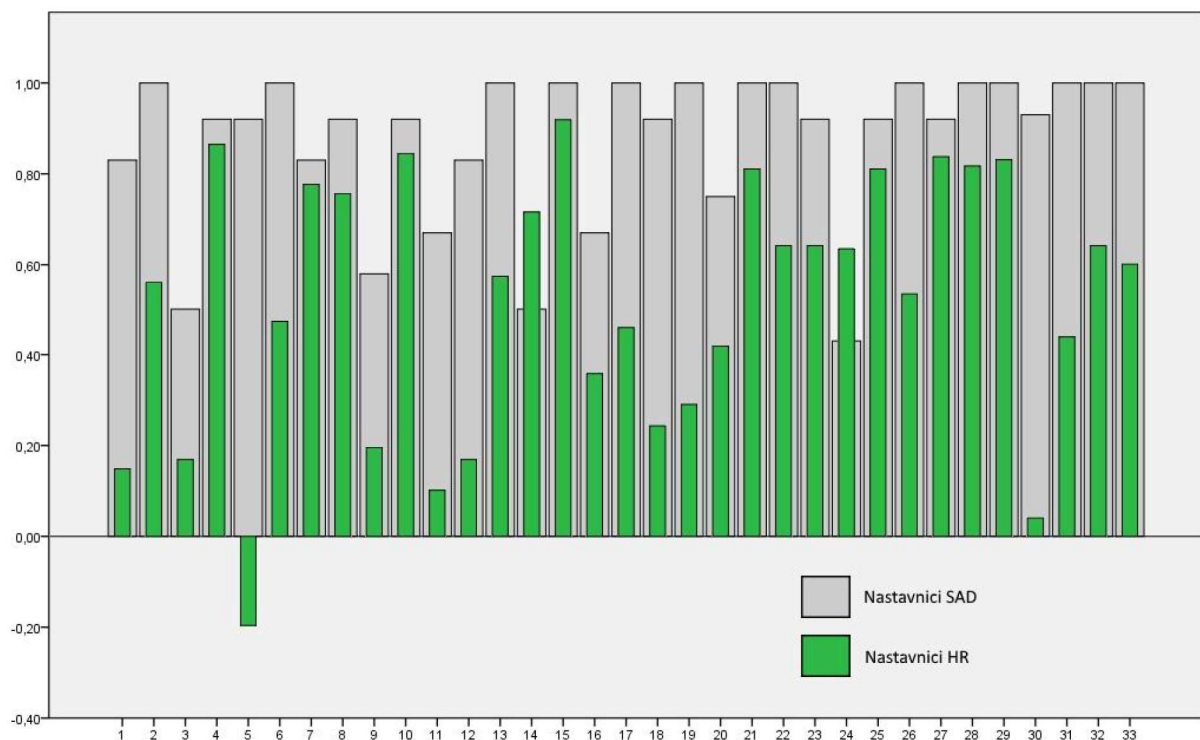
**Tablica 4.8:** *Odstupanja normaliziranih između pojedenih skupina ispitanika.*

Skupine ispitanika	Manje odstupanje između normaliziranih stavova	Značajno odstupanje između normaliziranih stavova
Nastavnici SAD/ Nastavnici HR	<b>1, 12, 18</b> , 19, (14, 24)	<b>5, 30</b>
Studenti GM/ST	26, 30, 33	-
Studenti M/Ž	2, (33)	6
Učenici GM/ST	8, 16, 20, 21, 29, (15, <b>17</b> , 19, 23)	24, 31, 33
Kat 1 Stu/Uče	2, 7, 8, 10, 18, 21, 22	4, 29
Kat 2 Stu/Uče	10, <b>17, 18</b> , 20, 21, 22, 24, 25	15, 28, 29
Kat 3 Stu/ Uče	20, 22, 24	23, 28, 29
DipOF/NastavniciHR	6, 10, 23, 29, 31	1, 3, <b>5</b> , 12, 26, <b>30 (17, 18, 20)</b>

Izjave 1, 5, 11, 12, 17, 18, 27 i 30 podebljane su u Tablicama 4.6, 4.7 i 4.8., jer većina ispitanika u tim skupinama ima normalizirani stav suprotan stavu stručnjaka, a navedene izjave pokazuju odstupanja od stava stručnjaka što je vidljivo iz rezultata istraživanja u Hrvatskoj, Turskoj i Sjedinjenim Američkim Državama. Uloga jednadžbi i formula u rješavanju fizikalnih problema obuhvaćaju izjave 5, 11 i 12. Crtanje skica ili dijagrama prilikom rješavanja fizikalnih problema obuhvaćaju izjave 17 i 18, a izjave 1, 27 i 30 obuhvaćaju odnos ispitanika prema rješavanju fizikalnih problema. Detaljan opis i rasprava navedenih izjava po skupinama ispitanika za koje postoji statistički značajna razlika slijedi u poglavlju 5.

## 5. Rezultati i rasprava

U raspravi su prikazani srednji normalizirani stavovi po pojedinim skupinama ispitanika za koje postoji statistički značajna razlika u stavovima suglasnim sa stavovima stručnjaka. Svaka problematična izjava je detaljnije opisana kako bi se istakli rezultati te su prikazane razlike srednjih normaliziranih stavova po pojedinim izjavama. Slika 5.1 prikazuje usporedbu normaliziranih stavova nastavnika iz slavonsko-baranjskih županija sa stavovima nastavnika iz istraživanja provedenog u Sjedinjenim Američkim Državama [2]. Vidljivo je značajno odstupanje stavova nastavnika iz SAD u 5.-oj i 30.-oj izjavi AAPS ankete, a manja odstupanja su u izjavama 1, 12, 18, i 19 (Tablica 5.3).



**Slika 5.1:** Grafički prikaz normaliziranih stavova nastavnika iz Hrvatske i nastavnika iz SAD.

Rezultati istraživanja pokazuju da nastavnici osječke regije smatraju da je cilj rješavanja fizikalnog problema zapravo pronalazak odgovarajućeg numeričkog rješenja problema, što pokazuje normalizirani stav nastavnika iz Hrvatske na izjavu 5. Pored toga postoji znatno odstupanje od stava nastavnika iz SAD kako prikazuje Slika 5.1. Godine radnog staža nastavnika u Hrvatskoj te izloženost zbirkama zadataka u kojima se većinom traže numerička rješenja jedni su od mogućih razloga nesuglasnosti stavova nastavnika osječke regije sa stavovima stručnjaka. Stručnjaci prvo pokušavaju shvatiti problem tako što razmatraju zakone i formule fizike vezane uz problem, pa ga tek onda rješavaju matematičkim metodama. Obično slijede korake razumijevanje problema, određivanje konceptata vezanih u problem, izradu plana rješavanja



problema i evaluacijom ishoda [15]. Mnogi istraživači su utvrdili da učenici probleme rješavaju uglavnom mehanički, ne dajući mišljenje o sadržaju [16]. Cilj učenika je dolazak do numeričkog rješenja zadataka bez razmišljanja o značenju samoga rješenja [17]. Uspjeh učenika u rješavanju problema u fizici ne ovisi samo o tome poznaju li oni fizikalne pojmove, nego i uspostavljanju odnosa između svih informacija i koncepata u zadatku. Sukladno tome primijećeno je kako stručnjacima za rješavanje problema uzima više vremena razumijevanje problema i koncepata, dok učenici koji rješavaju probleme ne mogu uspostaviti odnose između informacija i koncepata u problemu, a ta nemogućnost uspostavljanja odnosa posebno je izražena u složenijim problemima [15]. Metode rješavanja fizikalnih zadataka propisuju ponavljanje fizikalnih veličina i mjernih jedinica i njihovo pretvaranje te ponavljanje fizikalnih zakona. Rješavanje problema također igra važnu ulogu u razvoju kognitivnih vještina: promatranja problema, istraživanja, analiziranja i tumačenja podataka te evaluacije rezultata. Istraživanja iz područja edukacijske fizike pokazuju korisnost rješavanja problema za učenje, te da je cilj rješavanja problema proučavanje i razumijevanje njegove fizikalne biti [2].

Dvije najproblematičnije izjave za nastavnike iz Hrvatske usko su vezane. Nastavnici osječke regije su neutralnog stava na izjavi 30, koja se odnosi na težinu rješavanje fizikalnih zadataka, pomoću fizikalnih simbola ili brojčanim vrijednostima. Fizikalnim simbolima se dodjeljuje odgovarajuća numerička vrijednost te se cijeli fizikalni problem rješava pomoću brojeva. Ne izvodi se konačna formula problema koja bi pripomogla razvijanju razumijevanja fizikalnih koncepata fizike i što uopće zadani fizikalni problem znači. Nastavnici iz osječke regije znatno odstupaju od stava nastavnika iz SAD koji fizikalne zadatke rješavaju fizikalnim simbolima kako prikazuje Slika 5.1. Učenici uglavnom imaju lošiju izvedbu u rješavanju zadataka fizikalnim simbolima nego rješavanju zadataka brojčanim vrijednostima, a ta razlika se pripisuje zbunjenosti učenika o značenju simbola u jednadžbama i poteškoćama u praćenju većeg broja fizikalnih veličina [1].

Nastavnici osječke regije pokazuju blagu suglasnost s referentnim stavom na izjavi 1. Oni ukoliko nisu sigurni kako započeti rješavati zadatak, samostalno pronalaze način za rješavanje zadanog problema. Osobe koje efikasno rješavaju fizikalne probleme pažljivo pročitaju problem te ulažu dodatni napor kako bi vizualizirali fizikalnu situaciju, organiziraju poznate i nepoznate podatke, crtaju skice vezane uz problem, prave strategiju za rješavanje problema, identificiraju odgovarajuće formule te efikasno koriste algebarske operacije [1].

Slika 5.1 prikazuje stav nastavnika iz Hrvatske koji je u blagoj suglasnosti s referentnim stavom na izjavi 11, odnosno nastavnici iz osječke regije ne koriste rutinski jednadžbe za izračunavanje brojčanih rješenja. Individualne rasprave sa studentima u američkom istraživanju

ukazuju da pojedine jednadžbe koje studenti susreću previše apstraktne. Rasprave su u skladu s prethodnim rezultatima koji sugeriraju kako mnogi studenti shvaćaju rješavanje problema iz fizike kao vježbu pronalaženja odgovarajućih jednadžbi, umjesto građenja intuicije o određenoj vrsti fizikalnih problema [2]. Nastavnici iz SAD i Hrvatske pokazuju suglasnost sa stručnim stavom, ali učenici iz Hrvatske te studenti iz Hrvatske, SAD i Turske pokazuju nesuglasnost na izjavu broj 5 [10].

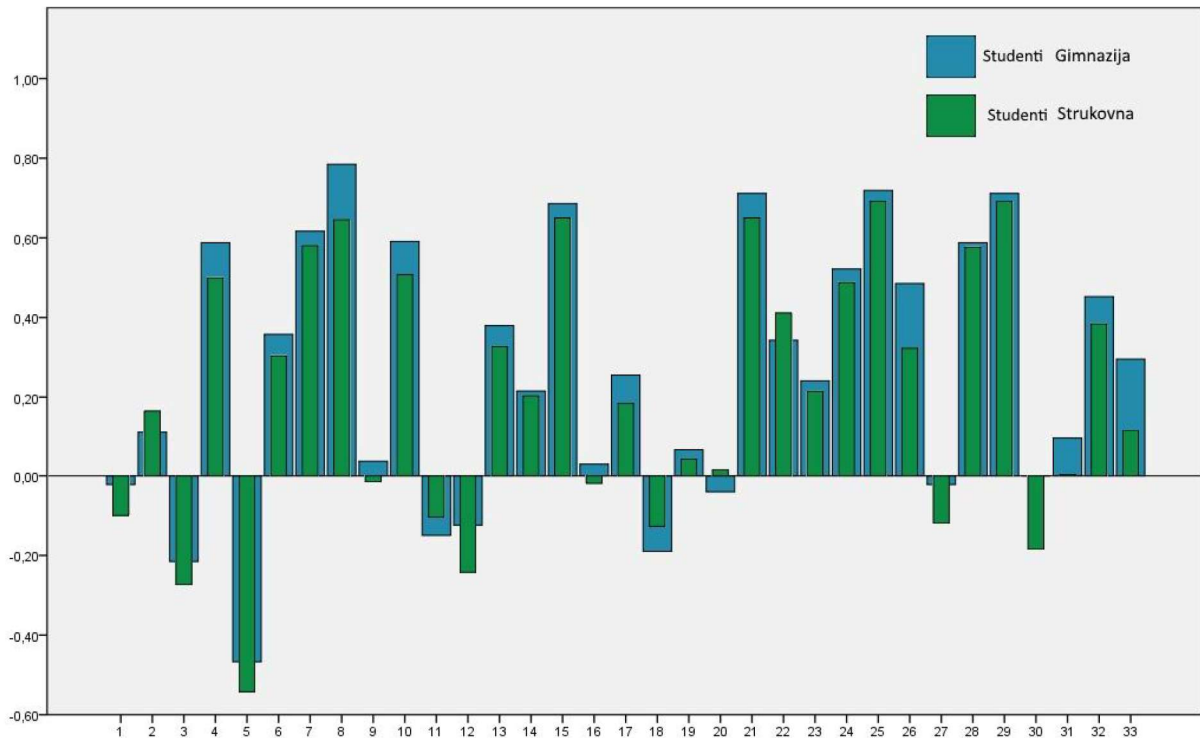
Rezultati pokazuju kako se nastavnici iz osječke regije ne slažu s izjavom 12, prema kojoj fizika sadržava puno jednadžbi od kojih se svaka primarno odnosi na specifičnu situaciju. Stav je u skladu stručnjaka, koji imaju veću vjerojatnost da prepoznaju koherentnost znanja iz fizike i uviđaju kako je nekolicina zakona fizike primjenjiva u različitim situacijama i može objasniti različite fizikalne fenomene [2]. Postoji korelacija između suglasnosti stručnjaka, nastavnika iz Hrvatske i nastavnika iz SAD.

Nastavnici iz osječke regije suglasnog su stava s referentnim na izjavama 17 i 18, odnosno više od polovine njih crta skice ili dijagrame na pitanja višestrukog izbora te na pitanja otvorenog tipa (esejska pitanja) iako nije nužno naznačeno crtanje skice u samom problemu. Izjave 17 i 18 usko su vezane za crtanje skica i/ili dijagrama. Jedna od metoda za rješavanja fizikalnih problema i razumijevanje fizikalnih koncepata koja se primjenjuje na sveučilištima je „I SEE“ metoda, zastupa crtanje skica i pojednostavljivanje problema. Intuitivno se lako prati, prijevod bi bio „ja razumijem“ a svako slovo je akronim: IDENTIFY the relevant concepts (Identifikacija relevantnih koncepata), SET UP the problem (Postavljanje problema), EXECUTE the solution (Rješavanje problema), EVALUATE your answer (Evaluacija rješenja problema). Crtanje skice je sastavni dio identifikacije problema [18]. Iznimno efikasna metoda za razumijevanje fizikalnih koncepata je metoda koju je koristio fizičar Richard Feynman, a sastoji se iz par koraka: Odabira teme koja se proučava te zapisivanjem svega poznatoga o odabranoj temi. Zatim se osoba zamisli kako tu temu predaje u učionici te ju pokušava objasniti jednostavnim pojmovima. Kada dođe do prepreke prilikom objašnjavanja, slijedi nastavak proučavanja dijela teme na kojem se dogodio zastoje prilikom objašnjavanja, sve dok dio ne postane potpuno jasan. Osoba koristiti analogije, pojednostavljivanja i skice kako bi se olakšalo razumijevanje teme [19].

U izjavama 14 i 24, nastavnici osječke regije imaju stav veće suglasnosti od stava nastavnika iz SAD unatoč malom uzorku nastavnika iz SAD. Nastavnici iz Hrvatske su bolji u odnosu na nastavnike SAD kada eksplicitno razmišljaju o konceptima na koje se zadatak odnosi, a kada imaju poteškoća pri rješavanju zadatka lakše kooperiraju s kolegama u analizi problematičnih zadataka.

## 5.1. Usporedba rezultata AAPS ankete po skupinama ispitanika

Postoji statistički značajna razlika između skupina ispitanika studenata koji su pohađali različite srednjoškolske programa. Slika 5.2 pokazuje kako stavovi studenata na izjave 1, 3, 5 11, 12, 18, 27, 30 nisu suglasni referentnim stavovima. Stavovi studenata gimnazijalaca i studenata koji su pohađali strukovne škole su suglasni referentnim stavovima stručnjaka na izjavi 26, ali postoji znatna razlika u razini suglasnosti normaliziranog stava.



Slika 5.2: Normalizirani stavovi studenata po vrsti škole koju su pohađali.

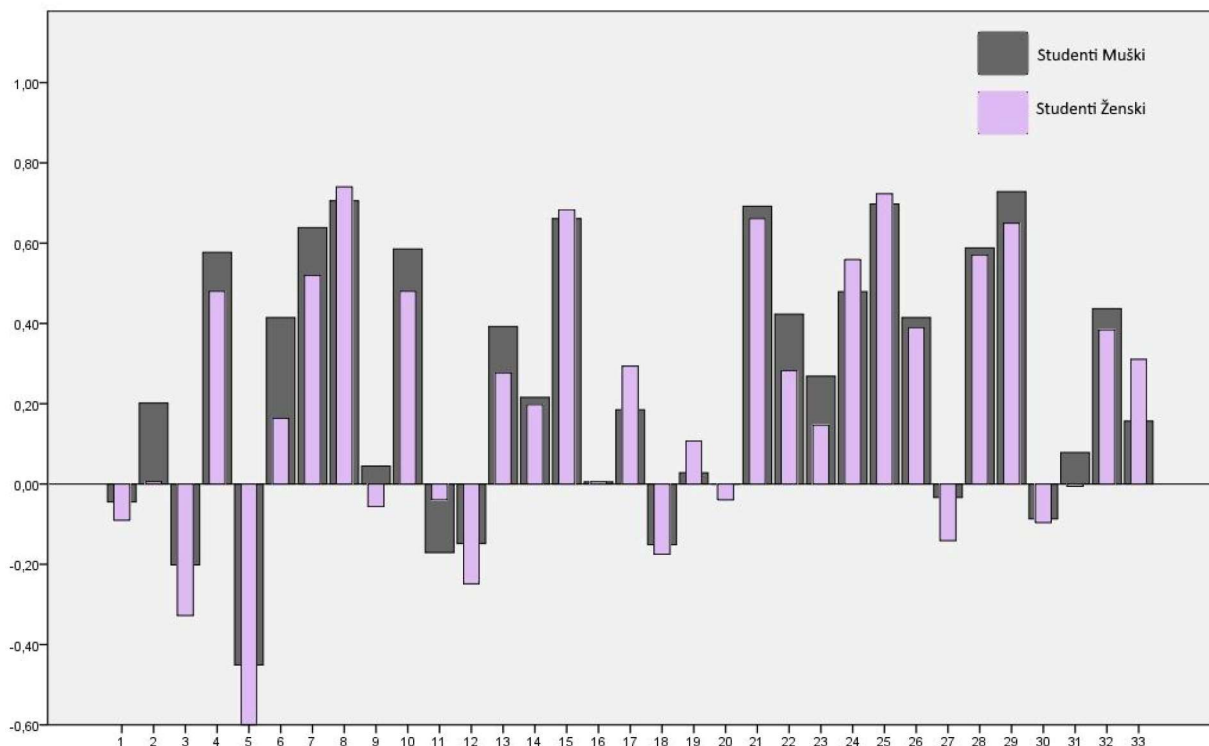
Studenti iz Hrvatske neovisno o srednjoškolskom obrazovanju smatraju kako je pri rješavanja zadataka u fizici najvažnije riješiti matematički dio zadatka. Slika 5.2 pokazuje tu nesuglasnost s referentnim stavovima na izjavi 3. Rezultati su u skladu s istraživanjem provedenim u Sjedinjenim Američkim Državama na Sveučilištu u Pittsburghu. U tom istraživanju je, zaključeno u individualnim razgovorima s nastavnicima kako je konceptualno znanje iz fizike važniji dio rješavanja fizikalnih problema. Istraživači smatraju da učenici teško napreduju u rješavanju fizikalnih problema ukoliko se slabo koriste matematikom, dok iz razgovora sa studentima koji su tek završili srednjoškolsko obrazovanje zaključeno je kako oni smatraju da je matematika glavni dio rješavanja fizikalnih problema [2].

Studenti koji su pohađali gimnazijski program niti se slažu, niti se ne slažu s izjavom 27, dok studenti koji su pohađali strukovne srednje škole ne uživaju prilikom rješavanja fizikalnih

zadataka što prikazuje negativni normalizirani stav na izjavu 27 sa Slike 5.2. Istraživanja iz SAD pokazuju da stručnjaci uživaju prilikom rješavanja fizikalnih zadataka te da izjava 27 pripada kategoriji individualnog pristupa prilikom rješavanja fizikalnih zadatak [11].

Stavovi studenata koji su pohađali gimnazijsko i strukovno srednjoškolsko obrazovanje suglasni su stavovima stručnjaka na izjavi 26 i oni smatraju kako je korisnije riješiti par složenijih zadataka nego više lakih zadataka. Normalizirani stav studenata koji su pohađali gimnazijski program više je suglasan s referentnim stavom nego učenika koji su pohađali stručne srednjoškolske programe. Studenti iz Hrvatske imaju jednak normalizirani stav kao i studenti iz Turske i SAD na izjavi broj 26 [10]. Pojedini studenti iz SAD su izrazili kako slabije uživaju u rješavanja teških zadataka, također smatraju kako je korisnije riješiti više lakših zadataka nego nekolicinu teških zadataka. Jedan student sa istraživanja u SAD izjavio je kako se osjeća frustrirano kada netočno riješi zadatak. Zadovoljno se osjeća kada riješi točno zadatak te ga taj rezultat motivira da nastavi rješavati zadatke, prema tome preferira lakše zadatke [2].

Inferencijalnom analizom utvrđenja je statistički značajna razlika suglasnosti stavova između studenata po spolu, odnosno stavovi muških studenata su više u skladu s referentnim stavovima nego stavovi studentica. Na Slici 5.3 vidljivo je kako na izjavama: 1, 3, 5, 11, 12, 18, 20, 27, 30, studenti nisu u suglasnosti s referentnim stavovima stručnjaka neovisno o spolu. Dok znatna razlika u suglasnosti postoji na izjavi broj 6, gdje su muški studenti znatno više u skladu stručnjaka nego li su to studentice.



Slika 5.3: Normalizirani stavovi studenata po spolu.

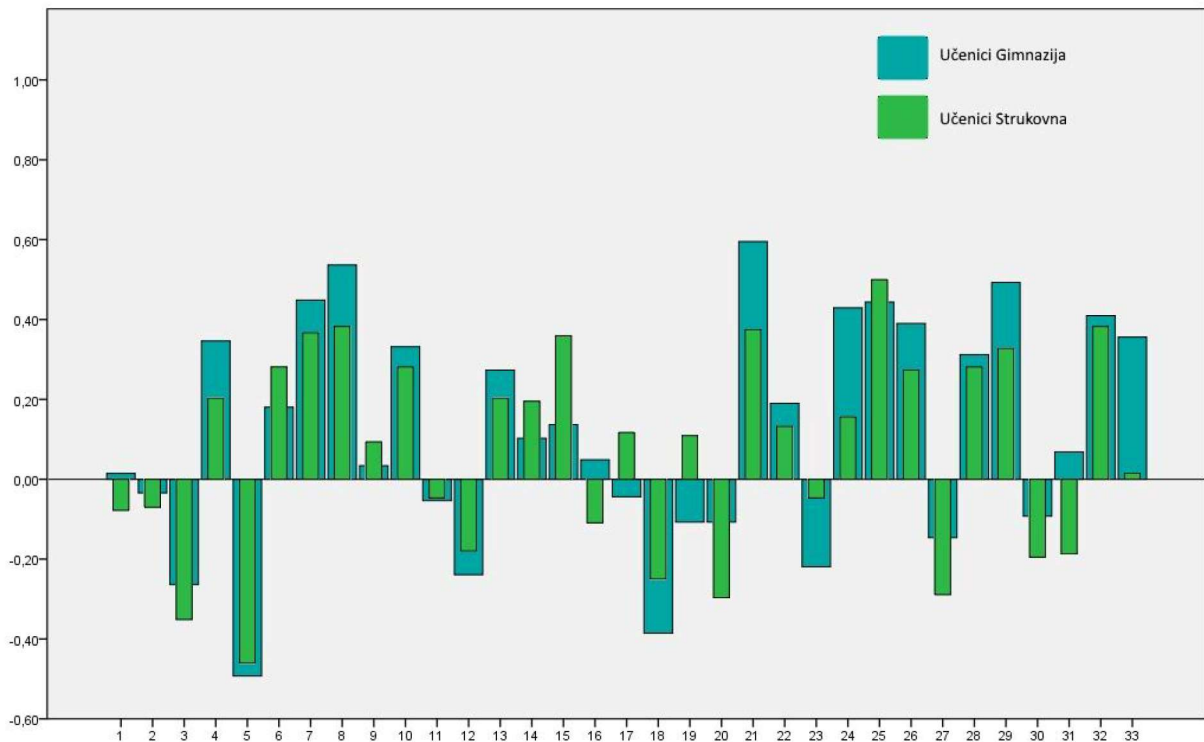
Slika 5.3 pokazuje kako se studenti neovisno o spolu u prosjeku niti slažu niti se ne slažu sa izjavom 20, odnosno nakon rješavanja domaće zadaće studenti su suzdržani oko evaluacije dobivenog rezultata te učenja iz istog. Istraživanje iz SAD pokazuje da njihovi studenti neovisno o spolu uče iz provjera rješenja na kraju knjige. Evaluacija rezultata je bitna za učenje i stvaranje strukturiranog znanja, istraživanje iz SAD pokazuje da bi nastavnici trebali davati napomene studentima da se osvrnu na rezultate fizikalnih zadataka [2].

Najveća razlika srednjeg normaliziranog stava između studenata muškog i ženskog spola je na izjavi 6, oba su stava u skladu sa stavovima stručnjaka, ali su muški studenti više u skladu sa stavom stručnjaka, odnosno prilikom rješavanja problema lakše zaključuju ukoliko im je odgovor netočan bez provjere rješenja na kraju knjige nego li to zaključuju studentice vidljivo je iz Slike 5.3.

Postoji značajna razlika između normaliziranih stavova na izjavama 24, 31, 33 između skupina ispitanika učenika koji pohađaju različiti nastavnički srednjoškolski program prikazuje Slika 5.4. Izjave 3, 5, 12, 18, 20, 27 i 30 su negativne suglasnosti, odnosno neovisno o tome koju srednju školu pohađaju učenici njihovi stavovi na navedene izjave nisu u skladu sa stavovima stručnjaka. Razlika između suglasnih stavova učenika po srednjoškolskom programu je statistički značajna. Učenici koji pohađaju gimnazijski srednjoškolski program imaju stavove više u skladu referentnim stavovima nego li učenici koji pohađaju strukovni srednjoškolski program.

Činjenično znanje kod učenika je razina znanja do koje učenici stižu tijekom školovanja. Učenici gimnazija pokazuju stav koji se niti slaže niti ne slaže sa stavom stručnjaka, dok učenici strukovnih škola konceptualne zadatke rješavaju po osjećaju te njihov stav nije u skladu sa stavom stručnjaka, vidljivo je na izjavi 16 iz Slike 5.4. Istraživanje iz Sjedinjenih Američkih Država pokazuje kako studenti nekad imaju dva pogleda na problem, jedan je utemeljen na njihovom osjećaju dok je drugi utemeljen na znanju koje su stekli na satovima fizike te ta dva pogleda postoje u isto vrijeme, ali teško dolazi do njihovog spajanja [2].

Rezultati iz Slike 5.4 prikazuju da su učenici strukovnih škola više u skladu sa referentnim stavom, odnosno najprije nacrtaju skicu ili dijagram u zadanim problemima. Učenici koji pohađaju gimnazijske škole također crtaju skice ili dijagrame, ali znatno manje nego li učenici strukovnih škola odnosno između te dvije skupine ispitanika postoji znatna razlika na izjavi 15.



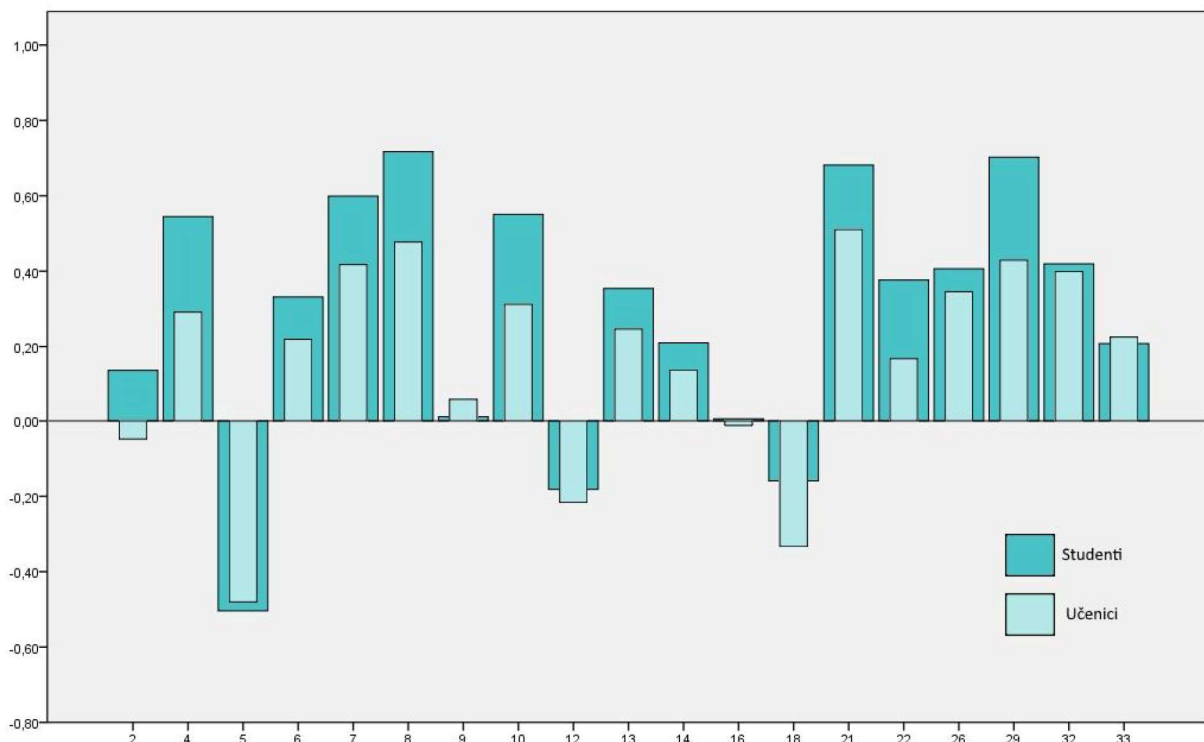
**Slika 5.4:** Normalizirani stavovi učenika po školi koju pohađaju

Učenici koji pohađaju gimnazijsku srednjoškolsku nastavu nakon što riješe nekoliko fizikalnih zadataka su u mogućnosti primijeniti isti zakon i u drugim situacijama, isto mišljenje dijele i učenici koji pohađaju strukovnu srednjoškolsku nastavu, smatraju kako su u mogućnosti reproducirati stečeno znanje i drugim situacijama. Rezultati sa Slike 5.4 na izjavu 21 prikazuju kako su stavovi učenika gimnazijalaca znatno više u skladu stavovima stručnjaka nego li stavovi učenika strukovnih škola.

Rezultati pokazuju najveću razlika između normaliziranih stavova učenika gimnazijalaca i učenika strukovnih školi na izjavi 33 prikazuje Slika 5.4, u kojoj su zadana dva zadatka. Jedan je o bloku koji klizi po kosini. Postoji trenje između bloka i kosine. Drugi zadatak je o osobi koja se ljulja na užetu. Postoji otpor zraka između osobe i čestica zraka. Navedeno je da se oba zadatka mogu rješavati koristeći zakon očuvanja ukupne (ne samo mehaničke) energije. Učenici koji pohađaju gimnazijski srednjoškolski program smatraju kako se oba zadatka mogu riješiti vrlo sličnim postupcima što je u skladu sa stručnim stavom, dok učenici strukovnog srednjoškolskog programa smatraju kako se oba zadatka moraju riješiti koristeći donekle različite postupke što je neutralni stav na izjavu 33.

## 5.2. Usporedba rezultata ispitanika po kategorijama izjava u AAPS anketi

Rezultati istraživanja po izjavama iz kategoriji 1 – „*Konceptualno razumijevanje i primjena*“ prikazani su na Slici 5.5. Vidljivi su negativni normalizirani stavovi u izjavama: 5, 12, 18. Najveća razlika u stavu suglasnosti je na izjavu pod rednim brojem 4 i 29. Postoji statistički značajna razlika suglasnih stavova između skupina ispitanika svih studenata i svih učenika po kategoriji 1, gdje je srednji normalizirani stav studenata više u skladu sa stručnim stavom u odnosu na srednji normalizirani stav svih učenika.



**Slika 5.5:** Normalizirani stavovi učenika i studenata po kategoriji 1.

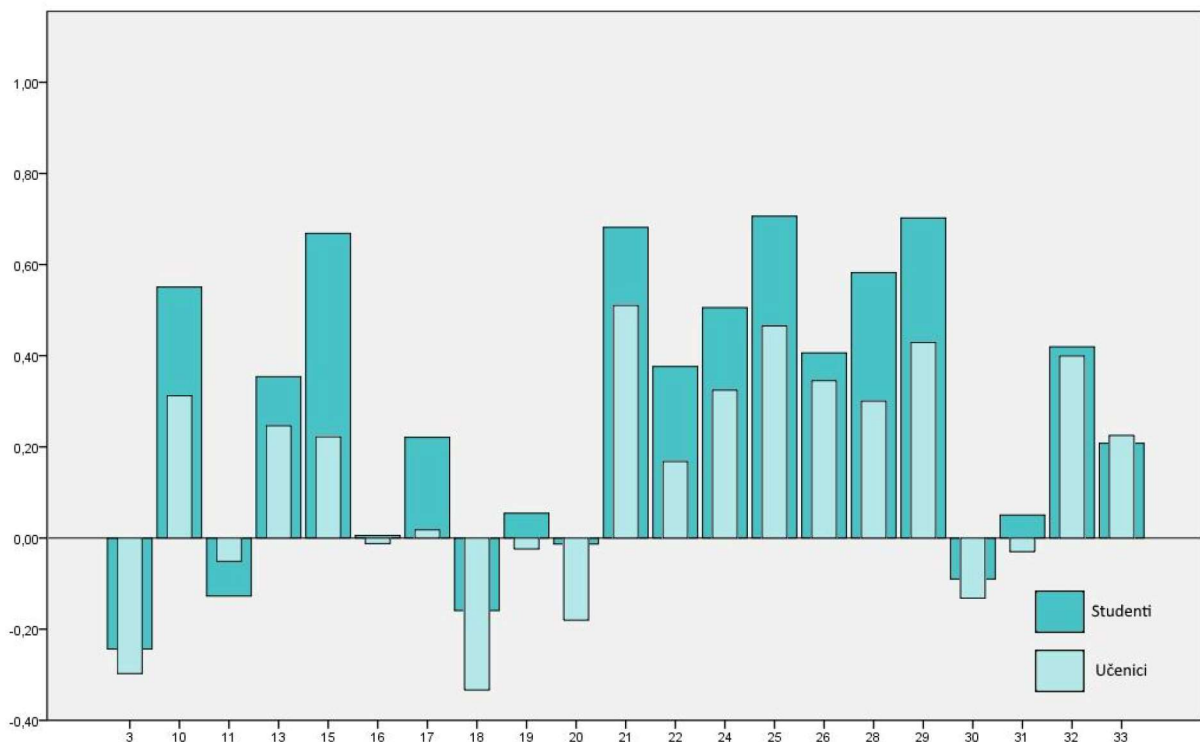
Rezultati sa Slike 5.5 pokazuju da studenti iz Hrvatske koriste aproksimacije o fizikalnom svijetu prilikom rješavanja fizikalnih problema, dok normalizirani stav učenika iz osječkih srednjih školi je približno 0, odnosno niti se slažu niti se ne slažu sa izjavom broj 2. Studenti sa Sveučilišta u Pittsburghu prilikom razgovora izjasnili su se kako ne povezuju fizikalne probleme sa stvarnim svijetom, dok u pojedinim fizikalnim problemima uvrštavaju i aproksimiraju sve varijable više puta kako bi došli do rješenja sve dok rješenje ne bude točno [2].

Učenici i studenti osječke regije imaju suglasan stav referentnom stavu na izjavi 4, dok iznos normaliziranog stava studenata je značajno veći od iznosa normaliziranog stava učenika, prikazuje Slika 5.5. Stavovi obje skupine ispitanika su u skladu sa stručnim stavom, odnosno i

učenici i studenti iz Hrvatske pri rješavanju zadataka u fizici, prije traženja odgovarajuće jednadžbe identificiraju fizikalne zakone koji se odnose na problem.

Inferencijalnom statističkom analizom zaključeno je da ne postoji statistički značajna razlika između učenika muškog i ženskog spola na izjave kategorije 1. Dok svi učenici i studenti koji su pohađali gimnazijske srednjoškolske programe pokazuju stavove koji su više suglasni sa referentnim stavovima od učenika i studenata koji su pohađali strukovne srednjoškolske programe. Studenti muškog spola ima skladnije stavove referentnim stavovima od studenata ženskog spola ta razlika između razine sukladnosti je statistički značajna u kategoriji 1 - „*Konceptualno razumijevanje i primjena*“.

Normalizirani stavovi učenika i studenata po izjavama u kategoriji 2 – „*strategije rješavanja problema*“ prikazane su na Slici 5.6. iz koje su vidljive problematične izjave: 3, 11, 16, 18, 20, 30, 31 gdje normalizirani stav učenika i studenata nije u skladu stručnom referentnom stavu, dok je najveća razlika u normaliziranom stavu na izjavi pod rednim brojem 15. Razlika stava suglasnosti između učenika i studenata po kategoriji 2 je statistički značajna, odnosno stav studenata je više u skladu sa stručnim stavom, nego stav učenika.



**Slika 5.6:** Normalizirani stavovi učenika i studenata po kategoriji 2

Učenici radije rješavaju zadatke s konkretnim brojevima i izbjegavaju izražavanje simbolima, rijetko crtaju skice, ne uče na svojim pogreškama kako pokazuje normalizirani stav



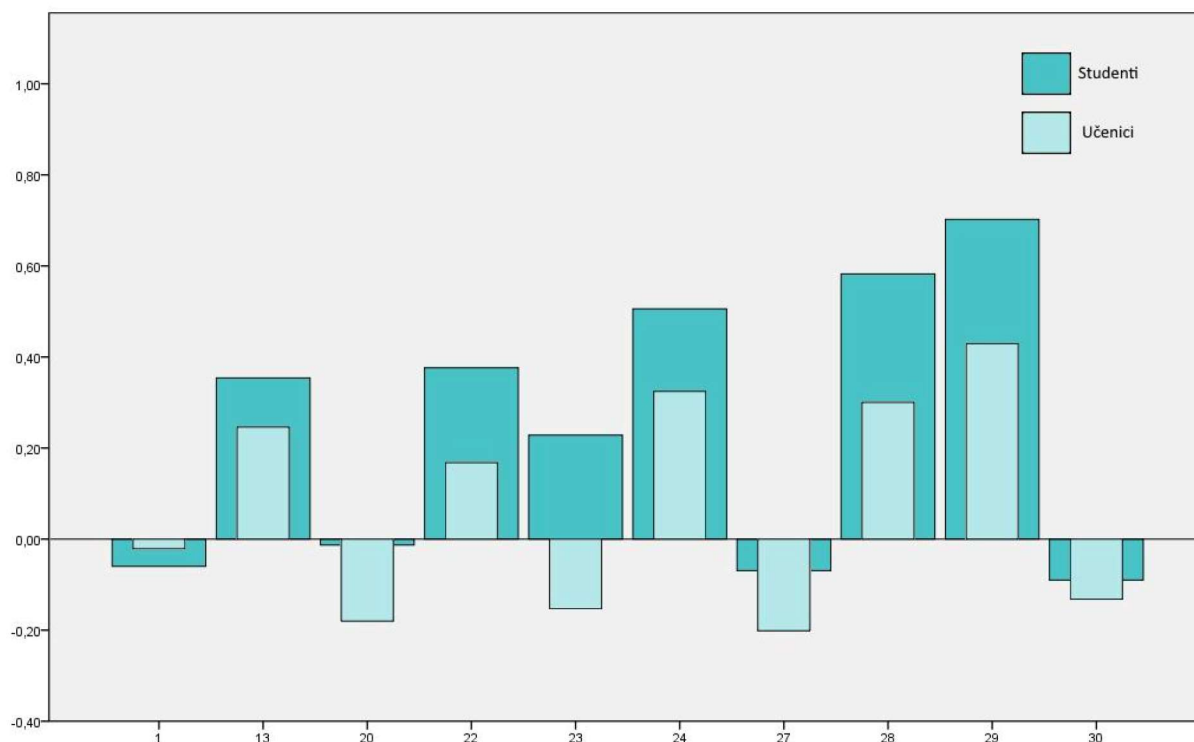
na izjavi 31 sa Slike 5.6, stručnjaci čine upravo suprotno: radije zadatak riješe pomoću simbola, a na kraju samo uvrste brojčane vrijednosti, a pogrešan rezultat ih potiče na analizu pogreške i autokorekciju kako se takve pogreške više ne bi ponovile. Slika 5.6 pokazuje kako studenti blago naginju stavu stručnjaka na izjavi broj 31.

Ne postoji statistički značajna razlika između suglasnih stavova učenika u ovisnosti u spolu i studenata u ovisnosti o spolu u kategoriji 3. Učenici i studenti neovisno o spolu imaju slične strategije rješavanja, dok učenici i studenti gimnazijskih srednjoškolskih programa pokazuju skladnije stavove referentnim stavovima od učenika i studenata strukovnih srednjoškolskih programa što pokazuje inferencijalna statistička analiza.

Istraživanje iz Sjedinjenih Američkih Država pokazuje kako studenti imaju problema pratiti više varijabli tijekom rješavanja fizikalnog problema što ih motivira da uvrste brojeve na samom početku rješavanja problema. Pojedini studenti su naglasili kako ne vole rješavati izraz pomoću simbola u strahu od pogreške prilikom pojednostavljivanja izraza [2].

#### Kategorija 3 – „Individualni pristup i odnos pri rješavanju zadataka“.

Iz Slike 5.7 vidljivi su negativni normalizirani stavovi učenika i studenata u izjavama 27 i 30 odnosno suprotnog stava sa referentnim stavom, dok je najveća razlika u stavu suglasnosti na izjavu pod rednim brojem 23 i 28. U kategoriji 3 stavovi studenata su više u skladu sa stavovima stručnjaka, dok je srednji normalizirani stav učenika približno 0.



**Slika 5.7:** Normalizirani stavovi učenika i studenata po kategoriji 3.

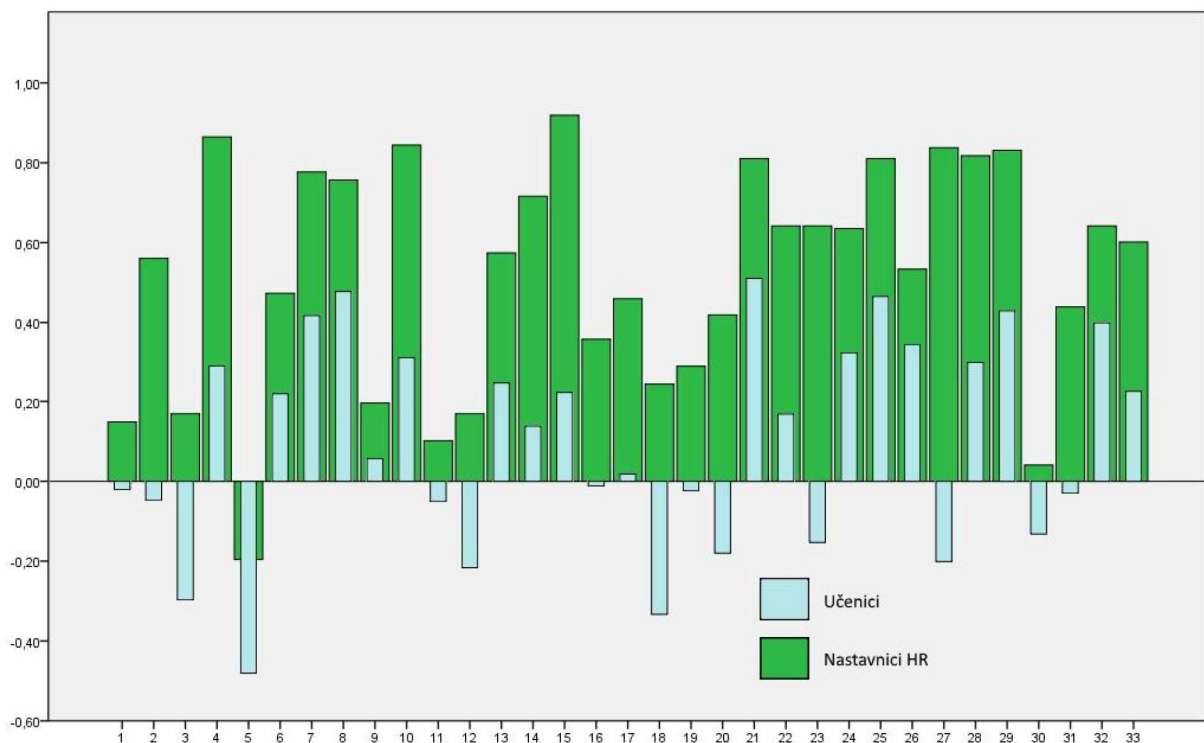
Rezultati izjave 23 iz kategorije „*Individualni pristup i odnos pri rješavanju zadataka*“ pokazuju da učenici imaju slabu upornost kada ne mogu riješiti zadatak te odustaju. Normalizirani stav nije u skladu sa stručnim stavom, dok normalizirani stav studenata je u skladu sa stručnim te upućuje na veću upornost kod studenata prilikom rješavanja fizikalnih zadataka. Znatna razlika između normaliziranih stavova na izjavi 23 vidljiva je na Slici 5.7. Studenti Sveučilišta u Pittsburghu ne odustaju prilikom rješavanja fizikalnih problema, također većina njih se izjasnila kako voli rješavati teže probleme [2]. Postoji korelacija između stavova suglasnosti studenata iz Hrvatske i studenata i SAD, dok studenti i učenici iz Turske pokazuju izričito nesuglasne stavove stručnim na izjavi 23 AAPS ankete [10].

Normalizirani stavovi učenika i studenata na izjavi 28 su u skladu sa stavom stručnjaka, odnosno učenici i studenti primjenjuju različite pristupe rješavanja zadataka ako određeni ne daje rezultat. Studenti pokazuju veću razinu suglasnosti sa referentnim stavom u odnosu na učenike, prikazuje Slika 5.7. Razlika suglasnosti implicira da su studenti uporniji od učenika, teže odustaju te više koriste metodu pokušaja i pogrešaka od učenika. Slične rezultate pokazuju i istraživanja u SAD i Turskoj gdje također studenti koriste metodu pokušaja i pogrešaka, ali sa stečenim iskustvom kroz višegodišnje učenje fizike lakše pronalaze pravi pristup rješavanja problema [2] [10].

Inferencijalna statistička analiza pokazuje da ne postoji statistički značajna razlika između suglasnih stavova učenika i studenata po spolu, odnosno učenici i studenti po spolu imaju sličan individualni pristup i odnos pri rješavanju zadataka. Ne postoji statistički značajna razlika između stavova suglasnosti studenata i učenika ovisno spolu, dok učenici koji su pohađaju gimnazijski srednjoškolski program imaju stavove iz kategorije 3 skladnije stručnim referentnim stavovima nego učenici koji su pohađaju strukovno srednjoškolsko obrazovanje, a ta je razlika statistički značajna.

### 5.3. Usporedba stavova učenika sa stavovima nastavnika

Zajedničke problematične izjave po skupinama ispitanika učenika i nastavnika osječke regije su: 1, 5, 11, 12, 18, 30, nastavnici osječke regije imaju neutralan ili nesuglasan stav referentnim stavovima na problematične izjave kako prikazuje Slika 5.8. Dok su učenici ti koji pretežno imaju nesuglasan stav prema referentnom stavu. Postoji korelacija između nastavnika i učenika na pojedinim izjavama, odnosno na izjave gdje nastavnici pokazuju nesuglasan stav referentnom stavu učenici imaju znatno veću razinu nesuglasnosti u odnosu na referentni stav.

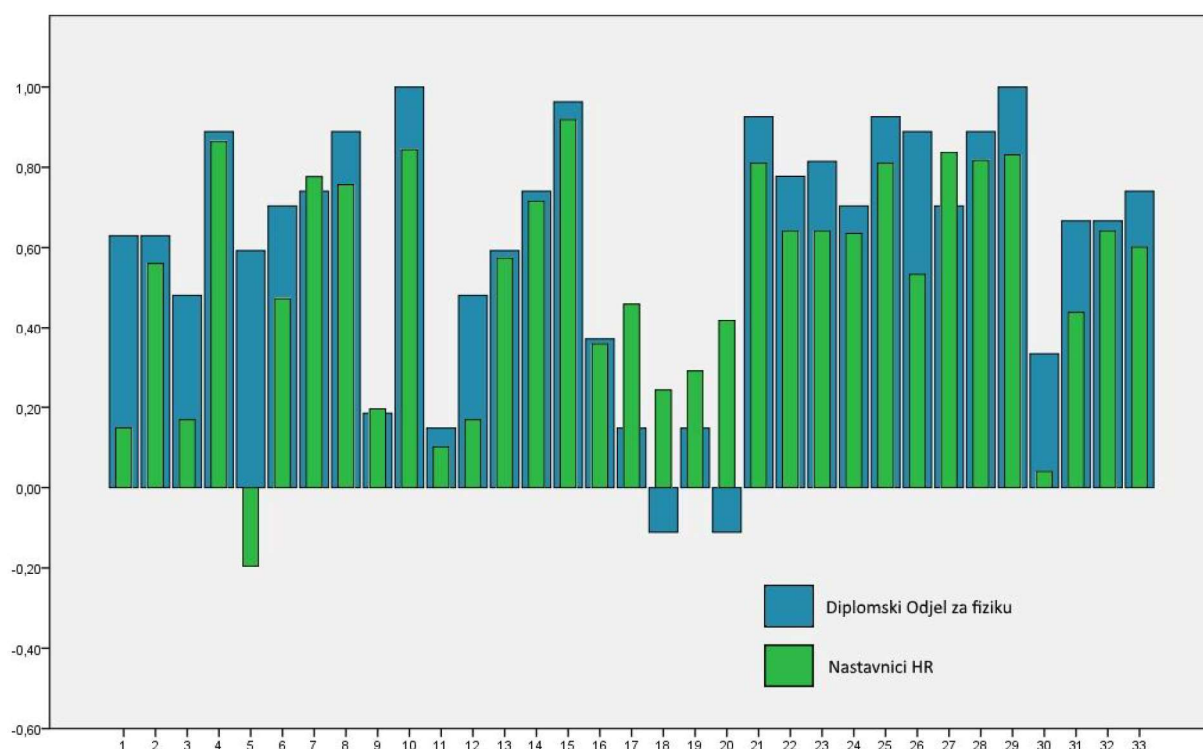


**Slika 5.8:** Normalizirani stavovi učenika i nastavnika iz Hrvatske.

Izjava 5 je jedina izjava u kojoj nastavnici osječke regije pokazuju nesuglasnost stručnom stavove također i učenici pokazuju najveću nesuglasnost stručnom referentnom stavu prikazuje Slika 5.8.

Inferencijalna statistička analiza pokazuje kako ne postoji statistički značajna razlika između suglasnih stavova nastavnika iz osječke regije i studenata diplomskog studij Fizike i informatike Odjela za fiziku koji su budući nastavnici fizike. Iako je srednji normalizirani stav studenata diplomskog studija veći od srednjeg normaliziranog stava nastavnika, ta razlika nije statistički značajna.

Slika 5.9 prikazuje problematičnu izjavu pod rednim brojem 5 kod nastavnika, odnosno nastavnici smatraju kako je rješavanja fizikalnih problema zapravo povezivanje problema s jednadžbama kako bi se dobila brojčana vrijednost (detaljni opis u poglavlju 5.), dok budući nastavnici imaju stav suglasan stručnom stavu, razlika između tih normaliziranih stavova je značajna. Rezultati pokazuju da nastavnici češće crtaju skice bez opravdanog razloga te više uče iz riješenih zadataka (izjave 18 i 20), dok studenti diplomskog studija Fizike i informatike (budući nastavnici) imaju nesuglasne stavove referentnim stavovima na izjave 18 i 20. Studenti diplomskog studija Fizike i informatike također kao i studenti osječke regije domaće zadaće ne smatraju vrlo važnom za vlastito učenje, već su one dio obaveze za polaganje određenih kolegija.

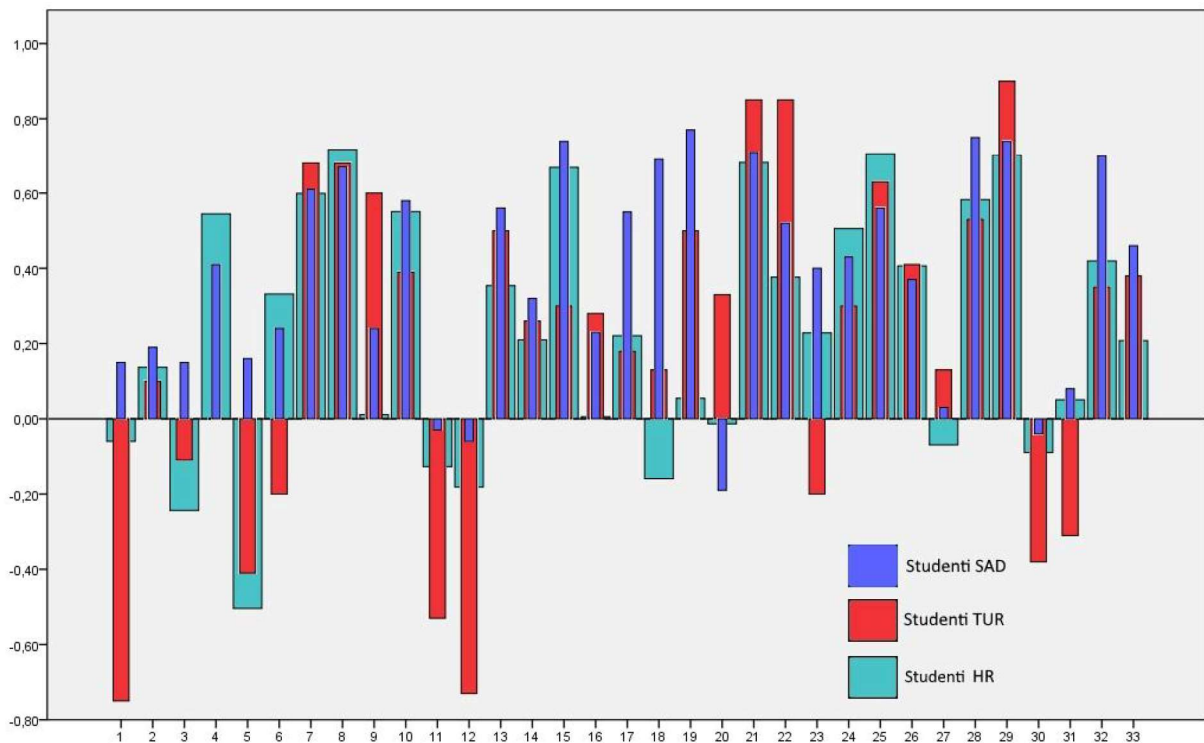


**Slika 5.9:** Normalizirani stavovi nastavnika iz Hrvatske i budućih nastavnika.

Kako bi se napredovalo potrebno je poboljšati poučavanje, trebao bi postojati sustavni pristup svakome nastavnom satu, na kome će se razvijati i povezivati fizikalni koncepti, također je bitno razvijati matematiku u funkciji fizike, odnosno napraviti vidljivu korelaciju između fizike i matematike. Sami nastavnici trebaju samostalno učiti i implementirati metode poučavanja koje daju bolje rezultate, pratiti svoj osobni rast i razvoj. Sudjelovati na stručnim usavršavanjima.

#### 5.4. Usporedba rezultata istraživanja sa rezultatima sličnih istraživanja u drugim zemljama

Na Slici 5.10 su prikazani normalizirani stavovi studenata u Sjedinjenim Američkim Država, Turskoj [10] i Hrvatskoj. Ono što je zanimljivo i implicira da neovisno obrazovnom sustavu pojedinih država, studenti imaju slične nesuglasnosti sa stavovima stručnjaka. Problematične nesuglasne izjave su: 1, 3, 5, 11, 12, 30. Analiza normaliziranih stavova za ove izjave pokazuje da studenti imaju poteškoće pri rješavanju zadataka pomoću simbola (izjave 5, 30) te imaju poteškoće sa samim razumijevanjem fizikalnih zakona (izjave 11, 12). Studenti nemaju razvijenu vještinu samostalnog učenja, lako odustaju kada se nađu pred problemom kojega ne mogu samostalno riješiti te ne mogu nastaviti rješavati problem bez pomoći nastavnika ili asistenta.



**Slika 5.10:** Normalizirani stavovi studenata u Hrvatskoj, Sjedinjenim Američkim Državama i Turskoj

Studenti iz Hrvatske pokazuju najveću suglasnost sa stavovima stručnjaka na izjavama 4, 6, 8, 24, 25, u odnosu na studente Turske i Sjedinjenih Američkih Država prikazuje Slika 5.10, odnosno ne zaostaju mnogo za studentima iz SAD, dok su u prosjeku više suglasni stavu stručnjaka od studenata iz Turske.

## 6. Zaključak

Provedeno istraživanje pokazuje da je AAPS anketa može smatrati pouzdanim dijagnostičkim instrumentom za procjenu stavova i pristupa učenika i studenata osječke regije prema rješavanju fizikalnih problema. Rezultati analize osobnih stavova ispitivanih učenika i studenata ukazuju da u srednjem ukupnom stavu svih ispitanika, koji se sastoji od tri stava (stav suglasan sa stručnim, stav suprotan od stručnog, neutralni stav) dominiraju stavovi suglasni sa stavom stručnjaka u području fizike.

Analiza odziva ispitanika usmjerena na procjenu stavova ispitanika koji su suglasni sa stavovima stručnjaka pokazuje kako postoji statistički značajna razlika koja potvrđuje da je osobni stav studenata, za razliku od učenika, sličniji stavu stručnjaka kako na cijeloj anketi tako i unutar prepoznatih kategorija u koje su razvrstane izjave iz ankete. Postoji statistički značajna razlika u ovom stavu između gimnazijalaca i ispitanika koji pohađaju ili su završili strukovne škole pri čemu gimnazijalci iskazuju stav sličniji stavu stručnjaka. Ne postoji statistički značajna razlika u ovom stavu s obzirom na spol ispitanika po svim izjavama u anketi kao i unutar svake od tri kategorije izjava. Analiza ukupnih stavova ispitanika po skupinama pokazuje da za neke izjave ispitanici izražavaju značajno suprotan stav u odnosu na stav stručnjaka. Pri tome, i učenici i studenti za iste izjave s velikom frekvencijom odziva izražavaju stavove suprotne stavovima stručnjaka što potvrđuje početnu pretpostavku da se ove studente može smatrati učenicima koji su završili četvrti razred srednje škole. Njihovi osobni stavovi su očekivano bliži stavovima stručnjaka nego stavovi opće populacije učenika srednjih škola zbog toga što su se oni svojim izborom studija ipak opredijelili za tehničke/prirodoslovne fakultete u kojima fizika, predstavlja jedan od temeljnih kolegija.

Preporuka za napredak u rješavanju fizikalnih problema prati algoritam [18]:

- Identifikacija relevantnih pojmova korištenjem zadanih uvjeta u problemu zbog određivanja relevantnih fizikalnih koncepata vezanih uz problem.
- Određivanje tražene varijable problema.
- Prepoznavanje poznatih veličina koje su navedene ili implicitno zadane u problemu.
- Postavljanje problem na već identificirane, poznate i tražene veličine.
- Crtanje skice ili dijagrama opisane situacije u problemu, skica ili dijagram može sugerirati kako riješiti zadani problem.
- Samostalno procijeniti rezultati te onda izvršiti rješavanja problema, odnosno matematički dio, korak po korak.

- Provjeriti i evaluirati dobiveni odgovor, usporediti ga sa samostalnom procjenom te razmotriti ukoliko postoji neusklađenost rezultata i procjene.
- Razmisliti kako je moguće odgovoriti na općenitiju ili težu verziju problema koji je riješen.

**Tablica 6.1:** *Izdvojeni glavni rezultati istraživanja.*

Ne postoji statistički značajna razlika između suglasnih stavova učenika osječke regije po spolu.
Stavovi studenata osječke regije više se suglasni stručnim stavovima nego li stavovi učenika osječke regije.
Studenti i učenici (osječke regije) gimnazijskih srednjoškolskih programa više su suglasni stručnim stavovima nego stavovi studenata i učenika stručnih srednjoškolskih programa.
<p>Problematične izjave 5 i 30:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Na izjavu 5, studenti diplomskog studija fizike imaju suglasan stav stručnom stavu, dok nesuglasan stav stručnom stavu imaju sve ostale skupine: studenti osječke regije, učenici osječke regije, nastavnici osječke regije.</li> <li>• Na izjavu 30, studenti diplomskog studija fizike imaju suglasan stav stručnom stavu, dok nesuglasan stav stručnom stavu imaju studenti i učenici Osječke regije, nastavnici osječke regije imaju neutralan stav na izjavu broj 30.</li> </ul>
Studenti iz Hrvatske imaju veću razinu suglasnosti na izjavama: 4, 6, 8, 24, 25, u odnosu na studente iz Sjedinjenih Američkih Država i studente iz Turske.

## 7. Literatura

- [1] J.L. Docktor, J.P. Mestre, »Synthesis of discipline-based education research in physics,« *Phys. Rev. ST. Phys. Educ. Res.* 10, 020119, 2014.
- [2] A. Mason, Ch. Singh, »Surveying graduate students' attitudes and approaches to problem solving,« *Phys. Rev. ST. Phys. Educ. Res.* 6, 020124, 2010.
- [3] W. Adams, K. Perkins, N. Podolefsky, M. Dubson, N.Finkelstein, and C. Wieman, »New instrument for measuring students' beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Sruvey,« *Phys. Rev. ST. Phys. Educ. Res.* 2, 010101, 2006.
- [4] E. Redish, J. Saul, R. Steinberg, »Students expecatation in introductory physics,« *Am. J. Phys.* 66 (3), 212, 1998.
- [5] I. Halloun, D. Hestenes, »Interpreting VASS dimensions and profiles for physics students,« *Sci. Educ.* 7, 553, 1998.
- [6] B. White, A. Elby, J. Frederiksen, C. Schwarz, »Helping physics students learn how to learn,« *American Journal of Physics* 69, S54, 2001.
- [7] Marina Milner Bolotin, Tetyana Antimirova, Andrea Noack, Anna Petrov, »Attitudes about science and conceptual physics learning in university introductory physics courses,« *Phys. Rev. ST, Phys. Educ. Res.* 7, 020107, 2011.
- [8] R. Bethany, Wilcox, H.J. Lewandowski, »Developing skills versus reinforcing concepts in physics labs: Insight from a survey of students' beliefs about experimental physics,« *Phys. Rev. ST. Phys. Educ. Res.* 13, 010108, 2017.
- [9] K. Cummings, S. Lockwood, J. D. Marx, »Attitudes toward problem solving as predictors of student success,« *AIP Conf. Proc.* 720, 133, 2004.
- [10] N. Balta, A.J. Mason, Ch. Singh, »Surveying Turkish high school and univesity students' attitudes and approaches to physics problem solving,« *Phys. Rev. ST, Phys. Educ. Res.* 12, 010129, 2016.
- [11] Kara E. Gray, Wendy K. Adams, Carl E. Wieman, Katherine K. Perkins, »Students know what physicists believe, but they don't agree: A study using the CLASS survey,« *Phys. Rev. ST. Phys. Educ. Res.* 4, 020106, 2008.
- [12] L. Cronbach, »Coefficient alpha and the internal structure of tests,« *Psychometrika* 16, 297, 1951.



- [13] M. Stephens, »EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons,« *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 69, No. 347, 1974.
- [14] S.S. Shapiro; M. B. Wilk, »An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples),« *Biometrika*, Vol. 52, No. 3/4, 1965.
- [15] E. Ince, »An Overview of Problem Solving Studies in Physics Education,« *Journal of Education and Learning*; Vol. 7, No. 4; 2018, 2018.
- [16] John Bolton, Shelagh Ross , »Developing students' physics problem-solving skills,« *Phys. Educ.* 32 176, 1997.
- [17] R. Plotzner, *The Integrative Use of Qualitative and Quantitative Knowledge in Physics Problem Solving*, Frankfurt am Main: Peter Lang, 1994.
- [18] Hugh D. Young, Roger A. Freedman, A. Lewis Ford, *University Physics With Modern Physics* 13th Edition, Pearson Education, Inc., 2012.
- [19] R. P. Feynman, *Lectures on Physics*, 1963.

## 8. Prilog

### ANKETA O STAVOVIMA I PRISTUPIMA RJEŠAVANJU FIZIKALNIH ZADATAKA

#### UVODNE NAPOMENE (Svakako pročitati !!!)

Navedene izjave mogu ili ne mogu opisati vaš odnos prema pristupu rješavanju fizikalnih zadataka.

Molimo Vas da za svaku izjavu osjenčate odgovor od 1 do 5 , a odgovori znače:

**1 – NE SLAŽEM**

**2 – djelomično se NE SLAŽEM SE**

**3 – niti se slažem niti se ne slažem**

**4 – djelomično se SLAŽEM SE**

**5 – SLAŽEM**

***Izaberite jedan od gornjih pet odgovora koji najbolje izražava Vaš osobni stav prema danoj izjavi.***

Ukoliko ne razumijete neku izjavu , ostavite prazno (neosjenčano).

Ukoliko izjavu razumijete, ali nemate jasno osobno mišljenje o njoj izaberite odgovor 3 (niti se slažem niti se ne slažem!).

***Molimo Vas, da izabrani odgovori izražavaju vaš iskreni osobni stav.***

Vaši odgovori se ne ocjenjuju i ne utječu na vaš osobni uspjeh.

Rezultati ove ankete pomažu nam u nastojanju da bolje osmislimo što učinkovitiju nastavu fizike.

<b>1.</b> <i>Ako nisam siguran/sigurna kako započeti rješavati zadatak, ne znam kako nastaviti ukoliko ne potražim pomoć nastavnika ili asistenta.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>2.</b> <i>Kad rješavam fizikalne zadatke, često koristim aproksimacije o fizikalnom svijetu.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>3.</b> <i>Pri rješavanju zadataka u fizici, najvažniji dio postupka je biti u stanju riješiti matematički dio u zadatku.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>4.</b> <i>Pri rješavanju zadataka u fizici, prije traženja odgovarajuće jednadžbe uvijek identificiram fizikalne zakone koji se odnose na problem.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<b>5.</b> <i>"Rješavanje zadataka" u fizici zapravo znači povezivanje zadataka s odgovarajućim jednadžbama te zatim u njih uvrštavati vrijednosti kako bi se dobila brojčana vrijednost.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>6.</b> <i>Kod rješavanja fizikalnih problema, često mogu zaključiti da mi je odgovor netočan, čak i bez provjere rješenja na kraju knjige kao i ukoliko ne razgovaram s nekim o rješenju.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>7.</b> <i>Kako bih mogao/mogla primijeniti jednadžbu pri rješavanju zadatka ( osobito u zadatku koji nisam prije vidio/vidjela) razmišljam o tome što predstavlja svaki član u jednadžbi i kako odgovora zadanoj problemskoj situaciji.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>8.</b> <i>Postoji samo jedan ispravan način rješavanja zadanog fizikalnog problema.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>9.</b> <i>Koristim sličan pristup rješavanju svih zadataka koji uključuju zakon očuvanja količine gibanja čak i ako su fizikalne situacije zadane u zadacima jako različite.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>10.</b> <i>Ako nisam siguran/sigurna koji je ispravan pristup rješavanju zadataka, razmislit ću o fizikalnim zakonima koji se mogu primijeniti i vidjeti daju li oni smisljeno rješenje.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>11.</b> <i>Jednadžbe nisu nešto što je potrebno razumjeti po intuiciji; lako nisu intuitivne, ja ih rutinski koristim za izračunavanje brojčanih rješenja.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>12.</b> <i>Fizika sadržava puno jednadžbi od koji se svaka primarno odnosi na specifičnu situaciju.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>13.</b> <i>Ako bih koristio/koristila različite pristupe pri rješavanju fizikalnih zadataka i ako bi oni dali različite rezultate, proveo/provela bih znatan dio vremena razmišljajući o tome koji pristup ima više smisla.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>14.</b> <i>Pri rješavanju fizikalnih zadataka, uvijek eksplicitno razmišljam o konceptima na koje se zadatak odnosi.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>15.</b> <i>Pri rješavanju fizikalnih zadataka, često mi koristi najprije nacrtati skicu ili dijagram situacija opisanih u zadacima.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>16.</b> <i>Kada odgovaram na konceptualna pitanja iz fizike, često radim „po osjećaju“, a ne primjenjujem fizikalne zakone o kojima obično razmišljam pri rješavanju numeričkih zadataka.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>17.</b> <i>Jednako je vjerojatno da ću nacrtati skice i/ili dijagrame i pri odgovaranju na pitanja</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<i>višestrukog izbora i pri odgovaranju na pitanja otvorenog tipa (esejska pitanja).</i>					
<b>18.</b> <i>Često nacrtam skice i/ili dijagrame čak i kada nema opravdanog razloga za to.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>19.</b> <i>Velika je vjerojatnost da ću napraviti koncept pri odgovaranju na pitanja višestrukog izbora kao i na pitanja otvorenog tipa (esejska pitanja).</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>20.</b> <i>Nakon što riješim svaki fizikalni zadatak iz domaće zadaće, neko vrijeme razmišljam i učim iz riješenog zadatka.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>21.</b> <i>Nakon što riješim nekoliko fizikalnih zadataka u kojima se isti zakon primjenjuje u različitim kontekstima, trebao/trebala bih biti u mogućnosti primijeniti isti zakon i u drugim situacijama.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>22.</b> <i>Ako mi se čini da dobiveno rješenje fizikalnog zadatka nema smisla, znatan dio vremena provodim razmišljajući o tome što ne valja u rješenju.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>23.</b> <i>Ako ne mogu riješiti zadatak za deset minuta, odustajem.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>24.</b> <i>Kada imam teškoća pri rješavanju zadataka za domaću zadaću, rado s kolegom/kolegicom analiziram taj zadatak.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>25.</b> <i>Ako ne riješim točno zadatak u testu ili u domaćoj zadaći, uvijek učim na svojim greškama kako ih ubuduće ne bih više ponovio/la.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>26.</b> <i>Za mene je korisnije riješiti nekoliko teških zadataka sistematičnim pristupom i učiti iz njih nego riješiti u nizu nekoliko međusobno sličnih laganih zadataka.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>27.</b> <i>Uživam rješavati fizikalne zadatke čak iako ponekad mogu predstavljati izazov.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>28.</b> <i>Primjenjujem različite pristupe ako određeni pristup ne daje rezultat.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>29.</b> <i>Ako shvatim da moje rješenje fizikalnog zadatka nema smisla, ponovo ga analiziram kako bih vidio/vidjela gdje sam pogriješio/la.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<b>30.</b> <i>Puno je teže rješavati fizikalni zadatak pomoću simbola nego rješavati identičan zadatak brojčanim vrijednostima.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>31.</b> <i>Dok rješavam zadatke pomoću brojčanih vrijednosti, radije ga najprije riješim pomoću simbola i na kraju samo ubacim brojeve.</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>32.</b> Pretpostavimo da su vam zadana dva zadatka. Jedan je o bloku koji klizi po kosini bez trenja. Drugi se odnosi na osobu koja se ljulja na užetu. Otpor zraka je zanemariv. Rečeno vam je da se oba zadatka mogu rješavati koristeći zakon očuvanja mehaničke energije sustava. S kojom se od navedenih izjava najbolje slažete? ( Izberite samo jedan odgovor !)	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
A) Oba se zadatka mogu riješiti koristeći vrlo slične postupke B) Oba se zadatka mogu riješiti koristeći donekle slične postupke C) Oba se zadatka moraju rješavati koristeći donekle različite postupke D) Oba se zadatka moraju rješavati koristeći vrlo različite postupke E) Nema dovoljno podataka o tome na koji će se način zadaci rješavati					
<b>33.</b> Pretpostavimo da su vam zadana dva zadatka. Jedan je o bloku koji klizi po kosini. Postoji trenje između bloka i kosine. Drugi zadatak je o osobi koja se ljulja na užetu. Postoji otpor zraka između osobe i čestica zraka. Rečeno vam je da se oba zadatka mogu rješavati koristeći zakon očuvanja ukupne (ne samo mehaničke) energije. S kojom se od navedenih izjava najbolje slažete? ( Izberite samo jedan odgovor !)	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
A) Oba se zadatka mogu riješiti koristeći vrlo slične postupke B) Oba se zadatka mogu riješiti koristeći donekle slične postupke C) Oba se zadatka moraju rješavati koristeći donekle različite postupke D) Oba se zadatka moraju rješavati koristeći vrlo različite postupke E) Nema dovoljno podataka o tome na koji će se način zadaci rješavati					

## 9. Životopis

Josip Baotić rođen je 05.12.1992 godine u Vinkovcima u Hrvatskoj. Srednju školu je završio u Orašju, Bosna i Hercegovina, a osnovnu u Kostrču i Tolisi, Općina Orašje, Bosna i Hercegovina.