

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FIZIČKI ODSJEK PRIRODOSLOVNO-  
MATEMATIČKOG FAKULTETA**

Magdalena Živković  
**Revitalizacija Turnira mladih fizičara u Hrvatskoj**

Zagreb, travanj 2020.

Ovaj rad izrađen je pri Fizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom doc. dr. sc. Ane Sović Kržić i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2019./2020.

# Sadržaj rada

1. Uvod .....	1
2. Ciljevi projekta .....	3
3. Turnir mladih fizičara .....	6
4. Međunarodni turnir mladih fizičara .....	11
5. Pripreme za Međunarodni turnir mladih fizičara .....	13
6. Organizator projekta .....	15
7. Rezultati projekta .....	17
8. Financiranje .....	20
10. Zaključak .....	21
11. Prilozi .....	22
Sažetak .....	23
Summary .....	24

# 1. Uvod

Današnje društvo se sve više okreće tehnologiji za rješavanje društvenih, proizvodnih, medicinskih i logističkih problema. Sukladno tome, STEM zanimanja imaju sve veći značaj i svjedočimo deficitu u tim zanimanjima, kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj. Jedan od ciljeva ovog projekta je bilo približavanje fizike, jednog od ključnih STEM područja, srednjoškolcima te poticanje da razmotre fiziku ili fizici srodne struke pri odabiru fakulteta i zanimanja.

Osim toga, zbog povećane tehnologizacije društva, sve je važnija znanstvena pismenost među širom populacijom. Kako sudionici kroz ovaj projekt uče primjenjivati znanstvenu metodu, čak i ako se odluče za neko drugo ili nesrodno zanimanje, dalje kroz život nose bolje razumijevanje funkcioniranja fizike i znanstvenog procesa općenito.

Turnir mladih fizičara jest eksperimentalno-teorijsko natjecanje za učenike srednjih škola iz fizike. Natjecanje se zasniva na projektnom rješavanju unaprijed zadanih otvorenih problema. U Hrvatskoj se na državnoj razini organizira kao pojedinačno natjecanje, dok se na međunarodnoj razini organizira kao ekipno. Natjecanje postoji na Međunarodnoj razini već 33 godine, dok se Hrvatska uključila 2001./02. školske godine. Na natjecanju je Hrvatska relativno uspješno sudjelovala, osvojivši 3. nagradu 2002., zlatnu medalju 2006., 2. mjesto 2008., te brončanu medalju 2009.-2011. Nakon nekoliko godina propadanja u vidu sve slabijeg odaziva učenika i lošijih rezultata na Međunarodnom turniru, bivši organizator je konačno odustao od organiziranja natjecanja u Hrvatskoj poslije sudjelovanja na Međunarodnom 2016. Sa željom spašavanja ove iznimne prilike za naše srednjoškolce, udruga Istraživački centar mladih preuzima organizaciju Državnog turnira mladih fizičare te po prvi puta šalje ekipu na Međunarodni turnir mladih fizičara 2019. pod inicijativom Magdalene Živković. Natjecanje je ukupno privuklo rekordnih 70 učenika širom Hrvatske, te rezultiralo sa 30 istraživačkih radova, od kojih je 10 sudjelovalo na Državnom turniru.

Projekt je uključio velik broj studenata PMF-a i FER-a u ulogama organizacije, recenziranja radova, suđenja na Državnom te mentoriranja učenicima izabраниh u ekipu za Međunarodno natjecanje, koji su članovi studentske udruge Istraživački centar mladih i Fizike ekspres Studentske sekcije Hrvatskog fizikalnog društva. Glavni organizator i koordinator aktivnosti

drugih studenata jest bila autorica ovog rada. Njezini doprinosi u ovom radu su: inicijativa projekta, prevođenje problema, pisanje i distribucija poziva i plakata školama, recenziranje, pronalaznje i koordiniranje drugih recenzenata, vođenje sastavljanja konačne rang liste, službeno pozivanje učenika na državno, organiziranja i predsjedanje samim državnim turnirom, pronalazak sponzora i organiziranja plaćanja kotizacije te puta na Međunarodni turnir, mentoriranje učenika koji su prošli u ekipu za Međunarodni turnir te koordinacija ostalih mentora kada je bila potreba za specijalističkim znanjem.

## 2. Ciljevi projekta

Glavni cilj Turnira mladih fizičara jest popularizacija znanosti općenito, a fizike specifično među učenicima. Moderno društvo se iznimno oslanja na znanost, a pogotovo fiziku i inženjerstvo, za svoje funkcioniranje. Međutim, većina učenika i građana rijetko dolazi u direktan kontakt sa tom granom znanosti te im se zato čini nedodirljiva i nedostupna. To je problem zato što znanost i znanstvena otkrića, na kraju dana, pripadaju svima, a učenici kojima se znanost čini kao zatvorena vrata odrastaju u ljude koji na znanost gledaju s prijezirom te građane koji nisu spretni u procjenjivanju značaja politika i mjera vezanih za tehnologiju.

Ovo natjecanje se stoga javlja kako bi barem djelomično bila nadopuna školstvu i čini vrstu učenja kroz praksu. Učenici direktno primjenjuju znanstvenu metodu i znanja stečena u redovnom školovanju na praktične probleme i fenomene iz svakodnevnog života, poput zvuka koji proizvodi boca dok se puni ili plesanja kapljica vode na vrućoj tavi. Cilj je da time nauče cijeliti snagu znanstvene metode i koncepata fizike. A time ne samo da utvrđuju znanja stečena u školi, već stječu i ključne vještine za daljnji samostalni istraživački rad. Kako bi se osiguralo stjecanje tih vještina, prva faza natjecanja uključuje pisanje seminarskog rada, koji ima svoju čvrstu formu, te stoga i jasnu šablonu osmišljavanja i provođenja projekta (opažanje – teorijsko modeliranje – formulacija hipoteza – dizajn eksperimentalnog postava – pokusi – obrada – diskusija). Otvorenost problema, s druge strane, potiče učenike da inoviraju i stječu samopouzdanje u svoje ideje i rješenja. Turnir od ostalih natjecanja upravo razlikuje ta sloboda koju učenici imaju da sami probijaju svoj put. Natjecanje stoga adekvatno oponaša uvjete rada profesionalnih znanstvenika i inženjera, a natjecatelji stječu bitno iskustvo, samopouzdanje i neovisnost u vlastitom učenju i radu.

Cilj ovog natjecanja jest osamostaliti učenike u mlade istraživače i znanstvenike, time im približiti znanost i poglavito fiziku, te potencijalno potaknuti da se nastave dalje u životu profesionalno baviti znanošću ili srodnim zanimanjima.

Osim toga, još jedan cilj natjecanja jest naučiti učenike komunicirati svoje ideje kroz pisanje seminarskih radova, prezentiranje vlastitih rješenja na Državnom turniru te kroz dijalog sa

svojim kolegama i sa profesionalnim fizičarima (suci na Državnom turniru su većinom studenti i profesori fizike s Prirodoslovno - matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu), kako na Državnom turniru, tako i na Međunarodnom. Stvar je u tome da čak i ako netko ima fantastičnu ideju, ako je ne može podijeliti s drugima, ona neće imati nekakvog značajnog utjecaja. Zato smatramo da je veoma bitno i korisno što se učenike uz istraživačke uče i komunikacijske vještine.

Natjecanje, kao i uostalom sama naša udruga, imaju kao krajnji cilj doprinijeti stvaranju i održavanju zajednica mladih koji slobodno raspravljaju i razmjenjuju znanstvene i tehničke ideje. Želimo u neku ruku vratiti znanost široj zajednici i nadamo se da će ti mladi ljudi koji slobodno razgovaraju o znanosti odrasti u ljude koji na znanost gledaju blagonaklono i napredak iste podržavaju. Zbog projektne i timske prirode natjecanja, učenici povezuju druge učenike, članove obitelji, nastavnike i širu zajednicu te time doprinose kulturi participacije i zanimanja za znanost.

Krajnji cilj Hrvatskog turnira mladih fizičara jest izbor učenika koji će predstavljati Hrvatsku na Međunarodnom turniru mladih fizičara. Sudjelovanjem na Međunarodnom turniru, po definiciji multi-kulturalnom događaju, učenici stječu pozitivna iskustva sa ljudima drugačijima od sebe i sudjeluju u kulturološkoj razmjeni koja se pri takvim kontaktima zbiva. A takvi kontakti među mladima doprinose globalnom cilju suzbijanja ksenofobije i nacionalnih tenzija. Usto, zbog same internacionalne prirode znanosti, pa tako i fizike, ključno je što ranije povezivanje budućih naraštaja hrvatskih znanstvenika sa kolegama u inozemstvu. Osim toga, postojanjem ove inicijative te krajnjim sudjelovanjem Hrvatske na ovom natjecanju se šalje pozitivna slika o zemlji koja potiče mlade da se bave znanostima te cijeni svoje fizičare.

Ova cijela inicijativa ne bi bila moguća bez studenata koji sudjeluju u njoj. Smatramo da Sveučilište ne postoji u vakuumu te da je ključna njegova integracija sa lokalnom zajednicom. Sudjelovanjem u organizaciji i mentoriranjem učenika, studenti imaju priliku vratiti dio svog znanja zajednici te primarno ojačati sponu učeničke i studentske zajednice. Kako je autorica i sama nekad bila natjecatelj na ovom istom natjecanju, nadamo se da ćemo na isti način inspirirati sadašnje učenike da prenose znanje i vrata nazad zajednici kada budu studenti.

Ideja ovog rada jest bila ponovno oživjeti ovo natjecanje u Hrvatskoj kako bi i novi naraštaji učenika, studenata, ali i šire zajednice mogli uživati u njegovim benefitima.



### 3. Turnir mladih fizičara

Državni turnir mladih fizičara je pojedinačno natjecanje za učenike srednjih škola. Učenici se natječu u eksperimentalnom i teorijskom znanju iz fizike. Prije početka školske godine, odbor Međunarodnog turnira mladih fizičara, u kojem od 32. ponovno sjedi i Hrvatska pod predstavništvom autorice, zadaje 17 otvorenih problema. Problemi su takvi da im najčešće nije poznato konačno rješenje, te obično dublje proučavaju neku od pojava iz svakodnevnog života. Učenici odabiru jedan od tih problema i cjelovito ga rješavaju time što ga teorijski modeliraju, te potom taj model verificiraju osmišljanjem i izradbom eksperimentalnog postava te provedbom mjerenja. Na temelju toga pišu seminarski rad popraćen slikama te audio-vizualnim materijalima koji pobliže ilustriraju njihovo rješenje. Na državnoj razini jest ovo individualno natjecanje pa se očekuje da je samo jedan učenik autor seminarskog rada. Svaki učenik smije prijaviti mentora koji će mu pomoći pri pristupu opremi te imati savjetodavnu ulogu. Osim toga, na web stranicama natjecanja su dostupne početne smjernice istraživanja za neiskusne učenike, kao i uputstva, generalni savjeti i ogledni primjeri prošlogodišnjih seminarskih radova.

Svaki seminarski rad ocjenjuje najmanje troje nezavisnih recenzenata po unaprijed definiranom obrascu, a sami recenzenti su studenti i sveučilišni profesori fizike, elektrotehnike i strojarstva. Recenzenti radove ocjenjuju na temelju obrasca po kategorijama tehničkih detalja, teorijskog modela, provedbe eksperimenta, rasprave, zaključka te dodatnih bodova. Ne uzimajući u obzir dodatne bodove, ocjene se daju u rasponu od 0-100. Pri davanju dodatnih bodova, recenzenti su obavezni napisati obrazloženje o dodjeli prije nego što se isti mogu priznati u ukupnu ocjenu. Obrazac jest priložen u tablici 1. Na temelju njihovih ocjena, 10 najboljih učenika se poziva na Državni turnir mladih fizičara. Finale se tradicionalno održava na Fizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a sastoji od dva elementa. Na početku učenici pišu konceptualni test, a potom prezentiraju svoja rješenja kroz znanstvene borbe čija je forma ponešto promijenjena od one na Međunarodnom turniru mladih fizičara.

Kriterij	min	max
Struktura rada	0	3
Tehnički detalji (označene osi na grafovima, označene slike i sl.)	0	3

Korištenje literature	0	3
<b>Teorijsko objašnjenje problema</b>		
Kvalitativno (ispravno prepoznate pojave, prepoznate prirodne zakonitosti, tumačenje...)	0	9
Kvantitativno (ako je moguće)	0	8
Postavljene hipoteze (ispravnost hipoteze, ako postoji više mogućih hipoteza, koliko ih je postavljeno)	0	5
Predloženi parametri koji utječu na mjerenje (je li izostavljen neki bitan parametar ili je natrpano nebitnih)	0	5
<b>Provedba eksperimenta (ocijeniti samo provedbu i ispravnost znanstvene metode!)</b>		
Mogućnost nezavisnog ispitivanja pojedinog parametra; postojanje kontrolne grupe	0	7
Ponovljivost	0	4
Smanjenje utjecaja drugih poremećaja koji utječu na eksperiment	0	7
Veličina i/ili reprezentativnost uzorka	0	4
<b>Rezultati i rasprava</b>		
Rezultati prikladno obrađeni (ako postoji potreba/mogućnost za statističkom obradom ili fitanjem)	0	8
Prikaz rezultata	0	3
Usporedba rezultata s očekivanjima postavljenim u teorijskom objašnjenju problema - način usporedbe	0	5
Slazu li se rezultati s očekivanjem?	0	4
Komentar sličnosti i osobito razlika očekivanja i dobivenih rezultata, uočavanje dodatnih efekata.	0	12
<b>Zaključak</b>		
Sažetak učinjenog, istaknuto bitno, temelje li se zaključci na provedenom istraživanju	0	5

Prijedlozi za poboljšanje rada	0	5
<b>Kazneni/dodatni bodovi</b>		
Razumijevanje teme problema	-30	0
Uspješnost (je li tražena prirodna pojava postignuta eksperimentom)	-20	0
Plagiranje	-90	0
Očit slučaj da netko drugi izrađuje rad umjesto učenika	-90	0
Dodatni bodovi (osobito dobro odrađen neki dio rada, kreativnost u postavljanju i rješavanju problema, drugo po prosudbi ocjenjivača...)	0	15

Tablica 1. Obrazac za ocjenjivanje seminarskih radova

Znanstvena borba sastoji se od prezentiranja problema pred sucima, rasprave o rješenju s osporavateljem te odgovaranja na pitanja sudaca. Vremenski je podijeljena na sljedeći način:

1. izlagatelj izlaže rješenje – 12 minuta;
2. osporavatelj postavlja pitanja izlagatelju – 2 minute;
3. osporavatelj daje osvrt na rješenje – 3 minute;
4. autor i osporavatelj raspravljaju o rješenju – 5 minuta;
5. pitanja sudaca za izlagatelja i osporavatelja – 5 minuta.

Svaki učenik u jednoj znanstvenoj borbi odrađuje ulogu izlagatelja, a u drugoj osporavatelja. Svi natjecatelji tijekom finala barem jednom sudjeluju u svakoj ulozi.

Izlaganje i osporavanje ocjenjuje najmanje četvero neovisnih sudaca. Ocjena izlaganja se temelji na prezentiranju vlastitog rješenja, raspravi sa osporavateljem i odgovaranje na pitanje sudaca, dok se ocjena osporavanja temelji na raspravi sa izlagateljem i na odgovorima na pitanja sudaca. Ocjene se dodjeljuju u rasponu od 1 do 10 na temelju istog obrasca koji koriste i suci na Međunarodnom turniru mladih fizičara, a koji je javno dostupan na njegovim stranicama <https://www.iypt.org/documents/>. Konačna ocjena se računa tako da se najveća i najmanja ocjena kombiniraju u jednu aritmetičkom sredinom, te se potom iz svih ocjena računa srednja vrijednost. Time se smanjuje utjecaj ekstremnih ocjena koje su možebitno prouzrokovane pristranošću suca.

Maksimalan broj bodova koje je moguće skupiti na natjecanju jest 100, po kategorijama podijeljen na sljedeći način:

- 30% (30 bodova) – ocjena seminarskog rada;
- 20% (20 bodova) – ocjena konceptualnog testa znanja;
- 30% (30 bodova) – ocjena izlaganja vlastitog rješenja i rasprave s oponentom;
- 20% (20 bodova) – ocjena oponiranja tuđeg rješenja.

Temeljem ovih kriterija sastavlja se konačna lista poretka natjecatelja.

Na temelju konačne liste poretka dodjeljuju se i posebna priznanja i nagrade učenicima koji ostvare prva tri mjesta, a najboljih pet učenika poziva se na sudjelovanje na Međunarodnom turniru mladih fizičara. Svim učenicima koji su sudjelovali u finalu, kao i njihovim mentorima, se dodjeljuju pohvalnice.

Izlaganja i oponencije finalista Hrvatskog turnira mladih fizičara se svake godine snimaju i objavljuju na YouTube kanalu udruge poslije održavanja Međunarodnog turnira mladih fizičara. Na taj se način nastoji popularizirati natjecanje, ali i pomoći budućim natjecateljima u pripremi vlastitih izlaganja.

Na slici 1. se nalaze finalisti 16. Hrvatskog turnira mladih fizičara, prvog u organizaciji udruge.



Slika 1. Natjecatelji u finalu 16. Hrvatskog turnira mladih fizičara, autorica rada skroz lijevo

## 4. Međunarodni turnir mladih fizičara

Međunarodni turnir mladih fizičara jest ekipno natjecanje za učenike srednjih škola. Timovi imaju najmanje 3, a najviše 5 članova i moraju riješiti svih 17 problema koji se zadaju prije početka školske godine. Radi se o istim problemima od kojih su učenici birali jedan kao temu seminarskog rada.

Zadani problemi pokrivaju sve grane fizike, a pri eksperimentalnom rješavanju su često bitne i inženjerske vještine, pogotovo pri sastavljanju eksperimentalnih postava. Kako bi pri izvođenju mjerenja dobili što preciznije rezultate smanjenjem ljudske pogreške i vanjskih utjecaja, učenici se trude što više automatizirati proces korištenjem sklopova, mikrokontrolera te rudimentarne robotike.

Samo međunarodno natjecanje se provodi u obliku setova tzv. znanstvenih borbi. Za razliku od onih na Državnom turniru mladih fizičara, oblik znanstvenih borbi na Međunarodnom turniru jest nešto kompleksniji te jedna borba traje skoro sat vremena. Sudjeluju 3 tima koji se kroz borbu izmjenjuju u ulogama izlagača, osporavatelja i recenzenta tako da se svaki tim nađe jedanput u svakoj ulozi. Kapetan osporavateljskog tima na početku borbe izaziva izlagački tim da predstavi svoje rješenje za neki problem koji kapetan izlagačkog tima može ili prihvatiti ili odbiti. U slučaju odbijanja se proces nastavlja, ali izlagačkom timu mogu biti pripisani kazneni bodovi. Također, timovima jest zabranjeno izlagati rješenje za dani problem više nego jedanput. Za svaki tim, tijekom jedne iteracije znanstvene borbe, govori samo jedan učenik dok mu ostali članovi tima pomažu u pripremi materije koju će izlagati. Učenici se smiju koristiti svim materijalima koji su donijeli sa sobom na natjecanje, ali im je strogo zabranjeno korištenje interneta i konzultacija sa ljudima izvan tima za vrijeme trajanja znanstvene borbe.

Nakon 5 selekcijskih znanstvenih borbi, 3 (ili iznimno 4) najbolja tima sudjeluju u finalu. Dosad je održan 32 Međunarodna turnira mladih fizičara, gdje je 32. bio održan 6.-13.7.2019. u Varšavi, glavnom gradu Poljske. Hrvatska je na Međunarodnom turniru sudjelovala ukupno četrnaest puta, te na prošlom po prvi puta u organizaciji Istraživačkog centra mladih. Na Međunarodni turnir učenike prati jedan ili dva voditelja, što su prošle godine bili autorica

Magdalena Živković te Eugen Rožić. Na slici 2 je prikazan Hrvatski tim, zajedno sa voditeljima tima i domaćicom na dodijeli priznanja Međunarodnog natjecanja. Ostvarili su 24. plasman.



Slika 2. Hrvatski tim na dodjeli priznanja

## 5. Pripreme za Međunarodni turnir mladih fizičara

Kako bi tim mogao biti uspješan na Međunarodnom turniru, treba riješiti i preostale unaprijed zadane probleme. Svaki učenik u novoizabranom timu stoga preuzima odgovornost za rješavanje još dva problema, te nadograđivanje rješenja prezentiranih u finalu. Međutim, svaki tim je mnogo više od puke sume svojih članova i od učenika se očekuje da u ovoj fazi natjecanja blisko surađuju i međusobno si pomažu. To je od ključne važnosti pogotovo zato što će na Međunarodnom turniru morati sami donositi odluke o strategiji i tome tko će u danj ulozi predstavljati tim, a nerijetko učenici trebaju izlagati i rješenje na kojem nisu sami direktno radili. Kako bi učenici razvili vještine međusobne suradnje i što bolje riješili preostale probleme, kao i uvježbali komunikaciju na engleskom jeziku, kvalitetne pripreme su ključne.

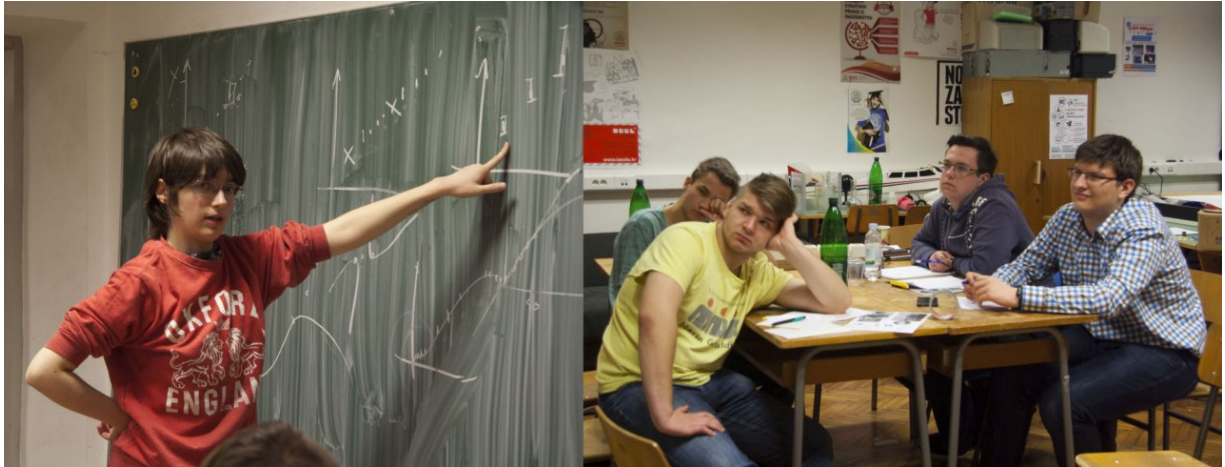
Prilikom rješavanja preostalih problema, osim njihovih profesora u školama, učenici blisko surađuju i sa organizatorima, prvenstveno sa voditeljima tima, autoricom rada Magdalenom Živković i Eugenom Rožićem. Organizatori pomažu osigurati pristup opremi koju učenici nemaju u školama bilo pristupom prostorima udruge Istraživački centar mladih, ili u suradnji sa Sveučilištem u Zagrebu. Također, učenici redovito primaju povratne informacije i savjete od organizatora tijekom konzultacija na tjednoj ili dvotjednoj bazi, a po potrebi se organiziraju i ciljane pripreme ukoliko učeniku(icima) manjka znanje ili spretnosti u nekom području ili nekoj vještini. Npr. učenicima iz strukovnih škola češće manjka predznanja iz matematike, pa se drže individualne instrukcije kako bi učenik mogao istim tempom napredovati kao i njegove kolege.

Za vrijeme cijelog procesa rješavanja problema, učenike se trudi u koracima naučiti proces odvijanja znanstvenog istraživanja, od pregleda literature i postavljanja hipoteza, preko dizajna eksperimentalnog postava i odlika kvalitetnog eksperimenta, do obrade podataka i statističke analize.

Organiziraju se barem dvije zajedničke pripreme na kojima učenici prezentiraju svoja rješenja, slušaju predavanja iz posebnih tema i bolje se međusobno upoznaju. Na tim pripremama sudjeluju svi učenici i one se odvijaju u prostorima udruge Istraživački centar mladih. One imaju sljedeću strukturu: prvo učenici sudjeluju u *team-building* vježbama kako bi učenici vježbali timski rad, potom se zajednički analiziraju primjeri sa prošlih godina, te se zatim učenici podijele u uloge i vježbaju format znanstvenih borbi na Međunarodnom turniru. Naravno, znanstvene



borbe se odvijaju na engleskom jeziku kako bi učenici bili što spretniji na natjecanju. Na kraju svake borbe se učenicima daju detaljne konstruktivne kritike. Na zajedničkim priprema se osim vježbi organiziraju i predavanja sa ciljanim temama (struktura argumenta i govora, kratki uvod u statističku analizu podataka, derivacije i integrali). Na slici 3 se nalazi natjecateljski tim koji sluša predavanje organizatorice. Po završetku nastave, učenici se pozivaju na intenzivnije zajedničke pripreme tijekom kojih se dovršavaju rješenja i poboljšavaju prezentacije.



Slika 3. autorica rada drži predavanje „Kratki uvod u statističku analizu podataka“ na 1. zajedničkim priprema

## 6. Organizator projekta

Autorica ovog rada jest organizirala natjecanje u okviru neprofitne studentske udruge Istraživački centar mladih. Udruga neformalno postoji od 2004. godine, a formalno od 2010. Glavni joj je cilj poticanje i podrška studentima i učenicima u bavljenju istraživačkim radom,. Udruga broji više od 50 članova, pretežito preddiplomskih, diplomskih i doktorskih studenata Sveučilišta u Zagrebu. Brojni članovi udruge su i sami bili uspješni natjecatelji na međunarodnim i državnim natjecanjima te sada nastoje svoje znanje i iskustvo prenijeti novim naraštajima.

Prvi članovi udruge bili su srednjoškolci i studenti koji su sudjelovali na Međunarodnom turniru mladih fizičara i međusobno si pomagali u eksperimentalnom radu i pripremi za ovo natjecanje. Stoga je ovo natjecanje i od posebnog povijesnog značaja za njene članove. Od tada se djelokrug udruge znatno proširio i danas sudjeluje u širokom spektru aktivnosti koji nastoji mladima približiti prirodoslovlje i tehničke znanosti. Od 2012. godine je udruzi dodijeljen prostor na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Ovaj prostor je opremljen kao višenamjenski laboratorij koji pruža studentima i učenicima alat, strojeve i mjernu opremu za provedbu eksperimenata.

Uz organizaciju Turnira mladih fizičara, Udruga već petu godinu zaredom organizira srodno natjecanje – Turnir mladih prirodoslovaca. Turnir mladih prirodoslovaca je konceptom i formom vrlo sličan Turniru mladih fizičara, ali uključuje sve prirodne znanosti te je namijenjen nešto mlađim natjecateljima – od 12 do 16 godina. Do sada je Hrvatska četiri puta sudjelovala na Međunarodnom turniru mladih prirodoslovaca te osvojila četiri medalje, što je čini jednom od najuspješnijih zemalja na tom turniru.

Pored turnirskih natjecanja, članovi udruge sudjeluju u pripremi učenika i za druga državna i međunarodna natjecanja kao što su Državna smotra eksperimentalnih radova iz fizike, VIP Eureka i Međunarodna konferencija mladih znanstvenika (ICYS). Udruga također pruža svojim članovima prostor i opremu za izradu završnih i diplomskih radova, a njezini članovi često sudjeluju i na studentskim natjecanjima kao što su Elektroboj i Mozgalo.

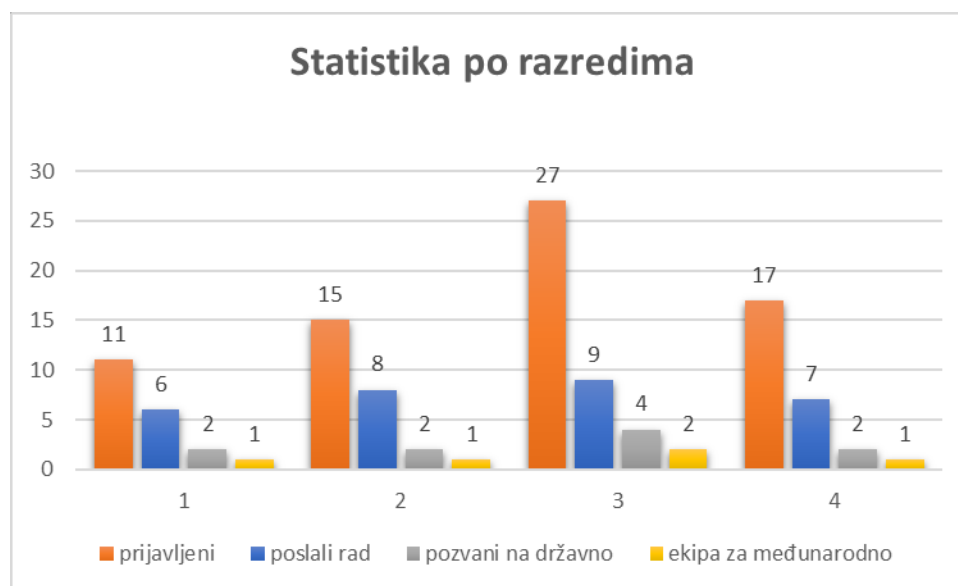
Popularizacija znanosti se ostvaruje i kroz održavanje radionica namijenjenih raznim dobnim skupinama kroz godinu, te sudjelovanje u popularno-znanstvenim manifestacijama. Već

nekoliko godina organizira Dane znanosti i tehnologije – događanje sastavljeno od niza popularno-znanstvenih predavanja i radionica za sve uzraste koje je dosad ugostilo i predavače iz nekih od najprestižnijih europskih znanstvenih institucija kao što su Sveučilište Cambridge, ETH Zurich i Max Planck institut. U suradnji s FER-ovim programom popularizacije znanosti ŠUZA organizirane su i brojne radionice računarske tematike za učenike osnovnih i srednjih škola u sklopu raznih događanja kao što su Hour of Code, European Code Week i Arduino Day. Osim toga zadnje 3 godine organizira vlastitu ljetnu školu programiranja i izrade aplikacija pod nazivom ICM Summer of Code, te zadnje dvije godine cikluse radionica iz područja ugradbenih računalnih sustava pomoću Raspberry Pi platforme.

Rukovoditeljsku poziciju organizacije ovog natjecanja u Hrvatskoj jest imala autorica ovog rada, Magdalena Živković. Njezina uloga se mijenjala shodno etapama same organizacije. U prvoj etapi, prije državnog turnira, je bilo potrebno sastaviti i razglasiti promotivni materijal za natjecanje (web stranica, plakati, prijevod problema, izdavanja službenih dokumenata poput pravila) te dogovoriti suradnju oko organizacije Državnog turnira mladih fizičara sa Hrvatskim fizikalnim društvom te Fizičkim Odsjekom, pronalazak sponzora, kao i ulogu recenziranja i koordiniranja ostalih recenzenata. Tijekom samog Državnog turnira je imala ulogu vođenja tijekom natjecanja te koordiniranje ostalih volontera. Nakon državnog je imala dvojaku ulogu: prikupljanje financijskih sredstava i organiziranje puta na Međunarodni turnir, te mentoriranje učenika koji su izabrani u ekipu. Organiziranje natjecanja u okviru udruge Istraživački centar mladih je pomoglo glatkoj organizaciji i pripremi učenika zbog podrške ostalih članova udruge inicijativi, kao i olakšano pronalaženje financijskih sredstava zbog povijesti dobre prakse drugih projekata koje udruga provodi. Na temelju iskustva stečenog u ovom radu, autorica je izglasana u predsjedničku ulogu udruge u lipnju 2019.

## 7. Rezultati projekta

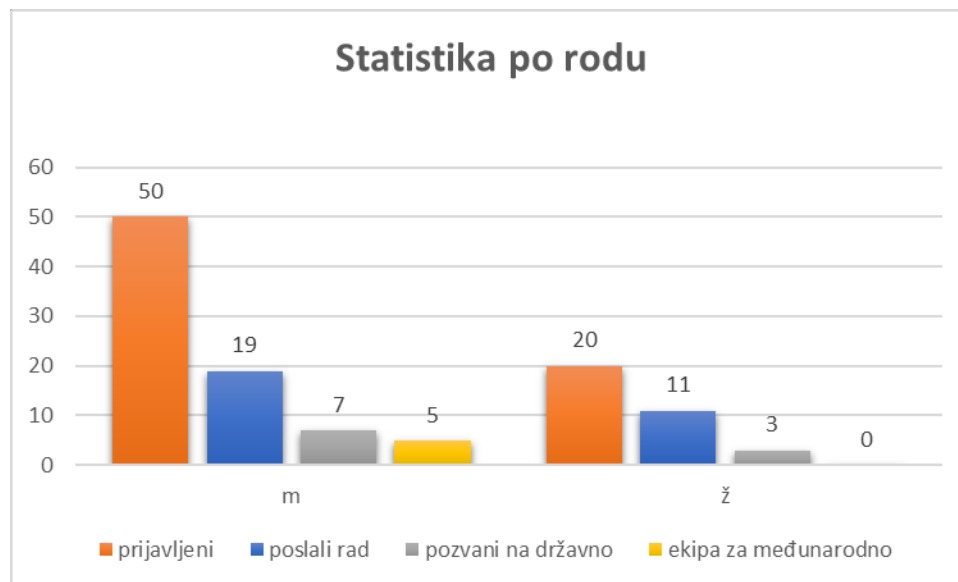
Na natjecanje se ukupno prijavilo 70 srednjoškolaca, brojka koja premašuje broj učenika prijavljenih na druga eksperimentalna natjecanja iz fizike u Hrvatskoj, čime se pokazuje da za ovo natjecanje postoji veliki interes te da je prepoznato među učenicima i učiteljima-mentorima. Rad je poslalo ukupno 30 učenika, te je među njima 10 najboljih pozvano na Državni turnir mladih fizičara.



Slika 4. raspodjela učenika po razredima

U natjecanju se učenici svih razreda natječu u istoj kategoriji. Također, ne pravi se razlika između učenika strukovnih škola i gimnazija. Raspodjela učenika po razredima u različitim etapama natjecanja jest prikazana na slici 4. Najviše se prijavilo učenika 3. razreda, no nema značajne razlike među razredima u vidu slanja konačnog rada, poziva na Državni turnir te kvalificiranja za tim za Međunarodni turnir. Stoga zaključujemo da učenici različitih razreda mogu postići jednako dobar rezultat. To je uglavnom tako zato što teme natjecanja u pravilu izlaze iz školskog okvira, te otvorenost i višestrukost problema daju učenicima sa različitim vještinama i predznanjima priliku da se iskažu. Maturant koji je sudjelovao na Međunarodnom turniru je ove akademske godine upisao istraživački smjer fizike, dok imamo informaciju da među trećasima koji su sudjelovali i sada su maturanti jedan namjerava upisati studij geofizike,

dok drugi želi upisati Fakultet elektrotehnike i računarstva. Vjerujemo da je sudjelovanje na ovom natjecanju pomoglo ovim učenicima u donošenju tih odluka.



Slika 5. raspodjela učenika po rodu

Na slici 5. je prikazana raspodjela učenika i učenica po različitim etapama natjecanja. Postotak učenica se kreće oko trećine (29% prijavljenih, 37% poslanih radova, 30% pozvanih na Državni turnir), što je u skladu sa očekivanjima. Nažalost, nijedna se od učenica pozvanih na Državni turnir nije kvalificirala za tim za Međunarodni turnir. Nadamo se da će ovo natjecanje u budućnosti privući više učenica, pogotovo zbog svojeg projektnog pristupa.

Kako bi svi učenici znali za i mogli sudjelovati u natjecanju, izradili smo upečatljive plakate te početkom školske godine poslali obavijest sa relevantnim informacijama i plakatom na mail adrese srednjih škola u Hrvatskoj, postavili plakate u srednje škole na području Grada Zagreba, postavili obavijesti na web i Facebook stranice udruge, te postavili oglase na mrežne stranice.

Na slici 6 je prikazana raspodjela prijavljenih učenika po gradovima. Prijavili su se učenici iz 20 mjesta, te 35 škola. Kako su učenici mogli izabrati jedan od 17 problema, većina od kojih ne zahtjeva posebnu opremu, u natjecanju su mogli sudjelovati svi učenici neovisno o opremljenosti škola koje pohađaju. To se očituje i po tome kako su u ekipi za međunarodno bili podjednako zastupljeni učenici iz različitih mjesta: Zagreb, Rijeka, Pazin.



Slika 6 Raspodjela prijavljenih po mjestima

Vrijedno je spomenuti kako projektna priroda zadanih problema počesto dovodi do uključivanja šire zajednice učenika. Od samih profesora i obitelji, ambiciozniji učenici pri rješavanju kompleksnijih problema često traže savjet i pomoć lokalnih udruga, sveučilišta, instituta i tvrtki.

Studenti koji su sudjelovali u ovom natjecanju, među kojima prvenstveno i autorica ovog rada, su stekli vrijedna iskustva organiziranja, recenziranja, suđenja i mentoriranja. Na Državnom turniru su uz dva suca profesora Fizičkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, sudjelovali i jedna studentica diplomskog na Fizičkom odsjeku i jedan student postdiplomskog na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u ulozi suca; a 5 studenata je volontiralo u samom organiziranju. Od ukupno 15 recenzenata seminarskih radova, 11 su bili studenti. U mentoriranju učenika je sudjelovalo šestoro studenata, pod vodstvom i koordinacijom autorice ovog rada.

## 8. Financiranje

Organizator ovog projekta jest neprofitna studentska udruga, pa se projekt isključivo financira donacijama i sponzorstvima. Pronalazak i privlačenje sponzora jest bila jedna od uloga autorice ovog rada. Finale državnog turnira je ove godine bilo organizirano u suradnji sa Hrvatskim fizikalnim društvom preko Fizike ekspres Studentske sekcije Hrvatskog fizikalnog društva, koje je pokrilo trošak prehrane sudionika na finalu. Glavni donator proizvoda za finale je bio Matematičko-fizički list.

Za potrebe plaćanja kotizacije, puta učenika na natjecanje i putnog osiguranja, Ministarstvo znanosti i obrazovanja je dodijelilo 22 215.00kn suorganizatoru, Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu je izrazio podršku ovom projektu plaćanjem puta i zdravstvenog osiguranja, ukupnog iznosa 1 737.35kn, voditeljici tima. Turistička zajednica Grada Zagreba te Fizički odsjek su sudjelovanje na Međunarodnom turniru podržali i donacijom promotivnih turističkih materijala.

## 10. Zaključak

Turnir mladih fizičara je natjecanje za učenike srednjih škola iz fizike koje nastoji potaknuti interes učenika u fiziku i srodne tehničke znanosti. Projekt je popularizacijske prirode te ima kao svrhu podizanje razine znanstvene pismenosti, kao i potaknuti učenike da se opredijele za STEM zanimanja koja su u Hrvatskoj u deficitu. Osim učenika, projekt uključuje i studente koji ovim putem stječu iskustva i vještine u organizaciji, prenošenju znanja kolegama i učenicima, te komunikacijske vještine. Osim toga, sudjelovanjem Hrvatske na Međunarodnom turniru mladih fizičara se također šalje i pozitivna slika o Hrvatskoj, kako prema drugim zemljama, tako i prema mladima kao zemlji punoj mogućnosti za mlade znanstvenike.

Ovim projektom jest uspješno revitalizirano ovo natjecanje u Hrvatskoj pod inicijativom i organizacijom autorice. Ostvaren je odličan odaziv među učenicima i među mentorima te, što nam je posebno drago, podjednako u manjim i većim mjestima. Održan je Državni turnir mladih fizičara na kojem je odabrana peteročlana ekipa za Međunarodni turnir, te je ista na međunarodnom ostvarila 24. plasman. Velik odaziv i entuzijazam svih sudionika su nam dodatan poticaj da nastavimo sa održavanjem ovog natjecanja.



## 11. Prilozi

[1] Stranica Hrvatskog turnira mladih fizičara: <http://www.iypt.icm.hr/>

[2] Arhivska stranica Hrvatskog turnira mladih fizičara za akademsku godinu 2018./2019.:  
<http://iypt.icm.hr/iypt-2019/>

[3] Popis problema Turnira mladih fizičara za akademsku godinu 2018./2019.:  
[http://iypt.icm.hr/wp-content/uploads/2019/07/problemi\\_hrv.pdf](http://iypt.icm.hr/wp-content/uploads/2019/07/problemi_hrv.pdf)

[4] Stranica Međunarodnog turnira mladih fizičara: <http://iypt.org>

[5] Pravila Međunarodnog turnira mladih fizičara:  
[https://iypt.org/wp-content/uploads/2019/03/IYPT\\_Regulations\\_2017\\_Singapore.pdf](https://iypt.org/wp-content/uploads/2019/03/IYPT_Regulations_2017_Singapore.pdf)

## Sažetak

Turnir mladih fizičara jest eksperimentalno natjecanje iz fizike za učenike srednjih škola. Organizaciju natjecanja je, nakon dvogodišnje pauze, preuzela neprofitna studentska udruga Istraživački centar mladih. Hrvatski turnir mladih fizičara je pod inicijativom i vodstvom autorice ovog rada, Magdalene Živković privukao 70 učenika iz 20 mjesta i 35 škola. To ga čini najpopularnijim eksperimentalnim natjecanjem iz fizike za srednjoškolce u državi. Seminarski rad je poslalo 30 učenika, 10 najboljih je pozvano na Državni turnir mladih fizičara. Najboljih 5 učenika je dobilo priliku pod mentorstvom organizatora sudjelovati na Međunarodnom turniru mladih fizičara u Poljskoj, gdje su ostvarili 24. plasman.

Kako je organizator neprofitna udruga, projekt je financiran donacijama i sponzorstvima obrazovnih institucija, tvrtki i Ministarstva znanosti i obrazovanja.

Ključne riječi: Turnir mladih fizičara, natjecanje, popularizacija znanosti, fizika, STEM

## Summary

The Young Physicists' Tournament is an experimental physics competition for high school students. After a two-year pause, the non-profit student organisation Youth Research Centre took over organising this competition. Croatian Young Physicists' Tournament has attracted 70 students from 20 towns and 35 schools under the initiative and leadership of the author of this paper Magdalena Žiković. This makes it the most popular experimental physics competition for high schoolers in the country. 30 students sent their written reports, the best 10 were invited to the National Young Physicists' Tournament. The best 5 students had the opportunity to participate in the International Young Physicists' Tournament under the mentorship of the organisers. They have achieved the 24. spot. As the organiser is a non-profit organisation, the project was financed by donations and sponsorships of educational institutions, companies and the Ministry of education and science.

Key words: Young Physicists' Tournament, competition, science popularisation, physics, STEM