

# **Evaluacija stečenog znanja fizike tijekom COVID-19 pandemije učenika hrvatskih osnovnih i srednjih škola**

Ivana Štibi<sup>1</sup>, Mojca Čepič<sup>2</sup>, Jerneja Pavlin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Odjel za fiziku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek, Hrvatska*

<sup>2</sup> *Pedagoški fakultet, Sveučilište u Ljubljani, Ljubljana, Slovenija*

Prelaskom na nastavu na daljinu početkom 2020. godine, uzrokovanu pandemijom COVID-19, kako učitelji i nastavnici, tako su se i učenici trebali prilagoditi novom načinu poučavanja. Osim prednosti slušanja nastave od kuće i samostalne organizacije vremena, postojali su i negativni učinci, koji su utjecali na usvajanje znanja iz fizike. Zbog potrebe detekcije logističkih i tehničkih problema s kojima su se učenici u Hrvatskoj susretali tijekom nastave na daljinu iz predmeta fizika, kreiran je online anonimni upitnik za učenike, na platformi Google forms, kojim je pokriveno 5 područja interesa: opći podaci, nastava fizike prije i tijekom pandemije COVID-19, eksperimenti, sociološka komponenta, razmjena iskustva. Osim online upitnika, kreirano je 6 testova s po 20 konceptualnih pitanja, preuzetih s državne mature. Testovi su namijenjeni učenicima 7. i 8. razreda osnovne škole, te učenicima 1.- 4. razreda srednje škole koji imaju četverogodišnji program fizike. Testovi su se provodili online i anonimno, putem Google formsa, u dva ciklusa. Prvi ciklus testiranja se proveo školske 2020/2021. godine (nastava na daljinu), a drugi 2021/2022. godine (hibridna nastava), na početku školske godine, a testiralo se gradivo prethodnog razreda.

Upitnik je ispunilo 1363 učenika (61% ženskog spola, 79,9% učenika srednje škole, od čega 58,6% učenika gimnazijskog programa), dok je u testiranju znanja sudjelovalo u prvom ciklusu ukupno 1303 učenika (39.8% osnovnih i 60.2% učenika srednjih škola), a u drugom ciklusu ukupno 704 učenika (41.6% osnovnih i 58.4% učenika srednjih škola).

Tijekom izlaganja ćemo predstaviti rezultate online upitnika za učenike i oba ciklusa testiranja znanja fizike učenika osnovnih i srednjih škola u Hrvatskoj, kako bismo učiteljima fizike ukazali na posljedice primijenjenih modela poučavanja te dali reporuke za planiranje nastave koja obuhvaća metode poučavanja primijenjene tijekom nastave na daljinu i hibridnog modela poučavanja.

## **Projektno orijentirana nastava fizike**

Mile Dželalija<sup>1</sup>, Patricija Nikolaus<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet, R. Boškovića 33, 21000 Split*

<sup>2</sup> *Gimnazija Andrije Mohorovičića, F. Kurelca 1, 51000 Rijeka*

Općenito, ciljevi obrazovanja i osposobljavanja učenika razvijaju se sa sve većim naglašavanjem usvajanja znanja, vještina i drugih širih kompetencija koje su potrebne za održivi razvoj tržišta rada i društva u današnjim globaliziranim uvjetima. Suvremeni obrazovni standardi iz različitih područja ističu cjelovite vještine i šire kompetencije, uključujući rasuđivanje, kreativnost i otvoreno rješavanje projektnih zadataka. Iako već postoje značajna znanstvena istraživanja i zaključci o obrazovnim projektno orijentiranim metodama stjecanja znanja, vještina i drugih kompetencija koje su suvremeno relevantna za pojedince i društvo, ipak je njihovo razumijevanje i uključivanje u nastavu u osnovnim i srednjim školama relativno slabo zastupljeno. Dodatno tome, postoje nedostaci i kod istraživanja međusobne povezanosti i utjecaja projektne orijentirane nastave s drugim suvremenim metodama poučavanja i učenja. Ovdje, na odabranom primjeru, prezentiramo

glavne karakteristike projekta i projektno usmjerene nastave fizike. Kroz analizu različitih suvremenih oblika nastave, raspravljamo i predlažemo primjere obrazovnih i istraživačkih ciljeva te potencijalne metode poučavanja fizike u budućnosti.

## **Zbirka digitalnih sadržaja za nastavu fizike i prirodoslovlja**

I. Poljančić Beljan<sup>1</sup>, R. Jurdana-Šepić<sup>1</sup>, N. Erceg<sup>1</sup>, K. Lončarić<sup>1</sup>, V. Labinac<sup>1</sup>, L. Sutlović<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Rijeci, Fakultet za fiziku

<sup>2</sup> Osnovna škola Vitomir Širola – Pajo, Nedešćina; Osnovna škola I. Goran Kovačić, Čepić;  
Osnovna škola Jurija Klovića, Tribalj; Osnovna škola Dr. Josip Pančić, Bribir

[Zbirka digitalnih sadržaja za nastavu fizike i prirodoslovlja](#) nastala je s namjerom organizacije e-sadržaja realiziranih na Fakultetu za fiziku Sveučilišta u Rijeci u pandemijskom razdoblju, u sklopu dva kolegija: Izvannastavne prirodoslovno – matematičke aktivnosti na Integriranom preddiplomskom i diplomskom sveučilišnom učiteljskom studiju i Metodički praktikum demonstracijskih pokusa iz fizike na nastavničkim studijima fizike. Sadržaji omogućuju primjenu inovativnih oblika nastave i metoda poučavanja u virtualnom okruženju (npr. *station rotation modela*, koji podrazumijeva uključivanje svih učenika u rotacije *online* aktivnosti i aktivnosti u učionici i modela obrnute učionice - *flipped classroom*, koji podrazumijeva postavljanje učenika/studenta u prvi plan, na način da se kod kuće upoznaju s teorijskim dijelom gradiva i uputstava za izvođenje pokusa, oslobađajući vrijeme u učionici/praktikumu za izvođenje pokusa, promišljanje o njima i debatu s kolegama). Zbirka je namijenjena učenicima, studentima i nastavnicima fizike u osnovnoškolskom, srednjoškolskom i visokoškolskom obrazovanju. Njezina specifičnost očituje se u mogućnosti dugogodišnje primjene na svim razinama obrazovanja, npr. u nastavi: a) fizike u visokoškolskom obrazovanju na svim studijima fizike u Republici Hrvatskoj; b) fizike u osnovnim i srednjim školama; c) razrednoj nastavi kao dopunski sadržaji iz prirodoslovlja. Potencijal Zbirke jest i stručno usavršavanje učitelja i nastavnika fizike osnovnih i srednjih škola kojima se ovime daje *know-how*. Glavni izazov koji se rješava korištenjem Zbirke, prebacivanjem dijela pokusa u e-okruženje, jest rješavanje problema nerijetko nedostajućih sredstava za izvođenje pokusa u osnovnim i srednjim školama. Zbirka digitalnih sadržaja za nastavu fizike i prirodoslovlja nastala je u sklopu Istraživačko - razvojnog projekta Sveučilišta u Rijeci u obrazovanju UNIRI CLASS - programska linija A2: Digitalno građanstvo - inovacije u učenju i poučavanju.

## **Istraživački pristup nastavi valne optike – rezultati projekta INVESTIGATE**

Maja Planinić<sup>1</sup>, Karolina Matejak Cvenić<sup>1</sup>, Katarina Jeličić<sup>1</sup>, Ana Sušac<sup>2</sup>, Lana Ivanjek<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Prirodoslovno-matematički fakultet, Fizički odsjek, Zagreb

<sup>2</sup> Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb

<sup>3</sup> Technische Universität, Dresden

U okviru HRZZ projekta INVESTIGATE (Utjecaj uključivanja istraživačkih učeničkih pokusa u srednjoškolsku nastavu fizike na razvoj znanstvenog zaključivanja i konceptualnog razumijevanja, IP-2018-01-9085), koji se provodi od studenog 2018., a završava u lipnju

2023., istraživački je oblikovana i testirana nastavna sekvenca valne optike za osam nastavnih sati u četvrtom razredu srednje škole, koja sadrži niz učeničkih istraživačkih pokusa. Istražene su učeničke poteškoće vezane uz valnu optiku i razvijen je konceptualni test iz valne optike (KTVO). Nabavljena je, a dijelom i razvijena, eksperimentalna oprema za školske pokuse iz valne optike. Održane su dvije edukacije za šest uključenih nastavnika, a jedna je uključila i još 40 drugih zainteresiranih nastavnika. Šest je nastavnika provelo nastavnu intervenciju u svojim školama, uz opservaciju od strane istraživačkog tima. Učenici uključenih nastavnika testirani su konceptualnim testom iz valne optike, testom znanstvenog zaključivanja i upitnikom o zadovoljstvu nastavnom sekvencom i stavovima o nastavi fizike. Bit će predstavljeni glavni rezultati projekta, evaluiran učinak nove nastavne sekvence na učeničko konceptualno razumijevanje valne optike i znanstveno zaključivanje i diskutirane implikacije rezultata projekta za srednjoškolsku nastavu fizike u RH.

## **Razvoj kompetencija za moderna vremena**

Mirna Stojanović<sup>1</sup>, Danijel Markić<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Tehnička škola Ruđera Boškovića Vinkovci*

<sup>2</sup> *Tehnička škola Ruđera Boškovića Vinkovci*

Izbor metoda i oblika rada važni su za suvremeno poučavanje te omogućavaju aktivno uključivanje učenika u nastavni proces, čime do izražaja dolazi njihova kreativnost i sposobnosti. Uvođenjem igriifikacije i istraživačkih metoda postignuti su kvalitetni rezultati. Metodama aktivnog učenja učenici su samostalno pronalazili veze među podacima te su ih uspješno i brzo procesuirali, stvarali vlastite materijale i predstavljali ih. Učenici su razvijali svoje socijalne vještine, upornost, želju i potrebu za napretkom i pobjedom. Razvijali su vještine za novu industrijsku revoluciju i tržište rada. Nadalje, kvalitetnije su razdvajali važno od nevažnog, pamtili važne podatke, u svakom su trenutku znali koje sadržaje obrađuju. Postignuta je kvalitetna implementacija učenika s individualiziranim pristupom nastavi, a zbog povećanog samopouzdanja pojedinci su svojim idejama pokušavali povezati nastavne sadržaje različitih predmeta ne samo iz STEM područja nego i predmete iz društvene i humanističke skupine. Stvorena je zajednica s jakom komunikacijom i povjerenjem, uživo i virtualno.

Tijekom izlaganja prikazat će se dijelovi učeničkih uradaka, alati iz MS Office-a koje su koristili, igre koje su koristili, ali i podijeliti iskustva predavača – dobre i loše strane rada. Cilj izlaganja je ukazati na važnost oslušivanja želja i potreba učenika te nastavu usmjeravati k tome cilju.

## **Projekt Arhimed – Znanjem do zvijezda**

Nada Čakić<sup>1</sup>, Nedeljko Mandić<sup>2</sup>, Igor Macuka<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Gimnazija i strukovna škola Jurja Dobrile Pazin*

<sup>2</sup> *Srednja škola Mate Blažine Labin*

<sup>3</sup> *Gimnazija Pula*

Organizacija rada s nadarenim učenicima predstavlja velik izazov za nastavnike, ali i iznimno obogaćuje nastavnu praksu, te poticajno utječe na motiviranost učenika i nastavnika. Primjer nastavne prakse koji će biti opisan je poludnevna radionica Znanjem do zvijezda u okviru projekta Arhimed koju su uz potporu Zaklade InnoLab osmislili i proveli s učenicima mentori triju partnerskih škola: SŠ Mate Blažine Labin, Gimnazije i strukovne škole Jurja Dobrile Pazin i Gimnazije Pula. Navedena projektna aktivnost imala je za ciljeve popularizaciju fizike, astronomije i matematike, te razvoj učeničkih stručnih i generičkih kompetencija.

U radu će biti opisana istraživačka radionica osmišljena za 22 učenika triju škola 1. i 2. razreda gimnazije s pojačanim interesom za fiziku i matematiku. Prvi dio radionice osvijestio je učenicima potrebu razvijanja sposobnosti predviđanja reda veličine varijable. Primjenom metodologije rješavanja Fermijevih pitanja učenici su uspješno procijenili vrijednosti varijabli u nekoliko problema. U drugom dijelu održana je radionica „Putovanje na Mars“. Učenici su, kroz niz zadataka, u grupnom radu tražili najpovoljnije uvjete za lansiranje svemirske letjelice na Mars (tzv. prozor lansiranja). Upoznali su se zatim s Hohmannovim transferom tj. energetski najučinkovitijom orbitom za let do Marsa, te nakon provedenih izračuna konstruirali Hohmannovu eliptičnu putanju rakete od Zemlje do Marsa, odredili vrijeme leta i položaje Zemlje i Marsa u trenutku lansiranja i slijetanja rakete. Nastavnici fizike moći će preuzeti scenarij poučavanja te ga prilagoditi svojim potrebama i primijeniti u radu s nadarenim učenicima. Završni dio rada bit će posvećen analizi uspješnosti provedbe radionice kroz povratne informacije svih sudionika i zaključcima.

## **Primjena igrifikacije u nastavi fizike**

Bojana Oreb

*Gimnazija Antuna Vrančića, Šibenik*

Često se učitelji i nastavnici u svom radu susreću s raznim izazovima – manjak motivacije kod učenika, lošija učenička postignuća, disciplinski problemi i sl. Razne su metode i postupci kojima možemo pokušati popraviti takvo stanje. No, postavlja se pitanje učinkovitosti primijenjene metode rada. Kako to ispitati? Jedan od pristupa za poboljšanje vlastite prakse i rješavanje problema s kojima se učitelji susreću jest akcijsko istraživanje. Jedno takvo istraživanje provedeno je u 2. razredu srednje škole s ciljem ispitivanja učinkovitosti primjene igrifikacije na povećanje učeničke motivacije i poboljšanje vještine rješavanja fizičkih problema.

Tijekom mjesec dana nastava se u testnom razredu provodila primjenom raznih elemenata igre. Bilješke o učeničkim postignućima, opažanja i učenički komentari redovito su se bilježili u dnevniku praćenja. Nakon svakoga sata provodile su se ankete kojima se dodatno ispitivala učenička motivacija, a uspješnost u rješavanju zadataka uspoređena je s kontrolnim razredom na temelju sumativne procjene prije i nakon primjene igrifikacije. U radu će biti prikazani rezultati istraživanja, prednosti i nedostaci ovakvog oblika istraživanja te ponuđena moguća poboljšanja u primjeni igrifikacije u nastavi.

## **Brownovo gibanje u nastavi i poučavanju**

Vedran Žadanj<sup>1</sup>, Karolina Dvojković<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Zdravstvena i veterinarska škola dr. Andrije Štampara Vinkovci, Ul. Hansa Dietricha Genschera 16A, 32100 Vinkovci*

<sup>2</sup> *Gimnazija Vukovar, Šamac 2, 32000 Vukovar*

U ovom radu prikazuje se svojevrsan oblik obrazovnog projektnog prijedloga za učenike srednjih škola zasnovan na Brownovom gibanju, fenomenu dovoljno zanimljivom i opazajno jednostavnom, premda ne toliko jednostavnog objašnjenja.

Naglasak priče leži u tome da se Brownovo gibanje prikaže kao mreža za kvalitetno učenje predmeta u STEM području – nešto poput umne mape za STEM područje temeljene na načelima Brownovog gibanja.

Zašto uopće uvoditi Brownovo gibanje u učenički kurikulum? Upravo zbog visokog obrazovnog i edukacijskog potencijala za STEM područje (znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika): ono povezuje mikroskopsko s makroskopskim svijetom i dozvoljava integraciju i korelaciju mnogih disciplina, a ima i brojne vrlo zanimljive primjene koje vrijedi prikazati.

Povijesnim aspektom Brownovog gibanja želi se naglasiti interdisciplinarnost prirode: matematika, statistika, fizika, računalne znanosti i biologija mogu biti uključene i promatrane, s odgovarajućom razinom detalja te proširene na socijalne i ekonomske probleme i fenomene, primjerice. Uvod je vezan uz značaj Brownovog otkrića. Uvode se neki klasični, eksperimentalni prijedlozi - stvarni i virtualni. Fokus je na jednostavnom makroskopskom modelu kaotičnog gibanja te nasumičnoj uporabi digitalnog alata. Također, daju se i prijedlozi za učeničke projekte, navodeći primjere primjene Brownovog gibanja u ostalim područjima znanosti.

Prema nacionalnim smjernicama za poučavanje u STEM području, a s obzirom na strategiju EU za konstrukcijom „društva znanja”, rad je oblik prijedloga za pristup učenju i poučavanju, koji uključuje matematiku, ICT i fiziku kroz digitalne alate i same praktikume te projekte učenika, a sve kako bi se učilo otkrivajući korelacije u raznim disciplinama znanosti i tehnologije, u čijim temeljima leži fenomen - Brownovo gibanje.

## **Superjunaci u nastavi fizike**

Vanja Vučinić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *I. tehnička škola Tesla*

Već mi je kao djetetu, gledajući u crtiću Kojota iz Ptice Trkačice, bilo sumnjivo kako, bježeći s litice, Kojot unedogled lebdi u zraku sve do trenutka kada shvati da ispod njega nema čvrstog tla. Nekako mi se već tada činilo da bi gravitacija trebala nastaviti s djelovanjem bez obzira na to je li netko toga svjestan ili ne. Upravo je ta misao važna nit vodilja kad razmišljam o poučavanju fizike. Malo je toga dojmljivije od suočavanja s vlastitim zabudama. I zaista, samo izravno poticanje učenika da se suoče s vlastitim pogrešnim pretkonceptijama može ih natjerati da implementiraju ono što ih se uči.

Neki bi se mogli zapitati hoće li se možda Superman učenicima učiniti manje stvaran od kolotura, užadi i kosina, ali u praksi se nitko ne žali na taj dodatak satu jer su primjeri iz stripova zabavni. Štoviše, dok se dijelovi fizike poput kvantne mehanike čine zastrašujućima, koga bi mogla obeshrabriti slatka junakinja Marvelovih stripova Katherine Anne, odnosno „Kitty“ Pryde koja posjeduje supermoć koja joj omogućuje da postane neopipljiva i da ometa svako električno polje kroz koje prolazi?

Fikcija i stripovi oduševljavaju i bude čežnju da i naš svijet postane uzbudljiviji i „dramatičniji“ poput svijeta superjunaka. Istina je, međutim, da su naša priroda i zakoni fizike jednako dinamični i intrigantni kao i fikcija. A saznati zašto je tomu tako na satima fizike dio je te zabave.

## **Kako gimnazijalci predviđaju, opažaju i tumače ishode tipičnih pokusa vezanih uz interferenciju i ogib svjetlosti**

Karolina Matejak Cvenić<sup>1</sup>, Lana Ivanjek<sup>2</sup>, Maja Planinić<sup>1</sup>, Katarina Jeličić<sup>1</sup>, Ana Sušac<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

<sup>2</sup> *TU Dresden, Didactics of Physics, Haackelstraße 3, Dresden, Germany*

<sup>3</sup> *Zavod za primijenjenu fiziku, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu*

Hrvatski gimnazijalci osnovne pojave valne optike, kao što su interferencija, ogib i polarizacija svjetlosti, prvi put susreću u četvrtom razredu gimnazije. Prosječno se nastavi valne optike posveti desetak sati nastave, što uključuje obradu novog gradiva, rješavanje računskih i konceptualnih zadataka, te izvođenje pokusa. Budući da proučavanje valne optike omogućava uvid u prirodu znanosti, dizajniranje te provedbu relativno jednostavnih eksperimenata, prirodno je zapitati se kako učenici razumiju i objašnjavaju osnovne pojave valne optike nakon obrade tog gradiva u školama. Istraživanje je provedeno u obliku polu-strukturiranih demonstracijskih intervjuva, u kojima je sudjelovalo 27 gimnazijalaca iz Zagreba, nakon što su na nastavi obradili gradivo valne optike. Za intervjuve su pripremljena četiri pokusa vezana uz polarizaciju, interferenciju i ogib svjetlosti. U ovom radu predstaviti će se rezultati intervjuva vezani uz interferenciju i ogib svjetlosti. Za svaki pokus učenici su davali svoja predviđanja, opažanja, te objašnjenja opaženih pojava. Iako su pokusi pokazani učenicima tijekom intervjuva standardni pokusi opisani u mnogim udžbenicima, ispitani učenici iskazali su različite poteškoće prilikom odgovaranja na postavljena pitanja. Ovaj rad predstaviti će odgovore troje učenika na postavljena pitanja, te dati pregled opaženih poteškoća vezanih uz predviđanje, opažanje i objašnjenje ishoda tipičnih pokusa iz valne optike, vezanih uz interferenciju i ogib svjetlosti.

## **Fizika u školskom kurikulumu**

Mirjana Dabac<sup>1</sup>, Tatjana Zemljić<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Gimnazija Sesvete*

<sup>2</sup> *Gimnazija Sesvete*

Školski kurikulum odnosi se na sve sadržaje, procese, aktivnosti koje su usmjerene na ostvarivanje ciljeva i zadataka odgoja i obrazovanja koji potiču intelektualni, osobni, socijalni, duhovni i tjelesni razvoj učenika. Osim redovitih programa nastave fizike, u školski kurikulum je važno uključiti brojne aktivnosti i projekte nastavnika fizike i učenika, po kojima se stvara prepoznatljivost škole i predmeta.

Školskim kurikulumom naše škole obuhvaćeni su mnogi neformalni programi u kojima se kroz razne projekte fizika povezuje sa drugim predmetima, te se na taj način obrađuje mnogo međupredmetnih tema. U ovom radu bit će prikazani projekti koja su pridonijeli ostvarivanju ishoda i popularizaciji nastave fizike; projekt Vura, STEM društvena igra, Isaac Asimov, Posjeti institucijama i 80. obljetnica smrti Nikole Tesle. Svi realizirani projekti u suvremenoj nastavi su sačuvani u digitalnom obliku kao edukacijski materijali budućim učenicima.

## **Pisane provjere znanja u osnovnoškolskoj nastavi fizike**

Maja Kerošević<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Osnovna škola „Srdoči“ Rijeka*

Procesom učenja i poučavanja, nastavnog predmeta Fizika, cilj je postići ostvarenost odgojno-obrazovnih ishoda, definiranih predmetnim kurikulumom. Kako bi se utvrdila razina stečenih znanja i vještina u odnosu na postavljene ciljeve provodi se aktivnost koja se naziva vrednovanje. Naime, vrednovanje predstavlja sustavno prikupljanje podataka o napredovanju učenika. Ostvaruje se praćenjem, provjeravanjem, ispitivanjem i ocjenjivanjem, a uključuje i samoprocjenu učenika. Cilj vrednovanja je unaprjeđenje procesa učenja i napredovanja učenika te je zbog toga sastavni dio planiranja procesa učenja i poučavanja.

S ciljem unaprjeđenja procesa učenja provode se tri pristupa vrednovanju. Dva pristupa predstavljaju formativan način vrednovanja, a to su vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje, dok vrednovanje naučenog predstavlja sumativan način vrednovanja. Nadalje, u nastavnom predmetu Fizika razlikuju se tri elementa vrednovanja, a to su Znanje i vještine, Konceptualni i numerički zadaci te Istraživanje fizičkih pojava. Sumativan način vrednovanja najčešće se provodi pisanim provjerama znanja dok se usmeno provjeravanje u nastavi fizike izbjegava. Kod vrednovanja koje se provodi pisanom provjerom znanja obično se vrednuju elementi Znanje i vještine te Konceptualni i numerički zadaci.

Pisana provjera znanja oblikuje se prema razinama kognitivnih procesa koje su prema Bloomovoj taksonomiji klasificirane na: razinu zapamćivanja, razinu razumijevanja, razinu primjene, razinu analize i razinu sinteze. Prilikom sastavljanja pisane provjere, za ocjenu dovoljan potrebno je dati dovoljno pitanja i zadataka najniže dimenzije kognitivnih procesa, tj. razine zapamćivanja i reprodukcije. Za ocjenu dobar, pitanja trebaju biti na razini razumijevanja i primjene. Za ocjenu vrlo dobar uključena je razina analize, dok su za ocjenu odličan uključene sve razine kognitivnih procesa.

## **Obnovljivi izvori energije u obiteljskim kućama**

Iva Radečić<sup>1</sup>, Ana Sušac<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu*

Primjena obnovljivih izvora energije u obiteljskim kućama sve je šira, a najčešće se koriste fotonaponski sustavi ili sustavi s malim vjetroagregatom. Ugrađivanjem obnovljivih izvora energije u kućanstva mogu se značajno smanjiti troškovi opskrbe energijom. Razumijevanje fizikalnih koncepata vezanih uz obnovljive izvore energije omogućuje utvrđivanje kako različiti faktori, poput kuta i smjera sunčevih zraka, brzine vjetra i sl., utječu na učinkovitost pojedinih vrsta obnovljivih izvora energije. To može pomoći u odabiru najboljeg izvora energije za određenu primjenu. Napravljena je usporedba učinkovitosti energije sunca i vjetra na temelju meteoroloških podataka za dvije lokacije na području primorske i kontinentalne Hrvatske i utvrđeno je da je proizvodnja energije iz fotonaponskih sustava isplativa na obje lokacije, dok je proizvodnja iz sustava s vjetroagregatom isplativa samo u primorskoj Hrvatskoj. To je primjer kako razumijevanje funkcioniranja obnovljivih izvora energije može pomoći u odabiru najprikladnijih sustava koji se ugrađuju u obiteljske kuće.

## **Razumijevanje fizičkih pojmova prije i tijekom učenja fizike**

Tatjana Ivošević<sup>1</sup>, Melita Stanić-Šepić<sup>2</sup>, Tatjana Pranjić-Petrović<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Agencija za odgoj i obrazovanje*

<sup>2</sup> *Osnovna škola Viktora Cara Emina Lovran*

<sup>3</sup> *Građevinska tehnička škola Rijeka*

Istraživanje razumijevanja fizičkih pojmova na primjeru sila provedeno je među 200 učenika osnovne i srednje škole u dobi od 10 do 16 godina. Za ovaj rad analizirana su samo četiri pitanja. Učenicima četvrtog i šestog razreda osnovne škole postavljena su pitanja kojima se žele ispitati ideje o poimanju sila, dok su učenicima sedmih i osmih razreda osnovne škole te prvih i drugih razreda srednje škole postavljena pitanja kojima se želi ispitati obrazovno postignuće tijekom učenja fizike.

Prilikom ispitivanja zainteresiranosti za rješavanje različitih računskih zadataka, većini učenika su znatno interesantniji oni primjeri kojima se iskazuju realne situacije. Uočava se da učenjem fizike u dobi od 14 godina dolazi do porasta razumijevanja pojma sila. Međutim, daljnjim učenjem fizike u srednjoj školi ne uočava se porast razumijevanja, nego trend pohranjivanja usvojenog znanja u ladice pa i kad uče fiziku istraživački usmjerenom nastavom. Posebno se htjelo uvidjeti koliko istraživački usmjerena nastava stvara trajnu pozitivnu promjenu u opisu pojava. Rezultati pokazuju da se učenjem fizike neispravno poimanje svijeta samo djelomično ispravlja te da ne ostaje trajna vrijednost znanja kod svih učenika.

Ovim radom želi se istaknuti važnost učenja fizike od najranije dobi kroz stalnu aktivaciju mentalnih procesa s obzirom na opisivanje svijeta oko nas kako bi izgradnjom pozitivnog stava prema tumačenju i analizi pojava bolje razumjeli fizičke pojmove i pojave u vlastitom životu.

## **Kako nastavnici i studenti tumače i odgovaraju na objašnjenja učenika?**

Danijela Dodlek<sup>1,3</sup>, Eugenia Etkina<sup>2</sup>, Gorazd Planinšič<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za fiziku, Osijek, Hrvatska*

<sup>2</sup> *Graduate School of Education, Rutgers University, New Brunswick, NJ, United*



Predstaviti ću rezultate istraživanja o sposobnostima nastavnika fizike i studenata fizike (koji se školuju za nastavnike fizike) za prepoznavanje jakih i slabih strana učenika te odgovoru nastavnika i studenata na iste. Anketa za nastavnike i studente je sadržavala tekst zadatka (zadatak višestrukog izbora koji uključuje zakon očuvanja količine gibanja i zakon očuvanja energije) kojeg su učenici rješavali i pisano obrazloženje svakog učenika za njegov izbor rješenja. Sudionici su u anketi morali napisati koje su po njihovom mišljenju jake i slabe strane pojedinog učenika te dati hipotetski odgovor tom učeniku. U istraživanju je sudjelovalo 66 nastavnika fizike i studenata fizike.

Cilj ovog istraživanja je analizirati odgovore nastavnika i studenata te odgovoriti na sljedeća istraživačka pitanja:

1. Kako nastavnici i studenti tumače produktivne i problematične aspekte učeničkih objašnjenja?
2. Kakva su tumačenja nastavnika i studenata u usporedbi s tumačenjima stručnjaka u području edukacijskih istraživanja u fizici?
3. Koja je razlika između odgovora na Pitanja 1-2 za nastavnike i studente koji se školuju za nastavnike?

Shema za analizu temelji se na teorijskom okviru *Content Knowledge for Teaching Energy (CKT-E)* (Sadržajna znanja za poučavanje energije), odnosno njegovoj komponenti: *Tasks of Teaching* (Zadaci poučavanja).

Kako bismo odgovorili na istraživačka pitanja, pokazat ćemo kvalitativnu i kvantitativnu analizu odgovora nastavnika i studenata te prikazati sličnosti i razlike u obrascima odgovora.

## **Hokus pokus-fizika**

Vesna Marić, prof.savjetnik fizike i kemije  
Danijel Ptičar, prof.savjetnik matematike i informatike

*Srednja Škola Ban Josip Jelačić, Zaprešić, Osnovna škola Pavao Belas, Brdovec*  
*Srednja Škola Ban Josip Jelačić*

Kako učenike zainteresirati na nastavi fizike, kako ih motivirati da se aktivno uključe u nastavu, da se fizikom bave i izvan učionice...pitanje je koje sami sebi postavljaju nastavnici fizike gotovo svakodnevno. Fizika je egzaktna znanost, znanost koja svoje zaključke i zakone donosi na temelju opažanja i stoga je eksperiment osnova svega. Dočarati učenicima pokusom neku pojavu, a potom onda s njima analizirati već se puno puta pokazalo izuzetno uspješnom metodom.

Pokuse prikazane u ovom izlaganju osmišljavali smo zajedno s učenicima, a opremu za izvođenje pokusa izrađivali sami. Tako da se u našim pokusima upotrebljavaju razni otpadni dijelovi, reciklirani materijali. Predmeti prikupljeni na sajmovima, glomaznom otpadu itd.

Od svih pokusa koje smo izvodili i opremu za njih kreirali izdvojili bismo: Maglenu komoru (cloud chamber), detektor ionizirajućeg zračenja, Teslinu zavojnicu, „Lebdeću“ vodu, Spektrometar, Peltierov element.

Pokusni su osmišljeni s učenicima, oni su sudjelovali u nekim fazama njihove izrade, a u posebnim prilikama popularizacije znanosti kao što su Dani otvorenih vrata škole, javna

predavanja, predavanja za učenike osnovnih škola i sl., učenici su uz pomoć ovih pokusa samostalno objašnjavali prirodne zakone.

Ističemo da je ovakav pristup radu donio poprilično dobre rezultate, posebice jer se kombiniralo znanje iz informatičkog područja koje je učenicima blisko s praktičnim radom i razumijevanjem. Učenici su pokazivali veći interes za neku fizikalnu pojavu, analizirali rezultate pokusa i s lakoćom usvajali složene fizikalne koncepte.

Učenici su osim učenja s razumijevanjem i razvijanja motoričkih sposobnosti stekli uvid i u mogućnost recikliranja, uočavanja mogućnosti ponovne upotrebe ili prenamjene nekog uređaja ili njegovog dijela. Vjerujemo da smo ovakvim načinom rada doprinijeli kvalitetnijoj i zanimljivijoj nastavi te potakli neke učenike na daljnji rad i proučavanje prirodnih zakona u sinergiji sa sveprisutnom IKT tehnologijom.

## **Važnost komunikacijskih vještina u oblikovanju povratnih informacija**

Ivana Katavić

*Centar izvrsnosti SDŽ*

Pandemija COVID-19 nije samo utjecala na promjene u društvu i gospodarstvu već je inicirala preispitivanja učinkovitosti dosadašnjih obrazovnih sustava. Nastale globalne promjene u obrazovanju potaknule su obrazovne politike diljem svijeta na potrebu stvaranja jedinstvene arhitekture otpornih obrazovnih sustava. Novi obrazovni sustavi, prema Zaključcima Vijeća Europe unije o potpori dobrobiti u digitalnom obrazovanju (2022/C 469/04), trebaju biti integrativno i snažno povezani s gospodarstvom kako bi koherentnim pristupom doprinijeli istom cilju, uspostavi pametnih digitalnih ekosustava obrazovanja. Vrednovanje, kao sustavno prikupljanje podataka u procesu učenja sastavni je dio tog ekosustava i predstavlja složen komunikacijski postupak.

Uspješna komunikacija ujedno je i razumljiva komunikacija koja podrazumijeva da poruka i informacija prenesene od jedne do druge osobe budu razumljive. Za razumijevanje komunikacije u procesu vrednovanja znanja učenika potrebno je znati, osim elemenata procesa komunikacije, cilj, kontekst, oblike, razine i modele komunikacije.

Sustavno prikupljanje podataka u procesu učenja i vrednovanje postignutih razina kompetencija učenika u središtu je modela modernih obrazovnih sustava u nastajanju. Djelatnici u obrazovanju pod velikim su pritiskom zbog vrednovanja postignuća učenika koje je uvođenjem reformskih procesa zamijenilo "klasično ispitivanje i ocjenjivanje". Tijekom predavanja bit će predstavljeno što je uzrok stalnog povećanja broja odlikaša te kako oblikovati poticajne povratne informacije učeniku te ih istovremeno komunikacijski oblikovati kao objektivnu, pouzdanu i valjanu informaciju za roditelje.

## **Fizika na YouTube-u**

Slavica Bernatović

*Tehnička škola Slavonski Brod*

U današnje vrijeme, učenicima su dostupni raznovrsni, prikladni i ne prikladni materijali na webu. Nastavnik bi trebao, kad god je u prilici, **uputiti učenike samo na sigurne i korisne materijale iz „okruženja“**.

Fiziku treba i učiti. Učiti u moderno vrijeme, znači:

- a) koristiti prednosti novog vremena,
- b) dodatno učiti u prikladno vrijeme,
- c) učiti iz pouzdanog izvora.

Jedna od strategija učenja je „učenje u digitalnom okruženju“.

Kao pomoć u učenju pri rješavanju numeričkih zadataka, prezentiram na YouTube-u kanalu zadatake, za rješavanje kojih se koriste fizikalne zakonitosti.

„Fizika na YouTube-u, je doprinos, s aspekta izrade zadataka. Dostupno na poveznici: <https://www.youtube.com/@slavicabernatovic1395>

Primjeri za istaknuti:

- Jednoliko pravocrtna gibanja & srednja brzina \_\_Pravilo za put iz (v,t) grafa  
<https://youtu.be/OnpoCkdFpLY>
- Volumen \_SI sustav mjernih jedinica  
[https://youtu.be/\\_u7NOvrnF1c](https://youtu.be/_u7NOvrnF1c)
- Coulombov zakon: Coulomb's law \_\_1 Coulomb  
<https://youtu.be/nCZQwtqgRYE>

**Svrha** dostupnih materijala na YouTube-u, je omogućiti učeniku **dostupnost** tumačenja fizikalnih zakonitosti i zadatka **koliko god je puta potrebno**, do postignuća željene razine znanja.

Nadalje, učenik je u prilici svoje dodatno učenje organizirati prema svojem planu učenja.

## **Istraživanjem fizičkih pojava do konceptualnog razumijevanja jednostavnih strujnih krugova**

Spomenka Hardi1

<sup>1</sup>*Gimnazija A. G. Matoša, Đakovo*

U radu će biti prikazana primjena sistematiziranog modela istraživačkog učenja na primjeru eksperimentalnog i digitalnog istraživanja jednostavnih strujnih krugova. Prolazeći kroz pet faza istraživanja – orijentacija, konceptualizacija, istraživanje, zaključak i rasprava, učenici će, istražujući Ohmove zakone, lakše doći do konceptualnog razumijevanja odnosa između fizičkih veličina električne struje, električnog napona i električnog otpora, nego što bi to postigli slušajući pasivno predavačku nastavu. Na početku nastavnik učenicima prikaže nekoliko animacija koja ih uvode u istraživanje i kojima ponove ranije usvojene koncepte potrebne za učinkovito istraživanje novih pojava. Učenici su podijeljeni u šest grupa, od toga tri grupe učenika izvode eksperimentalno, a tri grupe digitalno istraživanje. Nastavnik vodi istraživanje postavljajući pitanja i usmjeravajući istraživanje. Sve zadatke nastavnik prije istraživanja postavi u suradničku kolekciju, u digitalnom alatu Wakelet i tu kolekciju podijeli s učenicima. U istu tu kolekciju učenici postavljaju svoje rezultate istraživanja tako da su uvijek dostupni svima. Osim samog istraživanja, na kraju svi učenici na konceptualnim zadacima provjere odgojno-obrazovne ishode koje su istraživanjem usvojili. Zadnji korak je evaluacija rezultata istraživanja u kojem svaka grupa pred ostalim učenicima prikazuje

rezultate svoga istraživanja i u kojem uspoređuju dobivene rezultate. Na kraju se digitalno provodi samovrednovanje.

## **Projekti iz Europskog socijalnog fonda u školstvu – kako je riješen članak 99. Zakona o odgoju i obrazovanju u praksi**

Danijel Pranić

*I. OŠ Petrinja,*

Na svom izlaganju ću objasniti članak 99. Zakona o odgoju i obrazovanju te njegove posljedice na rad na europskim projektima, s naglaskom na Europski socijalni fond. Također će biti pojašnjena i Uputa za provedbu članka 99. Zakona o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi i to na konkretnim primjerima iz prakse. Govoriti ćemo i o prednostima i nedostacima rješenja koja su predložena od resornog ministarstva u svrhu provedbe ovog članka koji je bitan za školstvo jer konačno predviđa i mogućnost nagrade aktivnim zaposlenicima škole koji žele raditi na ovakvim projektima.

Tijekom provedbe našeg projekta u školi susreli smo se s dosta problema koje smo rješavali u hodu i koji su nam dosta otežali samu provedbu projekta. Opisati ću i načine kako se računa satnica voditelja projekta na temelju koje se radi i izračun proračuna projekta. Napraviti ću i osvrt na rješenje isplate plaće tijekom provedbe projekta, te na neopravdanu i diskriminirajuću stavku u COP – u koja stavlja u nepovoljan položaj profesore mentore i savjetnike koji žele raditi na projektima.

Europski fondovi su jedan veliki potencijal za budućnosti, te će se koristiti u budućim projektima kojima će biti cilj unaprjeđenje nastave fizike kroz opremanje kabineta fizike s različitom opremom te kroz suradnju između škola, institucija i svih zainteresiranih za nastavne procese.

## **Koliko iznosi volumen tetrapaka mlijeka?**

Višnja Faraguna Jerman<sup>1</sup>

*<sup>1</sup> OŠ Matije Vlačića Labin, OŠ Vladimira Nazora Pazin*

U svakodnevnom životu susrećemo se s brojnim izazovima koje nam nudi nastava fizike i primjena fizikalnih načela. Istraživačka nastava nam je sve veći izazov. Međutim, da bi bila uspješna, potrebno je konstanto voditi brigu o realnosti, dostupnosti i svjesnosti o primjenama iste. Važno nam je, u najranijem susretu s nastavom fizike u osnovnoj školi, učenike uputiti na važnost obrazovnih sadržaja nastave fizike te razvijati motivaciju za boljim razumijevanjem gradiva fizike. S vjerom da bi obrazovni program pratio razvoj društva i tehnologije te povećanjem zanimanja za STEM područje, važno je u ovoj ranoj dobi postaviti temelje i razvijati svijest.

U radu će biti predstavljena vježba „Koliko iznosi volumen tetrapaka mlijeka?“ koju izvodim s učenicima 7. razreda na samom početku učenja fizike. Učenici na sat donose prazan tetrapak

mlijeka. Učenici provode mjerenja i računaju volumen tetrapaka. U radu ću iznijeti pretpostavke učenika, metode računanja i mjerenja te analizu i zaključak. Navest ću poteškoće koje su nastale prilikom izvođenja ove vježbe vezano za volumen tijela. U kasnijoj fazi vježba se povezuje s masom, a potom i gustoćom. Vježba se provodi u dvije faze, radi ograničenja vremena i resursa. Prva faza pripada volumenu, druga gustoći.

Učenici su kroz zadanu vježbu prošli više kognitivnih razina znanja - analizu, sintezu i evaluaciju. U ovom primjeru konkretno krećemo razvijati učeničko kritičko razmišljanje koje nam je prijeko potrebno u razumijevanju i učenju fizike te svakim danom sve važnije u moru informacija koje nas okružuju.

## **Inicijalni ispiti na satu Fizike u sedmom razredu osnovne škole**

Ana Graša<sup>1</sup>, Snežana Kirin Mataković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Osnovna škola Banija, Karlovac*

<sup>2</sup>*Osnovna škola Grabrik, Gimnazija Karlovac, Karlovac*

Fizika se kao znanost često koristi matematičkim znanjima za opis fizičkih zakona, funkcionalne ovisnosti fizičkih veličina te rješavanje jednadžbi. Kako je matematika bitan alat u fizici, potaknute predznanjem matematike učenika sedmih razreda odlučile smo provesti inicijalni ispit znanja na uvodnom satu fizike u sedmom razredu.

Zadaci koji se nalaze u inicijalnom ispitu sastavljeni su prema ishodima matematike koji su ključni za savladavanje ishoda fizike u osnovnoj školi. Provjeravani ishodi sastavni su dio kurikulumata matematike u drugom, trećem i četvrtom razredu razredne nastave te petom i šestom razredu predmetne nastave u osnovnoj školi.

Ispitom se provjeravaju sljedeći ishodi: mjerenje dužine zadane duljine, preračunavanje mjernih jedinica za duljinu, mjerenje duljina stranica pravokutnika i računanje površine pravokutnika, preračunavanje mjernih jedinica za površinu, računanje volumena kvadra te preračunavanje mjernih jedinica za volumen, masu i vrijeme.

Za svaki zadatak i cjelokupni inicijalni ispit napravljena je analiza riješenosti. Inicijalnom ispitu pristupilo je 89 učenika sedmih razreda dvije karlovačke osnovne škole – Osnovne škole Banija i Osnovne škole Grabrik.

## **Utjecaj fizičkih praktikuma na učenje fizike**

Katarina Jeličić, Karolina Matejak Cveniđ

*Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

Kroz zadnje desetljeće, istraživanja iz edukacijske fizike ukazuju na to da uobičajeni praktikumi iz fizike koji su organizirani na način da služe za potkrjepljivanje fizikalnog sadržaja nakon predavanja, nemaju željeni učinak na znanje studenata. Standardne praktikumske vježbe zahtijevaju minimalnu kognitivnu aktivaciju studenata, te često ne produciraju željeni učinak. No s druge strane, kada se fizikalni praktikumi ne postave kao klasične „kuharice“, nego se studentima pruži prilika da sami osmisle eksperiment, raspravljaju o njemu s kolegama i nastavnicima, izmjenjuju i unaprjeđuju svoj postav te na kraju i samostalno provedu eksperiment, tada je korist za studente veća. Predstaviti će se

rezultati postojećih znanstvenih istraživanja koja su ispitala utjecaj standardnih fizikalnih praktikuma na studentsko znanje i razumijevanje fizike te prikazati kako oblikovati praktikumske zadatke koji potiču studente na aktivni proces učenja. Drugačiji pristup praktikumima može se primijeniti i u školama koje provode praktikumsku nastavu, te tako povećati učinak učenja fizike.

## **Usporedne novosti u sveučilišnim udžbenicima iz mehanike**

Antonije Dulčić, Nikola Poljak, Miroslav Požek

*Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno matematički fakultet, Fizički odsjek*

U novom sveučilišnom udžbeniku *Mehanika* (Školska knjiga, 2023.), kojemu su autori A. Dulčić, N. Poljak i M. Požek, mogu se naći mnoge novosti u usporedbi s postojećom literaturom. Ne navodeći pojedinačno druge udžbenike, ovaj udžbenik jasno otklanja neke netočnosti koje se često ponavljaju u literaturi. Tako se npr. često navodi da sila može deformirati tijelo na koje djeluje. To je netočno jer sila (u jednini) samo mijenja brzinu tijela, a za deformaciju su nužne dvije sile jednakih iznosa i suprotnih smjerova. Osim toga, pri deformaciji se još javljaju i dvije unutarnje sile kojima se uspostavlja ravnoteža u novome stanju. Nadalje, u ovom se udžbeniku jasno ističe kriterij koji mora biti zadovoljen da bi se neko međudjelovanje moglo smatrati silom, što se ne navodi u drugim postojećim udžbenicima. To je važno jer student (učenik) mora znati po kojem kriteriju smatramo da je npr. trenje sila, a grijanje posude s vodom na štednjaku nije sila, iako se i tu radi o nekom vanjskom djelovanju. Ovaj je udžbenik pisan od početka tako da se može pratiti bez ikakvoga prethodnog znanja fizike, ali ipak u kasnijim poglavljima doseže visoku razinu. Posebno se može istaknuti obrazloženje fiktivne (izmišljene) sile koju pridodajemo stvarnim silama na neko tijelo da bismo mogli primijeniti formalizam drugoga Newtonova zakona u neinercijalnom referentnom sustavu, gdje inače ne vrijedi drugi Newtonov zakon. Navedeni su brojni primjeri u neinercijalnim sustavima ubrzanima po pravcu i u rotirajućim referentnim sustavima. U kasnijem poglavlju udžbenik izlaže opažanje retrogradnog gibanja Marsa u ljeto i jesen 2021. godine i objašnjava kako su isto takvo opažanje u antičko doba tumačili u sklopu geocentričnog Ptolemejeva sustava, a kako ga je Kopernik protumačio u svojem heliocentričnom sustavu. Na kraju udžbenika je iznesena ukratko i Einsteinova opća teorija relativnosti, koja je našla suvremenu primjenu u preciznosti GPS-a.

## **Izazovi provođenja vrednovanja za učenje u nastavi fizike**

Irena Peruš<sup>1</sup>, Sanja Ivanac<sup>2</sup>

<sup>1</sup> OŠ „Ljubo Babić“, Jastrebarsko

<sup>2</sup> OŠ Šimuna Kožičića Benje, Zadar

Formativno vrednovanje, koje uključuje vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje, treba biti učestala aktivnost kako bi proces učenja bio što kvalitetniji te kako bi učitelj znao kojim sadržajima treba tijekom poučavanja posvetiti više vremena. Vrednovanje za učenje koje se provodi putem ulaznih i izlaznih kartica, domaćih zadaća i kvizova aktivnost je koju provode učitelji, a informacije stečene tom aktivnošću korisne su učenicima, roditeljima i učitelju. Vrednovanje za učenje priprema učitelj u skladu s ishodima zadanima kurikulumom,

potom obrađuje prikupljene podatke te najčešće upisuje u imenik stečene zaključke na način koji će učenicima biti razumljiv i poticajan. Obzirom na složenost izvođenja vrednovanja za učenje, nameće se pitanje vremena potrebnog za kvalitetnu provedbu vrednovanja za učenje kroz sve tri faze: sastavljanje, provedba, analiza i sinteza. Kako bi se stvorila slika o mogućim problemima s provedbom vrednovanja za učenje u nastavi fizike provedeno je istraživanje među učiteljima i nastavnicima fizike s ciljem utvrđivanja koliko se često provode vrednovanja za učenje te u kojoj formi, koliko je vremena potrebno za provedbu vrednovanja (za svaku fazu posebno), pišu li se jasni, afirmativni i poticajni zaključci u imenik te koje dodatne poteškoće učitelji i nastavnici imaju tijekom provođenja vrednovanja. Rezultati istraživanja pokazuju da su vrednovanja za učenje najčešće unaprijed planirane i često učenicima najavljene aktivnosti koje se zbog manjka vremena ne stignu dovoljno provoditi. Sastavljanje, analizu te upis bilješki učitelji najčešće provode kod kuće, van osmosatnog radnog vremena. Kako bi se vrednovao jedan razredni odjel potrebno je oko 3 h rada na materijalima za provjeru (kroz sve tri faze). Istraživanje pokazuje pojavu stresa kod učitelja zbog mogućih kritika na način pisanja bilješki te manjak pozitivnog učinka vrednovanja na učenička postignuća.

## **Numeričko modeliranje u nastavi fizike za darovite učenike**

Katarina Tolić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *V.gimnazija, Zagreb*

Velik dio učenika koji su daroviti u fizici svoje daljnje obrazovanje žele nastaviti u tom smjeru pri čemu im nastavnici trebaju dati maksimalnu moguću potporu. Prilikom rada s darovitim učenicima najčešće im nudimo dodatnu literaturu i dodatne računske ili eksperimentalne zadatke. Možemo li im ponuditi nešto drugo, nešto netipično za srednjoškolsko obrazovanje u Hrvatskoj? Kao odgovor se nameće stavljanje naglaska na interdisciplinarnost. U ovom izlaganju će biti predstavljen jedan pristup koji nam to omogućava - numeričko modeliranje, gdje učenici istovremeno koriste matematička i računalna znanja u svrhu opisa konkretnog problema unutar određene prirodne ili društvene znanosti. Na taj način, uz nadogradnju znanja iz fizike, učenici razvijaju računalna (programiranje u programskom jeziku Python) i matematička znanja (analiza funkcije, interpolacija podataka, deriviranje, integriranje, diferencijale jednadžbe) koja će moći primijeniti u daljnjem obrazovanju i radu neovisno o tome što odaberu za nastavak svojeg obrazovanja. Učenicima koji su sudjelovali na dodatnoj grupi iz numeričkog modeliranja predstavljene su potrebne matematičke metode nakon čega su pisali računalni program koji provodi numeričko računanje, a konačno su i primijenili taj program na jednostavnijim problemima. Nakon odrađenih svih planiranih metoda, učenicima su zadani projektni zadaci s nekim od problema iz fizike koje se može jednostavnije analizirati pomoću numeričkog modeliranja (npr. slobodni pad s otporom zraka) – projekte učenici rade u parovima i na kraju prezentiraju svoje rezultate i zaključke. Rad učenika na projektima je još u tijeku, ali povratne informacije učenika su pozitivne i učenici pozitivno vrednuju korist učenja ove metode za svoje daljnje obrazovanje i napredak u matematici, informatici i fizici. U izlaganju će biti detaljnije opisana sama tehnika i način na koji je ona primijenjena u radu s učenicima, prednosti i izazovi kod primjene te planovi za budućnost.

## Matematičko modeliranje u fizici

Slavica Bernatović

*Tehnička škola Slavonski Brod*

Problemski i istraživački organizirana nastava osigurava uvjete za matematičko modeliranje u fizici. Modeliranje u nastavi fizike zahtijeva primjenu suvremenih nastavnih metoda rada i digitalnih alata.

Excel omogućava grafički prikaz razmatranih fizikalnih varijabli i istodobno njihovu matematičku korelaciju.

Primjeri koje bih istaknula:

- Zanimljiv i aktualan primjer modeliranja je širenje aerosola u mediju različitih temperatura. Primjer, razmatranje površinskog i volumnog širenja kapljice bojila. Taj primjer je prikladno razmatrati na srednjoškolskoj razini uz promjenljive početne i rubne uvjete, te kvalitativno prezentirati i opisati, bez matematičkog opisa. Tu je intrigantno prikazati poveznicu sa nedavno aktualnim rasprostranjem SARS CoV-2.
- Matematički model je opis procesa pomoću matematičkih pojmova i jezika. U primjerima, za 2. Newtonov zakon, Ohmov zakon i Zakon radioaktivnog raspada, to se ostvaruje Istraživački usmjerenim nastavnim aktivnostima. Postupak modeliranja daje mogućnost izravnog pronalaska međuovisnosti fizikalnih veličina, te prikaz iste, matematičkim izrazom. Svrha: razmatranjem fizikalnog zakona korak po korak, primjenom algoritma u Excel-u, preko realnih vrijednosti fizikalnih veličina, formira se fizikalnu zakonitost u matematičkom obliku.
- Učenje temeljeno na problemima (PBL) je učenje u kojemu učenik odabere zadatak na zadanu temu, pri rješavanju kojega učenik **razvija vještine rješavanja problema i uči koncepte** umjesto učenja samo činjenica. Učenik vlastitim odabirom digitalnog alata, odnosno programa, izradi model za promatranu fizikalnu zakonitost. Kao primjer, istaknuti ću, „Vremenska promjena elongacije za harmonijsko titranje u Phytonu“. Svrha ovih aktivnosti, učenik:
  - a) povezuje svoja znanja iz struke i fiziku, b) aktivno uči o vremenskoj promjeni elongacije pri harmonijskom titranju, algebarskim i grafičkim prikazom. Aktivnosti su motivirajuće za učenika u strukovnom obrazovanju, na primjer, tehničar za računalstvo.

**Uloga nastavnika fizike u popularizaciji znanosti u osnovnoj i srednjoj školi**

Dalibor Paar<sup>1</sup>



<sup>1</sup> *Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Bijenička c.32, Zagreb, dpaar@phy.hr*

Na razini Europske unije (www.obzoreuropa.hr - Obzor Europa i prethodni okvirni programi EU za istraživanja i inovacije) ističe se da su istraživanja i inovacije ključni za suočavanje s izazovima današnjice. Pri tome su posebno važna dva cilja: otvaranje znanosti i inovacija prema društvu i podizanje interesa za znanost među učenicima uz poticanje karijera u STEM područjima. U tim područjima imamo veliki deficit stručnjaka, od nastavničkih kadrova, inženjerskih, znanstveno-istraživačkih do strukovnih zanimanja. Znanstveno obrazovanje čini temelj za postignuće tih ciljeva.

Kada govorimo o fizici koja čini jezgru znanstvenog obrazovanja u STEM područjima, možemo govoriti o uvođenju novih metoda poučavanja ali i o uvođenju fizike u nastavu drugih predmeta ili izvan okvira formalnog obrazovanja. Važna uloga nastavnika fizike u budućnosti je pospješiti znanstvenu komunikaciju koja povezuje suvremenu znanost i tehnologije sa građanima, doprinoseći znanstvenoj pismenosti društva.

Nastavnike fizike treba sustavno upoznati s metodama popularizacije znanosti i znanstvene komunikacije u fizici, pokazati kako primijeniti demonstracijske pokuse i nove medije u popularizaciji fizike te kako teme suvremene fizike i s primjenama iz realnog života uvesti u obrazovni proces. Poseban naglasak se stavlja na kreativno i inovativno učenje pri čemu učenike potičemo na aktivno učenje u okviru kojeg razvijaju i koriste svoje sposobnosti. Pri tome ih ohrabujemo prema karijerama u STEM područjima. No i ako će karijere imati u drugim područjima, znanstveno obrazovanje im je važno jer se obučavaju vještinama potrebnim da bi aktivno sudjelovali u društvu. Izazovi današnjice kao što su klimatske promjene, izvori energije, sigurnost građana i zdravlje povlače potrebu da građani razumiju temeljne znanstvene koncepte i suvremene tehnologije.

## **Praktične vježbe iz fizike za studente medicine**

Sanja Dolanski Babić<sup>1</sup>, Kristina Serec<sup>1</sup>, Marko Škrabić<sup>1</sup>, Planinka Pećina

<sup>1</sup> *Katedra za fiziku i biofiziku, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

Još od pedesetih godina prošlog stoljeća studenti medicine pohađaju praktične vježbe iz fizike te nakon toga polažu praktični ispit. Veći broj praktičnih vježbi svih ovih godina ostao je isti iako su se generacije studenata medicine po svojim kompetencijama iz fizike, ali i manualnim vještinama prilično promijenile. Predstaviti ćemo kurikulum vježbi iz fizike za studente medicine i metodologiju pripreme za njihovo samostalno izvođenje vježbi. Usporedit ćemo rezultate testiranja studenata prije izvođenja odabranih vježbi (određivanje viskoznosti tekućine, određivanje brzine protjecanja vode i određivanje jakosti konvergentne i divergentne leće) s rezultatima koje su studenti postigli na praktičnom ispitu. Predstaviti ćemo rezultate dobivene anonimnim anketiranjem studenata o praktičnim vježbama iz fizike koje su održane ove akademske godine. U raspravi ćemo pokušati odgovoriti na pitanje kako uspješnost pri

ostvarivanju obrazovnih ishoda praktičnih vježbi iz fizike osigurava daljnji razvoj generičkih kompetencija studenata medicine i njihove kompetencije iz fizike.

## **Promjena znanstvenog razmišljanja kod studenata kemije i kemijske tehnologije učenjem fizike**

Mirko Marušić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, Zavod za fiziku

U radu su prezentirani rezultati petogodišnjeg projekta ostvarenog na Kemijsko-tehnološkom fakultetu, Sveučilišta u Splitu. Cilj projekta je procijeniti kako se, u vremenskom intervalu od jednog semestra, u ovisnosti o načinu učenja fizike, mijenja stupanj znanstvenog razmišljanja kod studenata prve godine preddiplomskih sveučilišnih studija Kemija i Kemijska tehnologija. Projekt je ostvaren u okviru kolegija *Vježbe iz Fizike II*. Promatrane su dvije metode učenja fizike: metoda aktivnog učenja - „Eksperimentiranje i rasprava“ (ED grupa - 277 studenata) i tradicionalna metoda učenja (TM grupa - 189 studenata). U studiji je korišten mjerni instrument *The Lawson classroom test of scientific reasoning* (LCTSR). Analizirane su migracije studenata između različitih nivoa znanstvenog razmišljanja. Od svih studenata ED grupe, koji su na pre-testu bili na konkretnom ili tranzicijskom nivou, njih 55.5 % je ostvarilo pomak prema višim nivoima znanstvenog razmišljanja. Kod TM grupe ti pomaci su statistički zanemarivi. Ovako respektabilni rezultati ostvareni metodom aktivnog učenja nude mogućnost boljeg savladavanja fizikalnih kolegija od strane studenata. Ujedno, ostvarivanjem povećanja stupnja znanstvenog razmišljanja dani su temelji za kvalitetnije i bolje studentsko razumijevanje prirode znanosti kao i pripremu za znanstveni i stručni rad.

## **Znanost u Hrvata od stoljeća VII**

**Matko Babić**

*Profesor fizike u mirovini  
matko.fizika@gmail.com*

Poznato nam je da se nastava u čitavom svijetu u općim obrazovno-odgojnim školama uči po nastavnim predmetima. Nastavni predmet povijesti svugdje zastupa formiranje nacija u države, njihove odnose i utjecaj religija na te aktivnosti.

Ja to popularno zovem: „povijest mača i križa“!

Nigdje nećete naći mnogo o tome kako je znanost utjecala na povijesni razvoj različitih kultura, država pa i cijelog čovječanstva.

Mislim da bi ova odgojno-obrazovna ideja dobro došla mladim učiteljima, jer tu sada ima neslućeni broj mogućnosti različitih dopuna i mogućnosti izražavanja mladih.

Hrvatski narod je u svjetskim razmjerima mali narod, ali je dao mnogo znanstvenih velikana poznatih u svjetskim razmjerima. U ovoj prezentaciji reći ću nešto o životu i radu desetorice (po mom mišljenju) najznačajnijih. Mojih „deset dečkiju“ (kako ja to popularno zovem) su:

Herman Dalmatin, Faust Vrančić, Marko Antun DeDominis, Marin Getaldić, J.R. Bošković, Andrija Mohorovičić, Josip Juraj Strossmayer, Lavoslav Ružička, Vladimir Prelog i Nikola Tesla.

## **O električnoj prirodi magnetske sile**

Goran Božić

*Klasična gimnazija Zagreb*

Za demonstraciju električne prirode magnetske sile koristi se Purcellovo izlaganje iz 1960-ih godina (Berkeley Physics Course – Electricity and Magnetism) koje je rasprostranjeno po mnogim drugim udžbenicima fizike u svijetu. Iako je ono matematički relativno pristupačno, konceptualno je opterećeno nezanemarivim didaktičkim problemima. Unatoč tome, to je izlaganje značajno jer pokazuje da je magnetska sila (u nas, uobičajeno, Lorentzova sila), koja je mjerljiva u školskim pokusima, rezultat izvanredno malenog učinka relativističke kontrakcije duljina obzirom da je brzina usmjerenog gibanja elektrona u vodiču pri strujama uobičajenih jakosti otprilike za faktor  $10^{-12}$  manja od brzine svjetlosti. To je začuđujući primjer učinka specijalne relativnosti u svakodnevnicima. U ovome članku predložimo alternativni, pojednostavljeni misaoni pokus s dugom ravnom nabijenom žicom i nabijenom česticom. Žica i čestica u početnom trenutku relativno miruju i međudjeluju samo električnom silom. Pokazujemo da u drugom sustavu motrenja u kojemu žica i čestica imaju zajedničku relativnu brzinu, međudjelovanje nije samo električne nego i magnetske prirode. Usput dobivamo i izraz za magnetsku (Lorentzovu) silu kao relativističku nuspojavu. Odavde zaključujemo da postoji samo jedna jedinstvena – elektromagnetska sila, koja se u jednom sustavu motrenja može prikazati samo kao električna dok se u svakom drugom inercijskom sustavu prikazuje kao mješavina električne i magnetske sile. Matematički izvod je pristupačan, a misaoni pokus konceptualno je pogodan za učenike viših razreda koji žele znati i razumjeti više dok bi svakako bio koristan studentima uvodnih izlaganja fizike. Posljedica našeg razmatranja je i modifikacija Newtonovske u relativističku količinu gibanja.

## **Trag(ovima) fizike u forenzici**

Romina Dubajić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *OŠ Nikole Tesle, Zagreb*

U tehnološki ubrzanom svijetu informacija je udaljena jednim klikom, složeni sadržaji listaju se potezom prsta, a kratkotrajna pozornost i globalizacija daju lažan osjećaj naučenog samim promatranjem ekrana. Ovoj površnosti suprotstavlja se temelj 21.st 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, communication*), vještine nužne u pripremi učenika za buduće tržište rada.

Kako bi nastava STEM područja, time i fizike, bila moderna, učenicima se može ponuditi znanstveni sadržaj koji je istovremeno aktualan, zanimljiv i dinamičan.

Forenzika kao izvannastavna aktivnost, obogaćivanje dodatne ili osvježavanje redovne nastave u OŠ iznimno je atraktivna opcija zbog svoje televizijske popularnosti i tematike.

Forenzika zahtijeva interdisciplinarni pristup fizike, kemije, biologije i matematike uz upotrebu različitih IKT-a kroz pokuse i rješavanje problema znanstvenom metodom.

Od učenika se očekuje teorijsko znanje usvojeno na STEM predmetima te njegova primjena na simuliranim zločinima. Stečene vještine tijekom forenzike su pretpostavke i procjene, uočavanje uzoraka, razvoj teorija, modela i pristupa problemu, analize, upotreba tehnologije za interpretaciju dobivenih informacija, organizacija i prikaz podataka te dijeljenje znanstvenih spoznaja s ostalima u timu tijekom istraživanja.

Cilja rada je predstavljanje različitih radionica, pokusa, primjera nastavnih metoda, prednosti i moguće poteškoće kod implementacije forenzike u nastavi.

Forenzika kod učenika izaziva mješavinu dječjeg zgražanja i čuđenja što rezultira velikim interesom i oduševljenjem. U praksi, to znači neki oblik selekcije učenika kako bi mogli pratiti program ove izvannastavne aktivnosti. Učenici su posvećeni rješavanju zločina s potpunim fokusom na rad koji je većinom praktične prirode.

Nakon završetka svih radionica učenici polažu forenzički ispit u obliku escape rooma. Višegodišnje iskustvo pokazuje veći interes za redovnu nastavu fizike i STEM zanimanja zbog pozitivnih dojmova s forenzike.

## **Kompetencije učenika 7.razreda u kontekstu nastave fizike**

Danijela Šumić<sup>1</sup>, Emina Mutabžija-Orešković<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>OŠ A. Mihanovića i OŠ A.B. Šimića, <sup>2</sup>OŠ Žuti brijeg*

U formalnim i neformalnim osvrtima kolega na rad učenika na svim prijelazima među razinama obrazovanja oduvijek i gotovo uvijek prisutno je nezadovoljstvo radom (radnim navikama) i predznanjem učenika – danas bismo rekli, njihovim kompetencijama potrebnim za nastavak obrazovanja.

Rezultatima PISA istraživanja nismo zadovoljni - naročito ne mi, ne u prirodnoznanstvenoj pismenosti - što mnogi tumače inertnim, zastarjelim obrazovnim sustavom, učiteljima koji nisu dovoljno stručni, nedostajućom skupom opremom, ranije programom danas kurikulumom koji ili nije primjeren ili jest primjeren ali se ne provodi...

Cilj izlaganja je demonstrirati da je bitno na početku učenja fizike u radu s učenicima osnovne škole poznavati njihove stvarne jezične i matematičke kompetencije.

Izlaganje bi trebalo ukazati (i dokazati) koliko je za učitelje fizike važno u kontekstu fizike biti svjestan ograničenja uvjetovanih ulaznim kompetencijama učenika – njihovim stvarnim sposobnostima, (pred)znanjima i vještinama koje se od očekivanih mogu značajno razlikovati. Kompetencije učenika u sastavu pojedinih nastavnih predmeta i sposobnost transfera tih kompetencija u okvir drugog nastavnog predmeta za velik broj učenika predstavlja ozbiljan problem. Kako bismo učenicima pomogli u transferu i razvoju jezičnih i matematičkih kompetencija, stvarno početno stanje bilo bi nužno objektivno utvrditi.

Kurikulum projekta „Istraživanje ulaznih kompetencija učenika 7. razreda u kontekstu nastave fizike“ prihvaćen je kurikulumima škola sudionica i započet školske godine 2022./23. Svrha izlaganja dijela prikupljenih podataka koji sadrže samoprocjene učenika i procjene predmetnih učitelja bila bi, uz prethodno navedeno, poziv kolegicama i kolegama na uključivanje u projekt na početku nastavne godine 2023./24.

## **Učenici s posebnim potrebama**

Dubravka Salopek Weber

*OŠ Mate Lovraka i OŠ Horvati, Zagreb*

Svako dijete ima pravo na svoj najviši obrazovni razvoj, tvrdi se i u okviru najaktualnijeg obrazovnog projekta, u Strateškom okviru za cjelodnevnu nastavu. U nastavi fizike taj projekt neće promijeniti ništa bitno jer s izbornim predmetima i dodatnom ili dopunskom nastavom učenici sedmih i osmih razreda već sada tjedno imaju toliko nastave koliko se za njih planira u navedenom projektu. Zakon o odgoju i obrazovanju kaže da je cilj odgoja i obrazovanja u školskim ustanovama osiguranje sustavnog načina poučavanja, poticanje i unapređivanje intelektualnog, tjelesnog, estetskog, društvenog, moralnog i duhovnog razvoja učenika u skladu s njihovim sposobnostima i sklonostima. Učenici s posebnim potrebama su i učenici s teškoćama i daroviti učenici, njihove se sposobnosti i sklonosti sve više razlikuju i sve je teže organizirati dobru nastavu za jedne i druge. O učenicima s teškoćama se govori više, učitelje se više educira za rad s njima, oni dobivaju pomoćnike za rad u nastavi, ali ni oni u uz svu tu pomoć ne mogu postići svoj najviši obrazovni razvoj bez velikog roditeljskog truda, priznaju i oni koji učitelje educiraju za rad s tim učenicima. Daroviti učenici imaju previše „praznog hoda“, u njih se manje ulaže i često im roditelji moraju omogućiti dodatno obrazovanje. Mnogi od njih ne ostvare svoje potencijale. Autorica rada je najbolje rezultate na natjecanjima iz fizike postizala s učenicima koji su u razredu imali poticajnu atmosferu, više je učenika imalo slične interese. Nacionalne bi ispite bilo bolje provoditi u šestom razredu, a ne u osmom, te onda, ovisno o postignutim rezultatima, predložiti učenicima primjereniji im oblik školovanja, što bi svim učenicima omogućilo bolje napredovanje. Program kakav je sada može ostati isti, a veliki bi se napredak postigao samo kad bi se učenike rasporedilo u razrede ovisno o uspjehu na nacionalnim testovima.