

Projekt *Zajedno kroz prirodoslovlje*

# Fizikalni eksperimenti

Kurikulum fakultativnog predmeta

Izdavač



Gimnazija  
Petra Preradovića  
Virovitica

**Naslov** Kurikulum fakultativnog predmeta *Fizikalni eksperimenti*

**Radni naziv kurikuluma** *Fizikalni eksperimenti i modeli kao osnova rada tehničkih uređaja*

**Izdavač** Gimnazija Petra Preradovića, Virovitica

**Za izdavača** Jasminka Viljevac

**Urednica** Jasminka Viljevac

**Autori** Slobodanka Polašek, Aljoša Graovac, Dubravka Ištvanfi, Dragan Klement, Željka Ptiček

**Supervizori** Ružica Vuk, Vlado Halusek, Danijel Jukopila, Aneta Copić

**Supervizorica za jezik i gramatiku** Izabela Babić

**Oblikovale naslovnicu i grafički uredile** Mateja Uzelac, Nikolina Hečimović

**Dizajn logotipa projekta** Grafoprojekt, Virovitica

**Podatak o izdanju** 1. izdanje

**Mjesto i godina izdavanja** Virovitica, 2016.

**Naziv tiskare i sjedište** Grafoprojekt, Virovitica

**ISBN 978-953-55754-7-4**

Ova publikacija rezultat je projekta *Zajedno kroz prirodoslovlje* koji su provele nositelj projekta Gimnazija Petra Preradovića iz Virovitice s partnerima Srednjom školom Marka Marulića Slatina i Srednjom školom „Stjepan Ivšić“ Orahovica od 23. listopada 2015. do 23. listopada 2016. godine. Projekt je u cijelosti financirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda, a financijska sredstva u iznosu od 2 260 369,46 kn osigurana su temeljem natječaja *Promocija kvalitete i unaprjeđenja sustava odgoja i obrazovanja na srednjoškolskoj razini*.

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Gimnazije Petra Preradovića, Virovitica.

Kurikulumi i svi radni materijali su razvojni, mogu se dopunjavati, popravljati i mijenjati.

Ova publikacija dostupna je na hrvatskom jeziku u elektroničkom obliku na mrežnoj stranici <http://www.gimnazija-ppreradovica-vt.skole.hr/>

Riječi i pojmovni sklopovi koji imaju rodno značenje, bez obzira na to jesu li u tekstu korišteni u muškom ili ženskom rodu, odnose se na jednak način na muški i ženski rod.

©Sva prava pridržana. Nijedan dio ove publikacije ne smije biti objavljen ili pretiskan bez prethodne suglasnosti nakladnika i vlasnika autorskih prava.



Europska unija  
Projekt je sufinancirala Europska unija  
iz Europskog socijalnog fonda  
Ulaganje u budućnost



Gimnazija  
Petra Preradovića  
Virovitica



Srednja škola  
Marka Marulića, Slatina



Srednja škola  
"Stjepan Ivšić" Orahovica

Projekt Zajedno kroz prirodoslovlje

# Fizikalni eksperimenti

KURIKULUM FAKULTATIVNOG PREDMETA

Slobodanka Polašek, dipl. fizičar, prof. savjetnik

Aljoša Graovac, mag. educ. phys. et inf.

Dubravka Ištvanfi, prof. matematike i fizike, prof. mentor

Dragan Klement, prof. matematike i fizike, prof. mentor

Željka Ptiček, prof. matematike i fizike

## SADRŽAJ

PREDGOVOR.....	5
UVOD.....	7
A. OPIS PREDMETA.....	9
B. ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA.....	11
C. DOMENE U ORGANIZACIJI KURIKULUMA.....	12
D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI PO DOMENAMA.....	14
E. POVEZANOST S ODGOJNO-OBRAZOVNIM PODRUČJIMA, MEĐUPREDMETNIM TEMAMA I OSTALIM PREDMETIMA .....	18
F. UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA .....	20
G. VREDNOVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA U PREDMETU .....	22
LITERATURA .....	24

## PREGOVOR

U vašim je rukama kurikulum fakultativnog predmeta nastao kao rezultat projekta *Zajedno kroz prirodoslovlje*, a financirala ga je Europska unija iz Europskog socijalnog fonda u okviru natječaja *Promocija kvalitete i unaprjeđenje sustava odgoja i obrazovanja na srednjoškolskoj razini*. Vrijednost projekta bila je 2 260 369,46 kuna, a trajao je od 23. 10. 2015. do 23. 10. 2016. godine.

Projekt *Zajedno kroz prirodoslovlje* prijavila je Gimnazija Petra Preradovića iz Virovitice, a partneri su joj bili Srednja škola Marka Marulića iz Slatine i Srednja škola „Stjepan Ivšić“ iz Orahovice.

Cilj projekta bio je uspostava programskih, kadrovskih i materijalnih uvjeta u gimnazijama Virovitičko-podravске županije koji će učenicima omogućiti stjecanje dodatnih kompetencija u području prirodoslovlja, matematike i informacijsko-komunikacijskih tehnologija.

Kurikulumi su zasnovani na ishodima učenja i izrađeni prema principima Hrvatskog kvalifikacijskog okvira (Zakon o HKO-u, MZOS 2013.) čime izravno doprinose njegovom daljnjem razvoju i provedbi.

Suradnički su ih izrađivali nastavnici Matematike, Informatike i prirodoslovnih predmeta triju gimnazija, stručnjaci na polju pedagogije i metodologije te profesori sveučilišnih kolegija na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Ciljne skupine ovog projekta jesu: nastavnici, učenici, stručni suradnici, vanjski stručnjaci i ravnatelji.

Sudjelovanjem ravnatelja triju gimnazija u provedbi projekta naglašena je važnost modernizacije kurikuluma za obrazovne ustanove. Ojačani kapaciteti gimnazija za izradu i provedbu inovativnih fakultativnih nastava (ljudski i materijalni potencijali) čine ustanovu atraktivnom i poželjnom za nastavak obrazovanja svim učenicima zainteresiranim za prirodoslovlje.

Kako bi podržali razvoj novih fakultativnih programa u školama, ali i doprinijeli razvoju programa svojim stručnim znanjima iz područja pedagogije/psihologije, stručni suradnici iz gimnazija sudjelovali su u edukacijama za razvoj kurikuluma temeljenog na ishodima učenja i unaprjeđenje nastavnih kompetencija. Stečenim znanjem i vještinama pružili su podršku ostalim nastavnicima za razvoj i implementaciju drugih fakultativnih programa, ali i prilagođavanju postojećih nastavnih programa zahtjevima HKO-a.

Postojeći su gimnazijski programi zastarjeli i nedovoljno su prilagođeni promjenama u suvremenom društvu. Naročito zabrinjava zastarjelost u prirodoslovnom i ICT području. Rezultati PISA istraživanja upućuju da su rezultati hrvatskih 15-godišnjaka ispod prosjeka u matematičkoj i prirodoslovnoj pismenosti. Često učenici nisu sposobni povezati znanja iz različitih nastavnih predmeta ili to čine površno i nesustavno. Znanja stečena u gimnazijskom nastavnom procesu uglavnom su teorijska i udaljena od neposredne životne zbilje. Stoga se nameće potreba za povezivanjem škole i života, znanja i vrijednosti, znanstvenih spoznaja i prakse.

Posljednjih godina učinjene su značajne promjene u smjeru poboljšanja hrvatskog obrazovnog sustava u predškolskom i osnovnoškolskom sektoru (HNOS, NOK), srednjem školstvu (reforma strukovnog obrazovanja, državna matura, NOK) i visokom školstvu (Bologna proces), a dovršen je i *Hrvatski kvalifikacijski okvir* (HKO) sukladno *Europskom kvalifikacijskom okviru* (EQF). Međutim gimnazijski kurikulum nije značajno strukturno promijenjen već pedesetak godina. Aktualni nastavni programi za gimnazije potječu iz 1994. i 1995. godine, a nastavni planovi iz 1995. godine

i nisu zasnovani na ishodima učenja prema instrumentariju Hrvatskoga kvalifikacijskog okvira. Predmetna područja slabo su povezana, iako HKO i NOK omogućuju i potiču smisleno povezivanje svih sastavnica sustava u skladnu cjelinu. Nedostatno su zastupljeni novi oblici učenja i poučavanja, a osobito primjerena upotreba suvremenih tehnologija u poučavanju i učenju.

Naš doprinos promjenama koje svi očekuju jest osam novih kurikuluma fakultativne nastave s priručnicima za nastavnike, priručnicima za učenike te digitalnim radnim materijalima u Moodle-u.

Radni nazivi kurikuluma govore o sadržaju kurikuluma i o smjeru kojim idemo: Zemlja u geografiji, fizici i matematici, Linearna funkcija i vektori u matematičkom programu Geogebra i njihova primjena u obradi eksperimenata u fizici, Funkcije u matematičkom programu Geogebra i njihova primjena u prirodoslovlju, Biološki sustavi u ekologiji i matematici, Biologija s kemijom u životnim procesima, Termodinamika i kvantna mehanika u fizici i kemiji u računima i eksperimentima, Fizikalni eksperimenti i modeli kao osnova rada tehničkih uređaja i Informatika. Nazivi fakultativnih predmeta koji su iz njih proizašli jesu:

1. *Geografija rizika i klimatske promjene;*
2. *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima;*
3. *Funkcije u prirodoslovlju;*
4. *Biološki sustavi i matematika;*
5. *Biologija s kemijom u životnim procesima;*
6. *Fizikalna kemija;*
7. *Fizikalni eksperimenti;*
8. *Informatika u multimediji i dizajnu.*

## UVOD

Fakultativni predmet *Fizikalni eksperimenti* proizašao je iz kurikuluma radnog naziva Fizikalni eksperimenti i modeli kao osnova rada tehničkih uređaja. Radni naziv kurikuluma u najkraćim crtama opisuje što se u predmetu obrađuje.

Namijenjen je učenicima trećeg i četvrtog razreda gimnazija (i strukovnih škola) koji žele produbiti i neznatno proširiti znanja iz fizike, a planiraju studirati prirodoslovlje, tehniku ili biomedicinu. Kurikulum je predviđen za izvođenje 70 nastavnih sati.

Učenicima se u ovom predmetu nudi priručnik s radnim listićima. Postoji i mogućnost učenja na daljinu korištenjem platforme za e-poučavanje. Cilj je potaknuti učenike na samostalno istraživanje i zaključivanje. Svaki radni listić ima cjeline:

- Podsjetnik;
- Razmišljamo...;
- Istražujemo... i zaključujemo...;
- Izvodimo pokus, mjerimo, analiziramo mjerene podatke, crtamo grafove, zaključujemo...;
- Analiza rezultata;
- Zaključak;
- Primjenjujemo naučeno;
- Zadaci za samostalno istraživanje i samostalne projekte.

Cjeline *Podsjetnik* i *Razmišljamo* namijenjene su samostalnoj pripremi učenika. Prva je cjelina teorijski uvod. U drugoj je primjer iz svakodnevnog života ili je to primjer primjene s nekoliko pitanja na koja treba odgovoriti kod kuće, prije dolaska na sat fakultativne nastave. U cjelini *Istražujemo... i zaključujemo...* učenici u školi uz predloženi pribor izvode kvalitativna mjerenja, odgovaraju na pitanja i uočavaju ovisnosti fizičkih veličina. U cjelini *Izvodimo pokus, mjerimo, analiziramo mjerene podatke, crtamo grafove, zaključujemo...* učenici dobivaju detaljne upute o mjerenjima, istražuju ovisnosti fizičkih veličina te izmjerene podatke koriste za crtanje grafičkih prikaza i stvaranje modela. Nakon *analiziranja rezultata* slijede *zaključak* i *primjena naučenog*. Svaki listić sadrži nekoliko prijedloga za mali projekt i *samostalno istraživanje* za iznimnu razinu usvojenosti. Nakon završenih mjerenja učenici analiziraju vlastiti model te otklanjaju eventualne razlike .

U dostupnim računalnim programima učenici mogu crtati grafičke prikaze. Tako bi povezali fizičke, matematičke i informatičke sadržaje.

Nastavnicima se nudi Priručnik za nastavnike s opisom i fotografijama mjernih uređaja na kojima su izvođena mjerenja te riješenim radnim listićima. Nastavnici će moći pratiti i vrednovati rad učenika predviđen za obavljanje pojedinih zadataka na platformi za e-poučavanje čime će učenicima omogućiti online rad u njihovim domovima.

Učenici, nastavnici i škole koje se odluče za fakultativni predmet *Fizikalni eksperimenti*, kurikulum i sve materijale u digitalnom obliku dobit će besplatno, kao i pristup platformi za e-poučavanje. U kreativnom pristupu poučavanju to može nastavnicima poslužiti kao ideja za neki novi projekt.

U kurikulumu se koriste nazivi fizički i fizikalni, a značenje im je vezano uz fiziku.

Vjerujemo da će vam ovaj kurikulum, priručnici i ostali materijali osigurati dobre osnove za vaš osobni razvoj i uspjeh u ostvarivanju željenih ciljeva.

Kurikulum i svi radni materijali su razvojni. Mogu se dopunjavati, popravljati i mijenjati.



## A. OPIS PREDMETA

*Reci mi i zaboravit ću.*

*Pokaži mi i možda ću zapamtiti.*

*Uključi me i razumjet ću.*

*Konfucije*

Fizika je temeljna znanost o prirodi. Temelj je mnogih tehničkih disciplina. Rad mnogih tehničkih uređaja predstavlja primjenu fizičkih zakona. No brojne fizičke zakone primjenjujemo i u svakodnevnom životu. Za snimanje dobre fotografije, za brže ili sporije, ali sigurnije gibanje svim prometnim sredstvima, za sanjkanje ili skijanje pa čak i za uspješnije igranje bilijara dobro je primijeniti fizička znanja. Učenje fizike nudi uzbuđenje uvida u tajne prirode i strukture tvari te razvoj novih tehnologija.

Želja čovjeka da svoje poslove obavlja s manje napora, brže i sigurnije utjecala je na razvoj fizike. Ali isto tako zakoni fizike bitno utječu na kvalitetu svakodnevnog života i gospodarski razvoj svijeta u cjelini. Učenike bi trebalo poučavati na taj način da uoče mogućnosti primjene fizike u svakodnevnom životu.

Fakultativni predmet *Fizikalni eksperimenti* nadovezuje se na prijedlog kurikulumu prirodoslovnog područja, kao i na kurikulum nastavnog predmeta Fizika. Stoga se i naslanja na njihove ciljeve i ishode.

Svrha učenja i poučavanja fakultativnog predmeta *Fizikalni eksperimenti* jest produbljivanje i proširivanje nastavnih sadržaja iz mehanike, termodinamike, elektromagnetizma i optike te osposobljavanje učenika za njihovu primjenu u svakodnevnom životu.

Produbljivanje i proširivanje nastavnih sadržaja postojećeg plana i programa ostvaruje se samostalnim istraživačkim učeničkim radom prema unaprijed definiranim temama istraživanja (popisu vježbi).

Fakultativni predmet *Fizikalni eksperimenti* namijenjen je učenicima trećih i četvrtih razreda svih gimnazijskih programa, a realizira se tijekom 70 nastavnih sati godišnje. Mjerenja i obrada podataka provodit će se na taj način da se fizikalni pojmovi i zakoni usvajaju s razumijevanjem te kreativno. Važno je da tijekom učenja i poučavanja učenici postanu svjesni primjene fizike u tehnici, medicini, biologiji, kemiji, ekologiji...

Kurikulum je namijenjen učenicima:

- koji žele učiti, upravljati vlastitim učenjem, obrazovanjem i radom;
- koji komuniciraju i surađuju te su sposobni donositi odluke i rješavati probleme;
- koji samostalno i odgovorno odabiru životne ciljeve, nalaze načine i sredstva za njihovo ostvarenje;
- koji razvijaju samopoštovanje i ustrajno teže vlastitom razvoju i povezivanju s drugima.

Kurikulum omogućava stjecanje znanja i vještina potrebnih za nastavak školovanja, kao i onih za kreativno rješavanje problema i donošenje odluka te razvijanje kritičkog mišljenja. Potiče promišljanje te primjenu za uspješno i korisno sudjelovanje u društvu.

Poticat će u učenika komunikaciju, suradnju, uvažavanje drugačijih mišljenja, informacijsku pismenost i korištenje tehnologije.

## B. ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA

U fakultativnom predmetu *Fizikalni eksperimenti* stječu se vještine i sposobnosti potrebne u svakodnevnom životu, ali i znanja potrebna za korištenje modernih tehnologija. Središnje mjesto zauzima izgradnja ideja temeljenih na opažanju, mjerenju i donošenju zaključaka na temelju znanstvenih činjenica. Učenjem ovog fakultativnog predmeta učenici se pripremaju za daljnje školovanje te za bolje snalaženje u svakodnevnom životu.

U skladu s tim odgojno-obrazovni ciljevi fakultativnog predmeta jesu:

- razvijanje interesa za fiziku i za prirodoslovlje;
- proširivanje znanja iz mehanike, termodinamike, elektriciteta i optike;
- razvijanje vještine izvođenja eksperimenta u fizici prema zadanim parametrima te usvajanje mjera zaštite pri radu;
- analiziranje rezultata mjerenja pomoću matematičkih i računalnih alata i vještina;
- primjenjivanje fizičkih zakonitosti u svakodnevnom životu.

## C. DOMENE U ORGANIZACIJI KURIKULUMA

Cilj fakultativnog predmeta *Fizikalni eksperimenti* realizirat će se putem četiri glavna područja, tj. domene:

1. Struktura tvari;
2. Međudjelovanja;
3. Gibanja;
4. Energija.

Važno je napomenuti da se domene međusobno isprepliću. Odgojno-obrazovni ishodi i njihova razrada proizlaze iz više domena. Najčešće su sadržaji unutar više domena. Na primjer sadržaj o gibanju (automobila) opisuju sve domene: porijeklo sile trenja objašnjavamo strukturom tvari, uzrok gibanja međudjelovanjima s okolinom, opis vrste gibanja (usporeno gibanje) opisuju gibanja, a duljinu puta automobila do zaustavljanja energija koju automobil ima.

### 1. Struktura tvari

Sve što nas okružuje sačinjeno je od sitnih, nama nevidljivih čestica, atoma. Ime mu potječe od grčke riječi  $\alpha\tau\omega\mu\omega\sigma$  što znači nedjeljiv. Danas znamo da atom čine još manje čestice. Njihova je veličina toliko mala da ih ni uz suvremenu tehnologiju ne možemo vidjeti. Zovemo ih subatomske čestice. Tijelo odrasle osobe čini 7.000.000.000.000.000.000.000.000 atoma ili sedam kvadrilijardi atoma. Čovjek pripada makrosvijetu. Izučavamo ponašanje velikih tijela koja čine subatomske čestice i objašnjavamo njihova svojstva. Vođenje električne struje u metalnim vodičima objašnjavamo strukturom vodiča. Promjene agregatnih stanja tvari zagrijavanjem objašnjavamo promjenama u molekularnoj strukturi.

### 2. Međudjelovanja

Tijela djeluju jedno na drugo te govorimo o međudjelovanju tijela (sili). Zbog međudjelovanja tijelo može promijeniti brzinu ili može promijeniti oblik. Međudjelovanja mogu biti i privlačna i odbojna. Tijela djeluju jedno na drugo i na malim udaljenostima (čestice koje čine jezgru atoma) i na velikim udaljenostima (u svemiru). I gibanje i mirovanje tijela možemo objasniti njihovim međudjelovanjima. Ona objašnjavaju zašto je brzina tijela stalna ili se mijenja, ali i zašto tijelo miruje. Padanje tijela prema površini Zemlje objašnjavamo gravitacijskom silom, kao i gibanje meteorološkog balona, komunikacijskog satelita ili Zemljina satelita, Mjeseca.

### 3. Gibanja

Svaku promjenu položaja zovemo gibanjem. Opisuju ih po vrsti putanje (pravocrtna ili krivocrtna). Prema brzini tijela dijelimo ih na jednolika i nejednolika gibanja, definirajući vektorske veličine: pomak, brzina, akceleracija, sila, količina gibanja, impuls sile... te skalarne veličine: put, vrijeme, masa tijela, rad, energija... Vrstu gibanja povezujemo s međudjelovanjima tijela.

## 4. Energija

Energija je neophodna za život svakog od nas, i kada mirujemo i ništa ne radimo, i kada provodimo različite aktivnosti.

*Primjer:* Bazalni metabolizam naziv je za količinu energije koja je potrebna za održavanje osnovnih životnih funkcija čovjekova organizma. Za svaki dan života odrastao čovjek troši između 5,6 MJ i 8 MJ.

Zakon o očuvanju energije vrijedi i na mikroskopskoj i na makroskopskoj razini. Energija se dakle ne može ni stvoriti, a ni uništiti. U ovoj domeni učenik proučava prijenos energije, ali i izmjenu energije tijela s okolinom. Učenik saznaje o ograničenim resursima energije i načinima na koji energija utječe na zagrijavanje tijela ili promjenu agregatnog stanja, ali i međudjelovanje tijela s okolinom.

## D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI PO DOMENAMA

DOMENA	ISHOD
STRUKTURA TVARI MEĐUDJELOVANJA GIBANJA ENERGIJA	U ovoj domeni učenik: 1. Provodi eksperiment prema zadanim parametrima. 2. Analizira rezultate mjerenja pomoću matematičkih i računalnih alata i vještina. 3. Primjenjuje fizičke zakone u svakodnevnom životu.

### PRILOG: POPIS EKSPERIMENTATA I PRIKAZ DOMENA PO VJEŽBAMA

Analiza rezultata i objašnjenja fizičkih fenomena sastavni su dio svake vježbe. Ishode povezujemo s domenama. U svakom eksperimentu domene se isprepliću. Istaknuta je ona domena čiji sadržaji prevladavaju.

S – struktura tvari

M – međudjelovanja

G – gibanja

E – energija

Broj	Naziv vježbe	Domene			
		G	M	E	S
1.	Proučavanje pravocrtnih gibanja	+			
2.	Proučavanje složenih gibanja; Horizontalni hitac	+			
3.	Proučavanje složenih gibanja; Vertikalni hitac	+			
4.	Proučavanje složenih gibanja; Kosi hitac	+			
5.	Proučavanje titranja utega na opruzi; Određivanje konstante elastičnosti opruge		+		
6.	Određivanje faktora trenja klizanja na nizbrdici		+		
7.	Proučavanje zakona očuvanja energije pomoću loptica kada padaju s neke visine $h$ i odskoče na visinu $h'$			+	
8.	Proučavanje zakona očuvanja energije pomoću kuglica koje se spuštaju s niz kosinu visine $h$ na ravnu podlogu te padaju s visine $H$			+	
9.	Određivanje gravitacijskog ubrzanja pomoću njihala		+		
10.	Proučavanje ravnoteže sila na poluzi		+		

11.	Proučavanje centripetalne i centrifugalne sile		+		
12.	Proučavanje toplinskih izmjena krutog tijela s okolinom				+
13.	Proučavanje topline taljenja leda				+
14.	Proučavanje električnog otpora vodiča				+
15.	Proučavanje Ohmova zakona za vodič i poluvodič				+
16.	Proučavanje serijskog, paralelnog i mješovitog spoja otpornika			+	
17.	Proučavanje kapaciteta kondenzatora u istosmjernom i izmjeničnom strujnom krugu			+	
18.	Proučavanje Ohmova zakona za cijeli strujni krug				+
19.	Proučavanje plinskih zakona				+
20.	Proučavanje stojnih valova; Određivanje brzine zvuka			+	
21.	Određivanje intervala frekvencija vidljive svjetlosti osobnim spektrometrom			+	
22.	Određivanje brzine svjetlosti u staklu i vodi			+	

**DOMENE: 1. Struktura tvari, 2. Međudjelovanja, 3. Gibanja, 4. Energija**

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
		Zadovoljavajuća	Dobra	Vrlo dobra	Iznimna
<b>1. PROVODI EKSPERIMENT PREMA ZADANIM PARAMETRIMA</b>	1.1. Primjenjuje upute za provedbu eksperimenta i provodi eksperiment.	Navodi pribor i mjerne uređaje. Predlaže metodu mjerenja. Navodi pretpostavke. Opisuje eksperiment uz nastavnikovu pomoć.	Opisuje eksperiment. Opisuje sigurnosne mjere. Objasnjava cilj eksperimenta.  Provodi kvalitativna mjerenja.	Objasnjava odabir varijabli za mjerenje. Izvodi eksperiment uz pomoć ili manje pogreške.	Ispravno izvodi eksperiment. Predlaže (mogući) drugi način mjerenja. izvodi nova mjerenja.
<b>2. ANALIZIRA REZULTATE MJERENJA</b>	2.1. Prikazuje rezultate mjerenja. 2.2. Istražuje međuovisnosti fizičkih veličina. 2.3. Analizira rezultate mjerenja pomoću matematičkih i računalnih alata i vještina.	Navodi rezultate mjerenja s mjernim jedinicama. Mjerne podatke prikazuje tablično. Prepoznaje grube pogreške mjerenja.  Predlaže model ovisnosti fizičkih veličina. Uz nastavnikovu pomoć prepoznaje varijable koje je potrebno održavati stalnima.	Prepoznaje varijable koje je potrebno održavati stalnima. Grafički prikazuje mjerene veličine. Računa srednju vrijednost i apsolutnu pogrešku.  Uspoređuje srednju vrijednost s vrijednošću dobivenom grafičkom metodom. Objasnjava moguće razlike.	Ispravno prikazuje rezultat mjerenja. Procjenjuje pogrešku mjernog instrumenta. Obrazlaže relativnu pogrešku. Prezentira rezultate mjerenja korištenjem IKT. Formulira matematički model ovisnosti fizičkih veličina. Razmatra međuovisnosti svih fizičkih veličina.	Kvalitativno interpretira rezultate mjerenja. Predlaže poboljšanja u postupku mjerenja. Uspoređuje rezultate mjerenja s modelom. Uspoređuje i analizira podatke iz različitih izvora.



<b>3. PRIMJENJUJE FIZIČKE ZAKONE U SVAKODNEVNOM ŽIVOTU</b>	<p>3.1. Primjenjuje fizičke zakone u svakodnevnom životu.</p> <p>3.2. Analizira primjenu fizičkih zakona u svakodnevnom životu.</p>	<p>Opisuje pojavu u prirodi, prikazanu eksperimentom ili računalnom simulacijom uz pomoć nastavnika.</p>	<p>Objašnjava pojavu u prirodi, prikazanu eksperimentom ili računalnom simulacijom.</p>	<p>Raspravlja o pojavi u prirodi, prikazanu eksperimentom ili računalnom simulacijom. Oslanja se na podatke iz istraživanja da bi podupro svoje zaključke.</p>	<p>Izabire i izvodi drugi demonstracijski eksperiment ili računalnu simulaciju koja prikazuje razmatranu pojavu i na tom je primjeru obrazlaže. Izvodi samostalni istraživački projekt.</p>
--	---	--	---	--	---

**PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:**

Nastava se izvodi u učionici za fiziku. Učionica treba biti opremljena priborom za izvođenje eksperimenata. Popis učila po vježbama prikazan je u Nastavničkom i Učeničkom priručniku. Učionica treba biti opremljena IKT tehnologijom, te treba imati pristup Internetu. Nakon provedenog eksperimenta učenici analiziraju podatke mjerenja. Tablični i grafički prikaz eksperimentalno izmjerenih veličina i ovisnosti prikazuje se pomoću računalnih programa (npr. Geogebra , Excel...). Pripremu za izvođenje eksperimenta učenik vrši kod kuće. Učenici izvode eksperimente u paru. Uradak o provedenoj vježbi učenik predaje nastavniku na uvid. U nastavnoj godini učenik samostalno provodi tri istraživanja, ili po predloženim temama u radnim listićima ili sam predlaže nove teme istraživanja. Nastavnik prati rad učenika i po potrebi im pomaže. Učenicima se pruža mogućnost učenja na daljinu korištenjem platforme za e-poučavanje. Nastavnici na platformi za e-poučavanje prate učeničke aktivnosti, napredovanja i uratke.

## E. POVEZANOST S ODGOJNO-OBRAZOVNIM PODRUČJIMA, MEĐUPREDMETNIM TEMAMA I OSTALIM PREDMETIMA

*Definicija znanosti:*

*Ako je zeleno i kreće se: **biologija**,  
Ako smrdi: **kemija**,  
Ako ne funkcionira: **fizika**,  
Ako je nerazumljivo: **matematika**,  
Ako nema smisla: **ekonomija i sociologija**,  
A sve to zajedno čini: **medicinu**.*

*Grafit u laboratoriju*

Danas je sveprisutno ispreplitanje znanstvenih disciplina. Stoga se često rabi kratica „STEM“ područje (znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika).

Povezivanje pojmova i traženje uzročno-posljedičnih veza učeniku omogućuje bolje razumijevanje proučavanih sadržaja, ali i stvaranje cjelovitije i sveobuhvatnije slike. Time nestaju oštre granice među znanostima i javljaju se neke nove znanstvene discipline.

Područja proučavanja i istraživanja fizika dijeli s mnogim područjima:

- **Fizika i matematika** – najizraženija je upravo ova veza. Matematika je kao znanost izrazito zahtjevna. U fizici ona postaje alat za rješavanje problema. Fizički su zakoni prikazani matematičkim formulama. Međuovisnosti fizičkih veličina prikazujemo grafičkim prikazima. No neka su matematička znanja otkrivena na fizičkim problemima (diferencijalni račun). S druge strane razvoj matematike prethodio je teoriji relativnosti.
- **Fizika i kemija** – izučavaju dosta istih ili sličnih sadržaja. Metode istraživanja (eksperiment, analiza eksperimenta...) dovode do istih zakona u obje znanstvene discipline. Neki su od njih: struktura tvari, unutarnja energija, termodinamička temperatura, toplina, plinski zakoni, objašnjenje periodnog sustava elemenata... Njihovo je preklapanje dalo novu znanstvenu disciplinu – fizikalnu kemiju.
- **Fizika i biologija** – njihova je veza objasnila složene biološke sustave. Sadržaji koji istražuju živu prirodu zajednički su za obje znanosti ili obje nastavne discipline. Neki su od njih: prijenos hranjivih tvari na staničnoj membrani (objašnjava se razlikom električnog potencijala), primjena zakona hidromehanike koji objašnjava let ptica ili plivanje riba. Na njihovoj su interdisciplinarnosti nastale biofizika, molekularna fizika i molekularna biologija.
- **Fizika i tjelesna i zdravstvena kultura** – izučavanje i primjena fizičkih zakona omogućuje sportašima postizanje boljih rezultata (bacanje diska, bacanje lopte, gimnastika, klizanje...)

- **Fizika i medicina** – moderna medicinska dijagnostika nije moguća bez primjene fizičkih zakona i tehničke izvedbe uređaja. Primjer su ultrazvuk, magnetska rezonanca, EEG, EKG, rendgen... Osim u medicinskoj dijagnostici fizički se zakoni koriste i u terapijama koje čovjekovu organizmu omogućuju bolju pokretljivost.
- **Fizika i geografija** – sadržaji o postanku, sastavu i građi planeta Zemlje, o gibanju nebeskih tijela, napose planeta Zemlje, pojava plime i oseke, gibanje valova, magnetizam Zemlje... zajednički su za njih obje. Na njihovoj su interdisciplinarnosti nastale geofizika i geologija.
- **Fizika i informatika** – informatičke programe i alate u fizici koristimo za zorni prikaz prirodnih pojava ili fizičkih problema. Obrada rezultata mjerenja uz ove je alate znatno pojednostavljena. Fizika informatici pruža neiscrpnu bazu za primjenu i prikaze međuovisnosti fizičkih veličina u virtualnom svijetu.

*Zanimljivost: Tim Berners-Lee, britanski znanstvenik u CERN-u osmislio je World Wide Web (WWW) 1989. Web je izvorno zamišljen i razvijen da zadovolji potražnju za automatskom razmjenom informacija znanstvenika na sveučilištima i institutima diljem svijeta.*

*CERN (akronim od franc. Conseileuropéenpoumlarecherchenucléaire: Europsko vijeće za nuklearna istraživanja; kasnije Europski laboratorij za fiziku čestica) međunarodna je institucija za nuklearna istraživanja kojoj su svrha fundamentalna istraživanja (bez izravnih tehnoloških ili komercijalnih ciljeva) na području fizike elementarnih čestica.*

- **Fizika i tehnika** – fizički zakoni nisu sami sebi svrha. Tek je njihova primjena dala puno značenje znanosti (fizici). Razvoj fizike omogućio je razvoj tehnike i tehnologije, što je kasnije izazvalo nova znanstvena otkrića u fizici.

Zbog navedenoga učenje i poučavanje fakultativnog predmeta doprinosi kvalitetnijem povezivanju nastavnih sadržaja predmeta redovite nastave Fizike, Matematike, Kemije, Biologije, Tjelesne i zdravstvene kulture, Geografije i Informatike, povezivanju spoznaja navedenih predmeta, medicine i tehnike, ostvarivanju očekivanja međupredmetnih tema kao i ostvarivanju ishoda drugih fakultativnih predmeta.

Doprinos ovog fakultativnog predmeta bolja je usklađenost nastavnih sadržaja iz Fizike, Matematike i Informatike. Ističemo da bismo trebali rabiti iste oznake za iste pojmove. Time bismo učeniku pojednostavili proces usvajanja znanja, a i sistematizacija usvojenih pojmova bila bi uspješnija i trajnija.

**Iz svega izloženog ističemo važnost fizike za razvoj znanosti uopće, ali i za razvoj znanosti i modernih tehnologija, a sve zajedno utječe na razvoj i promjenu svijesti i odnosa u društvu.**

## F. UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA

### Organizacija učenja i poučavanja

Učenje i poučavanje provodit će se konstruktivističkim modelom učenja prema kojemu će učenik graditi znanje od već postojećih znanja, iz redovite nastave Fizike i novih informacija. Pri tome je potrebno osigurati visok stupanj intelektualne aktivnosti tijekom nastave. Učenjem će učenici modificirati neke svoje intuitivne ideje i uskladiti ih s fizičkim idejama koje treba usvojiti.

Važno je birati nastavne metode i načine poučavanja koji će potaknuti aktivno učenje. Koristit će se interaktivne metode koje uključuju usmjerenu raspravu, kooperativno rješavanje zadataka i izvođenje eksperimenta. Jako je važno fizičke pojave povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima iz života.

Važno je da eksperiment bude ishodište i okosnica nastave. Istraživački usmjerena nastava započinje otvaranjem problema eksperimentom. Nakon toga slijedi korak upoznavanja pojave putem eksperimenta. Potom se postavljaju istraživačka pitanja na koja učenici nastoje odgovoriti putem vođenog istraživanja. Eksperimenti se izvode tako da se traži od učenika da daju svoje pretpostavke, osmisle eksperiment i način mjerenja, daju svoja opažanja, opise, zaključke i analize rezultata. Uz nastavnikovu pomoć tada se formulira matematički model koji opisuje pojavu, a potom se razmatra njegovo značenje i mogućnosti primjene. Na kraju učenik korigira (eventualne) razlike vlastitih pretpostavki i provjerenih fizikalnih zakona.

### Uloga nastavnika

Zajedničkim dogovaranjem pravila s učenicima nastavnik u razredu stvara pozitivno ozračje koje pridonosi ugodnoj radnoj atmosferi, ali i učenikovo odgovornosti. Uloga je nastavnika da potiče učenike i pomaže im kada zatreba: da osmisle eksperiment i način mjerenja, pregleda kako su učenici postavili eksperiment te mjere li na ispravan način, raspravlja s učenicima, pomaže im u formuliranju matematičkog modela koji opisuje fizikalni zakon ili prirodnu pojavu. Uloga je nastavnika da prati aktivnost svakog učenika i da poučavanje organizira tako da učenici što lakše organiziraju svoje učenje. U pravilu jednu vježbu učenici bi trebali završiti i obraditi rezultate mjerenja u jednom dvosatu. Za uspješnu realizaciju nastave nastavnik mora biti informatički osposobljen te kompetentan za korištenje novih tehnologija. Za primjenu novih nastavnih metoda mora poznavati i suvremene načine poučavanja.

### Mjesto i vrijeme izvođenja fakultativne nastave

Nastava fakultativnog predmeta *Fizikalni eksperimenti* izvodit će se u specijaliziranim učionicama tijekom nastavne godine. Preporučljivo je izvođenje u trećem ili četvrtom razredu srednje škole. Izvodi se u dvosatu, ukupno 70 sati u školskoj godini.

## Materijali i resursi za učenje

Nužna pretpostavka za ostvarivanje ciljeva i odgojno-obrazovnih ishoda ovoga predmeta jest postojanje specijalizirane učionice za Fiziku u školi te dostatne opreme za izvođenje eksperimenta. Obvezno je posjedovanje računala s internetskom vezom i softverom. Učenicima trebaju biti dostupna različita nastavna sredstva i pomagala za obradu podataka (radni listić, pribor za crtanje i računanje, tablet ili računalo). Kurikulum prate Priručnik za učenike i Priručnik za nastavnike.

## Grupiranje učenika i timski rad

Minimalan broj učenika koji će pohađati fakultativnu nastavu bit će određen važećim Državnim pedagoškim standardom srednjoškolskog sustava odgoja i obrazovanja.<sup>1</sup>

Preporučeno je raditi u paru. Svaki učenik treba dobiti svoje zaduženje. Time će se razvijati odgovornost svakog učenika. Učenike treba upozoriti na sigurnost pri izvođenju vježbi.

---

<sup>1</sup>Trenutno važeći objavljen je 2. 6. 2008. "Narodne novine" broj 63. i izmjene od 21. 7. 2010. "Narodne novine" broj 90.

Odgojno-obrazovna skupina

### Članak 5.

(1) Rad u odgojno-obrazovnim skupinama rad je s manjim brojem učenika od broja utvrđenog člankom 4. stavkom 1. ovoga Standarda koji ne može biti manji od 10, osim ako posebnim propisima nije drugačije utvrđeno.

(2) Odgojno-obrazovna skupina može se formirati radi kvalitetnog izvođenja neposrednoga odgojno-obrazovnog procesa u:

- zajedničkom dijelu programa,
- izbornom dijelu programa,
- fakultativnoj nastavi,
- izvannastavnim aktivnostima,
- dodatnoj nastavi,
- dopunskoj nastavi.

## G. VREDNOVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA U PREDMETU

Vrednovanje u fakultativnom predmetu *Fizikalni eksperimenti* predstavlja sastavni dio procesa učenja i poučavanja, a pruža nam obavijest o razini usvojenosti fizičkih, matematičkih i informatičkih znanja te njihovu primjenu u analizi rezultata dobivenih eksperimentima. Usmjerenje prema kompetencijama zahtijeva orijentaciju na više razine kognitivnih procesa. U vrednovanju učenici trebaju pokazati da mogu analizirati, sintetizirati, argumentirati, procjenjivati, generalizirati, uspoređivati, povezivati, istraživati, postavljati hipoteze, vrednovati podatke i informacije, zaključivati, osmišljavati, stvarati, dokazivati, obrazlagati ideje.

Postupci vrednovanja u okviru fakultativnog predmeta *Fizikalni eksperimenti* realizirat će se putem tri pristupa: vrednovanje za učenje, vrednovanje kao učenje i vrednovanje naučenoga.

### Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje

Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje odvija se tijekom učenja i poučavanja. Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje predstavlja sustavno prikupljanje podataka o radu i napredovanju učenika tijekom učenja i poučavanja (eksperimenti, domaće zadaće, prezentacije...). Prati se učenikovo stvaranje fizičkih koncepata i modela. Učenika se potiče na samovrednovanje osobnog učenja, na planiranje učenja, te samoanalizu svog rada i procjenu rezultata rada drugih učenika. Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje uglavnom ne rezultira ocjenom.

### Vrednovanje naučenog

Vrednovanje naučenog rezultira bročanom ocjenom, a ima za cilj uvid u ostvarenje razine usvojenosti znanja i vještina.

### Elementi vrednovanja

Elementi vrednovanja u fakultativnom predmetu *Fizikalni eksperimenti* jesu:

1. **Usvojenost znanja** – vrednuje se učenikovo razumijevanje fizičkih koncepata, ali i njihovo povezivanje i primjena u objašnjavanju fizičkih pojava. Tu podrazumijevamo logičko povezivanje i zaključivanje u tumačenju grafičkih prikaza, jednadžbi.
2. **Primjena znanja** – vrednuje se sposobnost učenikove primjene fizičkih koncepata u strategiji rješavanja zadataka.
3. **Istraživanje pojava** – vrednuje se stalnim praćenjem aktivnosti učenika u istraživački usmjerenom učenju i poučavanju. Vrednuju se eksperimentalne vještine, donošenje zaključaka na temelju obrade i zapisa podataka, doprinos timskom radu pri izvođenju eksperimenta, sustavnost i potpunost u opisu eksperimenta, kreativnost u osmišljavanju novih eksperimenata. Vrednuje se učenikova kreativnost pri stvaranju i provjeravanju hipoteza. Vrednovanje uključuje kontinuirano praćenje i pregledavanje učenikovih zapisa eksperimentalnog rada (npr. listića, bilježnica, portfolija) te praćenje i bilježenje učenikovih postignuća.

Elementi 1, 2, 3 vrednuju se ocjenama od 1 do 5. Doprinos istraživanje pojava u zaključnoj ocjeni treba imati najveći postotak – 40 %, usvojenost znanja – 30 % i primjena znanja – 30 %.

Nastavnik opisno procjenjuje i tri elementa generičkih kompetencija: odgovornost, samostalnost i samoinicijativu te komunikaciju i suradnju.

Nastavnik treba vrednovati učenika po svim elementima vrednovanja različitim metodama stalnim praćenjem tijekom nastavne godine.

Zaključna ocjena ne mora biti aritmetička sredina.

## LITERATURA

- [ 1 ] Andreis, T., Plavčić, M. & Simić, N. Fizika 1 – udžbenik za 1. razred gimnazije i srodnih škola s četverogodišnjim programom, Zagreb: Profil, 2007.
- [ 2 ] Andreis, T., Plavčić, M. & Simić, N. Fizika 3 – udžbenik za 3. razred gimnazije i srodnih škola s četverogodišnjim programom, Zagreb: Profil, 2007.
- [ 3 ] Brković, N. Fizika 3, Zagreb: LUK d. o. o., 1998.
- [ 4 ] Glasnik Ministarstva kulture i prosvjete Republike Hrvatske, Nastavni program za gimnazije, Zagreb, 1994.
- [ 5 ] Krsnik, R. Fizika 3, Zagreb: Školska knjiga, 1995.
- [ 6 ] Kulišić, P. Fizika 3, Zagreb: Šknjiga, 1993.
- [ 7 ] Labor, J. Fizika 1, Zagreb: Alfa, 2016.
- [ 8 ] Labor, J. Fizika 2, Zagreb: Alfa, 2016.
- [ 9 ] Labor, J. Fizika 3, 2. izdanje, Zagreb: Alfa, 2016.
- [ 10 ] Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Fizika, prijedlog, <http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/03/Fizika.pdf>, (20. 2. 2016.)
- [ 11 ] Nacionalni dokument Prirodoslovnog područja kurikulumu, <http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/02/PRIRODOSLOVNO-POD-18.2-3.pdf>, (27. 3. 2016.)
- [ 12 ] Paar, V. Fizika 1 – gibanje i energija, Zagreb: Školska knjiga, 2000.
- [ 13 ] Paar, V. Fizika 3, udžbenik za 3. razred gimnazije, Zagreb: Školska knjiga, 2005.
- [ 14 ] Paar, V. i Šips, V. Fizika 1, Zagreb: Školska knjiga, 2007.
- [ 15 ] Paar, V. i Šips, V. Fizika 2, Zagreb: Školska knjiga, 2009.
- [ 16 ] Simić, N. Fizika 1, udžbenik za 1. razred gimnazije (inačica A), Zagreb: Profil, 2007.
- [ 17 ] Špac, V., Bakač, N. i Kuntarić, A. Fizika 1. Pokusi, Zagreb: Školska knjiga, 1997.
- [ 18 ] Vernić, E. i Mikuličić, B. Vježbe iz fizike, priručnik za laboratorijski rad učenika srednjih škola, 10. izdanje, Zagreb: Školska knjiga, 2004.
- [ 19 ] Vernić, E. i Mikuličić, B. Vježbe iz fizike, Zagreb: Školska knjiga, 1991.
- [ 20 ] Vujnović, V. Fizika – valovi i čestice, priručnik – titraji, valovi i svjetlost, Zagreb: Školska knjiga, 1991.
- [ 21 ] Državni pedagoški standard srednjoškolskog sustava odgoja i obrazovanja, svibanj 2008.  
URL: <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/339619.html> (28. 5. 2016.)
- [ 22 ] Mlinarević, V. Učitelj i odrednice uspješnog poučavanja, travanj 2002.  
URL: [https://bib.irb.hr/datoteka/505871.505871.Ucitelji\\_i\\_odrednice\\_uspjesnog\\_poucavanja.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/505871.505871.Ucitelji_i_odrednice_uspjesnog_poucavanja.pdf)  
(14. 4. 2016.)
- [ 23 ] Mlinarević, V., Peko, A. i Vujnović, M. Suradničkim učenjem ka zajedničkom učenju,



- URL: [https://bib.irb.hr/datoteka/506095.Suradnickim\\_ucenjem\\_ka\\_zajednicom\\_cilju.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/506095.Suradnickim_ucenjem_ka_zajednicom_cilju.pdf)  
(14. 4. 2016.)
- [ 24 ] Strategija obrazovanja, [http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_10\\_124\\_2364.html](http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_10_124_2364.html),  
(listopad, 2014.)
- [ 25 ] [https://en.wikipedia.org/wiki/Science,\\_technology,\\_engineering,\\_and\\_mathematics](https://en.wikipedia.org/wiki/Science,_technology,_engineering,_and_mathematics)  
(12. 4. 2016.)
- [ 26 ] <http://eskola.hfd.hr/>(13 . 3. 2016.)
- [ 27 ] <http://home.cern/topics/birth-web> (11. 4. 2016.)
- [ 28 ] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetsko\\_zra%C4%8Denje](https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetsko_zra%C4%8Denje) (2. 9. 2016.)
- [ 29 ] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Kosi\\_hitac](https://hr.wikipedia.org/wiki/Kosi_hitac) (4. 9. 2016.)
- [ 30 ] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Metabolizam> (19. 5. 2016.)
- [ 31 ] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Prirodne\\_znanosti](https://hr.wikipedia.org/wiki/Prirodne_znanosti) (5. 4. 2016.)
- [ 32 ] <https://hr.wikiquote.org/wiki/Znanost> (22. 1. 2016.)
- [ 33 ] <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics> (5. 5. 2016.)
- [ 34 ] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=6401> (12. 2. 2016.)
- [ 35 ] <http://www.index.hr/black/clanak/20-nevjerojatnih-cinjenica-o-ljudskom-tijelu/659811.aspx>  
(25. 3. 2016.)
- [ 36 ] <http://www.physicsclassroom.com/>(30. 1. 2016.)
- [ 37 ] <http://www.walter-fendt.de/>(27. 2. 2016.)
- [ 38 ] [struna.ihj.hr](http://struna.ihj.hr/)(14. 8. 2016.)