

Projekt *Zajedno kroz prirodoslovlje*

Linearna funkcija i vektori u eksperimentima

Kurikulum fakultativnog predmeta

Izdavač



Gimnazija
Petra Preradovića
Virovitica

Naslov Kurikulum fakultativnog predmeta *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima*

Radni naziv kurikuluma *Linearna funkcija i vektori u matematičkom programu Geogebra i njihova primjena u obradi eksperimenata u fizici*

Izdavač Gimnazija Petra Preradovića, Virovitica

Za izdavača Jasminka Viljevac

Urednica Jasminka Viljevac

Autori Mirjana Steiner, Branka Inđić, Dragan Klement, Željka Korlević, Marija Vidalina

Supervizori Ružica Vuk, Vlado Halusek, Danijel Jukopila, Aneta Copić, Mihaela Kelava

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 978-953-55754-2-9

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.



Srednja škola
"Stjepan Ivšić" Orahovica

Projekt Zajedno kroz prirodoslovlje

Linearna funkcija i vektori u eksperimentima

KURIKULUM FAKULTATIVNOG PREDMETA

Mirjana Steiner, prof. matematike i fizike, prof. mentor

Branka Inđić, prof. matematike i fizike, prof. savjetnik

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

Željka Korlević, dipl. ing. matematike, prof. savjetnik

Marija Vidalina, mag. educ. math. et inf.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	5
UVOD	7
A. OPIS PREDMETA	9
B. ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA	10
C. DOMENE U ORGANIZACIJI KURIKULUMA.....	11
D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI PO DOMENAMA	13
E. POVEZANOST S ODGOJNO-OBRAZOVNIM PODRUČJIMA, MEĐUPREDMETNIM TEMAMA I OSTALIM PREDMETIMA.....	24
F. UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA.....	26
G. VREDNOVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA U PREDMETU.....	27
LITERATURA	28

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 *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* nastao je iz potrebe da se pokaže neodvojiva veza između proučavanja sadržaja predmeta matematike i fizike te da se ukaže na to kako taj zadatak može biti lakše i zanimljivije izvršen korištenjem modernih tehnologija. Radni naziv kurikuluma *Linearna funkcija i vektori u matematičkom programu Geogebra i njihova primjena u obradi eksperimenata u fizici* opisuje upravo tu ideju tima koji je osmislio kurikulum.

Matematika je zapravo jezik fizike i neodvojivost matematike i fizike kao znanosti vidljiva je na svakom nivou: iskazivanje iznosa fizikalnih veličina pomoću brojeva – podataka s brojevnog pravca ili kroz koordinatni sustav, zorni prikaz pozitivnih i negativnih veličina (predznak broja), uspoređivanje fizikalnih veličina, grafičko prikazivanje fizikalnih međuovisnosti pomoću linearnih i nelinearnih funkcija – sve je to matematički jezik svijeta oko nas.

Kako znanost (fizika) poboljšava naš svakodnevni život, vrlo je zanimljivo prikazano u knjizi *The Physics of Materials – How Science Improves Our Lives* (The National Academies Press, 1997. engl.). Priča prati poslovnu ženu koja putujući prema aerodromu autom (izrađen od sintetiziranih materijala) telefonira mobitelom (na bazi složene poluvodičke elektronike) sinu, koji rola (kotači od polimera) prema fakultetu slušajući glazbu s CD-a (od materijala za optičku pohranu podataka koje čitaju poluvodički laseri) da mu kaže da baka leži u bolnici gdje joj ugrađuju umjetni kuk (od biomaterijala) nakon pregleda magnetskom rezonancijom (koja se temelji na supravodljivim magnetima) i konzultacije liječnika (putem interneta i svjetlovoda). Na aerodromu ulazi u avion (od superslitina), sjeda na svoje mjesto i otvara notebook (koji ima ekran s tekućim kristalima i procesor koji ovisi o magnetskim materijalima i silikonskoj tehnologiji).

Danas se svi poput junakinje ove knjige služimo blagodatima moderne tehnologije i ne primjećujući što nas okružuje, često to ni ne pokušavajući razumjeti i nakon toga još korisnije upotrijebiti. Učenici koji odaberu predmet *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* načinit će prvi korak prema osvježivanju neposredne okoline i time dobiti priliku da proučavanjem neposredne stvarnosti uz pomoć matematičkih alata i kompjutorske tehnologije lakše razumiju svijet. Također će naučiti osnove metodologije istraživačkog rada koji je temelj u razvoju znanosti.

Predmet je namijenjen učenicima drugog i trećeg razreda gimnazija i strukovnih škola, i to ne samo onima koji planiraju nastaviti studij na prirodoslovnim fakultetima, jer je osnovna metodologija istraživačkog rada zajednička svima.

Materijali pripremljeni tijekom projekta namijenjeni su učenicima i nastavnicima: nastavnicima kao podloga za pripremanje izvedbe ali i kao ideja za neki novi kreativni pristup temama iz kurikuluma; učenicima kao pomoć u savladavanju sadržaja i putokaz za daljnji napredak.

Osim klasične nastave predviđeno je učenje na daljinu korištenjem platforme za e-poučavanje. Učenici i nastavnici na taj način dobivaju mogućnost individualizacije nastave i prilagodbe navikama i mogućnostima svakog učenika, što je posebno dragocjeno za naše učenike putnike. Učenicima se nudi samostalnost putem online rada u svojim domovima, u količini i terminima koji im najbolje odgovaraju. Nastavnicima je omogućeno praćenje rada svakog učenika i vrednovanje individualnog doprinosa realizaciji pojedinog zadatka.

Kurikulum fakultativnog predmeta *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* doprinosi kvalitetnijem obrazovanju na više razina. Temeljen je na ishodima učenja prema metodologiji HKO-

a, uvodi suvremene tehnologije u metode poučavanja i potiče učenike da tehnologiju koriste u svrhu lakšeg i kvalitetnijeg učenja te omogućava stjecanje novih kompetencija učenika u različitim područjima. Time značajno doprinosi razvoju učenika kao cjelovite osobe i potiče osobni rast svakog pojedinca.

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

A. OPIS PREDMETA

Kurikulum *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* omogućit će učenicima povezivanje znanja iz fizike, matematike i informatike. Omogućit će učenicima osmišljavanje načina prikazivanja rezultata mjerenja. Učenici će naučiti koristiti program Geogebra i pomoću njega rješavati zadatke iz linearne funkcije i vektora u matematici. Učenici će pomoću matematičkog programa Geogebra rezultate mjerenja iz fizike prikazati kao linearnu funkciju ili vektorski. Koristeći matematička znanja o linearnim funkcijama, kao što su graf funkcije, koeficijent smjera i nultočke te kako te veličine utječu na izgled funkcije, učenici će objasniti ovisnost fizikalnih veličina. Vektorima će u Geogebri prikazati brzine i sile te linearnom kombinacijom vektora prikazati primjere rastavljanja i sastavljanja sila. Nakon prikaza rezultata u Geogebri učenici će analizirati rezultate mjerenja i iskazati fizikalne zakonitosti te objasniti fizikalne pojave istražene pokusima.

Učenik će u ovome predmetu biti aktivni sudionik procesa učenja i poučavanja. Razvijat će niz različitih sposobnosti i vještina kao što su obrada i prikazivanje podataka, grafičko prikazivanje rezultata mjerenja, zaključivanje, kritičko prosuđivanje te povezivanje sadržaja iz fizike, matematike i informatike. Razvijat će sposobnosti timskoga rada i suradnje. Učenici će razvijati međusobno poštovanje i uzimati u obzir različita mišljenja. Razvit će se i prirodoznanstvena pismenost koja uz deklarativno ima i proceduralno znanje koje učenik može primijeniti na rješavanje problemskih situacija u novim okolnostima. Stjecanjem svih ovih kompetencija pripremat će se za cjeloživotno učenje.

Na temelju ishoda predmeta učenici će saznati što i kako učiti te što će se valorizirati.

Izvođenje fakultativnog predmeta planira se tijekom drugog i trećeg razreda u trajanju od 70 sati ili tijekom drugog i trećeg razreda (35 + 35 sati).

B. ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA

Analiziranjem pojava i eksperimentom dobivenih podataka, uočavanjem veza među njima te njihovom obradom koristeći matematički softver povezuju se fizika, matematika i informatika. Takvim interdisciplinarnim pristupom putem različitih oblika rada učenici će ostvariti sljedeće odgojno-obrazovne ciljeve:

- modelirati odabrane fizikalne probleme koji se interpretiraju linearnom funkcijom i vektorima korištenjem matematičkih alata i računalnog alata Geogebra te vještina rješavanja problema i vrednovanja rezultata;
- samostalno i u skupini analizirati podatke dobivene eksperimentom, dokazivati pretpostavke te argumentirati dobivena rješenja;
- razviti osjećaj kompetentnosti i samopouzdanja, sposobnost dijeljenja ideja i pregovaranja uz poštivanje vrijednosti i uvjerenja drugih, svjesno i odgovorno djelovati pri rješavanju problema.

C. DOMENE U ORGANIZACIJI KURIKULUMA

Kurikulum *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* predstavlja ujedinenje koncepata iz matematike i fizike s upotrebom moderne tehnologije, programa dinamičke geometrije Geogebra.

Domene kurikuluma jesu: Geogebra, Linearna funkcija u fizikalnim eksperimentima, Vektori u fizikalnim eksperimentima.

Ove tri domene međusobno se nadograđuju i njihovu nedjeljivost možemo primijetiti na taj način što je usvojenost koncepta jedne domene često preduvjet za usvajanje koncepata u drugim domenama.

Učenici će tijekom analize eksperimenata ovog fakultativnog predmeta moći primijeniti već poznate matematičke tehnike i metode u rješavanju fizikalnih problema. Fizika kao znanost obuhvaća vrlo širok skup spoznaja i zakonitosti do kojih se došlo mjereći fizikalne veličine tijekom eksperimentalnih istraživanja.

Temelj učenja i poučavanja ovih fakultativnih sadržaja jest u aktivnoj ulozi učenika koja se osniva na opažanju i opisivanju fizikalne pojave, postavljanju pitanja i razmjeni ideja. Aktivan učenik treba objasniti pokus, postaviti pretpostavku, izvršiti obradu i analizu podataka, zaključivanje i kritičko promišljanje.

Ovaj kurikulum prije svega predstavlja produbljivanje tema linearne funkcije i vektora u matematici te primjenu usvojenog znanja o njima u eksperimentima u fizici uz pomoć programa dinamičke geometrije Geogebra.

1. Geogebra

Geogebra je program dinamičke geometrije i učenicima će omogućiti modernizaciju nastavnog procesa. Programom Geogebra učenici će naučiti prikazati i analizirati rezultate mjerenja. Osim toga pomoću ovoga programa učenici će lakše uočiti linearnu ovisnost između fizikalnih veličina. Radom u programu Geogebra učenici će savladati i vektorsku ovisnost između odabranih fizikalnih veličina.

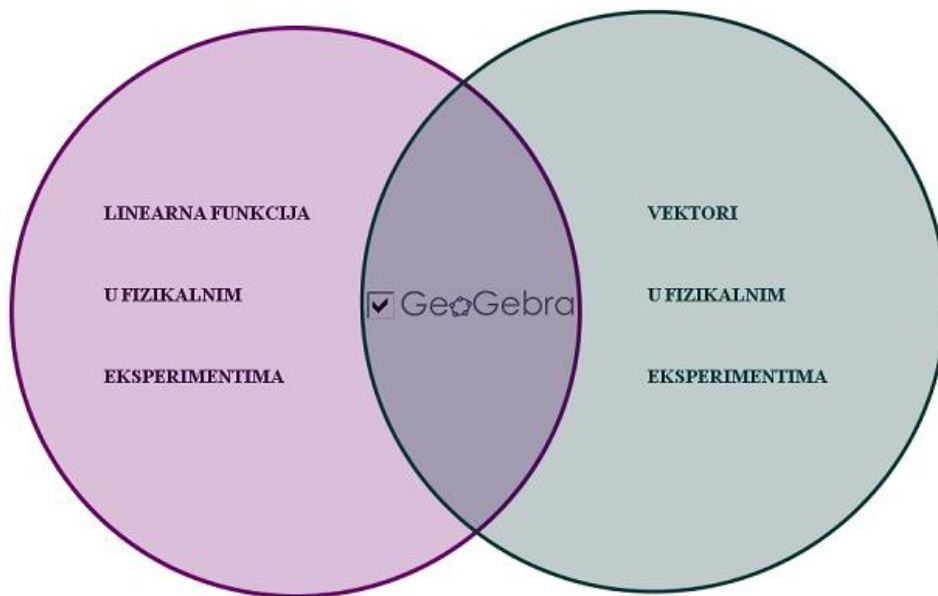
2. Linearna funkcija u fizikalnim eksperimentima

Linearna funkcija u fizikalnim eksperimentima treba učenicima omogućiti prepoznavanje linearne funkcije u grafičkom prikazu rezultata eksperimenata. Ujedno će učenik biti u mogućnosti i zapisati pomoću fizikalnih simbola tu ovisnost. Zbog svega ovoga učenik treba prije svega linearnu funkciju u matematičkom okruženju interpretirati pomoću koeficijenta smjera i nultočke.

3. Vektori u fizikalnim eksperimentima

Vektori u fizikalnim eksperimentima predstavljaju, ponovno kao i linearna funkcija, povezivanje i produbljivanje znanja koja su učenici dobili iz matematike o vektorima. U fizici postoje fizikalne veličine koje pripadaju u skupinu fizikalnih veličina kojima je, osim njihove vrijednosti, važno znati

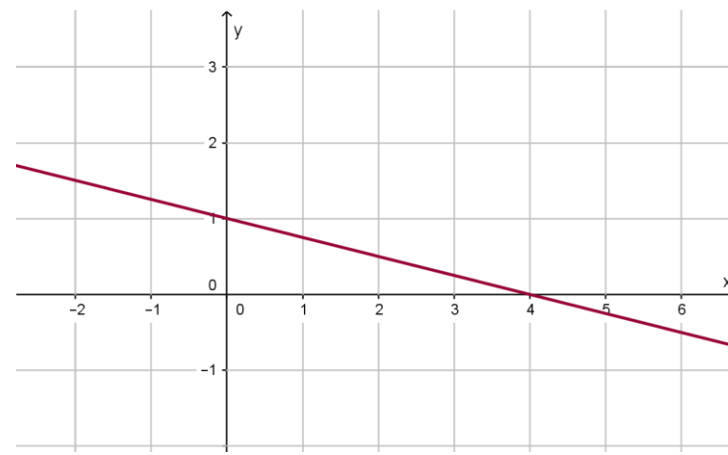
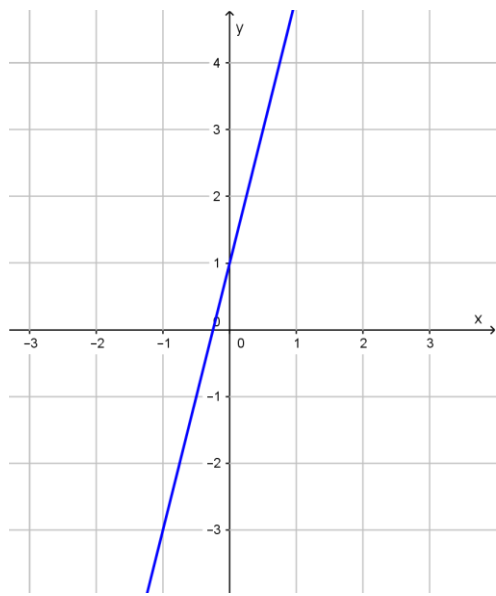
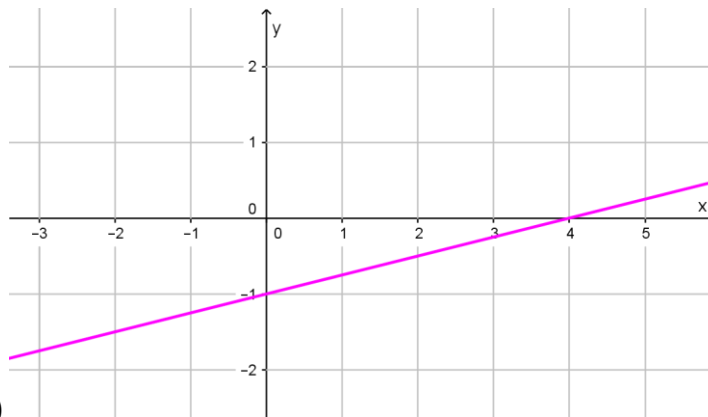
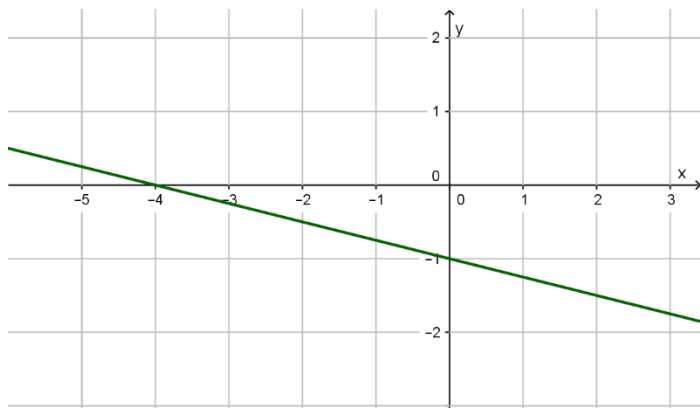
i smjer i orijentaciju. Njih nazivamo vektorske fizikalne veličine. Takve fizikalne veličine učenici će promatrati tijekom obrade podataka dobivenih eksperimentom.



D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI PO DOMENAMA

DOMENA: 1. GEOGEBRA					
ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
1.1. POVEZUJE RAZLIČITE PRIKAZE LINEARNE FUNKCIJE	<p>Linearnu funkciju prikazuje tablično i grafički u Geogebri.</p> <p>Opisuje utjecaj koeficijenata na položaj grafa.</p> <p>Definira i određuje nultočku.</p> <p>Iz grafa čita argumente i vrijednosti te određuje koeficijente i funkciju.</p> <p>Iz zadanih elemenata (argumenata i vrijednosti, točaka grafa, koeficijenata) određuje funkciju.</p>	<p>Za zadanu linearnu funkciju računa vrijednosti, crta graf i određuje nultočku.</p>	<p>Interpretira koeficijente linearne funkcije.</p>	<p>Iz zadanih elemenata određuje linearnu funkciju.</p>	<p>Prevodi zapis linearne funkcije iz jednog u drugi.</p> <p>Iz grafa linearne funkcije analizira problem.</p>
<p>PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:</p> <p>Odmah nakon upoznavanja učenika sa sadržajem predmeta uputiti učenike kako da instaliraju Geogebri te ih upoznati s njezinim mogućnostima. Uz ponavljanje sadržaja o linearnoj funkciji naučenog ranije na redovnoj nastavi matematike, sve zadatke rješavati i u Geogebri.</p> <p>Primjer 1: Nacrtaj grafove funkcija $x = -2$ i $y = 4$.</p>					

Primjer 2: Koji od prikazanih grafova prikazuje funkciju $f(x) = \frac{1}{4}x - 1$? Zadatak riješi u Geogebri koristeći klizalice.



DOMENA: 1. GEOGEBRA

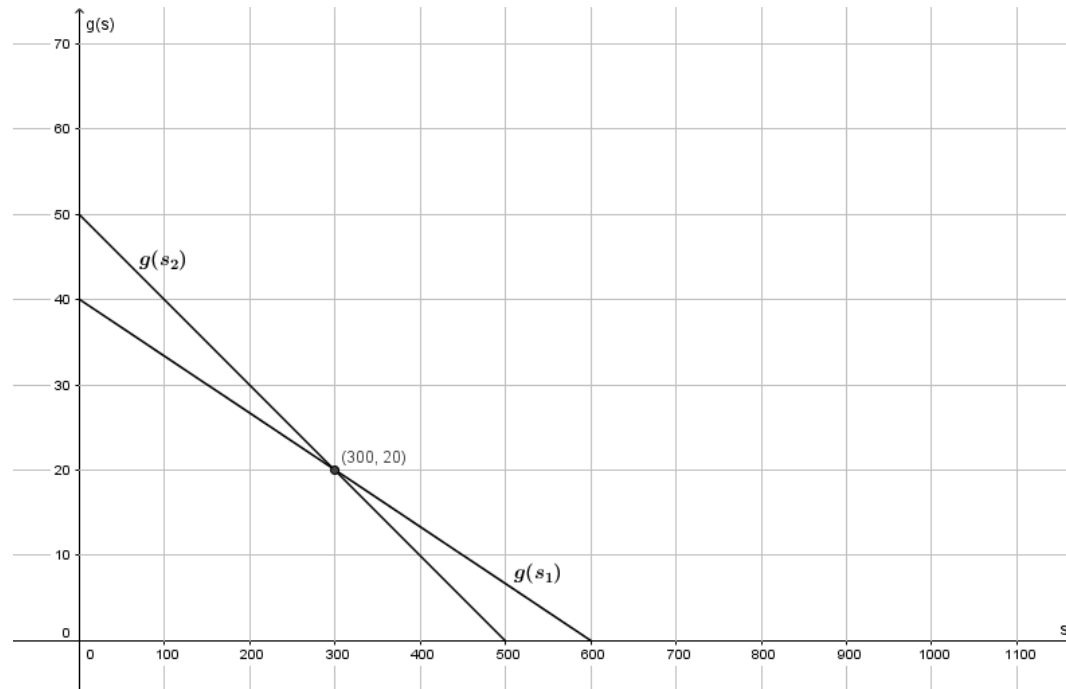
ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<p>1.2. PRIMJENJUJE LINEARNU FUNKCIJU PRI RJEŠAVANJU PROBLEMA</p>	<p>U problemskim zadacima prepoznaje linearnu ovisnost te ju zapisuje kao funkciju.</p> <p>Primjenjuje linearnu funkciju na analizi problema.</p> <p>Analizira problem iz grafičkog prikaza.</p>	<p>Računa vrijednosti i grafički prikazuje problem opisom linearnom funkcijom.</p>	<p>Iz zadanih zadataka linearnu ovisnost zapisuje kao linearnu funkciju.</p>	<p>Analizira problem opisan zadanom linearnom funkcijom.</p>	<p>Linearnom funkcijom modelira problemsku situaciju.</p>

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:

Primjer 1: Suhi list pada na tlo te je nakon t sekundi njegova udaljenost $h(t)$ od poda izražena u metrima jednaka $h(t) = -1.8 t + 5$.

- a) Prikaži grafički $h(t)$.
- b) S koje je visine list pao?
- c) Na kojoj je visini list nakon 2 sekunde?
- d) Nakon kojeg će vremena list dotaknuti pod?

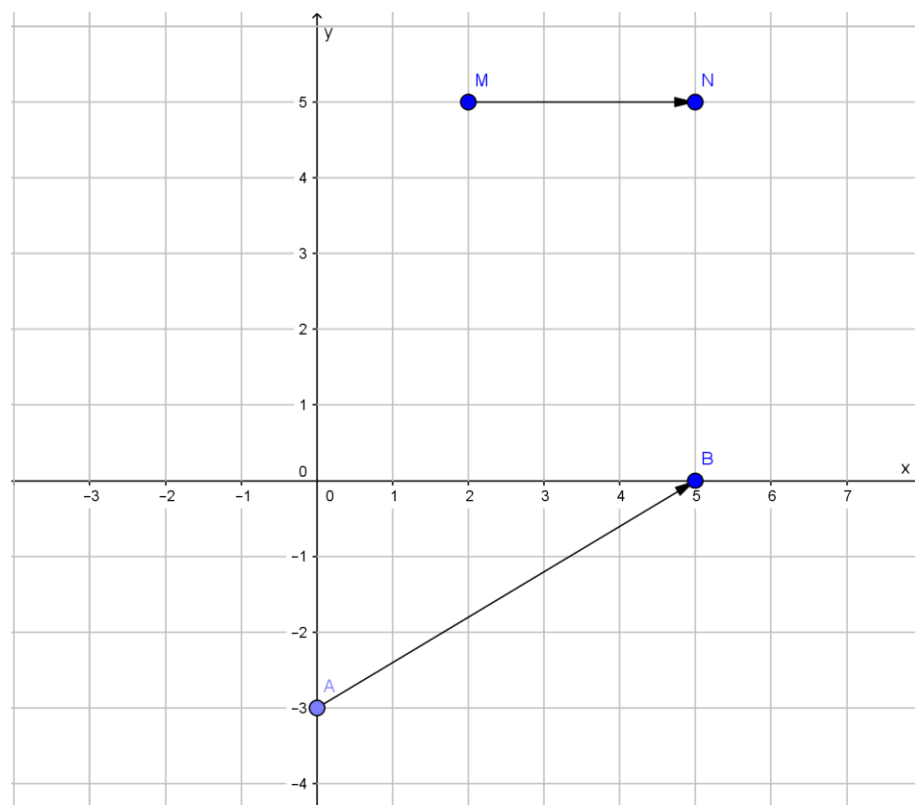
Primjer 2: Na slici je prikaz potrošnje goriva (l/100 km) dvaju automobila.



- 1.) Koliko je bilo goriva u svakom automobilu na početku?
- 2.) Kolika je prosječna potrošnja goriva svakog automobila?
- 3.) Nakon koliko je kilometara goriva u spremnicima jednaka?
- 4.) Koliki je put prešao svaki automobil do nestanka goriva?

DOMENA: 1. GEOGEBRA					
ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
1.3. PRIMJENJUJE VEKTORE PRI RJEŠAVANJU PROBLEMA	Definiira vektor (razlika između vektora i skalara). Računa s vektorima. Prikazuje vektore u koordinatnom sustavu (linearna kombinacija). Računa skalarni umnožak vektora. Koristeći skalarni umnožak vektora određuje kut koji oni zatvaraju. Uvjet okomitosti vektora određuje koristeći skalarni umnožak. Prikazuje vektore na računalu koristeći Geogebra.	Crta vektore u ravnini i u koordinatnom sustavu koristeći Geogebra. Zapisuje vektore znajući elemente kojima je vektor određen.	Računa s vektorima (zbraja, oduzima, množi sa skalarom). Prikazuje zbroj i razliku vektora te umnožak vektora sa skalarom u Geogebri.	Određuje duljinu vektora, skalarni umnožak i kut između vektora. Računa duljinu vektora, skalarni umnožak vektora i kut između vektora u Geogebri te crta isto.	Problemske zadatke rješava računajući s vektorima. Iz nacrtanih slika zaključuje kako pomoću vektora riješiti problem.
PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA: Primjer 1: Prikaži grafički put kretanja čovjeka koji hoda 2 km prema zapadu, potom 3 km prema sjeveru i onda 2 km prema jugoistoku.					

Primjer 2: U koordinatnom sustavu nacrtani su vektori.



Napiši vektore \overrightarrow{AB} i \overrightarrow{MN} i izračunaj njihovu duljinu.

DOMENA: 2. LINEARNA FUNKCIJA U FIZIKALNIM EKSPERIMENTIMA

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<p>2.1. PRIMJENJUJE LINEARNU FUNKCIJU U ANALIZI EKSPERIMENTATA U FIZICI</p>	<p>Prepoznaje linearnu ovisnost u problemima u fizici.</p> <p>Zapisuje uočeno kao funkciju.</p> <p>Prikazuje linearnu funkciju grafički.</p> <p>Analizira utjecaj koeficijenata i nultočke na izgled grafa linearne funkcije i povezuje sa sadržajima u fizici.</p>	<p>Prepoznaje veličine važne za istraživanje.</p> <p>Posjeduje pribor za obradu podataka.</p> <p>Obraduje rezultate mjerenja uključujući odgovarajuće mjerne jedinice.</p> <p>Grafički iskazuje podatke, ali čini pogreške u razumijevanju zavisnih i nezavisnih veličina.</p>	<p>Koristi podatke iz tablice za izradu grafičkog prikaza.</p> <p>Očitava grafički prikaz.</p> <p>Provodi izračun pogreške.</p>	<p>Identificira zavisne i nezavisne varijable.</p> <p>Prepoznaje grubu pogrešku u mjerenju.</p> <p>Samostalno donosi zaključke na temelju izračunavanja.</p> <p>Analizira grafički prikaz te prepoznaje funkciju ovisnosti fizikalnih veličina.</p>	<p>Kvalitetno interpretira rezultat eksperimenta u grafičkom obliku.</p> <p>Uspoređuje rezultate mjerenja s teorijom.</p> <p>Samostalno i ispravno objašnjava grafički prikaz kao funkciju ovisnih fizikalnih veličina.</p> <p>Ovisnost veličina zapisuje u algebarskom obliku.</p>

PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:

Primjer 1: Analiza podataka vježbe „Gibanje nizbrdicom“. Podaci su dobiveni u tablici:

t [s]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
s [cm]	0	0.6	1.8	3.5	5.8	8.6	12	16	20.5	25.6	31.3

Pomoću podataka iz tablice izračunaj brzinu te nacrtaj ovisnost puta o vremenu (s-t dijagram) i ovisnost brzine o vremenu (v-t dijagram).

Koji bismo grafički prikaz mogli povezati s linearnom funkcijom? Koliki je nagib pravca, koje bi bilo njegovo fizikalno značenje?

DOMENA: 3. VEKTORI U FIZIKALNIM EKSPERIMENTIMA

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<p>3.1. PRIMJENJUJE VEKTORE U ANALIZI EKSPERIMENTATA U FIZICI</p>	<p>Prikazuje fizikalne veličine (sile, brzinu, električnu struju) pomoću vektora.</p> <p>Rastavlja i sastavlja sile pomoću linearne kombinacije vektora.</p> <p>Upotrebljava skalarni produkt za određivanje rada.</p>	<p>Prepoznaje veličine važne za istraživanje.</p> <p>Obrađuje rezultate mjerenja uključujući odgovarajuće mjerne jedinice.</p> <p>Grafički iskazuje podatke, ali čini pogreške u razumijevanju zavisnih i nezavisnih veličina.</p>	<p>Koristi podatke iz tablice za izradu grafičkog prikaza.</p> <p>Očitava grafički prikaz.</p> <p>Provodi izračun pogreške.</p>	<p>Identificira zavisne i nezavisne varijable.</p> <p>Prepoznaje grubu pogrešku u mjerenju.</p> <p>Samostalno donosi zaključke na temelju izračunavanja.</p> <p>Analizira grafički prikaz te prepoznaje funkciju ovisnosti fizikalnih veličina.</p>	<p>Kvalitetno interpretira rezultat eksperimenta u grafičkom obliku.</p> <p>Uspoređuje rezultate mjerenja s teorijom.</p> <p>Samostalno i ispravno objašnjava grafički prikaz kao funkciju ovisnih fizikalnih veličina.</p> <p>Ovisnost veličina zapisuje u algebarskom obliku.</p>
<p>PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:</p> <p>Primjer : Rezultate pokusa vježbe „Rastavljanje sile teže na kosini“ prikaži grafički na kosini; h predstavlja visinu kosine, l njezinu duljinu, dok F_1 predstavlja silu duž kosine, a F_2 okomitu na kosinu.</p>					

G [N]	Pokus		h [m]	l [m]
	F ₁ [N]	F ₂ [N]		
7.5	2.5	6.25	0.18	0.43
	3	6	0.2	0.38
	3.5	5.75	0.195	0.48

DOMENA: 1. GEOGEBRA 2. LINEARNA FUNKCIJA U FIZIKALNIM EKSPERIMENTIMA 3. VEKTORI U FIZIKALNIM EKSPERIMENTIMA

ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
		ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
<p>1.4.</p> <p>2.2.</p> <p>3.2.</p> <p>KORISTI PROGRAM</p> <p>DINAMIČKE</p> <p>GEOMETRIJE ZA</p> <p>ANALIZU PODATAKA</p> <p>DOBIVENIH</p> <p>EKSPERIMENTOM</p>	<p>Instalira program Geogebra.</p> <p>Pokreće program Geogebra.</p> <p>Otvora <i>Spreadsheet</i>.</p> <p>Prikazuje podatke dobivene eksperimentom u tablice.</p> <p>Grafički prikazuje ovisnost veličina unesenih u tablicu.</p> <p>Analizira dobivene eksperimentalne podatke.</p> <p>Analizira dobivene grafove.</p>	<p>Instalira i pokreće program na računalu.</p> <p>Tablično prikazuje podatke dobivene eksperimentom.</p> <p>Grafički prikazuje podatke, ali čini pogreške u razumijevanju zavisnih i nezavisnih veličina.</p>	<p>Grafički prikazuje ovisnost veličina unesenih u tablicu.</p>	<p>Analizira dobivene podatke.</p> <p>Povezuje zavisne i nezavisne veličine.</p> <p>Uočava povezanost u promjeni veličina.</p>	<p>Analizira grafičke prikaze.</p> <p>Mijenjajući uvjete eksperimenta predviđa novu situaciju.</p>
<p>PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:</p> <p>Primjere iz domene 2 i 3 sada obrađuje primjenom programa Geogebra.</p>					

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

Cilj je kurikularnog povezivanja nastavnih predmeta u područjima kurikuluma veća prenosivost znanja i vještina koji pridonose razvijanju generičkih kompetencija, povećanju kreativnosti pri učenju i poučavanju svih predmeta i racionalizaciji obrazovnih sadržaja. Načini na koji se može ostvariti provedba integriranih sadržaja podrazumijeva usuglašenost svih područja kurikuluma.

Kurikulum *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* povezivanjem matematike i fizike s međupredmetnim temama i ostalim predmetima uz korištenje tehnologije te njihovom primjenom u primjerima iz života bliskim učenicima, učenje i poučavanje postavlja na drugačiji način od dosada uobičajenog.

U prirodoslovnome području istražujući različite pojave i procese te provodeći eksperimente, učenici izvode formule i mjerenja pri čemu rabe matematičko rasuđivanje, komuniciraju matematičkim jezikom te primjenjuju matematičko argumentiranje i dokazivanje. Sve to povezuju i prikazuju u tehničko-informatičkom području provodeći različite izračune i obrade podataka.

Matematika se uči i poučava na primjerima i problemima koji se javljaju u svijetu koji nas okružuje te u drugim znanostima, baš kao što se i većina matematičkih koncepata izgradila potrebom rješavanja životnih problema.

Koristeći se dostignućima tehnologije matematika osigurava alate za opisivanje i analizu ideja u svim područjima ljudskih djelatnosti. Upravo je ta njezina sveobuhvatnost pokretačka snaga mnogih učenikovih aktivnosti pri učenju i primjeni matematike.

Fizika kao dio prirodoslovnog područja kurikuluma stvara poveznice s Prirodom i društvom, Prirodom, Tehničkom kulturom, Kemijom, Biologijom i Geografijom u vertikalnom i horizontalnom povezivanju nastavnih sadržaja na razini domena područja i domena samih nastavnih predmeta koje omogućuju pristup zajedničkim konceptima: energije i zakona očuvanja energije, gibanja, čestične građe tvari i međudjelovanja.

Integriranje unutar područja moguće je i na razini izučavanja prirodnih procesa, učenja i primjene procesnih vještina kao što su eksperiment, rješavanje projektnih zadataka, analiza podataka i stvaranje izvješća.

Fizika kao znanost često se koristi matematičkim znanjima za opis fizičkih zakona, funkcionalne ovisnosti fizičkih veličina, crtanja grafičkih prikaza, vektorskog prikaza fizikalnih veličina, rješavanja jednadžbi te primjenu logaritamskih, eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija. Stoga je nužno stvoriti poveznice s matematičkim područjem kurikuluma kako bi matematički sadržaji bili povezani s fizičkima na razini ciklusa poučavanja, učenja i korištenja procesnim vještinama radi razvijanja kreativnosti i inovativnosti u rješavanju fizičkih zadataka i mogućnosti matematičkog zapisa fizičkog zakona na temelju provedenoga eksperimentalnog istraživanja.

Za prikaz pokusa, virtualnih simulacija te zapisa mjerenja i njihovo grafičko prikazivanje te za obradu podataka učeničkih istraživanja koriste se informatičko-komunikacijske tehnologije.

Povezanost s ostalim područjima može se ostvariti kroz teme koje nadilaze sam sadržaj predmeta u obliku interdisciplinarnih projekata. Provođenje interdisciplinarnih projekata moguće je ostvariti ne samo u klasičnoj učionici, već i izvanučioničkom i terenskom nastavom. Problemi koje učenik

rješava samostalnim istraživanjima utječu na razvoj odgovornosti za vlastito učenje, a sadrže elemente inicijative i preuzimanja rizika.

Uviđanje važnosti kreativnih inovacija za gospodarski razvoj i odgovornog ponašanja prema prirodi doprinose usvajanju ishoda međupredmetnih tema *Poduzetništvo, Građanski odgoj i Održivi razvoj*.

Prvenstveno u ovom fakultativnom predmetu *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima*, koji traži vezu između fizikalnih veličina i gdje je ta veza linearna ili se koristi grafički prikaz u obliku vektora, važan nam je fakultativan predmet *Fizikalni eksperimenti* jer će nam on dati rezultate mjerenja koje ovdje obrađujemo.

Cjelokupan rad i prikaz podataka nemoguć je bez poznavanja rada na računalu, a tu nam je od neophodne važnosti fakultativan predmet *Informatika u multimediji i dizajnu*.

F. UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA

Organizacija učenja i poučavanja

Učenjem fakultativnog predmeta *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* učenik će usvojiti kompetencije potrebne za život, za nastavak obrazovanja i za cjeloživotno učenje. Učenik će svoje znanje stvarati od već usvojenog znanja u obaveznim predmetima Matematika i Fizika i novih informacija do kojih će doći analizom eksperimenta i korištenjem informacijsko-komunikacijske tehnologije. Zbog ovoga učenje predstavlja aktivan, ali često i nesvjestan proces građenja znanja.

U ovakvom modelu učenja potrebno je osigurati, ali i održavati visok stupanj učenikove intelektualne aktivnosti tijekom nastave odabirom različitih nastavnih metoda. Učenici modeliraju problemsku nastavu upotrebom matematičkih formi i zapisa. Upotreba informacijsko-komunikacijske tehnologije, ovdje kao sredstva učenja i poučavanja, daje nove mogućnosti osuvremenjivanja i modernizacije nastavnog procesa.

Uloga učitelja

Dio života svakog učenika u današnje je vrijeme informacijsko-komunikacijska tehnologija te ona utječe i na način učenja. Učitelj bi trebao u određenoj mjeri biti računalno pismen da bi mogao određena matematička znanja prenijeti učenicima primjenom računala.

Zajedničkim dogovaranjem pravila s učenicima učitelj u razredu stvara pozitivno ozračje koje doprinosi učenikovo odgovornosti.

Osim toga učitelj se mora stalno stručno usavršavati da bi bio upoznat s novim dostignućima u području informacijsko-komunikacijske tehnologije, ali i da bi saznao nove metode koje utječu na kvalitetan rad s učenicima.

Uloga eksperimenata u fakultativnom predmetu *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima*

U nastavi fakultativnog predmeta *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* vrlo važnu ulogu imaju eksperimenti koje analizira učenik. Eksperiment kojim učenik istražuje fizičke pojave postaje osnovica nastave, a istraživački usmjerena nastava razvija sposobnost znanstvenog razmišljanja i zaključivanja. Nastavom organiziranom na takav način učenici upoznaju način kojim se stječu nova znanja u području prirodnih znanosti.

Cilj istraživanja jest otkrivanje pravilnosti koje su karakteristične za pojavu koju proučavamo te da učenici izgrade matematički model koji tu pojavu može opisati.

Mjesto i vrijeme učenja

Da proces učenja i poučavanja fakultativnog predmeta *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* može teći neometano i da bi bilo moguće postići sve ishode učenja, nužno je da se nastava ovog fakultativnog predmeta organizira u dvije učionice: u učionici u kojoj učenici mogu vršiti analize podataka na klasičan način te u učionici koja je opremljena računalima spojenim na Internet.

Nastava fakultativnog predmeta predviđena je za skupinu 10 – 15 učenika, a predviđena je za učenike drugog ili trećeg razreda.

G. VREDNOVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA U PREDMETU

Vrednovanje u fakultativnom predmetu *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* predstavlja sastavni dio procesa učenja i poučavanja, a pruža nam obavijest o razini usvojenosti matematičkih, fizičkih i informatičkih znanja te njihovu primjenu u analizi rezultata dobivenih eksperimentima.

Postupci vrednovanja u okviru fakultativnog predmeta *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* realizirat će se putem tri pristupa: vrednovanjem za učenje, vrednovanje kao učenje i vrednovanje naučenoga.

Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje

Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje predstavlja sustavno prikupljanje podataka o radu i napredovanju učenika tijekom učenja i poučavanja (rad na satu, domaće zadaće, prezentacije...). Prati se učenikovo stvaranje matematičko-fizičkih koncepata i modela. Učenika se potiče na samovrednovanje osobnog učenja, na planiranje učenja te na samoanaliziranje svog rada i procjenu rezultata rada drugih učenika.

Vrednovanje naučenog

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

Elementi vrednovanja

Elementi vrednovanja u fakultativnom predmetu *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima* jesu:

1. **Usvojenost znanja** – vrednuje se učenikovo razumijevanje fizičkih, matematičkih i informatičkih 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 matematičkih i fizičkih koncepata u strategiji rješavanja zadataka.
3. **Istraživanje pojava** – vrednuje se stalnim praćenjem aktivnosti učenika u istraživački usmjerenom učenju i poučavanju. Vrednuju se aktivnost na satu, donošenje zaključaka na temelju obrade i zapisa podataka, doprinos timskom radu. Vrednuje se učenikova kreativnost pri stvaranju i provjeravanju hipoteza.

Elementi 1, 2, 3 vrednuju se ocjenama od 1 do 5. Doprinos svih elemenata u zaključnoj ocjeni u jednakim je postocima.

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

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

LITERATURA

- [1] Dakić, B., Nagib pravca, Miš, Zagreb, 2000. (5. 12. 2015.)
- [2] Dakić, B., Elezović, N., Matematika 1, udžbenik i zbirka zadataka za 1. razred gimnazija i tehničkih škola, 1. dio, Element, Zagreb, 2014.
- [3] Dakić, B., Elezović, N., Matematika 1, udžbenik i zbirka zadataka za 1. razred gimnazija i tehničkih škola, 2. dio, Element, Zagreb, 2014.
- [4] Dakić, B., Elezović, N., Matematika 3, udžbenik i zbirka zadataka za 3. razred gimnazija i tehničkih škola, 2. dio, Element, Zagreb, 2014.
- [5] Državni pedagoški standard srednjoškolskog sustava odgoja i obrazovanja, svibanj 2008. URL: <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/339619.html> (28. 3. 2016.)
- [6] Glasnik Ministarstva kulture i prosvjete Republike Hrvatske, Nastavni program za gimnazije, Zagreb, 1994.
- [7] Kokkaliari, M., teachinglinearfunctionswithGeogebra
URL:
https://www.academia.edu/8951205/TEACHING_LINEAR_FUNCTIONS_WITH_GEOGEBRA
(14. 3. 2016.)
- [8] Metodološki priručnik za izradu prijedloga predmetnih kurikuluma, Zagreb, siječanj 2016. (17. 2. 2016.)
- [9] Milin Šipuš, Ž., Kako učenici razumiju i primjenjuju grafove linearnih funkcija u matematici i fizici?, Zavod Republike Slovenije za šolstvo (7. 1. 2016.)
- [10] Nacionalni dokument tehničkog i informatičkoga područja kurikuluma, Prijedlog, veljača 2016. <http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/03/Tehnic%CC%8Cko-i-informatic%CC%8Cko-podruc%CC%8Cje.pdf> (25. 2. 2016.)
- [11] Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Fizika, Prijedlog, veljača 2016. <http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/03/Fizika.pdf> (25. 2. 2016.)
- [12] Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Informatika, Prijedlog, veljača 2016. <http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/03/Informatika.pdf> (25. 2. 2016.)
- [13] Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Matematika, Prijedlog, veljača 2016. <http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/03/Matematika.pdf> (25. 2. 2016.)
- [14] Nacionalni okvirni kurikulum, Zagreb, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2010. www.mzos.hr
- [15] Nastavni program obvezne nastave iz nastavnog predmeta Matematika, 2015. http://dokumenti.ncvvo.hr/Nastavni_plan/gimnazije/obvezni/matematika.pdf (15. 12. 2015.)
- [16] Okvir nacionalnog kurikuluma, Zagreb, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2016. www.kurikulum.hr
- [17] Paar, V., Šips, V., Fizika 2, Udžbenik za drugi razred gimnazije, Školska knjiga, Zagreb, 2007.
- [18] Paar, V., Fizika 1, Udžbenik za prvi razred gimnazije, Školska knjiga, Zagreb, 2006.
- [19] Paar, V., Šips, V., Zbirka riješenih zadataka iz mehanike (Priručnik za 1. razred gimnazije), Školska knjiga, Zagreb, 1993.

[20] URL: <https://www.geogebra.org/> (16. 2. 2016.)