

Projekt *Zajedno kroz prirodoslovlje*

# Funkcije u prirodoslovlju

Kurikulum fakultativnog predmeta

Izdavač



Gimnazija  
Petra Preradovića  
Virovitica

**Naslov** Kurikulum fakultativnog predmeta *Funkcije u prirodoslovlju*

**Radni naziv kurikuluma** *Funkcije u matematičkom programu Geogebra i njihova primjena u prirodoslovlju*

**Izdavač** Gimnazija Petra Preradovića, Virovitica

**Za izdavača** Jasminka Viljevac

**Urednica** Jasminka Viljevac

**Autori** Kata Vidaković, Danijela Babić, Dario Kovač, Josip Mikolašević, Veljko Živković

**Supervizori** Ružica Vuk, Vlado Halusek, Danijel Jukopila, Aneta Copić, Tanja Mamić, Renata Matoničkin-Kepčija

**Supervizorica za jezik i gramatiku** Izabela Babić

**Oblikovale naslovnicu i grafički uredila** 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 978-953-55754-3-6**

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 natječajja *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

# Funkcije u prirodoslovlju

KURIKULUM FAKULTATIVNOG PREDMETA

Kata Vidaković, prof. matematike i fizike

Danijela Babić, prof. matematike i  
informatike

Dario Kovač, prof. povijesti i geografije

Josip Mikolašević, mag. educ. math. et inf.

Veljko Živković, prof. matematike i fizike

## SADRŽAJ

PREDGOVOR .....	5
UVOD .....	7
A. OPIS PREDMETA .....	8
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.....	19
F. UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA.....	20
G. VREDNOVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA U PREDMETU.....	22
LITERATURA.....	26

## PREDGOVOR

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-podravške 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 kurikulumu 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 kurikulumu 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

***Funkcije u prirodoslovlju*** (radni naziv ***Funkcije u matematičkom programu Geogebra i njihova primjena u prirodoslovlju***) kao fakultativni predmet omogućit će učenicima kvalitetno izučavanje matematičkih funkcija obrađenih računalnim programom. U svijetu gdje se znanstvene spoznaje neprestano umnožavaju, vrijeme utrošeno na poučavanje predmeta važna je komponenta obrazovnog procesa. Povezivanjem unutar predmeta više grana prirodoslovnih znanosti: fizike, kemije, biologije, geografije i matematike ostvarena je multidisciplinarnost i racionalizacija poučavanja.

Matematičari vole isticati da je matematika svuda oko nas, ne samo u temeljnim prirodnim zakonima, nego i u društvenim procesima. Usvojena matematička znanja, a naročito dublje razumijevanje matematičkog koncepta Algebra i funkcije, kao i njegova praktična primjena u prirodoslovlju, nužan je preduvjet svim učenicima koji nastavljaju obrazovanje na STEM učilištima. Također za znanstveno istraživanje neophodna je sposobnost primjene matematičkog znanja na modeliranje prirodoslovnih problema. Odabirom i izučavanjem predmeta *Funkcije u prirodoslovlju* učenici će već na srednjoškolskoj razini naučiti: uočiti problem, analizirati njegove sastavne elemente, pronaći odgovarajuća rješenja te ih kreativno interpretirati. Ranim usvajanjem osnovne metodologije istraživačkog rada lakše će se u budućnosti uključiti u svijet znanosti i tehnologije. Korištenjem računala u procesu poučavanja mukotrpano crtanje i analiziranje grafičkih prikaza primjenom matematičkih programa postaje lako i zanimljivo.

Učenici će osim matematičke steći kompleksniju digitalnu i prirodoslovnu kompetenciju što će ih učiniti spremnijima za nastavak obrazovanja u STEM područjima.

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

## A. OPIS PREDMETA

Fakultativni predmet *Funkcije u prirodoslovlju* omogućuje učenicima produblјivanje i primjenјivanje stečenih znanja iz algebre i funkcija na različitim prirodoslovnim problemima. Problemski zadaci u radnim materijalima povezani su sa sadržajima iz drugih nastavnih programa, fakultativnih predmeta i svakodnevnog života.

U skladu s **općim ciljem projektnog prijedloga**, u sklopu kojeg je razvijen, fakultativni predmet *Funkcije u prirodoslovlju* modernizirani je kurikulum gimnazijskog programa. Usklađen je s potrebama učenika za primjenjivim matematičkim znanjima i razvijenim računalnim vještinama.

U novorazvijenom fakultativnom predmetu poučavanje se poboljšava na nekoliko razina:

1. **programski** – zasnovan je na ishodima učenja kao temeljnom instrumentariju HKO;
2. **organizacijski** – uvodi suvremene tehnologije u metode poučavanja;
3. **vrijednosno** – omogućava stjecanje novih kompetencija učenika i nastavnika u području algebre i funkcija te njezine praktične primjene.

Izučavanjem predmeta *Funkcije u prirodoslovlju* učenici će razviti dublje razumijevanje prirodnih procesa, a putem inovativne, računalno podržane nastave povezivat će osnovne koncepte matematike, fizike, kemije, biologije i geografije sa stvarnim svijetom. Učenici će prepoznati, odrediti i protumačiti karakteristične elemente i svojstva jednostavnih funkcija. Analizirat će linearne, kvadratne, eksponencijalne, logaritamske i trigonometrijske funkcije te primjenjivati njihova svojstva. Rješavat će linearne, kvadratne, eksponencijalne, logaritamske i trigonometrijske jednadžbe u sklopu realnih brojeva računski, grafički i uz pomoć računala.

Da bi se postigla svrsishodnost učenja, stečeno teorijsko znanje o funkcijama i njihovim grafovima primjenjivat će, osim u matematičkim problemima, u rješavanju problema ostalih odgojno-obrazovnih područja, prvenstveno u prirodoslovlju.

*Funkcije u prirodoslovlju* polaznicima omogućava stjecanje kompetencija:

- **matematičku kompetenciju** kao sposobnost razvoja i primjene matematičkog mišljenja za rješavanje niza problema u svakodnevnim situacijama. Uz dobro vladanje brojevima (tzv. numerička pismenost) naglasak je na procesu i aktivnosti, kao i na znanju. Polaznici fakultativnog predmeta *Funkcije u prirodoslovlju* usvajaju na različitim stupnjevima logički način mišljenja i osposobljavaju se za objašnjavanje prirodoslovnih problema formulama i grafovima;
- **prirodoslovnju kompetenciju** kao osposobljenost za uporabu znanja i metodologije kojima se objašnjava svijet prirode radi postavljanja pitanja i zaključivanja na temelju činjenica. Polaznici fakultativnog predmeta *Funkcije u prirodoslovlju* osposobljavaju se za objašnjavanje prirodoslovnih pojava u fizici, kemiji, biologiji i geografiji. Analiziranjem činjenica, postavljanjem pitanja i odgovarajućim zaključivanjem primjenjivat će metodologije kojima se objašnjavaju prirodne pojave;
- **digitalnu kompetenciju** kao osposobljenost za sigurnu i kritičku upotrebu informacijsko-komunikacijske tehnologije za rad u osobnom i društvenom životu te u komunikaciji.

U fakultativnom predmetu *Funkcije u prirodoslovlju* učenici će biti osposobljeni koristiti računalo za niz praktičnih postupaka potrebnih za modeliranje pojava iz područja prirodoslovlja. Primjenom



matematičkog programa Geogebra obavljat će analizu, obradu i prikaz podataka. Učenici će biti osposobljeni za komunikaciju putem Interneta te za učenje na daljinu putem online platforme za poučavanje.

Ovakav kurikulum svojevrsni je sažetak matematičkih funkcija proučavanih u svim godinama školovanja, a učenici će na praktičan način otkriti njihovu ulogu u prirodoslovlju. Poučavanje fakultativne nastave predviđeno je za skupinu od najmanje 10 učenika u 3. i 4. razredu. Strukturiran je u dva dijela, svaki traje po 35 školskih sati.

U prvom dijelu kurikuluma (35 sati) utvrđuju se i produbljuju znanja iz: linearne, kvadratne, eksponencijalne, logaritamske i trigonometrijske funkcije sa svojstvima i grafovima, a u drugom dijelu (35 sati) navedene se funkcije primjenjuju na konkretnim primjerima u prirodoslovlju. Polazna ideja za takvu podjelu kurikuluma bila je slobodno biranje dijelova kurikuluma kao jednogodišnjeg programa u trajanju 35 školskih sati i mogao bi se birati kao fakultativna nastava neovisno jedan od drugoga. U slučaju drugačije organizacije nastave moguće ga je izvoditi i kao dvosatni predmet u tijeku jedne nastavne godine (70 sati nastave).

Za izvođenje nastave potrebno je osigurati računalo s odgovarajućim softverom za svakog učenika. Učenici će primjenjivati matematičko modeliranje u rješavanju konkretnih problemskih situacija u prirodoslovlju korištenjem besplatnog matematičkog programa Geogebra. Ciljne skupine, učenici i nastavnici, aktivno sudjeluju u kreiranju, planiranju, programiranju, pripremi, provedbi i vrednovanju svih aktivnosti sukladno vlastitim interesima i kompetencijama, a u okviru novog kurikuluma.

Konstruktivnom suradnjom sa stručnjacima na polju didaktike, psihologije i metodike osmišljeni su zanimljivi i korisni sadržaji i inovativne metode poučavanja.

Dostupnost svih obrazovnih i drugih proizvedenih materijala u vremenu kada korisnik želi, mogućnost nadogradnje ovisno o potrebama korisnika čini kurikulum praktičnim, izvedivim i djelotvornim.

Tako izrađen kurikulum izravno doprinosi uspostavi odgojno-obrazovnog sustava koji učenike postavlja u središte procesa poučavanja te im omogućuje stjecanje znanja, vještina i stavova potrebnih za uspješan život i napredovanje u suvremenom društvu.

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

**Opći cilj** predmeta *Funkcije u prirodoslovlju* kao fakultativne nastave jest razviti znanja, vještine i stavove učenika gimnazijskog programa potrebnih za analiziranje uzroka i posljedica koje se javljaju u prirodoslovnim znanostima. Dublje razumijevanje povezanosti prirodnih procesa u promjenjivom svijetu potrebno je za uspješan život i napredovanje u suvremenom društvu.

**Specifični cilj** provedbe novog predmeta jest unaprjeđenje kompetencija učenika gimnazija u području algebra i funkcije. Korištenjem matematičkog programa Geogebra u prikazivanju matematičkih funkcija, analiziranju uzroka i posljedica pojava koje se javljaju u fizici, biologiji, kemiji i geografiji doprinosi se interesu za prirodoslovlje te jačanju praktičnog znanja. Učenici će temeljem usvojenih znanja, vještina i procesa:

- primijeniti matematičko modeliranje u rješavanju konkretnih problema iz područja prirodoslovlja korištenjem novih tehnologija (matematičkog programa Geogebra);
- razviti samopouzdanje o svojim matematičkim sposobnostima, pozitivan odnos prema matematici i radu;
- primijeniti jezik matematike u modeliranju problema i u izražavanju;
- razvijati i primjenjivati matematički način razmišljanja;
- razviti sposobnost uporabe prikladnih metoda za prikupljanje podataka i za njihovu analizu, kritičko vrednovanje tih rezultata te donošenje kvalitetnih zaključaka.

## C. DOMENE U ORGANIZACIJI KURIKULUMA

Domene kurikuluma jesu **Algebra i Funkcije**. Prema opisu kurikuluma matematike funkcije omogućavaju istraživanje promjena, opisivanje brzine promjena u različitim kontekstima, a uočene matematičke veze između veličina prikazuju se riječima, simbolima (algebarskim postupcima) tablično i grafički. U razumijevanju koncepta polazište je opisivanje jednostavnih ovisnosti dviju veličina formulama, tablicama, grafovima i riječima. Funkcije zadane analitički algebarskim operacijama analiziramo i uočavamo određene zakonitosti između dviju veličina.

Njihove međuovisnosti prikazujemo tablično, očitavamo ih iz grafičkih prikaza, uspoređujemo ih i objašnjavamo.

Funkcije kao važan matematički koncept uče se i poučavaju usvajanjem matematičke terminologije, uočavanjem i povezivanjem zakonitosti u njihovim svojstvima te crtanjem i analiziranjem grafova. Usvajanjem funkcija samo na teorijskoj razini ne koriste se sve mogućnosti koje taj koncept nudi. Primijenjene na primjerima i problemima koji se javljaju u drugim znanostima i svijetu koji nas okružuje pokazuje se njihova praktična vrijednost kao i većine matematičkih konceptata izgrađenih za potrebe rješavanja životnih problema. Nezamjenjiv alat u modeliranju problema porasta stanovništva, financijskim kretanjima temeljenim na promjenama kamatnih stopa, određivanje različitih intenziteta ili predočavanje jačine potresa.

Provedba različitih projekata s implementiranim znanjima o funkcijama pridonosi razvoju socijalnih vještina, kulture i osobnosti. Prožimanjem sa stvarnim životom potiču se znatiželja i pozitivan stav prema učenju i dubljem povezivanju obrazovnih spoznaja i prirode svijeta.

Kurikulum obuhvaća i posebna područja na međupredmetnoj razini. Domene na koje se povezuje s prijedlogom Nacionalnoga kurikuluma nastavnoga predmeta Fizika jesu **Gibanje i Međudjelovanje**.

U domeni **Gibanje** razvija se kinematički opis gibanja koji potom preko Newtonovih zakona i sila, koje uzrokuju gibanje, povezuje s dinamičkim opisom. Osim geometrijskih konceptata u razumijevanju promjene položaja tijela u vremenu, za grafičko prezentiranje različitih gibanja potrebno je primijeniti linearne i kvadratne funkcije. Razumijevanje **Međudjelovanja** važno je za opis promjene gibanja tijela, kao i za predviđanje stabilnosti ili nestabilnosti sustava na bilo kojoj skali. Fundamentalne sile koje pokreću sva međudjelovanja u svemiru: gravitacijska koja određuje međudjelovanje masa, elektromagnetska koja određuje međudjelovanje naboja te slaba i jaka sila koje kontroliraju međudjelovanje čestica unutar atomske jezgre te uzrokuju nuklearne raspade i radioaktivno zračenje modeliraju se odgovarajućim matematičkim funkcijama. Analiziranje prostiranja valova, opisivanje harmonijskih oscilacija kao periodičnog gibanja, predstavljanje naizmjenične struje nemoguće je bez primjene trigonometrijskih funkcija, a logaritamskom i eksponencijalnom funkcijom modeliraju se međudjelovanja čestica na molekularnoj razini.

Da bi se usvojili temeljni prirodoslovni koncepti, važno je razviti **Prirodoslovnu pismenost** koja obuhvaća usvajanje općenitoga prirodoznanstvenog svjetonazora, razumijevanje metoda znanstvenoga istraživanja te usvajanje vještina znanstvene komunikacije i interpretacije podataka. Razvijanje prirodoznanstvenoga pristupa unutar predmeta Kemija i Fizika nameće se u istraživačkoj nastavi, izvođenju pokusa i proučavanju prirodnih pojava. Opaženo je potrebno analizirati, podatke prikladno matematički obraditi, a rezultate interpretirati i jasno prikazati

(brojem, opisom, tablično ili grafički). Tako će primijenjene matematičke vještine dobiti potrebnu kemijsku interpretaciju na temelju konceptualnog razumijevanja kemijskih zakonitosti.

Za razumijevanje biološkog koncepta **Procesi i međuovisnosti u živome svijetu** potrebne su matematičke vještine u implementiranju znanja stečenog u području Algebra i funkcije. Primjenom logaritamske i eksponencijalne funkcije opisuju se procesi razmnožavanja i rasta živih organizama, ali i procesi stanične smrti.

Geografski pristup temelji se na holističkom pristupu problematici **Održivosti** koji uključuje međudjelovanje prirodne osnove, stanovništva i gospodarskih djelatnosti u geografskom prostoru. Utjecaj stanovništva prepoznatljiv je u preobrazbi okoliša i smanjenju krajobrazne raznolikosti. Eksponencijalnom funkcijom modeliramo problematiku prirasta ili migracije stanovništva, a linearnom funkcijom rast resursa za ljudsko preživljavanje. Važan čimbenik u ukupnoj održivosti stanovništva i gospodarskih djelatnosti jesu prirodne katastrofe, a potresi su među najopasnijima. Ne može ih se dovoljno rano predvidjeti, ali im se intenzitet može modelirati logaritamskom funkcijom.

## D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI PO DOMENAMA

**Ishodi učenja** kao osnovna sastavnica kurikuluma (očekivana učenička postignuća, odgojno-obrazovni ishodi) jasno su i precizno napisane izjave o tome što bi učenik trebao znati, razumjeti i moći napraviti (demonstrirati, pokazati) kao rezultat procesa učenja.

**Razine usvojenosti** odgojno-obrazovnih ishoda iskazi su kojima se preciznije opisuje dubina i širina svakoga ishoda u pojedinoj godini učenja i poučavanja u kurikulumu nastavnoga predmeta te očekivana izvedba učenika u četirima kategorijama: zadovoljavajuća, dobra, vrlo dobra, iznimna.

Kategorije i opisi razina usvojenosti pojedinoga ishoda ne predstavljaju školske ocjene.

DOMENE: Algebra i funkcije						
RB.	ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
1.	<b>ANALIZIRA SVOJSTVA MATEMATIČKIH FUNKCIJA</b>	<p>Razlikuje područje definicije funkcije od područja vrijednosti.</p> <p>Prepoznaje klasu funkcije (linearnu, kvadratnu, eksponencijalnu, logaritamsku i sve trigonometrijske funkcije) zadanu različitim prikazima.</p> <p>Prepoznaje svojstva funkcije: parnost, neparnost, periodičnost i monotonost.</p> <p>Povezuje pojam nultočke s presjekom grafa funkcije s koordinatnim osima.</p>	Navodi svojstva svih elementarnih funkcija i primjenjuje ih na jednostavnim primjerima.	Određuje svojstva funkcije zadane analitički i grafički.	Skicira i razlikuje funkcije po svojstvima (povezuje graf funkcije i svojstva objašnjava na grafu).	Analizira svojstva funkcija zadanih analitički i grafički.
<p><b>PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:</b> Ponavljanje funkcija i njihovih svojstava započeti s definicijom funkcije i odgovorima na pitanje što pridružujemo i kako pridružujemo. Istaknuti jednakost funkcija, odgovoriti na pitanje kako zadajemo funkciju. Prezentirati programom Geogebra funkciju Venovim dijagramima, tablično, grafički i analitički.</p> <p>Projekt: izraditi prezentaciju u kojoj se opisuju i grafički prikazuju: linearna, kvadratna, eksponencijalna, logaritamska i sve trigonometrijske funkcije.</p>						

DOMENE: Algebra i funkcije; Gibanje						
RB.	ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
2.	<b>PRIMJENJUJE LINEARNU I KVADRATNU FUNKCIJU PRI RJEŠAVANJU PROBLEMA GIBANJA</b>	<p>Primjenjuje linearnu i kvadratnu funkciju u primjerima gibanja.</p> <p>Rješava zadani problem analitički uočavajući međuovisne veličine.</p> <p>Koristi alate matematičkog programa Geogebra za prikaz funkcije.</p> <p>Uočava međuovisne veličine mijenjanja parametre u programu dinamične geometrije.</p> <p>Kreira vlastite aplete u programu Geogebra.</p> <p>Predstavlja svoj rad poštujući pravila izvođenja prezentacije.</p>	<p>Računa konkretne vrijednosti iz problema gibanja i grafički ga prikazuje primjenom linearne <math>(f(x) = ax + b)</math> i kvadratne <math>(f(x) = ax^2 + bx + c)</math> funkcije.</p>	<p>Interpretira parametre linearne i kvadratne funkcije i određuje njihove nultočke.</p>	<p>Analizira gibanje opisano linearnom i kvadratnom funkcijom.</p>	<p>Modelira probleme gibanja matematičkim funkcijama u programu Geogebra.</p>
<p><b>PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:</b> Realizacija ishoda provodi se u programu Geogebra nakon ponavljanja crtanja grafova linearne i kvadratne funkcije na papiru. Upoznavanjem sa sučeljem matematičkog programa nakon analitičkog rješavanja problemskog zadatka izraditi cijeli aplet i prezentirati ga izravno i u okviru prezentacije zajedničkih uradaka.</p>						

DOMENE: Algebra i funkcije; Procesi i međuovisnosti u živome svijetu; Gibanje; Održivost						
RB.	ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
3.	<b>PRIMJENJUJE EKSPONENCIJALNE I LOGARITAMSKE FUNKCIJE U PRIRODOSLOVLJU</b>	<p>Primjenjuje eksponencijalnu i logaritamsku funkciju u:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- primjerima razmnožavanja/porasta broja bakterija</li> <li>- problemima radioaktivnog raspada /starost organizma</li> <li>- primjerima zakona hlađenja ili grijanja</li> <li>- primjerima rasta stanovništva.</li> </ul> <p>Analitički rješava problem uočavajući međuovisne veličine.</p> <p>Koristi sučelje matematičkog programa Geogebra za crtanje grafičkog prikaza.</p> <p>Primjenjuje mogućnosti programa za mijenjanje parametara za uočavanje međuovisnih veličina.</p> <p>Kreira vlastite aplete u programu Geogebra.</p> <p>Predstavlja svoj rad poštujući pravila izvođenja prezentacije.</p>	Računa vrijednosti iz konkretnih prirodoslovnih problema i grafički ih prikazuje primjenom eksponencijalne i logaritamske funkcije.	U problemu opisanom eksponencijalnom ili logaritamskom funkcijom računa vrijednost funkcije zadanog argumenta ili iz zadane vrijednosti funkcije izračunava vrijednost argumenta.	Analizira prirodoslovne probleme opisane eksponencijalnom i logaritamskom funkcijom.	Modelira prirodoslovne probleme logaritamskim i eksponencijalnim funkcijama u programu Geogebra.
<p><b>PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:</b> Realizacija ishoda provodi se u programu Geogebra nakon ponavljanja crtanja grafova eksponencijalne i logaritamske funkcije na papiru. Upoznavanjem s alatima matematičkog programa nakon analitičkog rješavanja problemskog zadatka izraditi cijeli aplet i prezentirati ga izravno i u okviru prezentacije zajedničkih uradaka.</p>						



DOMENE: Algebra i funkcije; Međudjelovanje						
RB.	ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
4.	<b>PRIMJENJUJE TRIGONOMETRIJSKE FUNKCIJE U FIZICI</b>	<p>Primjenjuje funkcije sinusa i kosinusa u opisivanju prostiranja valova, harmonijskih oscilacija i predstavljanju izmjenične struje.</p> <p>Analitički rješava problem uočavajući međuovisne veličine.</p> <p>Koristi sučelje matematičkog programa Geogebra za crtanje grafičkog prikaza.</p> <p>Uočava međuovisne veličine mijenjajući parametre u programu dinamične geometrije.</p> <p>Kreira vlastite aplete u programu Geogebra.</p> <p>Predstavlja svoj rad poštujući pravila izvođenja prezentacije.</p>	Računa vrijednosti iz konkretnih fizičkih problema i grafički ih prikazuje primjenom trigonometrijskih funkcija.	U problemu opisanom trigonometrijskim funkcijama računa vrijednost funkcije zadanog argumenta ili iz zadane vrijednosti izračunava vrijednost argumenta (primjenjujući periodičnost).	Analizira fizičke probleme opisane trigonometrijskim funkcijama.	Modelira fizičke probleme trigonometrijskim funkcijama u programu Geogebra.
<p><b>PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:</b> Realizacija ishoda provodi se u programu Geogebra nakon ponavljanja crtanja grafova trigonometrijskih funkcija na papiru. Upoznavanjem sa sučeljem matematičkog programa nakon analitičkog rješavanja problemskog zadatka izraditi cijeli aplet i prezentirati ga izravno i u okviru prezentacije zajedničkih uradaka.</p>						

DOMENE: Algebra i funkcije; Gibanje						
RB.	ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
5.	<b>ANALIZIRA PRIMJENE MATEMATIČKIH FUNKCIJA U PRIRODOSLOVLJU</b>	<p>Koristi se alatima matematičkog programa Geogebra za analizu grafičkog prikaza.</p> <p>Interpretira rezultate dobivene analizom međuovisnih veličina.</p> <p>Prezentira kreirani izvještaj o promatranoj pojavi i predstavlja svoj rad poštujući pravila izvođenja prezentacije.</p>	Uočava međuovisnosti funkcijskih veličina u analizi složenih prirodoslovnih problema.	Proučava grafove složenih funkcija (graf kao matematički model kojim određeni problem ili situaciju možemo riješiti) i određuje svojstva funkcija.	Kombinira odgovarajuće matematičke funkcije za rješavanje složenih prirodoslovnih problema.	Sigurno i učinkovito pronalazi optimalno rješenje složenih prirodoslovnih problema.
<b>PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA:</b> Realizacija ishoda provodi se u programu Geogebra korištenjem samostalnih uradaka i posuđenih iz baze zajedničkih uradaka.						

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

Povezivanjem predmeta fakultativne nastave *Funkcije u prirodoslovlju* s drugim predmetima te njihovom cjelovitom primjenom u profesionalnoj i privatnoj sferi života, učenje i poučavanje funkcija u potpunosti zaokružuje svoju svrhu. Korištenjem računalne tehnologije za modeliranje matematičkih problema komplicirani postupci poput crtanja grafova ubrzani su i svojom dinamikom omogućavaju detaljnu analizu problema.

Funkcije su alat za opisivanje i analizu pojava u području prirodoslovnih znanosti kako fizike, kemije, biologije, geografije tako i drugih koje se ne izučavaju u predtercijarnom obrazovanju.

U prirodoslovnim znanostima istražuju se različite pojave i procesi 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-informatičkome području provodeći različite izračune i obrade podataka.

Gibanja se u fizici opisuju primjenom linearne i kvadratne funkcije, crtanjem i očitavanjem grafova. Newtonov zakon hlađenja/grijanja govori o tome da se temperatura zagrijanog tijela s vremenom eksponencijalno snižava prema temperaturi okoline. Bez poznavanja matematičkog obrasca razumijevanje takvog zakona vrlo je upitno. Isto tako u fizici za opisivanje električne struje i napona koristi se sinusna funkcija i njezin graf.

Radioaktivni raspad, pH-kemijska kiselost, starost organizma, starost fosila, razmnožavanje glodavaca, kukaca ili bakterija pojave su koje se mogu izvrsno modelirati eksponencijalnim i logaritamskim funkcijama.

Pri proučavanju raznih društvenih, geografskih i povijesnih pojava, procesa i struktura učenici komuniciraju koristeći se različitim prikazima, provode istraživanja i analize, tumače statističke i druge podatke iz raznih izvora što pridonosi njihovom kritičkom razmišljanju i mišljenju, razumijevanju i predviđanju društvenih promjena, njihovoj koordinaciji te umjetničkom izražavanju.

Snažna i neraskidiva veza funkcija s drugim područjima, međupredmetnim temama i predmetima kurikulumu pridonosi izgradnji temeljnih kompetencija samosvjesne osobe koja će primjenjivati matematička znanja i vještine u različitim domenama svojega života.

Poznavanje funkcija i primjena njihovih svojstava u prirodoslovnim i društvenim područjima važna je platforma ka daljnjem profiliranju u tehnička i znanstvena zvanja čemu ova fakultativna nastava treba pridonijeti.

Kao primjer povezanosti s fakultativnim predmetima razvijenim u sklopu provedenog projekta ističe se povezanost s kurikulumom *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima*. Zainteresirani učenici izučavanjem tog predmeta upoznaju se sa sličnim matematičkim i informacijskim modelima kao polazištem na putu dubljeg razumijevanja jednostavne funkcije i matematičkog programa Geogebra, a prije odabira fakultativnog predmeta *Funkcije u prirodoslovlju* čijim bi se izučavanjem učenici specijalizirali za primjenu linearne funkcije u fizici.

Postojanjem međusobnih poveznica svih fakultativnih predmeta razvijenih u sklopu projekta *Zajedno kroz prirodoslovlje* omogućeno je kvalitetno proučavanje prirodnih pojava i zakonitosti na više razina.

## F. UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA

### Organizacija učenja i poučavanja

Fakultativni predmet *Funkcije u prirodoslovlju* osmišljen je tako da prethodno usvojene ishode na nastavi matematike proširuje, produbljuje i međusobno povezuje na višoj razini usvojenosti. Učenike se potiče na duboko promišljanje i razumijevanje problemskih zadataka čime se aktivno uključuju u proces učenja. Stvaranjem pozitivnog i poticajnog okružja u kojem su definirana pravila ponašanja i učenja, poučavanje fakultativnog predmeta *Funkcije u prirodoslovlju* bit će uspješno i motivirajuće za sve polaznike.

### Uloga nastavnika

Uloga nastavnika jest poticanje učenika na razmišljanje i aktivno učenje. Poučavanje je usmjereno na proces učenja, postizanje ishoda učenja, a ne samo na realizaciju nastavnih sadržaja i njihovo vrednovanje. Nastavnici su učenicima potpora u cijelom procesu poučavanja, usmjeravaju ih u samostalnom radu i moderiraju u procesu suradničkog učenja.

### Timski rad i grupiranje učenika

Ovisno o zadanoj temi učenici rješavaju problemske zadatke u različito formiranim skupinama, u parovima ili samostalno (prema osobnim preferencijama ili nastavnikovom prijedlogu). Poticanjem kritičkog i kreativnog razmišljanja te razmjenom vlastitih ideja unutar skupine ili para ističe se važnost učeničkih ideja, jača samopouzdanje, uvježbava timski rad i suradničko učenje. Za provođenje takvog poučavanja nastavnici bi trebali ovladati suvremenim tehnikama za pripremanje nastave i vođenje nastavnog procesa (na primjer edukacije za RWCT učitelja ili slično tome), konzultirati suvremenu pedagošku literaturu (suradničko učenje), biti kreativni i zainteresirani za IT inovacije i znati ih koristiti u nastavi. Usmjeravanjem učenika na pravilnu primjenu funkcija u prirodoslovlju i vođenjem do ispravnih rješenja postavljenih problemskih zadataka postižu se zadani ishodi učenja i ostvaruju ciljevi poučavanja navedenog predmeta.

### Iskustva učenja

Učenje će biti najučinkovitije ako se isti koncepti susreću u različitim kontekstima, ako se na njih vraća u više navrata na različitim razinama složenosti (tzv. spiralno učenje) te ako se iskazuju putem više različitih reprezentacija (npr. grafički, jednadžbom, riječima). Izrazito je važno, gdje god je moguće, koncepte povezati sa stvarnim situacijama i učenikovim iskustvima iz života jer to podiže motivaciju za učenje i povećava relevantnost sadržaja za učenika.

Učenicima je moguće povremeno dati otvorene projekte koje mogu samostalno realizirati izvan nastave. Takvi samostalni radovi mogu biti izrazito poticajni za učenike te razviti njihove sposobnosti i znanja, a naročito znatiželju i sklonost matematici i prirodoslovlju.

## Materijali i resursi za učenje

Poučavanje predmeta odvijalo bi se u učionici opremljenoj računalima s odgovarajućim matematičkim softverom (u nazivu predmeta preporučena je Geogebra kao besplatan i svima dostupan program). Nastavnik samostalno bira različite materijale vezane uz nastavnu temu, motivacijskim primjerima potiče učenike na samostalno istraživanje te time osigurava njihovo aktivno sudjelovanje u procesu učenja.

Uz kurikulum izrađeni su prateći materijali za učenje i poučavanje: priručnik za nastavnike, priručnik za učenike, interaktivna mrežna stranica s multimedijским obrazovnim sadržajima i promidžbeni letak.

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

---

<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** je sustavno prikupljanje podataka u procesu učenja i postignutoj razini kompetencija u skladu s unaprijed definiranim i prihvaćenim načelima, postupcima i elementima. Njegova svrha nije samo "mjerenje" učeničkih znanja i vještina, nego prvenstveno poboljšanje učenja i razumijevanja nastavnih sadržaja (Strategija obrazovanja, znanosti i tehnologije, listopad 2014.).

U fakultativnom predmetu *Funkcije u prirodoslovlju* vrednovanje je sastavni dio procesa učenja i poučavanja sa svrhom davanja obavijesti svim sudionicima procesa o razini usvojenosti znanja i postignutim vještinama. Glavni cilj procesa vrednovanja jest poticanje napretka učenika i izgradnja pozitivnoga stava prema učenju odabranog predmeta. Na koji način i što se vrednuje, planira se i najavljuje na početku procesa poučavanja. Učenike se na razumljiv način upoznaje s očekivanim ishodima i kriterijima njihova vrednovanja kao pokazateljima razine njihove usvojenosti.

**Ishodi učenja** predstavljaju operacionalizaciju kompetencija pomoću aktivnosti koje se mogu opažati i mjeriti. Suvremeni školski sustav treba omogućiti polaznicima postizanje potrebnih kompetencija za tržište rada i nastavak obrazovanja.

**Elementi vrednovanja** jesu odrednice što se vrednuje u pojedinome predmetu. Određeni su u nacionalnim kurikulumima za svaki nastavni predmet posebno.

### Elementi vrednovanja

#### 1. Usvojenost znanja i vještina

- opisuje matematičke pojmove;
- odabire pogodne i matematički ispravne procedure te ih provodi;
- upotrebljava i povezuje matematičke koncepte.

#### 2. Matematička komunikacija

- koristi se odgovarajućim matematičkim jezikom (zapisi, simboli i terminologija) pri usmenom i pisanom izražavanju;
- koristi se odgovarajućim matematičkim prikazima za predstavljanje podataka;
- iskazuje uočene povezanosti u različitim matematičkim prikazima;
- svoje razmišljanje iznosi cjelovitim, suvislim i sažetim matematičkim rečenicama;
- postavlja pitanja i odgovara na pitanja koja nadilaze opseg izvorno postavljenoga pitanja;
- organizira informacije u logičku strukturu;
- primjereno se koristi tehnologijom.

#### 3. Rješavanje problema

- prepoznaje relevantne elemente problema;
- uspješno primjenjuje odabranu matematičku metodu pri rješavanju problema;
- modelira matematičkim zakonitostima rješavanje problemske situacije uz raspravu;
- ispravno rješava probleme u različitim kontekstima;
- provjerava ispravnost matematičkih postupaka i utvrđuje smislenost rezultata;
- generalizira rješenje.

Elementi su odraz ciljeva predmeta i vrednuju se u postocima u omjeru 30 : 30 : 40.

## Preporučeni pristupi te metode i tehnike vrednovanja odgojno-obrazovnih ishoda u predmetu

**Pristupi i metode vrednovanja** jesu postupci i načini vrednovanja koji se primjenjuju u različitim pristupima vrednovanju (iako su neke pogodnije za određene pristupe).

- **Vrednovanje za učenje** jest pristup vrednovanju koji je sastavni dio kontinuiranog procesa učenja i poučavanja, odvija se za vrijeme učenja i poučavanja te kao takav ponajprije služi unapređivanju i planiranju budućeg učenja i poučavanja. U pravilu ne rezultira ocjenom, nego kvalitativnom povratnom informacijom i razmjenom iskustava o procesima učenja i usvojenosti znanja i vještina u odnosu na postavljena očekivanja. U vrednovanju za učenje koriste se: rubrike, ljestvica procjena, postavljanje pitanja učenicima, anegdotske zabilješke, učeničke mape, opažanja i dr.
- **Vrednovanje naučenog (sumativno vrednovanje)** jest pristup vrednovanju koji podrazumijeva procjenu razine postignuća učenika nakon određenog učenja i poučavanja tijekom školske godine ili na njezinu kraju. U pravilu rezultira ocjenom ili nekom drugom sumativnom procjenom. Za postupak vrednovanja koriste se pisane i usmene provjere znanja i vještina, mape radova (tzv. portfolio), praktični radovi, učenička izvješća (npr. o praktičnome radu, istraživanju i sl.), učenički projekti, rasprave (debate), eseji, simulacije i dr.
- **Vrednovanje kao učenje** jest pristup koji se temelji na ideji da učenici vrednovanjem uče, stoga nužno podrazumijeva aktivno uključivanje učenika u proces vrednovanja uz stalnu podršku učitelja kako bi se maksimalno potaknuo razvoj učeničkog autonomnog i samoreguliranog pristupa učenju. U vrednovanju kao učenju metode se zasnivaju na metodama samovrednovanja, odnosno samorefleksije te vršnjačkoga vrednovanja (npr. samovrednovanje uz uporabu rubrika, ljestvice procjene, dnevnicu učenja, konzultacije s učiteljem i dr.).

S obzirom na **svrhu vrednovanja** razlikuju se:

- **dijagnostičko** – provodi se radi utvrđivanja kvalitete i razine učeničkoga znanja i vještina prije početka procesa učenja i poučavanja, npr. na početku nastavne godine. Nastavnik prilagođava i planira učenje i poučavanje u odnosu na rezultate dijagnostičkog vrednovanja. Dijagnostičkim se vrednovanjem može koristiti i za određivanje prikladnog oblika odgojno-obrazovne podrške pojedinim učenicima.
- **formativno** – vrednovanje učeničkih postignuća koje se odvija za vrijeme učenja i poučavanja radi davanja informacija o učeničkom napredovanju i unapređivanja budućeg učenja i poučavanja, poticanja učeničkih refleksija o učenju, utvrđivanja manjkavosti u učenju, prepoznavanja snaga te planiranja budućega učenja i poučavanja.
- **sumativno** – podrazumijeva procjenu razine učenikova postignuća na kraju procesa učenja (nastavne cjeline, polugodišta te godine učenja i poučavanja). U pravilu rezultira ocjenom i/ili formalnim izvješćem, tj. svjedodžbom (vrednovanje naučenoga).

## Kako se određuje zaključna ocjena u fakultativnom predmetu?

Na kraju svake nastavne/školske godine iz fakultativnog predmeta donosi se zaključna ocjena koja sažima podatke o učenikovu postignuću u učenju predmeta za što se rabi ljestvica školskih ocjena od 1 (nedovoljan) do 5 (odličan). Značenje zaključne ocjene proizlazi iz usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda definiranih i razrađenih u kurikulumima fakultativnog predmeta, a zaključna ocjena predstavlja sumarnu procjenu usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda u razdoblju učenja i poučavanja predmeta.

<b>1 – nedovoljan</b>	Učenik pokazuje nedovoljnu i vrlo ograničenu usvojenost odgojno-obrazovnih ishoda koji se očekuju za određenu godinu učenja i poučavanja predmeta.
<b>2 – dovoljan</b>	Učenik pokazuje ograničenu usvojenost odgojno-obrazovnih ishoda koji se očekuju za određenu godinu učenja i poučavanja predmeta.
<b>3 – dobar</b>	Učenik pokazuje dobru usvojenost odgojno-obrazovnih ishoda koji se očekuju za određenu godinu učenja i poučavanja predmeta.
<b>4 – vrlo dobar</b>	Učenik pokazuje vrlo dobru usvojenost odgojno-obrazovnih ishoda koji se očekuju za određenu godinu učenja i poučavanja predmeta.
<b>5 – odličan</b>	Učenik pokazuje iznimnu usvojenost odgojno-obrazovnih ishoda koji se očekuju za određenu godinu učenja i poučavanja predmeta.

Pri donošenju zaključne ocjene nastavnik bi trebao razmotriti kurikulumom definirane razine usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda koje u četirima kategorijama (zadovoljavajuća, dobra, vrlo dobra, iznimna) određuju očekivanu izvedbu učenika, odnosno opisuju širinu i dubinu znanja i stupanj razvijenosti vještina. Iako te razine usvojenosti pojedinog ishoda ne predstavljaju izravno školske ocjene, one mogu poslužiti kao pomoć nastavniku u određivanju profila učenika prema usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda tijekom cijele nastavne godine. Zadovoljavajuća razina usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda posredno određuje nedovoljnu usvojenost znanja i vještina jer nastavnik na temelju toga može odrediti do koje razine učenik mora usvojiti odgojno-obrazovne ishode da bi dobio prolaznu zaključnu ocjenu u predmetu. Ocjenjivanje je stoga kriterijsko, što znači da se ne očekuje normalna raspodjela ocjena unutar razrednoga odjela, odnosno ne očekuje se da će zadani postotak učenika unutar razrednoga odjela ostvariti pojedinu ocjenu.

Zainteresirani dionici mogu redovito dobivati obavijesti o aktivnostima i rezultatima rada putem mrežne stranice i sustava za učenje na daljinu.





## LITERATURA

- [1] Aufmann, R. N., Barker V. C., Nation R. D. College Algebra and Trigonometry, Belmont, 2010.
- [2] Copic, A., Antoliš, S., Milun, T., Brückler, F. M. Matematika 4, udžbenik 1. i 2. dio, Udžbenik sa zbirkom zadataka u četvrtom razredu opće, jezične i klasične gimnazije, Zagreb, 2013.
- [3] Državni pedagoški standard srednjoškolskog sustava odgoja i obrazovanja, svibanj 2008.  
URL: <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/339619.html> (30. 3. 2016.)
- [4] Gusić, J., Mladinić, P., Milun, T., Pavković, M., Brückler, F. M. Matematika 2, udžbenik 1. i 2. dio, Udžbenik sa zbirkom zadataka u drugom razredu opće, jezične i klasične gimnazije, Zagreb, 2013.
- [5] Glasnik Ministarstva kulture i prosvjete Republike Hrvatske, Nastavni program za gimnazije, Zagreb, 1994.
- [6] Krajina, J., Gusić, J., Milun, T., Brückler, F. M. Matematika 1, udžbenik 1. i 2. dio, Udžbenik sa zbirkom zadataka u prvom razredu opće, jezične i klasične gimnazije, Zagreb, 2013.
- [7] Kurnik, Z. Znanstveni okviri nastave matematike, Zagreb, 2009.
- [8] Mlinarević, V. Učitelj i odrednice uspješnog poučavanja, 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)  
(24. 4. 2016.)
- [9] 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)  
(16. 4. 2016.)
- [10] Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Matematika, Prijedlog, veljača 2016.  
<http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/03/Matematika.pdf> (13. 2. 2016.)
- [11] Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Fizika, Prijedlog, veljača 2016.  
<http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/03/Fizika.pdf> (15. 2. 2016.)
- [12] Narasimhan, R. College Algebra: Building Concepts and Connections, Belmont, 2009.
- [13] Nastavni program obvezne nastave iz nastavnog predmeta Matematika, 2015.  
[http://dokumenti.ncvvo.hr/Nastavni\\_plan/gimnazije/obvezni/matematika.pdf](http://dokumenti.ncvvo.hr/Nastavni_plan/gimnazije/obvezni/matematika.pdf) (13. 11. 2015.)
- [14] Pavleković, M. Metodika nastave matematike s informatikom I, Zagreb, 2001.
- [15] Pavleković, M. Metodika nastave matematike s informatikom II, Zagreb, 1999.
- [16] Špalj, E., Antončić, N., Milun, T., Brückler, F. M. Matematika 3, udžbenik 1. i 2. dio, Udžbenik sa zbirkom zadataka u trećem razredu opće, jezične i klasične gimnazije, Zagreb, 2013.
- [17] URL: <https://www.geogebra.org/manual/en/Manual> (26. 2. 2016.)