

Projekt *Zajedno kroz prirodoslovlje*

Biološki sustavi i matematika

Kurikulum fakultativnog predmeta

Izdavač



Gimnazija
Petra Preradovića
Virovitica

Naslov Kurikulum fakultativnog predmeta *Biološki sustavi i matematika*

Radni naziv kurikuluma *Biološki sustavi u ekologiji i matematici*

Izdavač Gimnazija Petra Preradovića, Virovitica

Za izdavača Jasminka Viljevac

Urednik Jasminka Viljevac

Autori Azra Razlog, Borna Louvar, Dragana Medved, Dinka Prenković, Ines Tovarović

Supervizori Ružica Vuk, Vlado Halusek, Danijel Jukopila, Aneta Copić, Renata Matoničkin Kepčija

Supervizor za jezik i gramatiku Izabela Babić

Oblikovale naslovnici 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 978-953-55754-4-3

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.



Projekt Zajedno kroz prirodoslovlje

Biološki sustavi i matematika

KURIKULUM FAKULTATIVNOG PREDMETA

Azra Razlog, prof. matematike

Borna Louvar, mag. biologije

Dragana Medved, prof. biologije i kemije

Dinka Prenković, prof. biologije i kemije

Ines Tovarović, mag. educ. biol. et chem.

Gimnazija Petra Preradovića, Virovitica
Virovitica, 2016.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	5
UVOD	7
A. OPIS PREDMETA	8
B. ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA	9
C. DOMENE U ORGANIZACIJI KURIKULUMA.....	10
D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI PO DOMENAMA	11
E. POVEZANOST S OSTALIM PREDMETIMA, MEĐUPREDMETNIM TEMAMA I ODGOJNO- OBRAZOVNIM PODRUČJIMA	15
F. UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA.....	17
G. VREDNOVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA U PREDMETU.....	19
LITERATURA.....	21

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-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 *Biološki sustavi i matematika* proizašao je iz kurikulumu radnog naziva Biološki sustavi u ekologiji i matematici. Radni naziv kurikulumu, iako je prilično nespretan za naziv predmeta, u najkraćim crtama opisuje što se u predmetu obrađuje, a to je statistička obrada podataka vezanih za biološke sustave. Predmet je namijenjen učenicima četvrtih razreda gimnazija i strukovnih škola koji planiraju studirati na prirodoslovnim fakultetima. Materijali pripremljeni tijekom projekta osigurat će nastavnicima jednostavnu pripremu za nastavu s predloženim načinima i oblicima rada, no mogu poslužiti kao ideja za neki novi kreativni pristup temama iz kurikulumu. Učenicima u ovom predmetu, osim klasične nastave, nudimo materijale za učenje na daljinu korištenjem platforme za e-pučavanje. Nastavnici će moći pratiti taj rad učenika i vrednovati ga satnicom predviđenom za obavljanje pojedinih zadataka čime ćemo učenicima omogućiti online rad u njihovim domovima. To će najviše odgovarati učenicima putnicima kojih je u našim školama više od 50 %. Učenici, nastavnici i škole koje se odluče za fakultativni predmet *Biološki sustavi i matematika* kurikulum i sve materijale u digitalnom obliku dobit će besplatno, kao i pristup platformi za e-pučavanje.

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

Želimo vam uspješan rad koji će biti osnova vašem osobnom razvoju i razvoju vaših učenika.

A. OPIS PREDMETA

Biološki sustavi i matematika omogućit će učeniku razvoj matematičkog načina razmišljanja u proučavanju pojava u prirodi te istraživačkih kompetencija i vještina u postavljanju pitanja, eksperimentiranju i tumačenju rezultata.

Sinergiju između biologije i matematike omogućio je intenzivan razvoj računalne tehnologije. Danas je nezamislivo proučavati temeljne i kompleksne biološke fenomene bez matematičkih modela i metoda za obradu i prezentaciju podataka. Učenici će u ovom predmetu primijeniti već postojeća matematička znanja i metode u rješavanju bioloških problema. Računalni programi omogućuju logičko povezivanje i potiču razvoj informacijske pismenosti kao i odgovorno komuniciranje u digitalnom okruženju. Predmet je namijenjen prije svega učenicima 4. razreda četverogodišnjih škola kojima bi stečene prirodoznanstvene kompetencije olakšale nastavak školovanja. Za rješavanje većine bioloških problema u ovom predmetu potrebno je osnovno razumijevanje softverskih računalnih programa.

Biologija, a posebice njezina grana ekologija kao jedna od ključnih znanosti u rješavanju izazova današnjice kao što su nedostatak pitke vode, smanjenje bioraznolikosti i onečišćenje okoliša, daje temelje za osposobljeni kadar koji će suvremenim računalnim tehnikama i matematičkim modelima analizirati kompleksne biološke fenomene. Mogućnosti u ovom području nikada nisu bile veće i nadamo se da će *Biološki sustavi i matematika* biti važan element u cjeloživotnom učenju učenika.

B. ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA

Pomoću stečenih znanja iz predmeta *Biološki sustavi i matematika* učenik će:

- odgovorno koristiti rezultate istraživanja pri donošenju zaključaka i odluka povezanih sa svakodnevnim životom;
- tumačiti međuovisnost organizama na Zemlji i potrebu za očuvanjem okoliša i održivim razvojem;
- koristiti razne mjerne uređaje i informacijsko-komunikacijske tehnologije za prikaz rezultata mjerenja bioloških sustava;
- primijeniti znanje i vještine iz područja statistike u obradi i razvrstavanju podataka dobivenih biološkim istraživanjem ili pokusom.

C. DOMENE U ORGANIZACIJI KURIKULUMA

U predmetu *Biološki sustavi i matematika* nastoje se povezati domene i koncepti iz područja predmeta Matematika i Biologija: Mjerenje, Podaci, statistika i vjerojatnost, Organiziranost i međuovisnost živog svijeta, Prirodoznanstveni pristup.

Ostvarivanjem ishoda svih domena i primjenom suvremenih načina poučavanja i izvedbe nastavnog procesa može se postići visoka razina stečenoga znanja, vještina i svijesti o očuvanju okoliša i održivom razvoju, kao i o važnosti primjene matematike u svakodnevnom životu.

1. Mjerenje

Izmjeriti neku veličinu znači odrediti broj koji pokazuje koliko puta ta veličina sadrži u sebi istovrsnu veličinu dogovorno uzetu za mjernu jedinicu.

Učenici će korištenjem za to predviđenih alata i tehnologije naučiti mjeriti, procijeniti i izračunati tražene veličine vezane uz pokuse iz biologije.

2. Podaci, statistika i vjerojatnost

Ova domena vezana je za obradu podataka dobivenih mjerenjem prilikom nekog pokusa ili postojećih podataka dobivenih u nekom istraživanju vezanom uz biološke sustave.

Obrada podataka vrši se pomoću raznih metoda iz statistike, samostalnim računanjem i izračunavanjem ili upotrebom računalnih programa.

3. Organiziranost i međuovisnost živog svijeta

Živa bića razvila su razne mehanizme reagiranja na podražaje iz svoje okoline i regulacijske procese kojim se održava dinamička ravnoteža sustava. Međudjelovanje čimbenika nasljeđivanja i okoliša dovelo je tijekom evolucije do biološke raznolikosti u ekološkim sustavima koju svojim djelovanjem narušava čovjek. Održivi razvoj teži takvoj upotrebi prirodnih resursa i razvoju tehnologija koji će imati što manji utjecaj na dinamičku ravnotežu, a da se istodobno zadovolje ljudske potrebe.

4. Prirodoznanstveni pristup

Prirodoznanstveni pristup podrazumijeva razumijevanje i povezivanje rezultata dobivenih istraživanjima procesa i pojava iz područja prirodoslovlja. Prepoznavanje problema i izvođenje zaključaka temeljenih na dokazima o prirodi i promjenama koje u njoj izaziva ljudska aktivnost dovode do razvoja prirodoslovne pismenosti.

D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI PO DOMENAMA

RB.	DOMENA: 1. MJERENJE					
	ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
1.	1.1. ODGOVARAJUĆIM MJERNIM UREĐAJIMA PROVODI MJERENJA ZA POTREBE BIOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA	Prepoznaje mjerljiva svojstva biosfere. Provodi mjerenje ispravno se koristeći opremom i mjernim instrumentima. Preračunava veličine kojima određuje obilježja oblika u zavičaju.	Izmjeri točno zadanu veličinu koristeći se mjernim instrumentima.	Uspoređuje dobivene rezultate bilježeći razlike.	Koristi dobivene rezultate pri rješavanju jednostavnijih problema.	Donosi zaključke o dobivenim rezultatima u složenijim istraživanjima.
PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA: Kao primjer mjerljivih svojstava biosfere učenici mogu izmjeriti trenutnu, maksimalnu i minimalnu temperaturu zraka koristeći termometar u obliku slova U. Učenici za trajanja ovog predmeta bilježe maksimalnu i minimalnu temperaturu te trenutnu temperaturu u isto vrijeme između 11 i 13 sati i podatke unose u odgovarajući računalni program.						

RB.	DOMENA: 2. PODACI, STATISTIKA I VJEROJATNOST					
	ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
2.	2.1. PRIMJENJUJE STATISTIČKE METODE PRI ORGANIZACIJI, OBRADI I INTERPRETACIJI PRIKUPLJENIH BIOLOŠKIH PODATAKA	<p>Rabi skale mjerenja.</p> <p>Razlikuje kvantitativne i kvalitativne varijable.</p> <p>Primjenjuje skale mjerenja i varijable na primjerima ekoloških čimbenika.</p> <p>Prikazuje prikupljene podatke tablicama.</p> <p>Razlikuje statističke postupke.</p> <p>Primjenjuje statističke alate u obradi podataka.</p> <p>Prikazuje obrađene podatke grafovima.</p> <p>Interpretira dobivene rezultate .</p>	<p>Prepoznaje vrstu podataka.</p> <p>Prikazuje podatke tablicama, grafovima i dijagramima.</p>	<p>Razlikuje vrste varijabli.</p> <p>Razlikuje metode obrade podataka u statistici.</p>	<p>Primjenjuje rezultate na primjerima ekoloških čimbenika.</p> <p>Primjenjuje različite statističke alate.</p>	<p>Donosi zaključke o prikupljenim podacima.</p> <p>Interpretira prikupljene podatke i rezultate.</p>
2.	2.2. OBJAŠNJAVA ZAKONITOSTI U BIOLOŠKIM SUSTAVIMA	<p>Iščitava iz grafova oblike međuovisnosti u živom svijetu.</p> <p>Objašnjava utjecaj abiotičkih ekoloških čimbenika na živa bića.</p> <p>Objašnjava biotičke odnose između živih bića.</p>	<p>Opisuje osnovne odnose u biosferi.</p>	<p>Objašnjava međusobni odnos abiotičkih čimbenika i živih bića.</p>	<p>Interpretira grafove koji prikazuju međuovisnost.</p>	<p>Donosi zaključke i predlaže moguća rješenja problema.</p>
<p>PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA: Učenici mogu prikupljati podatke o broju jedinki pojedine vrste na nekom području u svom zavičaju ovisno o nekom abiotičkom čimbeniku. Podatke prikazuju tablicom ili grafom te ih upotrebom statističkih alata obrađuju i donose zaključke o ovisnosti gustoće populacije o abiotičkim čimbenicima koji vladaju na određenom prostoru u određenom vremenu.</p>						

RB.	DOMENA: 3. ORGANIZIRANOST I MEĐUOVISNOST ŽIVOG SVIJETA					
	ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
3.	3.1. OPIŠUJE RASPORED JEDINKI U PROSTORU	<p>Objašnjava indeks disperzije.</p> <p>Primjenjuje mjere centralne tendencije u određivanju prostornog rasporeda organizama.</p> <p>Razlikuje ravnomjeran, slučajan i grupni raspored organizama u prostoru.</p>	Istražuje raspored jedinki u prostoru.	Povezuje mjere centralne tendencije s prostornim rasporedom jedinki.	Primjenjuje statističke alate za obradu podataka.	Donosi zaključke o prikupljenim podacima.
3.	3.2. ANALIZIRA PROSTORNI RASPORED ORGANIZAMA I SLIČNOSTI IZMEĐU ZAJEDNICA	<p>Objašnjava indeks sličnosti.</p> <p>Određuje prostorni raspored organizama.</p> <p>Razlikuje binarni i kvantitativni indeks sličnosti.</p> <p>Izračunava indekse sličnosti između zajednica organizama.</p>	Izračunava prostorni raspored i indeks sličnosti između zajednica.	Uspoređuje sličnost u sastavu zajednica na temelju izračuna.	Predlaže odgovarajući indeks.	Analizira organiziranost i međuovisnost živog svijeta.
PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA: Učenici mogu prikupljati podatke o rasprostranjenosti pojedine zajednice na nekom području u svom zavičaju. Podatke prikazuju tablicom ili grafom te ih upotrebom statističkih alata obrađuju i donose zaključke o rasporedu organizama u prostoru.						

RB.	DOMENA: 4. PRIRODOZNASTVENI PRISUP					
	ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
4.	4.1. PRIMJENJUJE OSNOVNE PRINCIPE ZNANSTVENE METODOLOGIJE PRI OPISIVANJU DOBIVENIH REZULTATA	<p>Prikuplja podatke iz zavičaja.</p> <p>Postavlja istraživačko pitanje.</p> <p>Odabire pogodne metode rada za svoje istraživanje.</p> <p>Obrađuje i prikazuje rezultate istraživanja.</p> <p>Na temelju rezultata donosi zaključke.</p>	Koristi odgovarajuće metode za prikupljanje i prikaz podataka.	Postavlja ciljeve i formulira istraživačko pitanje.	Prikuplja, obrađuje i interpretira rezultate donoseći zaključke.	Prikuplja, obrađuje i interpretira rezultate donoseći zaključke i vrednuje postavljenu hipotezu.
4.	4.2. POVEZUJE REZULTATE I ZAKLJUČKE ISTRAŽIVANJA S KONCEPTUALNIM SPOZNAJAMA BIOLOGIJE	<p>Raspravlja o međuovisnosti živih bića i okoliša.</p> <p>Procjenjuje pouzdanost i točnost vlastitog istraživanja.</p> <p>Raspravlja o utjecaju ljudske djelatnosti na biološke sustave.</p> <p>Argumentira opravdanost istraživanja i važnost dobivenih rezultata.</p>	Razlikuje etape u izradi istraživačkog rada.	Odabire primjerenu metodologiju prema postavljenim ciljevima.	Argumentira opravdanost određenog istraživanja.	Osmišljava istraživanje o utjecaju ljudske djelatnosti na biološke sustave.
PREPORUKE ZA OSTVARENJE ISHODA: Ovi se ishodi mogu ostvariti putem učeničkih projekata iskustvenim i istraživačkim pristupom.						

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

Predmet *Biološki sustavi i matematika* zamišljen je kao poveznica između dva nastavna predmeta: Biologije i Matematike u kojem će se pojedine domene matematike povezati sa stvarnim primjerima koji ulaze u koncepte biologije. Uz primjerene oblike učenja i poučavanja takvim interdisciplinarnim predmetom omogućit će se produblјivanje i nadogradnja već formiranih koncepata biologije i razina usvojenosti znanja i stečenih vještina i stavova matematike s ciljem stvaranja međusobnih trajnih i kvalitetnih veza.

Osim što je ovaj predmet usko povezan sa svim prirodoslovnim predmetima (Biologija, Kemija, Fizika i Geografija) i matematičkim područjem, važan je i za stjecanje kompetencija vezanih za međupredmetne teme.

Temeljni koncepti nastavnog predmeta Biologije temelj su za stjecanje potrebnih kompetencija koje se propisuju u kurikulumu predmeta *Biološki sustavi i matematika*. Ono što povezuje ova dva predmeta jest prirodoslovnost pristup i istraživačko učenje putem korištenja matematičkih strategija i kompetencija u rješavanju problema. Razvijanjem istraživačkih kompetencija i razvojem znanstvene misli stječu se temeljne kompetencije važne za snalaženje u novim situacijama u svakodnevnom životu.

Bez kemijskih i fizikalnih principa bilo bi nemoguće objasniti i najjednostavnije procese u živim organizmima kao što su izmjena i pretvorba energije i nastajanje kemijskih veza.

Znanjima Geografije moguće je objasniti brojne prirodne procese koji se odgađaju u atmosferi, hidrosferi i litosferi, a koji direktno utječu na život i prilagodbe živih organizama na određeno stanište tj. prostor na kojem žive.

Informatika omogućava lakše dolaženje do informacija koje su učenicima potrebne u procesu učenja i poučavanja, pruža alate za obradu i prikaz podataka.

Učenik će putem ovog fakultativnog predmeta razvijati nove strategije učenja i nove načine pristupa rješavanju problema.

Putem problemskih situacija učenici će međusobno razvijati suradnju, osjećaj odgovornosti i gradit će samopouzdanje. Argumentiranjem stavova, iznošenjem mišljenja stječu se osnovne predispozicije za razvoj kritičkog mišljenja. Razvojem vlastitih stavova stvara se preduvjet za aktivno sudjelovanje u zajednici i razvoj prema odgovornom građaninu.

Navedenim procesima predmet *Biološki sustavi i matematika* postaje poveznica s međupredmetnim temama kao što su *Učiti kako učiti*, *Održivi razvoj*, *Građanski odgoj i obrazovanje* te *Osobni i socijalni razvoj*.

Biološki sustavi i matematika produkt je projekta *Zajedno kroz prirodoslovlje* koji uključuje još sedam kurikuluma. Kurikulumi se sadržajno razlikuju, ali ih međusobno povezuje STEM područje. Kao alat i podrška za izradu kurikuluma fakultativnog predmeta *Biološki sustavi i matematika* važan je predmet *Informatika u multimediji i dizajnu*. Korištenje računalnih programa olakšat će učenicima istraživanje, rješavanje problema i stvaranje vlastitih radova.

Za lakše prikazivanje rezultata istraživanja uporište se nalazi u fakultativnim predmetima *Funkcije u prirodoslovlju* i *Linearna funkcija i vektori u eksperimentima*, ali kako u fizici, tako i u biologiji, kemiji i matematici. Kurikulum fakultativnog predmeta *Biološki sustavi i matematika* putem aspekta pokusa i

samostalnih istraživačkih radova proširuje se kurikulumima *Fizikalni eksperimenti* i *Fizikalna kemija*. Oba fakultativna predmeta bave se istraživanjima fizikalnih i kemijskih zakonitosti putem pokusa.

Geografija rizika i klimatske promjene predmet je koji spaja prirodna obilježja prostora i društvene procese koji se ujedno odražavaju i na sadržaje ovog kurikulumu. Oba kurikulumu mogu koristiti GLOBE podatke vlastite škole i na taj način sudjelovati u ostvarivanju početnih ideja samog programa, a to je sustavno i cjelovito praćenje stanja okoliša. Temelj za razumijevanje pojava u okolišu i prilagodbi organizama na te promjene daje fakultativni predmet *Biologija s kemijom u životnim procesima*.

F. UČENJE I POUČAVANJE PREDMETA

Organizacija učenja i poučavanja

Fakultativni predmet *Biološki sustavi i matematika* osmišljen je tako da prethodno usvojeni ishodi matematike pronađu svoju primjenu u području prirodoslovlja, u prvom redu biologije. Primjenom matematičkih alata u rješavanju problemske situacije iz područja biologije stječe se viša razina usvojenosti znanja, vještina i sposobnosti.

Iskustva učenja

Predloženi sadržaji unutar ovog predmeta trebaju biti usklađeni sa suvremenim spoznajama biologije i trebaju pratiti razvoj suvremenih tehnologija ostavljajući učitelju mjesta za slobodu u kreiranju i izvedbi stručnih sadržaja u skladu s prethodnim znanjem i iskustvenim učenjem učenika te njegovim razvojnim mogućnostima.

Uloga nastavnika

Učenje i poučavanje proces je u kojem ravnopravno sudjeluju i učitelj i učenici. Uloga je učitelja prepoznati afinitete svojih učenika, u skladu s afinitetima poticati aktivno sudjelovanje svih učenika, organizirati proces učenja i primijeniti najprikladnije metode učenja i poučavanja. Prioritet treba dati aktivnostima učenika koji putem aktivnog sudjelovanja u odgojno-obrazovnom procesu usvajaju i razvijaju znanja i vještine te izgrađuju stavove.

Timski rad i grupiranje učenika

Preporuča se u nastavi ovog fakultativnog predmeta koristiti iskustveno učenje ili učenje otkrivanjem te istraživačko učenje. Na temelju promatranja nekog procesa ili pojave učenici postavljaju pitanja i modeliraju problemske situacije te oblikuju hipoteze. Testiranjem hipoteza i obradom rezultata izvode se zaključci i predlažu rješenja. Preporuča se biranje zadataka otvorenog tipa koji od učenika traže promišljanje, kreativnost, samostalnost, ali i timski rad. Kod ovakve nastave preporuča se podijeliti učenike u male radne skupine u kojima će oni timskim radom uvažavajući međusobne razlike i specifičnosti razvijati vlastite stavove, samopouzdanje, komunikacijske vještine, osjećaj za zajednicu, sposobnost kreativnog i kritičkog promišljanja te socijalizaciju.

Mjesto i vrijeme učenja

Predviđeno je da se modul *Biološki sustavi i matematika* provodi u 5. ciklusu četverogodišnjeg programa obrazovanja tijekom 35 nastavnih sati. Prema preporučenim strategijama učenja i poučavanja odgojno-obrazovni proces trebalo bi organizirati u dvosat.

Materijali i resursi za učenje

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

Za uspješno ostvarivanje ciljeva i ishoda modula *Biološki sustavi i matematika* potrebno je odgovarajuće okruženje. Odgojno-obrazovni proces može se odvijati u specijaliziranoj učionici i izvan nje. Učionica treba udovoljavati minimalnim uvjetima sigurnog izvođenja procesa učenja i poučavanja i treba biti opremljena računalima (za nastavnika i učenike), projektorom i platnom uz pristup internetu jer su danas informacijsko-komunikacijske tehnologije neizostavni način prikupljanja i obrade informacija. Osim rada u specijaliziranoj učionici treba poticati učenike na učenje i u prirodnom okolišu koristeći se izvornom stvarnošću. Kao mjesto učenja mogu biti i tvornice, laboratoriji, muzeji u zavičaju. Primjenom matematike u svakodnevnim životnim situacijama razvijamo kod učenika pozitivan odnos prema matematici jer će na taj način prepoznati matematiku kao logičku i zaokruženu cjelinu koja je nužna za održivi razvoj. Putem suradnje s drugim ustanovama učenici unaprjeđuju i obogaćuju svoja iskustva učenja te povezuju vlastito ponašanje i odgovornost za aktivno sudjelovanje u društvu i lokalnoj zajednici.

¹Trenutno 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

Cilj vrednovanja jest praćenje napredovanja učenika u prirodnoznanstvenoj pismenosti. Prati se aktivno uključivanje učenika u obradi ekoloških pojava matematičkim metodama. Vrednovanje se temelji na već unaprijed zadanim kriterijima razine usvojenosti znanja i vještina.

Elementi vrednovanja:

1. Usvojenost znanja

- objašnjava statističke pojmove;
- interpretira grafičke prikaze i rješenja;
- primjereno se koristi računalnim programima.

2. Prirodnoznanstvene vještine

- odabire odgovarajuće statističke metode u obradi podataka;
- teorijsko znanje primjenjuje na konkretne primjere iz zavičaja;
- odabire pravilne postupke i procese pri istraživanju putem kojih rješava zadani problem i prezentira svoje rješenje problema.

Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje služe kao povratna informacija o napretku učeniku i roditeljima. Tijekom nastavnog procesa formativno se prati napredovanje učenika koje se uspoređuje s njegovim prethodnim postignućima.

Vrednuje se i rad i aktivnost učenika na platformi za e-učenje.

Učenika se potiče da aktivno sudjeluje u vrednovanju uz podršku učitelja čime se razvija određeni stupanj samostalnosti i samokritičnog promišljanja.

Vrednovanje naučenog podrazumijeva sumativno vrednovanje usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se provjeravaju usmenim ispitivanjem i pisanim provjerama.

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

Učitelj treba pratiti rad učenika (portfolio, učenička izvješća, eseji) te ih unositi u rubriku opažanja. Rubrike će poslužiti učenicima u samovrednovanju, a učiteljima omogućiti objektivniju procjenu u ostvarivanju odgojno-obrazovnih ishoda.

Ovim kurikulumom učenici bi rješavali probleme i stvarali nove ideje, razvili istraživačke vještine, primjenjivali znanje u praksi i bili sposobni prikupljati i analizirati informacije iz različitih izvora.

Kako se određuje zaključna (pr)ocjena u predmetu?

Zaključna ocjena iz predmeta *Biološki sustavi i matematika* temelji se na ostvarivanju odgojno-obrazovnih ishoda koji se vrednuju brojčanom ocjenom: nedovoljan – 1, dovoljan – 2, dobar – 3, vrlo dobar – 4, odličan – 5.

LITERATURA

- [1] Altman, D.G. Practical Statistics for Medical Research. London. Chapman & Hall, 1991.
- [2] Armitage, P; Berry P. Statistical Methods in Medical Research. Oxford: Blackwell Science Ltd, 1994.
- [3] Azim, M.C.J; Verdegen, A.A van Dam; M.C.M. Beveridge. Periphyton: Ecology, Exploitation and Management. CABI. Publishing 2005. Bland M. An Introduction to Medical Statistics (3rd Ed). Oxford University Press, 2005.
- [4] Cohen, L; Holliday, M. Practical statistics for students: An introductory text. London: SAGE 1996.
- [5] Dyer, C. Beginning research in psychology. Oxford: Blackwell Publishers Inc. 1995.
- [6] Glantz, S.A. Primer of Biostatistics (4th Ed). New York: McGraw-Hill: 1997.
- [7] Habdija, I...[et al]. Protista-Protozoa i Metazoa-Invertebrata – funkcionalna građa i praktikum – sveučilišni udžbenik za biologe. Samobor: Meridijani 2004.
- [8] Hoefnagels, M. Biology: concepts and investigations, First Edition. New York: McGraw-Hill 2009.
- [9] Howell, D.C. Fundamental Statistics for the Behavioral Sciences. Boston: PWS – Kent Publishing Company 1989.
- [10] Ivanković, D...[et al]. Osnove statističke analize za medicinare. Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1989.
- [11] Jelenić, S; Kerovac, M; Ternjej, I; Mihaljević, Z. Biologija 4 GENETIKA – EKOLOGIJA - EVOLUCIJA – udžbenik biologije za četvrti razred gimnazije. Zagreb: Profil 2004.
- [12] Louvar, B. Trofička struktura slobodnoživućih akvatičkih nematoda u epiksilonu Sakadaškog jezera. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera. Odjel za biologiju. Zavod za ekologiju voda 2014.
- [13] Mužić, V. Uvod u metodologiju istraživanja odgoja i obrazovanja. Zagreb: Educa 2004.
- [14] Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Matematika, Prijedlog, Veljača 2016.
- [15] Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Biologija, Prijedlog, Veljača 2016.
- [16] Peters, L. Periphyton as Habitat for Meiofauna: a case of neglected community. Dissertation. University of Konstanz 2005.
- [17] Petrie, A; Sabin, C. Medical Statistics at a Glance (2nd Ed). Oxford: Blackwell Science Ltd, 2005.
- [18] Petz, B. Osnovne statističke metode za nematematičare. Jastrebarsko. Naklada "Slap" 1997.
- [19] Steinman A.D., McIntire C.D. Recovery of Lotic Periphyton Communities after Disturbance. Environmental Management 1990.
- [20] Szlauer – Łukaszewska, A. Succession of Periphyton in Developing on Artificial Substrate Immersed in Polysaprobic Wastewater Reservoir. Polish J. of Environ. Stud. 2007.
- [21] Vježbe iz kolegija Ekologija i ekološki odgoj, PMF Zagreb, Interna skripta.

URL:<https://vivadiversa.wikispaces.com/Euglena?responseToken=05724a7ecce50a48a440dfe470b7663ce> (21. 2. 2016.)

URL: <https://www.studyblue.com/notes/n/bacteria-protzoa-and-algae/deck/9524485>
(25. 2. 2016.)

URL: <http://www.inaturalist.org/taxa/152063-Karyorelictea> (15. 3. 2016.)

URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352007000400012
(16. 3. 2016.)

URL:<http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/catquery.htm?Kingdom=Protista&phylum=Sporozoa>
(20. 3. 2016.)

URL: <http://blog.dnevnik.hr/apikultura/2013/01/1631472578/kukci-hexapoda-ili-insecta.html>
(22. 3. 2016.)