

Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
SREDNJOBOSANSKI KANTON/KANTON SREDIŠNJA BOSNA
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, NAUKE, MLADIH, KULTURE I SPORTA
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, ZNANOSTI, MLADIH, KULTURE I ŠPORTA

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA

BIOLOGIJA

ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

Travnik, august 2025.



Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
SREDNJOBOSANSKI KANTON/KANTON SREDIŠNJA BOSNA
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, NAUKE, MLADIH, KULTURE I SPORTA
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA, ZNANOSTI, MLADIH, KULTURE I ŠPORTA

KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA

BIOLOGIJA

ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE

Travnik, august 2025.

Kurikulum nastavnog predmeta Biologija za osnovne škole i gimnazije

Izdavač: Ministarstvo obrazovanja, nauke, mladih, kulture i sporta Srednjobosanskog kantona/Ministarstvo obrazovanja, znanosti, mladih, kulture i športa Kantona Središnja Bosna

Za izdavača: Bojan Domić, ministar

Grupa za izradu predmetnog kurikuluma:
Nihad Kamenjaković, MA, voditelj
Anka Krajina, prof., koordinatorica
Jasmina Jusufović, prof., član
Nermina Delibašić, prof., član
Kemal Krnjić, prof., član
Elvedin Šabanović, prof., član
Edmir Pirić, prof., član

Recenzenti:
mr. sc. Senada Avdagić-Halilović
mr. sc. Mehdin Selimović

Stručni tim za razvijanje, prilagođavanje i inoviranje predmetnih kurikuluma i njihovu primjenu u osnovnim i srednjim školama na području Srednjobosanskog kantona u kojima se nastavni proces realizuje na bosanskom jeziku:
Nezira Fuško, prof., voditeljica Stručnog tima
dr. sc. Nedžada Tolja, voditeljica radne grupe
Nela Mušanović, prof., član
Iva Stanić, administratorica online platforme

Tehnička priprema i uređenje:
Pedagoški zavod Zenica
Dr. sc. Nevzudin Buzađija

** Predmetni kurikulum preuzet od strane Ministarstva za obrazovanje, nauku, kulturu i sport Zeničko-dobojskog kantona na osnovu pisane saglasnosti (akt broj:10-34- 7329/25 od 16. 04. 2025. godine).*

SADRŽAJ

A/ OPIS PREDMETA 4

B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA 6

C/ OBLASNA STRUKTURA PREDMETNOG KURIKULUMA 7

D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI 10

OSNOVNA ŠKOLA

6. razred 10
7. razred 15
8. razred 18
9. razred 23

OPĆA GIMNAZIJA

I razred 31

II razred 37

III razred 49

IV razred 61

FILOLOŠKA GIMNAZIJA

I razred 71

II razred 77

III razred 89

GIMNAZIJA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA/MATEMATIČKO-INFORMATIČKA GIMNAZIJA

II razred 102

III razred 115

E/ UČENJE I PODUČAVANJE 135

F/ VREDNOVANJE U PREDMETNOM KURIKULUMU 138

G/ PROFIL I STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA 141

A/ OPIS PREDMETA

Biologija pruža jasan pogled i način razmišljanja o svijetu koji nas okružuje i jedna je od ključnih nauka u rješavanju najvećih izazova današnjice, kao što su neravnomjerna raspodjela hrane, nedostatak pitke vode, pojava i širenje bolesti, onečišćenje okoliša te smanjenje biološke raznolikosti. Za razumijevanje ovih i sličnih tema, za aktivno sudjelovanje u raspravama i rješavanju tih problema u društvu nužna su biološka znanja. Biologija kao prirodna nauka daje odgovor na ključno pitanje današnjice, pitanje ljudske egzistencije. Ako se ponašamo u skladu sa zahtjevima prirode, svaki pojedinac svojim ponašanjem, načinom življenja i odnosom prema okolišu, može doprinijeti smanjenju ekoloških problema s ciljem održivog razvoja. Biologija kroz naučni pristup proučava organizaciju i funkcioniranje živog svijeta od nivoa molekule do nivoa biosfere te istražuje međusobne povezanosti živih sistema na svim nivoima kroz procese transformacije materije i energije kao temelja za održivost života. Kroz nastavu biologije učenici razvijaju naučnu pismenost, kritičko mišljenje i istraživački pristup rješavanju problema. Nastavni sadržaji ih potiču na analitičko razmišljanje, donošenje promišljenih odluka i primjenu stečenih znanja u svakodnevnom životu. Predmetni sadržaji učeniku jačaju i oblikuju njegove etičke i moralne kvalitete vrednovanja i uvažavanja biodiverziteta i stručno napredovanje, omogućavaju da shvati da čovjekov opstanak zavisi od prirode, te da uoči međuzavisnost svih organizama na Zemlji. Timski rad, razmjena ideja i korištenje savremenih tehnologija pomažu učenicima da razviju ekološku i građansku svijest te djeluju odgovorno prema prirodi i društvu. Učenje biologije doprinosi razvoju komunikacijskih, socijalnih i digitalnih kompetencija, te jača međusobno uvažavanje i saradnju. Nastava biologije omogućava učenicima da prikupljaju činjenice iz različitih izvora te kroz analizu, sintezu i generalizaciju stiču nova znanja, čime se potiče njihov interes za daljnje obrazovanje i samostalno profesionalno usmjerenje.

Kroz proces učenja razvijaju pozitivne stavove, intelektualne i radne vještine, kao i sposobnost samostalnog istraživanja. Nastava biologije doprinosi cjelokupnom razvoju učenika, kako u odgojnom, tako i u obrazovnom smislu, istovremeno jačajući njihove kognitivne i psihomotorne sposobnosti. Podučavanje biologije razvija predmetno-specifične kompetencije kao što su razumijevanje osnovnih bioloških zakona, analiza bioloških podataka, prepoznavanje ekoloških principa, te primjena naučnih metoda u istraživačkom radu.

Kao općeobrazovni predmet, Biologija se nadovezuje na sadržaje predmeta Moja okolina i Priroda, a usko je povezana s Hemijom i Fizikom kroz princip međupredmetnog povezivanja zasnovanog na osnovnim konceptima. Takođe, Biologija se povezuje i s drugim predmetima, poput Latinskog jezika, Informatike, Geografije, Historije, Likovne kulture i Sociologije. Ova interdisciplinarnost pomaže učenicima da razviju holistički pristup razumijevanju svijeta, jer biološke pojave često uključuju fizičke, hemijske, ali i društvene aspekte.

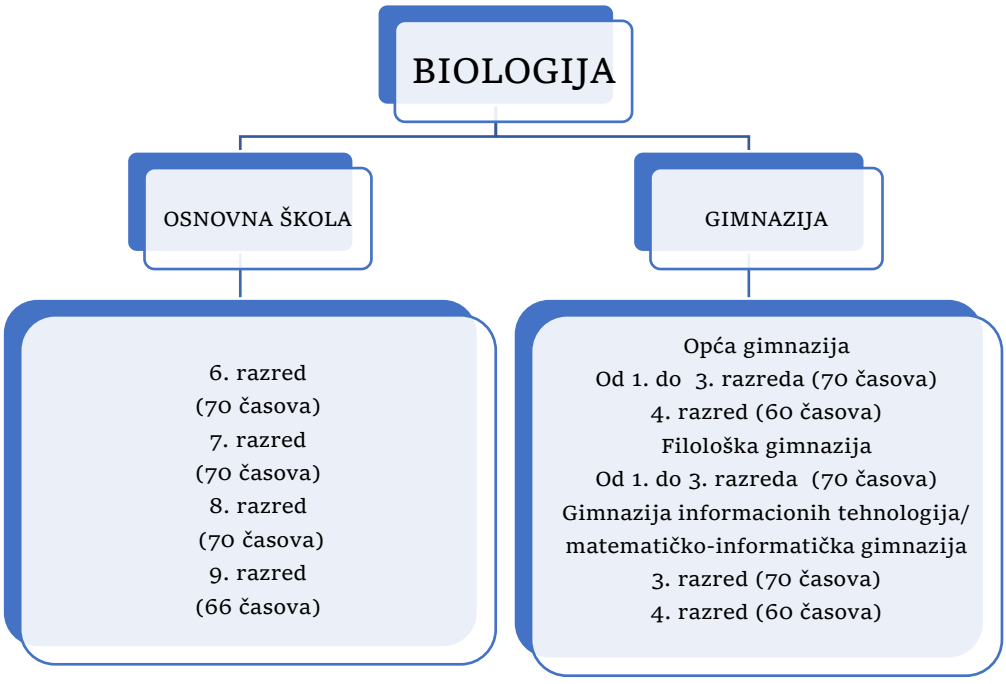
Biologija je jedna od fundamentalnih prirodnih nauka. Razumijevanje osnovnih bioloških principa omogućava učenicima da prepoznaju važne poveznice između čovjeka i prirode, što je ključno za rješavanje ekoloških i društvenih problema.

Savremena koncepcija učenja i podučavanja biologije koristi pored prirodnonaučne metodologije i naučne dokaze uz aktivne metode poučavanja kao što su dijaloška, istraživanje, rješavanje problema, simulacije, igre, primjenu savremenih informacijskih dostignuća,

digitalnih alata, itd. Kroz nastavu biologije teoretsko znanje prepliće se s metodama neposrednoga opažanja, laboratorijskoga i terenskoga rada.

Predmet Biologija se uči i podučava u osnovnim i srednjim školama u Srednjobosanskom kantonu. U osnovnim školama se uči i podučava od 6. do 9. razreda i konceptualno se nadovezuje na srodne predmete koji se podučavaju od 1. do 5. razreda osnovne škole. Od 6. do 9. razreda Biologija se uči i podučava u obimu od 2 časa sedmično, s tim da je od 6. do 8. razreda fond časova 70, a u 9. razredu fond je 66 časova godišnje.

Biologija je zastupljena u različitim tipovima srednjih škola koje su definisane Zakonom o srednjoj školi Srednjobosanskog kantona. U gimnaziji se izučava u obimu od 2 časa sedmično od 1. do 4. razreda - 70 časova godišnje od 1. do 3. razreda i 60 časova u 4. razredu. Ovaj nastavni predmet se u 4. razredu opće gimnazije može izučavati dodatno 2 časa sedmično (60 časova godišnje), ako se učenik opredijeli za izučavanje ovog nastavnog predmeta u okviru obaveznog izbornog područja (OIP). U filološkoj gimnaziji nastavni predmet Biologija se izučava u obimu od 2 časa sedmično od 1. do 3. razreda - 70 časova godišnje. U gimnaziji informacionih tehnologija i matematičko-informatičkoj gimnaziji nastavni predmet Biologija se izučava u 3. i 4. razredu u obimu od 2 časa sedmično – 70 časova godišnje u 3. razredu i 60 časova godišnje u 4. razredu.



Godišnji fond časova u predmetnom kurikulumu Biologija

B/ CILJEVI UČENJA I PODUČAVANJA PREDMETA

Opći cilj nastave biologije zavisi od mnogo pojedinačnih ciljeva kojim se u vezu dovodi jedinstvo neživih i živih sistema i čijim ostvarenjem učenici mogu objasniti osnovna životna načela kroz ćelijsku organizaciju i biohemijske procese, razmnožavanje i razviće, fiziološke pojave i procese kod biljaka, životinja i ljudi, njihovu ekološku kulturu i odgovornost za raznolikost biljnih i životinjskih vrsta koje su se razvile na Zemlji. Primjena znanja iz biologije u svakodnevnom životu u konačnici treba rezultirati povećanim interesom učenika za cjeloživotno učenje i stjecanje znanja.

1. Razvoj istraživačkih kompetencija

Primijeniti naučne principe u radu biološkog laboratorija, formulisati hipoteze, planirati i sprovoditi eksperimente, analizirati rezultate i izvesti zaključke na osnovu dobivenih podataka.

2. Ekološka svijest i održivi razvoj

Istražiti i uporediti faktore koji utječu na ekosisteme i kvalitet života na lokalnom i globalnom nivou. Procjenjivati posljedice ljudskih aktivnosti i kreirati prijedloge za održivo upravljanje resursima.

3. Kritičko mišljenje i analitičke sposobnosti

Analizirati biološke koncepte, evaluirati informacije iz oblasti zaštite prirode i zdravlja te razvijati argumentovane stavove. Interpretirati, povezivati i sintetizirati stečena znanja kroz misaone operacije.

4. Povezivanje bioloških znanja s drugim naukama

Povezati biološke koncepte sa znanjima iz drugih prirodnih i društvenih nauka, procijeniti njihov međusobni utjecaj i koristiti stečena znanja za donošenje promišljenih odluka o budućoj profesionalnoj orijentaciji.

5. Razvijanje svijesti o značaju biologije

Prepoznati značaj biologije u razumijevanju čovjeka i njegovog okruženja, diskutovati o biotehnologiji i genetičkom inženjerstvu te ocijeniti njihov utjecaj na ekonomski razvoj, dobit i dobrobit za čovječanstvo.

C/ OBLASNA STRUKTURA PREDMETNOG KURIKULUMA

Biologija je općeobrazovni predmet i jedan od fundamentalnih predmeta prirodnih nauka koje se nadovezuju na sadržaje predmeta Moje okoline, odnosno Prirode i usko je povezana sa Hemijom i Fizikom po načelu međupredmetnog povezivanja zasnovanog na osnovnim konceptima. Izučavanje biologije u osnovnoj školi i svim razredima gimanzije podijelili smo u četiri oblasti:

1. **ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA**
   Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)
2. **POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA**
3. **STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE**
4. **ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE**

Unutar svake oblasti su definirani ishodi učenja koji se dalje razgrađuju u pokazatelje u skladu sa uzrastom učenika.

A. ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA
Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)

Živi sistemi su kompleksne i dinamične cjeline čiji dijelovi međusobno skladno funkcioniraju uz neprekidno odvijanje procesa koji omogućavaju održavanje uravnoteženog stanja. Procesi, poput fotosinteze, razgradnje hrane i disanja, omogućavaju opskrbu sistema energijom te kruženje tvari i proticanje energije između živih sistema i njihova okoliša. Faktori okoliša imaju dvojako djelovanje na žive sisteme: dok s jedne strane omogućavaju njihov opstanak, istovremeno narušavaju uspostavljena uravnotežena stanja. Na nivou organizma održavanje homeostaze preduslov je za zdravlje. Živa bića su razvila različite mehanizme reagiranja na podražaje iz okoliša i regulacijske mehanizme, odnosno procese kojima se održava dinamička ravnoteža sistema. Opstanak života na Zemlji omogućava niz procesa uključenih u razmnožavanje živih bića, a međudjelovanje faktora nasljeđivanja i okoliša dovelo je tokom vremena do bioraznovrsnosti. Tu raznovrsnost životnih oblika, cjelokupnu dinamičku ravnotežu na nivou pojedinih ekosistema, pa čak i na nivou biosfere, posljednjih decenija narušava čovjek svojim djelovanjem. Održivi razvoj teži očuvanju postojećega obrasca dinamičke ravnoteže biosfere o kojem zavisi opstanak ljudskoga društva. Ostvarenje održivoga razvoja zahtijeva promišljeno, inovativno i odlučno djelovanje u zaštiti prirode i okoliša, na razvoju prihvatljivih tehnologija i modela racionalne potrošnje i proizvodnje na nivou zajednice, ali i na nivou života svakoga pojedinca.

B. POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA

Svako pojedinačno živo biće pojavljuje se kao organizirano jedinstvo sa mnoštvom postupno usklađenih dijelova od kojih svaki za sebe nosi sva obilježja. Ono se nalazi u stalnoj mijeni kada su u pitanju oblik i struktura. Životne faze kako viših tako i nižih organizama međusobno su povezane, a to je upućeno procesima utemeljenima nasljednim svojstvima.

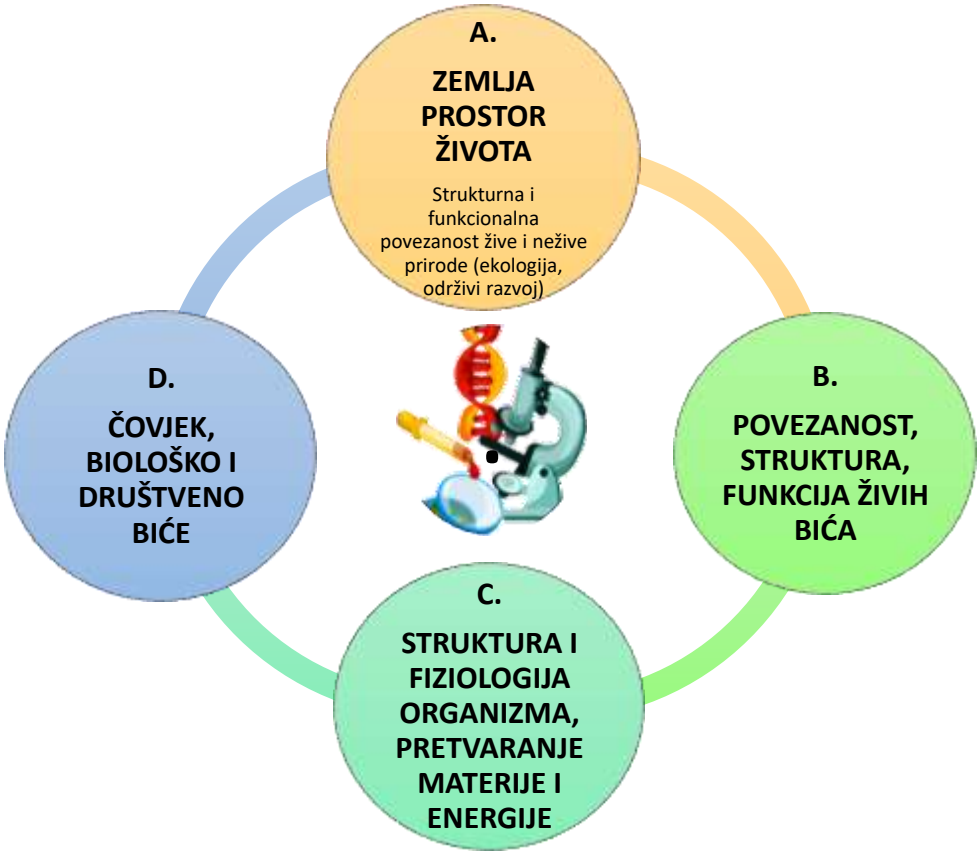
Organiziranost živoga svijeta obuhvata molekularnu organizaciju, organizaciju na nivou ćelije, tkiva, organa, organskih sistema, organizma, populacije, biocenoze, ekosistema, bioma, biosfere i bioloških subjekata bez ćelijske organizacije. Na svakom organizacionom nivou živoga svijeta može se prepoznati zajednički obrazac organizacije živog sistema. Usložnjavanjem jednostavnijih struktura u nove sisteme pojavljuju se u svakome od njih i nove karakteristike. Biologija se koristi načelima organiziranosti za uspostavljanje sistema sistematizacije i klasifikacije živoga svijeta uzimajući u obzir njegovu srodnost i raznovrsnost. Na različitim primjerima, na svim organizacijskim nivoima, može se uočiti organiziranost struktura koja osigurava funkcioniranje živih sistema. Današnja organizacija živih sistema postupno je oblikovana tokom vremena kao posljedica prilagodbi. Polazeći od sličnosti među organizmima, može se istraživati stepen njihove srodnosti. Sličnost, srodnost i nasljeđivanje u svoj svojoj složenosti ulaze u problematiku nauke o porijeklu vrsta, specijaciji i daljnjoj evoluciji.

C. STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE

Život na Zemlji zavisi od energije koju organizmi pretvaraju i iskorištavaju na različite načine. Procesi izmjene tvari i procesi vezanja, oslobađanja i pretvaranja energije događaju se na svim organizacijskim nivoima živoga svijeta od ćelije i organizma do ekosistema i biosfere. Energija je potrebna za funkcioniranje svih živih sistema, stoga njihovo održavanje i opstanak zavisi o njenom konstantnom unosu, počevši od vezanja Sunčeve energije procesom fotosinteze do pretvaranja, skladištenja i iskorištavanja u nizu organizama od proizvođača do razlagača. Živim sistemima je energija dragocjena te je zato nastoje maksimalno iskoristiti. Svaki živi sistem na Zemlji doprinosi očuvanju ravnoteže na višem nivou, nivou biosfere, te je stoga razumijevanje modela održivog razvoja jedna od bitnih komponenti predmeta Biologija.

D. ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE

Čovjek je biološko biće, rezultat dugog razvoja sa sposobnošću prilagođavanja u borbi za opstanak, ali je istovremeno i psihičko biće sa psihičkim osobinama i psihičkim životom, a također je i društveno biće, formirao se u toku društvenog razvoja. Čovjek se odlikuje specifičnim položajem u geobiosferi, po mnogim osobinama (građa tijela, način razmnožavanja i razvića, bolesti...) je sličan svojim srodnicima, međutim čovjek je stvaralačko biće, sposoban je da proizvodi oruđa za rad, misli apstraktno, ima mogućnosti govora, pisanja, itd. po čemu se razlikuje od drugih živih bića na Zemlji. Sa ekološkog aspekta čovjek se može okarakterisati kao najbrojnija vrsta u skupini sisara sa širokim arealom rasprostranjenja na Zemlji i nalazi se na vrhu hranidbene piramide. Čovjek se odlikuje i mogućnošću aktivnog utjecaja na svoju okolinu mijenjajući tokove života. Utjecaju čovjeka su izloženi čitavi kompleksi kopnenih i vodenih ekosistema. Kao društveno biće, čovjek se odlikuje uređenjem svoje radne sredine i na taj način uklapa svoj individualitet u društveni kolektivitet. Treba istaći i neophodnost shvatanja društvenih normi: ekonomije, prava, odgoja, etike, sociologije i filozofije koje su rezultat čovjekove nadmoćnosti u prirodnom okruženju.



Oblasna struktura predmetnog kurikuluma Biologija

U nastavku slijedi dio koji se odnosi na odgojno-obrazovne ishode koji su okosnica predmetnog kurikuluma Biologija i razrađeni su za svaku od četiri oblasti (domene) na kojima se temelji. Odgojno-obrazovni ishodi pomažu nastavnicima u praćenju napretka učenika i u vrednovanju učeničkih postignuća. Tokom pripremanja procesa učenja i podučavanja nastavnik treba povezati odgojno-obrazovne ishode sa sadržajima navedenim u kurikulumu i metodama podučavanja. U tabelama su odgojno-obrazovni ishodi označeni šiframa. Skraćenice poput A.6.1. ili B.8.1. i sl. označavaju redom: oblast kojoj ishod pripada (A. Zemlja prostor života: Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode/ekologija, održivi razvoj/, B. Povezanost struktura i funkcija živih bića, C. Struktura i fiziologija organizma, pretvaranje materije i energije i D. Čovjek, biološko i društveno biće), godinu podučavanja predmeta (6. – šesti razred, 7. – sedmi razred, 8. – osmi razred, 9. – deveti razred u osnovnoj školi, I. – prvi razred, II. – drugi razred, III. – treći razred i IV. – četvrti razred u gimnaziji), te redni broj odgojno-obrazovnog ishoda koji se podučava u sklopu navedene oblasti (1. – prvi ishod, 2. – drugi ishod, ...). Skraćenice BIO-1.2.2. ili BIO-4.3.1. označavaju poveznice sa Zajedničkom jezgrom nastavnih planova i programa za moju okolinu, prirodu i društvo, prirodu i biologiju definiranoj na ishodima učenja, odakle su ishodi dijelom ili u potpunosti preuzeti.

D/ ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI

OSNOVNA ŠKOLA

6. razred osnovne škole /2 časa sedmično/70 časova godišnje/

<table>
<tr><td colspan="2">Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA
Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)</td></tr>
<tr><td>Ishod učenja</td><td>Razrada ishoda</td></tr>
<tr><td>A.6.1. Objašnjava obilježja živog i neživog.</td><td>• Prepoznaje i opisuje osobine živih bića na nivou organizma i procesa.
• Tumači obilježja žive i nežive prirode.
• Objašnjava sličnosti i razlike između živih bića.</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 1.1.1.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ključni sadržaji</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Priroda -živa i neživa.
- Osobine živog i neživog.
- Autotrofi i heterotrofi.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</td></tr>
<tr><td colspan="2">Porediti biljke, životinje i čovjeka u pogledu osnovnih osobina živih bića (npr. način ishrane, kretanje, rast, razmnožavanje), ističući i objašnjavajući sličnosti i razlike među njima. Uz prezentaciju ili vizualni prikaz prikazati ključnu razliku između autotrofne i heterotrofne ishrane kako bi se olakšalo razumijevanje osnovnih pojmova i njihove primjene. Istražiti primjere organizama iz različitih grupa i analizirati ih kroz rad u paru ili grupi. Povezati uočene osobine sa načinom prilagodbe organizama na uslove sredine u kojoj žive.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>A.6.2. Objašnjava strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i organizma i sredine.</td><td>• Povezuje organizme preko ishrane - lanci ishrane.
• Objašnjava povezanost organizma i sredine preko procesa kruženja tvari živa-neživa-živa priroda.</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 1.2.2.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ključni sadržaji</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Lanci ishrane.
- Kruženje tvari u prirodi.
- Povezanost i ovisnost žive i nežive prirode.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</td></tr>
<tr><td colspan="2">Osmisliti i prikazati lance ishrane korištenjem IKT-a i kreativnih metoda, poput slika ili kolaža, kako bi učenici jasno prikazali međusobnu povezanost organizama. Za prikazivanje procesa kruženja tvari koristiti animacije u PowerPoint prezentacijama ili sličnim alatima. Kroz praktične zadatke i diskusije objasniti povezanost žive i nežive prirode, prikazujući kako kretanje tvari kroz ekosisteme održava ravnotežu. Istražiti specifične ekosisteme i razjasniti ulogu kruženja tvari u opstanku organizama.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
</table>

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA

Ishod učenja	Razrada ishoda
B.6.1. Opisuje organizaciju i nivoe organizacije građe živih bića (mikroorganizmi, gljive, biljke i životinje).	• Razumije organizaciju biljnog organizma i razlikuje organizacijske nivoe organizama u prirodi. • Objašnjava građu i funkciju tkiva, biljnih organa. • Definiše biljna tkiva i organe. • Razumije gradivnu i funkcionalnu povezanost organa u biljnom organizmu.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Organizam jednoćelijski i višećelijski. - Organizacija višećelijskog organizma. - Biljni organi (korijen, stablo, list, cvijet, plod i sjemenka) - građa, funkcija. - Tkivo. - Ćelija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Organizacijske nivoe višećelijskih organizma (organizam - organski sistem-organ-tkivo-ćelija) pojasniti uz korištenje animacija anatomske građe, modela, a posebno za proučavanje građe organa koristiti prirodni materijal, uključujući rad u učionici u prirodi. Ćeliju upoznati putem slika, modela, te mikroskopiranjem biljnih preparata. Tkiva mogu učenici praviti od kutijica šibica, gdje će se spajanjem uočiti sam pojam tkiva. Uloge biljnih organa mogu se upoznati putem prezentacija, eksperimenata koje sami učenici izvode, prate promjene i donose zaključke.	
B.6.2. Povezuje građu i funkciju ćelije.	• Definira ćeliju i navodi osnovne dijelove ćelije. • Opisuje osnovne dijelove ćelija, vidljive optičkim mikroskopom. • Uočava sličnosti i razlike u pogledu građe kod biljne i životinjske ćelije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Ćelija – građa (ćelijski zid, ćelijska opna, citoplazma, jedro, mitohondrije, vakuola, plastidi) i funkcija ćelije. - Sličnosti i razlike između biljne i životinjske ćelije. - Jednoćelijski i višećelijski organizam; Prokarioti-bakterije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Napraviti poređenje između jednoćelijskog i višećelijskog organizma u pogledu veličine s obzirom na broj ćelija. Poređenje bakterijske ćelije i višećelijskog organizma. Mikroskopiranjem i putem modela objasniti građu biljne ćelije, povezati s funkcijama uočenih organela, kao i specifičnost u odnosu na životinjsku ćeliju (ćelijski zid, hloroplasti). Posebnu pažnju posvetiti razlikama između biljne i životinjske ćelije (ćelijski zid, hloroplasti, vakuole) te povezati uočene strukture s njihovim ulogama u ćeliji. Kroz uporedne prikaze i analizu, razjasniti kako organizacija ćelije omogućava obavljanje životnih funkcija.	
B.6.3. Interpretira izvore genske varijabilnosti (mutacije, genske rekombinacije).	• Razlikuje spolni i bespolni način razmnožavanja. • Primjenjuje znanja o vegetativnom razmnožavanju biljaka u praksi.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.3.**
Ključni sadržaji	

- Bespolno i spolno razmnožavanje. - Oprašivanje i oplodnja (jednospolni i dvospolni cvjetovi). - Vegetativno razmnožavanje. - Bespolno razmnožavanje životinja-amitoza, pupljenje, regeneracija.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Različite načine razmnožavanja, načine oprašivanja i oplodnje, spolnost - jednospolni i dvospolni cvjetovi upoznati kroz animacije, posmatranja u prirodi. Znanja o vegetativnom razmnožavanju (korijenom, stablom, kroz aktivnosti u školskom dvorištu, uređenje živog kutka u kabinetu).

B.6.4. Uporeduje različite tipove ćelijskih dioba.	• Opisuje funkciju mitoze kao ćelijske diobe. • Razlikuje tipove ćelija na osnovu broja hromosoma. • Uočava razliku između mitotske diobe biljne i životinjske ćelije. • Definira mitozu i mejozu.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Mitoza (dioba tjelesnih ćelija); Mejoza (nastajanje spolnih ćelija).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Putem prezentacije prikazati faze ćelijskih dioba, uz videoklip pokazati nastajanje novih ćelija, dijeljenjem. Na taj način će se učenicima približiti i sama uloga mitoze u procesu rasta organizma, obnavljanja oštećenih tkiva, organa. Za mejozu naglasiti da obezbjeđuje stalnost broja hromosoma za svaku vrstu, te kroz slike pokazati da osigurava prenošenje osobina sa roditelja na potomke. Prikazati tabelarno primjere broja hromosoma spolnih i tjelesnih ćelija različitih vrsta. Uočiti razlike u procesu mitoze kod biljnih i životinjskih ćelija analizom mikrografija ili kroz digitalne mikroskopske prikaze.	

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.6.1. Objašnjava i povezuje funkciju organa i organskih sistema u funkciji energijskih transformacija.	• Prepoznaje i imenuje biljne organe. • Povezuje funkciju organa i organskih sistema sa procesom pretvaranja energije iz jednog oblika u drugi. • Navodi potrebe za energijom kod različitih organizama, shodno njihovoj građi i načinu života. • Objašnjava ulogu prehrane i disanja organizama u oslobađanju energije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Funkcije biljnih organa. - Funkcije životinjskih organa, organskih sistema. - Iskorištavanje energije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti značaj energije za odvijanje bioloških procesa na ćelijskom i organizacijskom nivou, uključujući procese poput ćelijske diobe, klijanja, oprašivanja i pokretanja organizma. Povezati funkciju lista sa iskorištavanjem sunčeve energije u fotosintezi, te objasniti kako se energija iz organskih spojeva koristi u životnim funkcijama. Analizirati način ishrane i disanja različitih	

organizama u pogledu oslobađanja i pretvaranja energije. Korištenjem ilustracija i simulacija prikazati kako se energija transformiše kroz različite organe i organske sisteme kod biljaka i životinja. Kroz diskusiju i praktične primjere prikazati odnos između građe organizma, načina života i energetskih potreba, sa posebnim naglaskom na efikasnost iskorištavanja energije u zavisnosti od vrste.	
C.6.2. Definiše fotosintezu kao najvažniji sistem za održavanje živog.	• Razlikuje biljke i životinje na osnovu prijema hranljivih tvari i energije. • Objašnjava funkciju fotosinteze na nivou organizma. • Objašnjava fotosintezu, uslove i produkte procesa. Uočava da se produkti fotosinteze koriste za disanje, te da su to povezani, ali suprotni procesi.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.2.1.**
Ključni sadržaji	
- Fotosinteza - pojam, uslovi i produkti. - Eksperiment - produkti procesa fotosinteze. - Disanje; Glukoza - izvor energije za heterotrofe. - Proizvođači i potrošači.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Proces fotosinteze prikazati kroz vizualne prezentacije i animacije koje omogućavaju jasno razumijevanje uloga svjetlosti, ugljen-dioksida i vode, kao i produkata procesa (glukoza i kisik). Izvesti jednostavan eksperiment kojim se potvrđuje prisustvo produkata fotosinteze, npr. testiranje prisustva skroba u listu. Povezati fotosintezu s procesom ćelijskog disanja, naglašavajući da su to povezani, ali suprotni procesi u energetskom smislu. Analizirati razlike između autotrofne i heterotrofne ishrane na primjeru biljaka i životinja, te objasniti važnost fotosinteze za održavanje života na Zemlji. Razviti koncept proizvođača i potrošača kroz konkretne ekološke primjere, povezujući ulogu biljaka u lancima ishrane. Aktivnosti poput ove mogu se realizirati direktno u učionici u prirodi, čime se povezuje teorija i praksa u stvarnom okruženju.	
C.6.3. Analizira racionalno korištenje prirodnih energetskih resursa u skladu sa očuvanjem prirodne i životne sredine.	• Objašnjava važnost organskih i anorganskih molekula u građi ćelije i međućelijskih prostora. • Objašnjava građu i funkciju nukleinskih kiselina na nivou nukleotida. • Objašnjava metabolizam na nivou organa i organskih sistema. • Povezuje funkciju organa i organskih sistema u funkciji energijskih transformacija. • Povezuje metaboličke organske sisteme u cjelinu na nivou promjene tvari i energije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Organski sistemi čovjeka. - Metabolizam.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ukazati na važnost energije za: očuvanje stalne tjelesne temperature, izlučivanje tvari iz organizma, diobu ćelija, prijenos podražaja i obradu primljenih informacija, rast, razvoj... Povezati razvoj mozga s aerobnim životnim uslovima stavljajući u odnos njegove energijske potrebe s nadzornom ulogom. Povezanost energijske vrijednosti hrane s očuvanjem zdravlja moguće je objasniti na primjerima pretilosti i anoreksije i fotosinteze. Ukazati na povezanost metaboličkih procesa na nivou ćelije s	

potrebama organizama. Komunikaciju među ćelijama posredstvom hormona objasniti na primjeru adrenalina koji se izlučuje u trenutku kad je potrebna velika količina energije. Potrošnju energije kod narušene homeostaze moguće je objasniti na primjeru poremećaja u radu endokrinih žlijezda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: izvođenje eksperimenta – dokazivanje prisutnosti hranjivih tvari u namirnicama uspoređivanje kondicije sportaša i nesportaša (izdržljivost/oslobađanje energije), uspoređivanje aktivnosti igračaka koje obavljaju složene funkcije s punim, napola praznim i praznim baterijama, korištenje videoisječaka/simulacija/animacija metaboličkih procesa.

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.6.1. Prihvata stavove koji doprinose vlastitom zdravlju.	• Definira pojam zdravlja. • Imenuje i opisuje zdrave prehrambene navike. • Diskutuje o važnosti tjelovježbe u očuvanju zdravlja. • Prihvata i sprovodi pravilnu prehranu, što doprinosi vlastitom zdravlju.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Upotreba biljaka u ishrani i liječenju. - Prehrana i zdravlje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Analizirati značaj pravilne prehrane i tjelovježbe za očuvanje zdravlja kroz primjere svakodnevnih navika i savremenih izazova vezanih za ishranu i sedentarni način života. Istaknuti ulogu pojedinih grupa biljaka u ishrani i liječenju, uz naglasak na važnost unošenja raznovrsnih nutrijenata (vitamini, minerali, bjelančevine) i smanjenog unosa zasićenih masti i šećera. Kroz digitalne alate i IKT istražiti utjecaj loših prehrambenih navika i nedostatka fizičke aktivnosti na zdravlje (npr. pretilost, dijabetes), te prikazati rezultate putem plakata, infografika ili prezentacija. Diskutovati o savremenim prehrambenim trendovima i važnosti donošenja informisanih odluka koje doprinose očuvanju zdravlja i blagostanja.	

7. razred osnovne škole /2 časa sedmično/70 časova godišnje/

<table>
<tr><td colspan="2">Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA
Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)</td></tr>
<tr><td>Ishod učenja</td><td>Razrada ishoda</td></tr>
<tr><td>A.7.1. Razvrstava po kategorijama predstavnike žive prirode.</td><td>• Uočava i imenuje vrste iz svoje okoline.
• Razvrstava organizme u odgovarajuće sistematske kategorije na osnovu sličnosti i srodstva.
• Primjenjuje stečena znanja o biljkama i životinjama u praksi, identifikuje i prikuplja ljekovite i jestive biljke i divlje jestive životinje.
• Definira biosistematiku kao nauku.
• Definira binarnu nomenklaturu.</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 1.1.3.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ključni sadržaji</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Značaj biljaka i životinja.
- Uzrok poremećaja sklada žive i nežive prirode.
- Samonikle biljke-značaj; Jestive divlje životinje vodene i zračne sredine.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</td></tr>
<tr><td colspan="2">Koristiti prirodni materijal, herbarizirane vrste, insektarije, tokom podučavanja učenika, a u nedostatku istog, koristiti slike kroz prezentacije. Prilikom klasifikacije istaknuti princip klasifikacije (na jednoj biljnoj i životinjskoj vrsti prikazati koristeći sistematske kategorije: vrsta, rod, porodica, red, razred, odjeljak i carstvo). Zatim i svrhu klasifikacije, te da je slijed proučavanja od jednostavnijih ka složenijim grupama. Shodno usložnjavanju građe javljaju se i nove osobine. Kroz izlete u prirodu učenici trebaju posmatrati i prepoznavati vrste koje su već upoznali, kao i identifikovati nove vrste pomoću slika, te prikupiti određene vrste kako bi ih klasificirali. Komparativnim pristupom u proučavanju olakšati sintetiziranje i generaliziranje znanja o karakterističnim grupama. Stečena znanja primjenjivati u praksi kroz aktivnosti uređenja živog kutka ili školskog dvorišta, izradu insektarija, laboratorijske vježbe-disekcije.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>A.7.2. Objašnjava uticaj sredine i faktora sredine na organizam (npr. svjetlost, klima, toplota,...).</td><td>• Opisuje tipične životne forme organizama i povezuje ih sa prostorom življenja.
• Objašnjava međuzavisnost živih bića i sredine.
• Povezuje način života i preživljavanje sa razvojem različitih prilagodbi (kretanje, disanje, ishrana…).</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 1.2.1.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ključni sadržaji</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Biosistematika biljaka i životinja.
- Biosistematske kategorije.
- Izlet u prirodu u svrhu prepoznavanja i prikupljanja biljnih i životinjskih vrsta.
- Značaj biljnih i životinjskih vrsta u ishrani i liječenju.
- Virusi i bakterije kao uzročnici bolesti.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nastavnik kao organizator nastavnog procesa usmjerava učenike na istraživanje značaja biljaka i životinja za čovjeka (npr. kisik, hrana, sirovine), uz prezentaciju prikupljenih informacija korištenjem IKT-a. Objasniti međuzavisnost živih bića i sredine, kao i pozitivne i negativne antropogene utjecaje, kroz izradu plakata, diskusije i primjere iz stvarnog života. Ukazati na značaj jestivih i ljekovitih</td></tr>
</table>

samoniklih biljaka i divljih životinja, posebno u kontekstu kriznih situacija i elementarnih nepogoda. Organizovati izlete i aktivnosti u učionici u prirodi, gdje učenici mogu posmatrati životne forme u njihovim prirodnim staništima, prikupljati uzorke i istraživati prilagodbe organizama na faktore sredine (svjetlost, klima, toplota). Takav pristup doprinosi razumijevanju odnosa između prostora življenja i načina preživljavanja.

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.7.1. Razlikuje genotip i fenotip živih bića (što je urođeno, a što se stječe tokom života).	• Opisuje kvalitativne i kvantitativne osobine organizma. • Objašnjava urođene osobine, kao i stečene usljed utjecaja sredine.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.1.**
Ključni sadržaji	
- Osobine osnovnih grupa živih bića. - Urođeno i stečeno.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kroz prezentacije uporediti temeljne osobine kod predstavnika glavnih grupa živih bića (protisti, monere, gljive, biljke i životinje), kao rezultat nasljeđivanja roditeljskih osobina. Zatim povezati utjecaj životnih uslova sa evolucijom živih bića, usložnjavanjem građe, stjecanjem novih osobina kao oblika prilagodbe novim uslovima staništa. Učionicu u prirodi iskoristiti za opažanje i upoređivanje primjeraka iste vrste u različitim uslovima, kako bi se uočile moguće fenotipske razlike i povezanost sa sredinskim utjecajima.	
B.7.2. Interpretira filogeniju živih bića.	• Objašnjava postanak sistematskih kategorija različitog nivoa. • Povezuje prelazak na kopno s prednostima nove sredine (izvor hrane, nenaseljenost,..).
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.5.**
Ključni sadržaji	
- Filogenija; Filogeneza - proces evolutivnog postanka.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Prikazati razvojno stablo živog svijeta shematski, putem prezentacija ili plakatom koji je rezultat aktivnosti učenika u izradi istog, te njihovog istraživanja u području filogeneze.	

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.7.1. Analizira racionalno korištenje prirodnih energetskih resursa u skladu sa očuvanjem prirodne životne sredine.	• Definira životnu sredinu i endeme. • Prepoznaje ekološki najugroženija područja te predlaže mjere zaštite. • Aktivno učestvuje u zaštiti ugroženih i rijetkih vrsta biljaka i životinja u skladu sa svojim mogućnostima.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.3.1.**
Ključni sadržaji	

- Zaštita i unapređenje životne sredine. - Endemične vrste biljaka i životinja BiH.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Animirati učenike da samostalno istražuju, prikupljaju podatke i zaključuju o načinima racionalnog korištenja prirodnih bogatstava. Da predlažu mjere zaštite ekološki ugroženih područja u svom neposrednom okruženju, zaštitu endemičnih biljnih i životinjskih vrsta BiH. Rezultate prikazati putem plakata i prezentacija. Nastavu je moguće realizovati i u prirodi, gdje učenici mogu uočiti vidljive posljedice čovjekovog utjecaja na životnu sredinu, posmatrati biljne i životinjske vrste u svom okruženju te razgovarati o značaju očuvanja biodiverziteta.

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.7.1. Prihvata stavove koji doprinose vlastitom zdravlju.	• Spoznaja o važnosti tjelovježbe u očuvanju zdravlja. • Prihvata i sprovodi pravilnu prehranu, što doprinosi vlastitom zdravlju.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Prehrana i zdravlje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezati važnost pravilne prehrane s očuvanjem zdravlja. Zdrave prehrambene navike podrazumijevaju unos namirnica bogatih bjelančevinama, vitaminima, mineralima, a smanjen unos masti, ugljikohidrata. Nepravilna prehrana i izostanak tjelovježbe može se povezati sa pretilošću sve većeg broja djece modernog doba. Upotrebom IKT-a učenici mogu istražiti o pretilosti, na plakatu predstaviti zdrave i nezdrave životne namirnice.	

8. razred osnovne škole /2 časa sedmično/70 časova godišnje/

<table>
<tr><td colspan="2">Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA
Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)</td></tr>
<tr><th>Ishod učenja</th><th>Razrada ishoda</th></tr>
<tr><td>A.8.1. Objašnjava obilježja živog i neživog.</td><td>• Analizira nivoe organizacije živog svijeta u prirodi.
• Razlikuje pomoću primjera pojmove jedinka, populacija, biotop, biocenoza, ekosistem.
• Razlikuje ekosisteme na osnovu karakteristika.</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 1.1.1.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ključni sadržaji</th></tr>
<tr><td colspan="2">- Nivoi ekološke organizacije živog svijeta u prirodi (jedinka, populacija, biocenoza, ekosistem).
- Kopneni (šuma, krš, livada) i vodeni (tekućica, bara ili jezero, more) ekosistemi.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</th></tr>
<tr><td colspan="2">Usložnjavanje biosfere objasniti upoređivanjem nivoa: jedinka, populacija, biocenoza, ekosistem i biosfera. Za izradu grafičkih prikaza organizacijskih nivoa može se zadati konkretan ekosistem ili se izbor prepustiti učenicima. Takva se shema može kontinuirano nadopunjavati tokom školovanja. Naglasiti važnost uočavanja organiziranosti biosfere. Ishod se može ostvariti aktivnostima poput izrade shema (uz primjenu IKT-a). Gdje je to moguće, organizovati nastavni čas u učionici u prirodi, kako bi se neposrednim opažanjem uočila razlika između jedinke, populacije i biocenoze, te analizirale karakteristike posmatranog ekosistema.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>A.8.2. Objašnjava utjecaj prostora i faktora prostora na organizam (npr. svjetlost, toplina, klima...).</td><td>• Imenuje i definira ekološke faktore.
• Interpretira osobine prostora i utjecaj ekoloških faktora na organizam.
• Stavlja u vezu životne forme sa utjecajem prostih i kompleksnih faktora sredine.</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 1.2.1.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ključni sadržaji</th></tr>
<tr><td colspan="2">- Ekološki faktori i njihov utjecaj.
- Ekološka valenca.
- Interakcija između živih bića i okoline.
- Životne forme biljaka i životinja.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</th></tr>
<tr><td colspan="2">Pri objašnjavanju ekoloških faktora i njihovoj podjeli izdvojiti čovjeka kao poseban faktor. Ekološku valencu objasniti na primjerima (malarični komarac, potočna pastrmka). Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: posmatrati šumu, baru i razdvojiti živi od neživog dijela prirode; zaključiti da li svjetlost, temperatura, voda, sastav tla djeluju na živa bića pojedinačno ili zajednički. Čas se može realizovati i u učionici u prirodi, gdje učenici neposredno posmatraju utjecaj različitih faktora sredine na životne forme u lokalnom ekosistemu.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>A.8.3. Objašnjava strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i organizma i sredine.</td><td>• Stavlja u vezu prirodnu i geografsku sredinu s raznolikošću vrsta živih bića.
• Stavlja u vezu živa bića u ekosistemu (složeni lanci ishrane).</td></tr>
</table>

	• Razlikuje procese kruženja tvari od protoka energije i povezuje ih s naseljavanjem živih bića. • Utvrđuje važnost biološke ravnoteže za opstanak života na Zemlji. • Objašnjava povezanost i međuovisnost reljefnih obilježja, klime, biljnog i životinjskog svijeta na Zemlji.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.2.2.**
Ključni sadržaji	
- Kopneni i vodeni ekosistemi. - Odnosi ishrane u ekosistemima. - Kruženje materije i protok energije u ekosistemu. - Biološka ravnoteža. - Trofička piramida. - Povezanost živih bića i životne sredine. - Biodiverzitet. - Ugrožene vrste Bosne i Hercegovine.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Učenje i poučavanje trebalo bi provesti koristeći prirodni materijal, a u nedostatku prirodnog materijala koristiti ilustracije (IKT-a), organizirati odlazak učenika u različite ekosisteme kako bi učenici posmatrali ekosisteme i prepoznali biljke i životinje, te prikupiti određene vrste, ali u ograničenim količinama. Primarna proizvodnja i hranidbeni odnosi mogu se objasniti na primjerima različitih vodenih i kopnenih ekosistema, ali treba uzeti u obzir odnos broja/biomase. Naglasak staviti na razumijevanje principa vezanja i pretvaranje energije. Čas se, ukoliko škola ima odgovarajući prostor, može realizovati i u učionici u prirodi radi neposrednog posmatranja odnosa u ekosistemu. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - izrada bioloških zbirki (npr. zbirka insekata, puževa); - izrada postera (mogućnost primjene IKT-a); - posmatranje u prirodi ili proučavanje literature i osmišljavanje hranidbenih lanaca/mreža te grafičkim - prikazivanjem hranidbenih odnosa (mogućnost primjene IKT-a); - istraživanje odnosa brojnosti i biomase neke vrste u šumi ili nekom drugom ekosistemu; korištenje video isječaka/animacija/simulacija (npr. hranidbeni odnosi).	
A.8.4. Utvrđuje uzroke poremećaja žive i nežive prirode i važnost očuvanja njihovih odnosa u geobiosferi.	• Potkrepljuje dokazima utjecaj čovjeka na sklad žive i nežive prirode. • Utvrđuje položaj i važnost čovjeka u održavanju sklada žive i nežive prirode. • Raspravlja o posljedicama koje su nastale prevelikom eksploatacijom prirodnih bogatstava. • Utvrđuje načine očuvanja prirodnih bogatstava i prirode. • Potkrepljuje argumentima i predlaže mjere za očuvanja prirodnih bogatstava i zaštićenih područja. • Obrazlaže posljedice neadekvatnog tretmana otpada i predlaže načine za njegovo pravilno zbrinjavanje.

Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Načini i oblici zaštite prirode. - Kategorije zaštićenih područja u BiH. - Održivi razvoj. - Adekvatan tretman otpada u funkciji održivog razvoja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti na primjerima pozitivan (pošumljavanje, racionalno korištenje, uzgoj lovne divljači, hranjenje divljači tokom zime) i negativan (nekontrolisana sječa šume, izazivanje požara, brodske havarije, otpadne vode, e-otpad) utjecaj čovjeka. Brigu za ugrožene vrste objasniti Crvenim knjigama. Važnost zaštite prirode objasniti na primjerima Nacionalnih parkova, Parkova prirode i Spomenicima prirode. Učionica u prirodi može se koristiti za posmatranje prirodnih procesa i identifikaciju posljedica ljudskog djelovanja u neposrednoj okolini škole. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: priključiti se akcijama pošumljavanja, ekološkim akcijama; sabirati ilustracije naših endemičnih vrsta, učestvovati u pravljenju postera. Posebnu pažnju usmjeriti na posljedice neadekvatnog tretmana otpada (zagađenje vode, tla, zraka, e-otpad) i uvesti prijedloge za pravilno zbrinjavanje (reciklaža, razvrstavanje, kompostiranje, odgovorno odlaganje otpada). Također, preporučuje se organizovanje posjeta deponijama ili preduzećima koja se bave obradom i reciklažom otpada, kako bi učenici stekli praktično iskustvo o načinu zbrinjavanja i ponovne upotrebe otpada, te važnosti odgovornog pristupa upravljanju otpadom.	
A.8.5. Argumentuje važnost očuvanja prirode radi održivosti biodiverziteta.	• Potkrepljuje dokazima važnost očuvanja sklada žive i nežive prirode. • Analizira posljedice zagađenja vode, vazduha i tla na biodiverzitet. • Daje kritički osvrt na važnost biljnih i životinjskih vrsta za čovjeka u prostoru življenja. • Zauzima stav i predlaže mjere za održivi razvoj na osnovu procjene stanja ekosistema.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.3.2.**
Ključni sadržaji	
- Održivi razvoj. - Zagađivanje i zaštita životne sredine.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti da utjecaj čovjeka na okoliš dovodi u pitanje opstanak Zemlje. Potrebno je naglasiti da razvoj društva mora biti ekološki prihvatljiv. Učionica u prirodi može poslužiti za direktno uočavanje posljedica zagađenja i smanjenja biodiverziteta u lokalnoj sredini, što doprinosi oblikovanju stavova o važnosti očuvanja prirode. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: izrada postera i prezentacija; istražiti u svojoj najbližoj okolini kako čovjek djeluje na prirodu.	
A.8.6. Interpretira i vrednuje rezultate iz različitih izvora o strukturnim funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode služeći se stručnom terminologijom.	• Interpretira zaključke o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode na osnovu prikupljenih informacija iz različitih izvora. • Stavlja u vezu povezanost strukturnih i fukcionalnih svojstava žive i nežive prirode koristeći se različitim izvorima. • Komunicira verbalno i pisano o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive

	prirode služeći se pojednostavljenom stručnom terminologijom.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.2.**
Ključni sadržaji	
- Kopneni i vodeni ekosistemi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarenju definiranih ishoda učenja. Provesti analizu podataka dobivenih istraživanjem a zatim diskutovati o dobivenim rezultatima. Obavezno učenike upoznati da nisu svi izvori dostupnih informacija pouzdani (npr. Wikipedija, blog, forum i sl.). Potaknuti učenike na samokritičnost prema vlastitom radu i sposobnost uočavanja vlastitih pogrešaka tokom rada. Prilikom sakupljanja biljaka naglasiti pravila sakupljanja vodeći računa o njihovoj zaštiti. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - posmatrati ekosisteme tokom promjena godišnjih doba (npr. listopadnu i četinarsku šumu, baru, historijske sukcesije (IKT); - u školskom akvariju zajedno s učenicima uzgajati vodene organizme i tražiti od učenika da prate njihovo ponašanje; - za vrijeme ljetovanja na moru posmatrati živi svijet npr. ribe, školjke, morske zvijezde i ježeve; - istražiti koje se ljekovite biljke pojedinih ekosistema mogu kupiti na prodajnim mjestima, uz naglasak na pravila sakupljanja i očuvanja prirodnih vrsta.	

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.8.1. Interpretira i vrednuje biodiverzitet.	• Identifikuje i vrednuje različite nivoe biodiverziteta (vrstni, ekosistemski). • Objašnjava ekosistemske usluge na nivou habitata i ekosistema.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.3.3.**
Ključni sadržaji	
- Biodiverzitet.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Predstaviti raznolikost biljaka i životinja bosanskohercegovačkog prostora, kao i pojedinačne oblike ekosistema. Istaknuti kroz primjere koristi koje čovjek ima od prirode – ekosistemske usluge. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: istraživanje raznolikosti biodiverziteta i ekosistemske usluge (mogućnost primjene IKT-a, izrada postera).	

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.8.1. Analizira racionalno korištenje prirodnih energetskih resursa u skladu sa očuvanjem prirodne i životne sredine.	• Navodi primjere racionalnog korištenja energenata u domaćinstvu. • Povezuje racionalno korištenje prirodnih energentskih izvora sa očuvanjem vrsta i staništa u životnom okruženju.

	• Predlaže načine racionalnog korištenja svih oblika energije u svrhu zaštite životne sredine.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Održivi razvoj.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Osposobiti učenike da razlikuju obnovljive od neobnovljivih izvora energije i objašnjavaju njihovu ograničenost, značaj racionalne upotrebe obnovljivih izvora energije i energetsku efikasnost. Objasniti na primjerima u školi ili kući i moguće mjere zaštite ovih izvora. Potaknuti učenike da praktično djeluju kao što je štednja vode, energije, višestrukoj upotrebi određenih predmeta, pravilnom odlaganju otpada. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje načina povećanja energetske efikasnosti u svakodnevnom životu; - izrada upotrebnih predmeta od recikliranih materijala; - izrada edukativnih plakata ili prezentacija o racionalnom korištenju energije; - osmišljavanje prijedloga za smanjenje potrošnje energije u školi ili kući, te vođenje evidencije o rezultatima.	

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.8.1. Prihvata stavove koji doprinose vlastitom zdravlju.	• Povezuje očuvanje okoliša s očuvanjem vlastitog zdravlja. • Razumije važnost proizvodnje i konzumacije organske i ekološke proizvedene hrane.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Značaj ekologije za čovjeka. - Zagađivanje i zaštita životne sredine.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti da se utjecaj čovjeka na životnu sredinu odražava na prirodu i u krajnjoj liniji na samog čovjeka. Upotreba pesticida, vještačkih đubriva, hemijski zagađivači zraka, otpadne vode dovode do zagađenja zraka, vode i zemljišta. Zaključiti da je rješenje u uvođenju takozvanih "čistih tehnologija" i u procesima proizvodnje smanjiti količinu otpada koji opterećuje životnu sredinu. Objasniti da primjena znanja iz ekologije imaju veliki značaj u proizvodnji zdrave hrane, očuvanju zdravlja, suzbijanju dječijih bolesti. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: istraživanje o doprinosu ekologije u očuvanju zdravlja. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje i prezentacija o uticaju ekoloških metoda proizvodnje hrane na zdravlje; - organizovanje diskusije o održivim praksama u poljoprivredi i njihovom uticaju na okoliš; - posjeta ekološkim farmama ili farmama koje primjenjuju ekološke metode; - izrada plakata ili prezentacija o važnosti zaštite okoliša za zdravlje ljudi.	

9. razred osnovne škole /2 časa sedmično/66 časova godišnje/

Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA: **Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)**	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.9.1. Analizira tok evolucionih procesa u promjenjivim životnim uslovima Zemlje.	• Povezuje na primjeru moguće uzroke za nastanak novih osobina. • Objašnjava varijabilnost prostora i jedinki kao osnov evolutivnih promjena. • Na osnovu promjenjivih životnih uslova objašnjava evolucioni tok. • Objašnjava uzroke izvora analognih i homologih organa.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.2.4.**
Ključni sadržaji	
- Proces evolucije. - Dokazi evolucije. - Faktori evolucije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Razliku između hemijske i biološke evolucije temeljiti na nastanku složenijih hemijskih spojeva/razvoju složenijih organizama, a prijelaz na kopno povezati s prednostima novoga staništa (nenaseljenost, izvor hrane). U opisivanju faktora evolucije staviti naglasak na prirodni odabir i uticaj mutacija kao izvor raznolikosti. Naglasiti važnost specifičnih obilježja u evoluciji čovjeka (npr. uspravan hod), ali ne zahtijevati reprodukciju naziva i detaljnih opisa svih etapa u razvoju čovjeka.	

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.9.1. Analizira građu i funkciju ljudskih ćelija i tkiva, uspoređuje mitozu i mejozu.	• Analizira i objašnjava osnovne tipove ćelija (tjelesne i spolne), građu i funkciju ćelije kod čovjeka. • Istražuje tipove tkiva i njihove funkcije kod čovjeka. • Razlikuje osnovne tipove ćelijskih dioba na osnovu broja hromosoma (mitoza i mejoza). • Imenuje i opisuje ćelijske diobe prepoznavajući pojedine faze mitoze i mejoze pomoću slika, shema, modela.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Ćelija. - Dioba ćelije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri obradi nastavnih sadržaja preporučuje se polaziti od onoga što učenici/ce već znaju, te podsticati i usmjeravati njihovo razmišljanje do novih saznanja. Građu ćelije preporučuje se objasniti pomoću modela, slika i shema. Pri obradi potrebno je opisati ćelijski ciklus uz tumačenje interfaze i diobe. Naglasak staviti na razumijevanje ćelijskog ciklusa i njegovog značaja. Posmatrajući mitozu i mejozu učenici/ce uočavaju i ističu različitosti crtajući faze u svojim sveskama. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: upotreba modela, slika, shema (mogućnost primjene IKT-a); korištenje videopriloga/simulacija/animacija.	

B.9.2. Objašnjava strukturu i funkciju nasljednog materijala (DNK, RNK, hromosom, gen).	• Objašnjava građu i ulogu nukleinskih kiselina (DNK, RNK). • Povezuje replikaciju DNK s očuvanjem nasljedne informacije. • Opisuje odnos hromosom-molekula i DNK-gen. • Razlikuje gen, genom, genotip i fenotip.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.1.**
Ključni sadržaji	
- Nukleinske kiseline (DNK, RNK). - Hromosomi. - Gen.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri objašnjavanju građe i funkcije nasljednog materijala važno je ukazati da postoje ćelije sa diploidnim i haploidnim brojem hromosoma, da su hromosomi različitog izgleda i veličine te da je DNK dvostruki lanac nukleotida s osobinom udvajanja i da izgrađuje hromosome. Naglasak staviti na razumijevanje molekularne osnove bez suvišnih opisa procesa i pojmova. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: upotreba modela, slika, shema (mogućnost primjene IKT-a); korištenje video-priloga/simulacija/animacija.	
B.9.3. Objašnjava zakone nasljeđivanja osobina na jednostavnim primjerima.	• Povezuje građu DNK sa procesom biosinteze bjelančevina i nastankom osobina. • Objašnjava nasljeđivanje roditeljskih osobina na primjerima Mendelovih zakona.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.2.**
Ključni sadržaji	
- Biosinteza bjelančevina. - Mendelovi zakoni.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Potrebno je naglasiti da DNK ima ključnu ulogu u procesu biosinteze bjelančevina i na kraju na razvoj osobina. Objasniti zakone nasljeđivanja osobina eksperimentom na grašku (biljka crvenog i bijelog cvijeta) i zijevalicama (bijela i žuta boja cvijeta). Naglasiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou bez suvišnih opisa, procesa i pojmova. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - upotreba aplikacija ili grafičkih prikaza za prikazivanje ukrštanja (mogućnost primjene IKT-a); - upotreba crteža i križaljki za prikaz boje i oblika graška kroz dvije generacija nasljeđivanja.	
B.9.4. Razlikuje mutacije od modifikacija.	• Prepoznaje mutacije kao promjene nasljedne upute. • Opisuje značaj mutacija za evoluciju. • Objašnjava zajedničko djelovanje genotipa i faktora okoliša u stvaranju fenotipa.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.3.**
Ključni sadržaji	
- Mutacije. - Modifikacije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

Potrebno je objasniti da su mutacije sasvim nove osobine koje su rezultat promjene u rasporedu nukleotida u molekulama DNK. Za razliku od mutacija, modifikacije su nenasljedne promjene nastale pod utjecajem faktora okoliša. Poželjno je navesti primjere mutacija i modifikacija iz svog okruženja. Povezati mutacije i modifikacije sa nastankom sasvim novih osobina. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- upotreba videoisječaka/simulacija/animacija;
- upotreba slika (mogućnost primjene IKT-a).

B.9.5. Analizira utjecaj životnih uslova na evolutivne procese od postanka Zemlje pa do danas.	• Objašnjava važnost paleontologije i fosila kao dokaza evolucije. • Uspoređuje sličnosti i razlike između živih vrsta i fosila (evolutivni nizovi, prelazni oblici i morfološko-anatomski dokazi). • Opisuje selekciju i mutacije kao faktore evolucije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.6.**

Ključni sadržaji

- Pojam evolucije, prve ideje o postanku i evoluciji živog svijeta.
- Lamarkova i Darvinova teorija evolucije, dokazi i faktori evolucije živog svijeta, specijacija.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Dokaze evolucije preporučuje se objasniti kroz slikovite primjere. U opisivanju faktora evolucije naglasak staviti na prirodnu selekciju i uticaj mutacija kao izvor raznolikosti. Ukazati na važnost Darvina za razvoj evolucije. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- korištenje slika (mogućnost primjene IKT-a);
- korištenje videoisječaka/simulacija/animacija.

B.9.6. Istražuje o genetici i evoluciji.	• Koristi više relevantnih izvora podataka za istraživanje o genetici i evoluciji. • Izrađuje protokol za prikupljanje podataka o genetici i evoluciji koristeći s tabelarnim, grafičkim ili shematskim prikazima izrađenim uz pomoć IKT-a. • Izvještava o rezultatima istraživanja o genetici i evoluciji u pisanoj i verbalnoj formi. • Objašnjava značaj i utjecaj genetičkih otkrića.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.3.**

Ključni sadržaji

- Genetika.
- Evolucija.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup u ostvarenju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Važno je provesti analizu podataka dobivenih istraživanjem te raspraviti dobivene rezultate. Učenike/ce treba uputiti na istraživanje literature i upotrebu različitih izvora informacija (npr. internetski izvori) te potaknuti samokritičan odnos prema vlastitom radu i sposobnost uočavanja vlastitih pogrešaka tokom rada. Naglasak staviti prvenstveno na proces istraživanja a ne na dobiveni rezultat. Učenicima/cama se može zadati da istraže različite teme i predstave svoje istraživače projekte (u paru ili grupno). Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- istraživanje razlika biljaka iste vrste koje rastu u različitim uslovima;
- istraživanje o brojnosti pojedinih klasa kičmenjaka ili nekih grupa viših biljaka u BiH sa podacima brojnosti tih grupa neke druge zemlje u Evropi;

- istraživanje o fosilima, faktorima i dokazima evolucije.	
B.9.7. Izvodi praktične vježbe iz citologije i histologije.	• Prilikom izvođenja praktičnih vježbi iz citologije i histologije, razlikuju kontrolni i probni uzorak, postavljajući hipotezu i donoseći zaključak. • Izrađuju preparate za mikroskopiranje ćelija. Mikroskopiranje samostalno pripremljenih ili gotovih preparata npr. bukalnu sluz, faze ćelijske diobe, različite vrste tkiva. • Izrađuju modele ćelija i faza ćelijskog ciklusa.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**
Ključni sadržaji	
- Ćelija. - Dioba ćelije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kako bi što uspješnije razumjeli citologiju i histologiju, potrebno je da učenici/ce sami izvode praktične vježbe. Učenici treba da identificiraju faze mitoze i mejoze, uoče različitost ćelija i da istovrsne ćelije grade tkiva. Nastavnik/ca je moderator/ca koji potiče i usmjerava učenike. Preporučuje se dosljedna primjena sigurnosnih mjera pri izvođenju praktičnih vježbi. Takvi uslovi rada, doprinose sigurnost i lakšem postizanju radne atmosfere tj. ozbiljnijem radu učenika/ca. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: mikroskopiranje privremenih i trajnih preparata (bukalnu sluz, različite vrste tkiva, faze ćelijske dobe).	

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.9.1. Objašnjava i povezuje funkciju organa i organskih sistema u funkciji energijskih transformacija.	• Objašnjava metabolizam na nivou organa i organskih sistema. • Povezuje funkciju organa i organskih sistema u funkciji energijskih transformacija. • Povezuje metaboličke organske sisteme u cjelinu na nivou promjene tvari i energije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Organski sistemi čovjeka. - Metabolizam.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ukazati na važnost energije za: očuvanje stalne tjelesne temperature, izlučivanje tvari iz organizma, diobu ćelija, prijenos podražaja i obradu primljenih informacija, rast, razvoj... Povezati razvoj mozga s aerobnim životnim uslovima stavljajući u odnos njegove energijske potrebe s nadzornom ulogom. Povezanost energijske vrijednosti hrane s očuvanjem zdravlja moguće je objasniti na primjerima pretilosti i anoreksije. Ukazati na povezanost metaboličkih procesa na nivou ćelije s potrebama organizama. Komunikaciju među ćelijama posredstvom hormona objasniti na primjeru adrenalina koji se izlučuje u trenutku kad je potrebna velika količina energije. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - izvođenje eksperimenta – dokazivanje prisutnosti hranjivih tvari u namirnicama; - uspoređivanje kondicije sportaša i nesportaša (izdržljivost/oslobađanje energije);	

- uporeĎivanje aktivnosti igračaka koje obavljaju složene funkcije s punim, napola praznim i praznim baterijama; - korištenje videoisječaka/simulacija/animacija metaboličkih procesa.

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.9.1. Objašnjava i povezuje građu i funkciju organa i organskih sistema čovjeka.	• Određuje položaj organa i organskih sistema u tijelu. • Povezuje građu i ulogu organa i organskih sistema u organizmu. • Imenuje i opisuje najčešća oboljenja organa i organskih sistema ukazujući na važnost prevencije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Ljudska tkiva, organi i organski sistemi (koštano-mišićni, probavni, krvni, disajni, kožni, ekskretorni, nervni, čulni, endokrini, reproduktivni).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri obradi ovih sadržaja potrebno je naglasak staviti na usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do sistema organa. Povezati oblik i građu organa i organskih sistema s njihovom ulogom, te povezanost građe organskih sistema u cilju održavanja stalnih uslova u tijelu. Svaki organ doprinosi održavanju života. Bolesti opisati kroz mjere zaštite, uzročnicima i načinu obolijevanja, simptomima i liječenju. Naglasak staviti na razumijevanje očuvanja zdravlja. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - proučavanje građe organa/organskih sistema na modelima, slikama (mogućnost primjene IKT-a); - korištenje videoisječaka/simulacija/animacija anatomske građe i funkcioniranja različitih organa/organskih sistema.	
D.9.2. Razlikuje mutacije od modifikacija kod čovjeka.	• Razlikuje mutacije od modifikacije. • Razlikuje tipove gametskih mutacija kod čovjeka. • Iskazuje empatiju prema osobama s nasljednim bolestima.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.2.3.**
Ključni sadržaji	
- Mutacije; Modifikacije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Nasljedne bolesti kod čovjeka, uzrokovane mutacijama, preporučuje se objasniti na primjerima: hemofilije, daltonizma i mongoloidnosti. Modifikacije kod čovjeka opisati na primjerima (dobivanje tamne boje kože na suncu, povećanje broja eritrocita tokom boravka na planinama). Kroz razgovor sa učenicima istaći kako se treba ponašati u odnosu sa osobama pogođenim nasljednim bolestima. Važno je razvijati empatiju kod učenika prema osobama s genetskim poremećajima i ukazati na značaj prihvatanja različitosti i međusobnog poštovanja. Poseban naglasak staviti na etički i socijalni aspekt razumijevanja nasljednih bolesti. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - upotreba slika, modela koji prikazuju mutacije kod čovjeka; - korištenje videoisječaka/simulacija/animacija.	

D.9.3. Objašnjava filogeniju razvoja čovjeka.	• Povezuje evoluciju čovjeka sa utjecajem životnih uvjeta. • Prepoznaje ključne faze razvoja čovjeka (hominizacije) kroz geološke epohe. • Opisuje najvažnije predstavnike evolucijske linije čovjeka.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.2.5.**
Ključni sadržaji	
Antropogeneza.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Naglasak staviti na specifična obilježja u evoluciji čovjeka (npr. uspravan hod), ali ne zahtjeva reprodukciju naziva i detaljnih opisa svih etapa u razvoju čovjeka. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - korištenje slika i shema; - korištenje videoisječaka, filmova.	
D.9.4. Predlaže mjere prevencije koji doprinose vlastitom zdravlju, procjenjujući značaj genetike za ljudski život.	• Identifikuje mutagene faktore štetne po zdravlje čovjeka. • Objašnjava primjenu znanja i otkrića iz genetičkog inžinjerstva i biotehnologije u cilju unapređenja kvalitete života.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Mutacije. - Modifikacije. - Značaj genetike. - Genetički inženjering. - Biotehnologija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U okviru ove teme, bitno je prvo upoznati učenike da su uzroci mutacija raznoliki: različite hemijske tvari, različite vrste zračenja (svjetlosno, atomsko, kosmičko i dr.) neki živi organizmi ili njihovi produkti (virusi, bakterije). Zatim naglasiti da pretjerano izlaganje suncu ljudskog tijela može biti veoma štetno i opasno za zdravlje ljudi. Važno je raspraviti o značaju dostignuća iz genetike i primjeni u raznim ljudskim djelatnostima: poljoprivredi (npr. povećanje u proizvodnji hrane), industriji i medicini (genska dijagnostika i genska terapija) također, ima značaj i u sudstvu (npr. identifikacija DNK). Današnje spoznaje iz genetike daju nadu da će većina nasljednih bolesti moći biti izliječene. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: korištenje videoisječaka/simulacija/animacija.	
D.9.5. Kritički razmatra mjere prevencije koje doprinose vlastitom zdravlju.	• Primjenjuje znanja i postupke o mjerama zaštite od različitih vrsta toksikomanija. • Iznosi stavove o odgovornom spolnom ponašanju i zaštiti koja smanjuje rizik od prenošenja spolnih bolesti.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.2.**
Ključni sadržaji	
- Toksikomanije. - Planiranje porodice; Higijena spolnih organa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

Kad god je to moguće, potrebno je za cilj nastavnog sata imati rješavanje odgovarajućeg problema ili dobivanje odgovora na neko postavljeno pitanje. Naglasak staviti na zdrav život bez ovisnosti. Naglasiti da odgovorno spolno ponašanje ne podrazumijeva samo održavanje spolnog zdravlja i razlikovanja metoda kontracepcije, već i suzdržavanje od preranih spolnih odnosa. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: diskusija o negativnom utjecaju toksikomanija na zdravlje centralnog nervnog sistema, kontracepciji i sl., uz navođenje i argumentiranje vlastitih stavova.	
D.9.6. Istražuje o anatomiji i fiziologiji čovjeka.	• Koristi više relevantnih izvora podataka za istraživanje o sastavu ljudskog tijela. • Izrađuje protokol za prikupljanje podataka o sastavu ljudskog tijela koristeći se tabelarnim, grafičkim ili shematskim prikazima izrađenim uz pomoć IKT-a. • Izvještava o rezultatima istraživanja o sastavu ljudskog tijela u pisanoj i verbalnoj formi.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.1.**
Ključni sadržaji	
Organski sistemi: koštano-mišićni, probavni, krvni, disajni, kožni, ekskretorni, nervni, čulni, endokrini, reproduktivni.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup u ostvarenju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Važno je provesti analizu podataka dobivenih istraživanjem te raspraviti dobivene rezultate. Učenike/ce treba uputiti na istraživanje literature i upotrebu različitih izvora informacija (npr. internetski izvori) te potaknuti samokritičan odnos prema vlastitom radu i sposobnost uočavanja vlastitih pogrešaka tokom rada. Naglasak staviti prvenstveno na proces istraživanja a ne na dobiveni rezultat. Učenicima/cama se može zadati da istraže različite teme i predstave svoje istraživače projekte (u paru ili grupno). Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje o vlastitom tijelu; istraživanje zašto nastaje višeplodna trudnoća; - istraživanje o znakovima trudnoće; istraživanje ko su davaoci krvi iz njihove bliže okoline.	
D.9.7. Istražuje o genetici čovjeka i antropogenezi.	• Koristi više relevantnih izvora podataka za istraživanje o genetici i evoluciji čovjeka. • Izrađuje protokol za prikupljanje podataka o genetici i evoluciji čovjeka koristeći se tabelarnim, grafičkim ili shematskim prikazima izrađenim uz pomoć IKT-a. • Izvještava o rezultatima istraživanja o genetici i evoluciji čovjeka u pisanoj i verbalnoj formi.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.2.**
Ključni sadržaji	
- Genetika; Antropogeneza.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup u ostvarenju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Važno je provesti analizu podataka dobivenih istraživanjem te raspraviti dobivene rezultate. Učenike/ce treba uputiti na istraživanje literature i upotrebu različitih izvora informacija (npr. internetski izvori) te potaknuti samokritičan odnos prema vlastitom radu i sposobnost uočavanja vlastitih pogrešaka tokom rada. Naglasak staviti prvenstveno na proces istraživanja a ne na dobiveni rezultat. Učenicima/cama se može zadati da istraže različite teme i predstave svoje istraživačke projekte (u paru ili grupno). Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:	

- istraživanje nasljeđivanja jedne ili više osobina u svojoj porodici s pomoću prikaza porodičnog stabla upotrebom odgovarajuće simbolike;
- istraživanje o promjeni boje kože pod utjecajem sunčevog zračenja i značaju ove modifikacije za čovjekov život;
- istraživanje fosila i dokaza o evoluciji čovjeka.

D.9.8. Izvodi praktične vježbe o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi, genetike, zdravlju i očuvanju zdravlja čovjeka.	• Izvodi eksperimente o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi uz navođenje nastavnika. • Razlikuje kontrolni i probni uzorak, postavlja hipotezu i donosi zaključak prilikom izvođenja eksperimenta o sastavu ljudskog tijela i antropogenezi. • Izvodi praktične vježbe iz pružanja prve pomoći kod različitih povreda i stanja. • Izrađuje modele iz genetike. • Izvodi samostalno praktične vježbe i eksperimente iz genetike i genetičkog inženjeringa primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja eksperimenta. • Izrada aplikacija ili grafičkih prikaza.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.4.**

Ključni sadržaji

- Sastav ljudskog tijela; Antropogeneza; Genetika; Evolucija.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Nastavnik/ca je moderator/ca koji potiče i usmjerava učenike. Preporučuje se dosljedna primjena sigurnosnih mjera pri izvođenju praktičnih vježbi. Takvi uslovi rada doprinose sigurnost i lakšem postizanju radne atmosfere tj. ozbiljnijem radu učenika/ca. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- proučavanje građe organa na prirodnome materijalu (pluća, bubreg, oko);
- razdvajanje mišićnih vlakana na životinjskom tkivu; mikroskopiranje trajnih preparata koštanog tkiva;
- eksperiment dokazivanja neorganskih i organskih tvari u kostima;
- mikroskopiranje krvnih ćelija;
- mjerenje krvnog pritiska i pulsa; ispituje masnoću svoje kože;
- prave otiske prsta palca i uspoređuju njihov izgled;
- eksperiment sa zonama okusa na jeziku; izrada modela zubala;
- uvježbavanje osnovnih postupaka pružanja prve pomoći;
- izrada modele nukleinskih kiselina i čovjekovih hromosoma;
- izrada modele mutacije DNK;
- eksperiment proizvodnje jogurta;
- izrada aplikacija ili grafičkih prikaza za prikazivanje ukrštanja upotrebom IKT-a i analiziranje frekvencije genotipa i fenotipa u Mendelskim ukrštanjima;
- analiza primjera iz svakodnevnog života koji pokazuju štetan uticaj mutagenih faktora i korisnost genetičkih otkrića;
- prikazivanje edukativnih video-materijala o biotehnologiji i genetičkom inžinjeringu;
- vođenje rasprave ili izrada plakata/postera s prijedlozima preventivnih mjera za očuvanje zdravlja.

OPĆA GIMNAZIJA

I razred opće gimnazije /2 časa sedmično/70 časova godišnje/

Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA **Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)**	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.I.1. Analizira povezanost biologije sa drugim naukama.	• Objašnjava položaj prirodnih nauka. • Procjenjuje sličnosti između prirodnih i društvenih nauka. • Definira položaj biologije kao prirodne nauke. • Analizira metode proučavanja u biologiji kao prirodnoj nauci. • Analizira međuzavisnost prirodnih nauka sa razvojem poljoprivrede, industrije, kulture i civilizacije. • Analizira primjenu bioloških otkrića u svakodnevnom životu.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
- Osnovne odlike biologije kao prirodne nauke. - Povezanost biologije sa društvenim naukama. - Metode proučavanja u biologiji.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Važnost prirodnih nauka naročito biologije objasniti kroz historiju, značajna otkrića (mikroskop, penicillin itd). Povezati biologiju sa drugim prirodnim naukama kroz primjere iz biohemije, biofizike, matematike i geografije. Navesti osnovnu poveznicu sa društvenim naukama a to je čovjek te opisati ga kao biološko i društveno biće. Opisati metode proučavanja u biologiji i osnovne odlike živih bića. Ishod se može realizovati putem izrade portofolija gdje bi se navele sve sličnosti sa ostalim naukama kako prirodnim tako i društvenim.	

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.I.1. Uporeduje temeljna obilježja organiziranosti kod različitih skupina biljaka.	• Razlikuje najvažnije skupine biljaka. Uporeduje osnovne odlike građe kod različitih skupina biljaka. • Uporeduje različite načine razmnožavanja biljaka. • Opisuje osnovne karakteristike predstavnika biljaka. • Opisuje osnovne karakteristike gljiva i njihovu raznolikost te ulogu lišajeva kao bioindikatora.

	• Procjenjuje značaj biljaka za čovjeka.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Biosistematika biljaka. - Prokarioti i eukarioti (osnovne odlike građe, razmnožavanje i karakteristike). - Osnovne karakteristike i raznolikost algi, gljiva i lišajeva. - Uporedba u građi, karakteristikama i razmnožavanju kod mahovina, papratnjača i sjemenjača.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Za postizanje ishoda potrebno je usporediti temeljne odlike organiziranosti biljaka (mahovina, papratnjača, golosjemenjača, skrivenosjemenjača). Pri tome je važno njihovu građu i funcioniranje staviti u širi kontekst, uspoređujući ih s drugim skupinama organizama, kao što su prokarioti, alge, gljive i lišajevi. U uporedbi temeljnih obilježja skupine odabrati, po mogućnosti, predstavnike skupina koji su učenicima bliski i lako prepoznatljivi te odabrati samo obilježja skupine koja su nužna za razumijevanje općega plana građe i funkcioniranja predstavnika te skupine. Ishod se može ostvariti na metodi determinacije biljaka na primjeru golosjemjenjača, monokotila i dikotila, izradom portofolija sa osnovnim karakteristikama predstavnika, itd. Razgovarati o ekonomskoj i ekološkoj važnosti biljaka.	
B.I.2. Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu.	• Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu. • Objašnjava potrebu klasficiranja živog svijeta. • Uspoređuje građu organskih sistema organizama na različitim razinama složenosti. • Povezuje ključne faktore bitne za prilagođavanje građe tijela sa uslovima staništa. • Uspoređuje funkcije organela, organa i organskih sistema od jednoćelijskih organizama do sisara. • Uspoređuje različite načine razmnožavanja u svakoj skupini koja čini biosistematiku životinja. • Opisuje karakteristične predstavnike različitih skupina živih bića. • Opisuje viruse kao infektivne čestice koje se mogu razmnožavati samo u živom biću.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Biosistematika životinja. - Osnovne karakteristike virusa (razmnožavanje u živim bićima npr. HIV). - Prilagodljivost organizama na životne uslove. - Komparativni prikaz načina razmnožavanja od jednoćelijskih organizama do sisara; Tipični predstavnici skupina. - Funkcije organela, organa i organskih sistema u predstavnika različitih skupina.	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kod ostvarivanja ovog ishoda bitno je naglasiti povezivanje usložnjavanja u građi tijela sa pojavom novih osobina koja se prvenstveno odnose na prilagođavanje na uslove staništa kao što je npr. život u vodi, izlazak na kopno, itd. Izabrati predstavnike kod kojih se javljaju bitnije evolucijske promjene te na njima objasniti prilagođavanje i preživljavanje organizama. Uporediti funkcije organela, organa i organskih sistema na konkretnim primjerima npr. izmjena gasova ili disanje (ćelijska membrana, koža, škrge, pluća). Izvršiti komparativni pregled osnovnih karakteristika između praživotinja, spužvi, glista, zglavkara, mekušaca, bodljokožaca, hordata, riba, vodozemaca, gmizavaca i ptica. Navesti osnovne karakteristike virusa, njihov način razmnožavanja, istaći primjer HIV-a. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: mikroskopiranje protozoa, disekcija ribe, žabe; gledanje dokumentarnih emisija o evoluciji životinja i njihovom prilagođavanje uslovima staništa; izradom komparativne tabele koje prikazuju građu i funkciju organskih sistema kod različitih skupina životinja; pripremanje videoisječaka o predstavnicima skupina (korištenje IKT-a).	
B.I.3. Interpretira i vrednuje rezultate iz različitih izvora o prilagodbi organizama na uslove staništa služeći se stručnom terminologijom.	• Prikuplja podatke uz donošenje zaključaka. Istražuje različite izvore informacija. • Analizira podatke koristeći stručnu literaturu. • Interpretira rezultate o prilagodbi organizama (od jednoćelijskih do sisara) na uslove staništa. • Prikazuje rezultate tabelarno ili grafički koristeći IKT-u.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.1.**
Ključni sadržaji	
- Biosistematika živog svijeta. - Izbor literature. - Korištenje grafičkih i tabelarnih prikaza.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarenju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Provesti analizu podataka dobivenih te raspraviti dobivene rezultate. Važno je i uputiti učenike da nisu svi izvori informacija pouzdani (npr. blog, forum, Wikipedia) te potaknuti razvoj kritičkoga odnosa prema vlastitome radu i sposobnosti uočavanja vlastitih pogrešaka tokom rada. Prikazati rezultate istraživanja u obliku tabela, grafikona ili prezentacija. Naglasak staviti prvenstveno na proces istraživanja, a ne na dobiveni rezultat. Može se pratiti životni ciklus različitih organizama koristeći se izvornom stvarnošću (leptiri, žaba, biljke i dr.).	
B.I.4. Uspoređuje obilježja svih grupa životinja sa klasom sisara kao najvećim stepenom evolutivnog razvitka.	• Uspoređuje građu organskih sistema sisara sa drugim organizmima. • Uspoređuje način razmnožavanja sisara. • Uspoređuje temeljna obilježja predstavnika unutar skupine sisara. • Povezuje faktore prilagođavanja građe tijela sa staništem različitih skupina sisara.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Opće odlike sisara, njihova građa i razmnožavanje. - Tipični predstavnici sisara.	

Preporuke za ostvarenje ishoda	
Navesti osnovne odlike, građu organskih sistema i način razmnožavanja kod sisara i povezati sa temeljnim obilježjima ostalih skupina životinja. Izabrati predstavnike kod kojih se javljaju bitnije evolucijske promjene te na njima objasniti prilagođavanje i preživljavanje organizama. Uporediti osnovne funkcije organa na konkretnim primjerima. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: organizovanje izleta u prirodu radi posmatranje životinjskog svijeta; posjete prirodnim muzejima radi uočavanja obilježja organizama koja su evoluirala tokom godina; izradom komparativne tabele koje prikazuju građu organskih sistema i načine razmnožavanja kod sisara i drugih skupina životinja; gledanje dokumentarnih emisija o evoluciji sisara i njihovoj prilagodbi uslovima staništa; i korištenje IKT-e za formiranje prezentacija i videosnimaka.	
B.I.5. Objašnjava filogenezu živog svijeta.	• Definira i objašnjava pojmove filogeneze i filogenije. • Objašnjava proces filogeneze kod biljnih organizama. • Analizira pretpostavke nastanka najjednostavnijih višećelijskih organizama. • Analizira biljni i životinjski svijet Bosne i Hercegovine s naglaskom na endemske vrste.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.5.**
Ključni sadržaji	
- Filogeneza biljnog i životinjskog svijeta. - Flora i fauna Bosni i Hercegovine.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pomoću pojednostavljenih prikaza, shema ili grafika prikazati i objasniti filogenezu biljnog i životinjskog svijeta. Objasniti pretpostavke nastajanja najjednostavnijih višećelijskih organizama na primjeru izumrlih prabičara. Navesti endemske vrste biljaka i životinja na području Bosne i Hercegovine te način na koji se vrši njihova zaštita. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - posjete i izleti na planine radi uočavanja endemskih vrsta i upoznavanja flore i faune BiH; - upotreba IKT-a radi formiranja shema filogeneze biljnog i životinjskog svijeta.	

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.I.1. Povezuje građu ćelije sa njenom funkcijom.	• Upoređuje razlike između biljne i životinjske ćelije. • Upoređuje način funkcionisanja prokariotske i eukariotske ćelije. • Upoređuje građu i funkciju ćelijske membrane sa građom i funkcijom ćelijskog zida. • Analizira funkcije svih ćelijskih organela. • Povezuje važnost ćelijskog jedra sa razmnožavanjem.

	• Uočava razliku između aktivnog i pasivnog transporta supstanci.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Građa biljne i životinjske ćelije. - Ćelijske organele (građa i funkcija). - Uporedba u građi i funkciji ćelijske membrane i ćelijskog zida. - Građa ćelijskog jedra i njegova važnost u razmnožavanju i nasljeđivanju. - Uporedbe između aktivnog i pasivnog prenosa supstanci.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod se može ostvariti najbolje preko laboratorijskih vježbi kao što su mikroskopiranje biljne (npr. lukovica) i životinjske ćelije (npr. epitel usne šupljine). Pasivni prenos supstanci objasniti na primjerima difuzije, osmoze i dijalize a aktivni na transportu Na+ i K+ jona. Prokariotsku i eukariotsku ćeliju i njihovo usložnjavanje moguće je objasniti na modelima sa posebnim naglaskom na ćelijske organele njihovu građu i funkciju. Mogu se koristiti i različiti videomaterijali (upotreba IKT-a) kako bi se uočile razlike u građi ćelija, smještaj organela u ćelijama, prenos tvari i sl.	
C.I.2. Uspoređuje životne cikluse od ćelije do višećelijskih organizama.	• Analizira ćelijski ciklus. • Uspoređuje različite načine razmnožavanja. • Objašnjava prednosti i nedostatke pojedinih načina razmnožavanja. • Povezuje mitozu/mejozu sa nastankom tjelesnih/spolnih ćelija. • Objašnjava važnost mejoze i spolnoga načina razmnožavanja za evoluciju te suštinu i smisao razmnožavanja.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Ćelijski ciklusi (mitoza i mejoza). - Različiti načini bespolnog i spolnog razmnožavanja. - Značaj mejoze i spolnog načina razmnožavanja za razvoj evolucije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uspoređivanje sistema parenja, razvoja, sazrijevanja, rasprostranjivanja organizama različitih vrsta može se objasniti na primjerima oprašivanja, oplodnje i sl. Uporediti tok života različitih ćelija i organizma: nastanak/rođenje, diferencijacija/razvoj, smrt. Naglasak staviti na razumijevanje ćelijskog ciklusa i njegovog uticaja na životni ciklus organizma. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: debata o prednostima i nedostacima spolnog i bespolnog razmnožavanja kod različitih organizama, promatranje samostalno izrađenih mikroskopskih preparata: faze ćelijskih dioba, pupanje kvasca; izrada modela ćelijskih dioba; korištenje videoisječaka/simulacija/animacija životnih ciklusa ćelije (upotreba IKT-a).	
C.I.3. Analizira biohemijski sastav i fizičko-hemijska svojstva protoplazme.	• Uspoređuje funkcije organskih i neorganskih sastojka protoplazme. • Objašnjava razlike u koloidima. • Objašnjava pojmove koagulacije, bubrenja, gel i sol stanja protoplazme.

	• Učenik može da opiše funkciju proteina u ćeliji.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Organski i neorganski sastav protoplazme. - Fizičko-hemijska svojstva protoplazme (koloidi, koagulacija, sol i gel stanje).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti na primjeru želatine sol i gel stanje protoplazme. Objasniti razliku hidrofobnih i hidrofilnih rastvora (na primjeru AgCl i želatine). Navesti značaj vode kao glavne neorganske komponente za funkciju ćelije. Objasniti funkciju i značaj organskih komponenata (ugljikohidrati, masti i proteini). Ishod se može ostvariti na sljedeći način: - eksperimentalnom vježbom uočavanja sol i gel stanja; - upotrebom IKT-a za gledanje videoisječaka i pripremu prezentacija.	
C.I.4. Objašnjava organske sisteme i njihovu funkciju.	• Uporeduje građu i funkciju različitih biljnih tkiva. • Uporeduje građu i funkciju različitih životinjskih tkiva. • Objašnjava važnost organskih sistema sa njihovom funkcijom. • Analizira građu kože i skeleta. Uporeduje građu organa za disanje tokom evolutivnog razvitka kod živih bića. • Uporeduje načine cirkulacije kod različitih živih bića. • Uporeduje sisteme organa za izlučivanje i endokrini sistem kod različitih skupina živih bića. • Razlikuje vrste nervnih sistema.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Biljna i životinjska tkiva. - Životinjski organizam i organski sistem (koža, organi za potporu i kretanje, probavu, disanje i cirkulaciju). - Sistem organa za izlučivanje, nervni (živčani) sistem, čula i sistem organa za razmnožavanje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Opisati građu biljnih i životinjskih tkiva kao važnih elemenata za organizam živih bića. Potrebno je naglasiti funkcije organskih sistema za organizam. Objasniti važnost kože i njenu zaštitnu ulogu. Na primjerima predstavnika skupina živih bića objasniti razvijanje organa za disanje tokom evolucije. Objasniti zatvoreni i otvoreni tip cirkulacije. Objasniti organe za izlučivanje od organela do razvitka organskog sistema. Navesti tipove nervnog sistema. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: mikroskopiranje biljnih i životinjskih tkiva; gledanje video snimaka koji se odnose na građu i funkciju organski sistema; korištenje modela i dijagrama za usporedbu građe i funkcije organskih sistema; upotreba različitih atlasa.	

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE

Ishod učenja	Razrada ishoda
D.I.1. Analizira utjecaj biljnog i životinjskog svijeta na čovjeka.	• Uspoređuje uticaj simbiotskih i parazitskih bakterija na organizam čovjeka. • Uspoređuje pozitivne i negativne strane gljiva. • Analizira utjecaj čovjeka na opstanak biljnog i životinjskog svijeta. • Analizira pozitivan i negativan utjecaj životinjskog svijeta na život čovjeka. • Analizira utjecaj vakcina (cjepiva) na zdravlje čovjeka.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.2.5.**
Ključni sadržaji	
- Biosistematika biljaka i životinja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti važnost bakterija za održavanje prirodne crijevne flore kod čovjeka te navesti oboljenja koja mogu izazvati (tuberkuloza, sifilis, crijevna oboljenja itd.), upotreba vakcine i antibiotika. Na primjeru penicilina objasniti važnost gljiva za organizam čovjeka. Potrebno je objasniti pozitivan i negativan uticaj čovjeka na opstanak biljnog i životinjskog svijeta na konkretnim primjerima (sadnja i briga o raznovrsnim biljkama, uzgoj životinja, stvaranje rezervata radi zaštite životinja, sječa šuma, lov na životinje, industrija i njen negativni uticaj itd.). Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: upotreba IKT-a radi gledanja videosnimaka o utjecaju biljnog i životinjskog svijeta na čovjeka i obrnuto.	

II razred opće gimnazije/ 2 časa sedmično/70 časova godišnje/

Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA **Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)**	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.II.1. Objašnjava obilježja živog i neživog.	• Navodi osnovne nivoe i stupnjeve integracije. • Objašnjava međuzavisnost osobina živih bića na različitim nivoima ekološke organizacije prirode (jedinka, populacija, biocenoza, ekosistem, biom i biosfera). • Razlikuje na primjerima organizacijske nivoe prirode. • Uspoređuje složenost organizacijskih nivoa od jedinke do biosfere. • Analizira tipove ekosistema, utvrđujući njihove razlike.

	• Analizira utjecaj živih bića na biogeohemijske cikluse u biosferi. • Argumentuje važnost pojedinih molekula za prelazak iz neživog u živo.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Organizacijski nivoi prirode (jedinka, populacija, biocenoza, ekosistem, biom i biosfera). - Vodeni i kopneni ekosistemi. - Biogeohemijski ciklusi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U poretku temeljnih obilježja pojedinih nivoa ekološke organizacije prirode odabrati, po mogućnosti, obilježja koja su učenicima bliska, lako prepoznatljiva i koja su nužna za razumijevanje općeg plana povezanosti i funkcioniranja organizama u prirodi. Komparativni i egzemplarni pristup podučavanja kombinirati s preglednim grafičkim prikazom organizacijskih nivoa prirode u svrhu sistematiziranja i povezivanja znanja. Na taj će način učenici steći predodžbu o položaju glavnih organizacijskih nivoa prirode i njihovom međusobnom odnosu. Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti živog i neživog na različitim nivoima ekološke organizacije prirode. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su izrada grafičkih prikaza organizacijskih nivoa prirode (mogućnost primjene IKT-a), a može se zadati ekosistem ili se ekosistem daje na izbor učeniku.	
A.II.2. Objašnjava utjecaj prostora i faktora prostora na organizam (npr. svjetlost, toplota, klima...)	• Analizira i uspoređuje utjecaj pojedinih ekoloških faktora na razvoj i preživljavanje organizma (temperatura, svjetlost...). • Analizira utjecaj kompleksnih faktora sredine na organizme, interakcija (klima, tlo). • Interpretira postanak životnih formi sa faktorima sredine i evolucijom. • Objašnjava ekološku valencu na primjerima.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.2.1.**
Ključni sadržaji	
- Abiotički i biotički faktori. - Interakcije između živih organizama i okoliša. - Životne forme organizama. - Ekološka valenca.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri stavljanju u odnos uticaja abiotičkih i biotičkih faktora na homeostazu i reakciju organizma preporučuje se uzeti primjere manjka/viška vode, manjka/viška sunčeve svjetlosti, simbioza (npr. parazitizam), ponašanja vezano uz regulaciju tjelesne temperature i sl. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - posmatranje organizama u bliskom okolišu i opisivanje njihovih prilagodbi s obzirom na vrstu staništa, dostupnost hrane, vrstu hrane i način prehrane, sezonske promjene... - skiciranje, opis i argumentiranje prilagodbi važnih za preživljavanje organizama u uslovima staništa; - izvođenje eksperimenata: analiza osobina vode bitnih za živa bića; - istraživanje utjecaja rizičnih faktora na održavanje zdravlja živih bića;	

- uočavanje/istraživanje utjecaja abiotičkih i biotičkih faktora na populacije bliskog ekosistema, npr. može se usporediti vegetacija na osunčanoj/južnoj i zasjenjenoj/sjevernoj strani škole (karakteristične vrste, brojnost jedinki pojedine vrste i sl.), a postavljanjem termometra može se istovremeno pratiti utjecaj promjene temperature u pojedinim godišnjim dobima na vegetaciju ispitivanje ekološke termovalence na primjeru klijanja sjemenki (graha, pšenice ili sl.);
- istraživanje kako klimatske promjene utječu na distribuciju i ponašanje organizama.

A.II.3. Objašnjava strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i organizma i sredine.	• Analizira geografske i prirodne procese i utvrđuje njihov utjwcaj na životnu sredinu. • Stavlja u vezu živa bića u vodenim i kopnenim ekosistemima (složeni lanci ishrane). • Objašnjava postojanje raznolikosti živih bića na Zemlji stavljajući ih u vezu s promjenama životne sredine. • Povezuje recentni biodiverzitet na Zemlji sa geomorfologijom, klimom, historijskim promjenama i evolucijom. • Uporeduje uspješnost prilagodbi na primjerima autohtonih, alohtonih i invazivnih stranih vrsta. • Prepoznaje ugrožene vrste na lokalnom i globalnom nivou procjenjujući razloge njihove ugroženosti.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.2.2.**

Ključni sadržaji

- Distribucija klime, zemljišta i biocenoza na Zemlji.
- Vodeni i kopneni ekosistemi.
- Hranidbeni lanci.
- Interakcije između živih organizama i okoliš.
- Biodiverzitet.
- Autohtone, alohtone i strane invazivne vrste.
- Ugrožene vrste na lokalnom i globalnom nivou.
- Uzroci ugroženosti različitih vrsta.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Pri objašnjavanju uspješnosti prilagodbi poželjno je proučiti autohtone/alohtone/invazivne strane vrste koje rastu u bliskoj okolini. Naglasiti negativan uticaj invazivnih stranih vrsta na biodiverzitet, na zdravlje ljudi ili privredu te naglasak staviti na razumijevanje važnosti prilagodbi. U učenju i podučavanju mogu se učenicima predstaviti poznate i bliske prirodne nepogode te njihove posljedice. Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti prilagodbi i životnih uslova.

Analizirati karte distribucije bioma na Zemlji i povezati ih s klimatskim uslovima. Učenici izrađuju karte rasprostranjenosti alohtonih i invazivnih vrsta u BiH (npr. ambrozija, kaulerpa, kalifornijska pastrmka) i povezuju ih s faktorima ugrožavanja prirodnih staništa (npr. urbanizacija, poljoprivreda). Analiziraju se posljedice prisustva invazivnih vrsta na ekosisteme i autohtone vrste, uz korištenje lokalnih primjera. Aktivnost može uključivati terenski rad u okolini škole, identifikaciju vrsta, fotografisanje, bilježenje lokacija i izradu mape invazivnih biljaka ili životinja.

A.II.4. Utvrđuje uzroke poremećaja žive i nežive prirode i važnost očuvanja njihovih odnosa u geobiosferi.	• Raspravlja o zaštićenim područjima Bosne i Hercegovine, donosi zaključak o stepenu njihovog ugrožavanja. • Potkrepljuje dokazima utjecaj čovjeka na globalne efekte zagađenja i raspravlja o mogućnostima održivog razvoja. • Analizira i stavlja u vezu ekonomski razvitak s prirodnim bogatstvima u prostoru življenja. • Prepoznaje ugrožene vrste na lokalnoj i globalnoj razini procjenjujući razloge njihove ugroženosti. • Objašnjava na primjerima potrebu zaštite određenih vrsta i pojedinih prirodnih staništa te područja Bosne i Hercegovine. • Potkrepljuje valjanim dokazima (argumentima) i predlaže mjere za očuvanja prirodnih bogatstava i zaštićenih područja.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.3.1.**

Ključni sadržaji

- Mehanizmi održavanja uravnoteženoga stanja u prirodi.
- Antropogeni uticaj na dinamičku ravnotežu.
- Kategorije zaštite prirode.
- Primjeri zaštićenih vrsta, staništa i područja.
- Uticaj okoliša na zdravlje.
- Održivi razvoj.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Uzroci ugroženosti i stepen ugroženosti pojedinih vrsta mogu se naći u nacionalnim i globalnim Crvenim knjigama/listama. Preporučuje se posjeta nekom od zaštićenih područja BiH. Važnost očuvanja biodiverziteta za čovjeka može se objasniti kroz usluge ekosistema na nacionalnim primjerima (npr. važnost prirodnih poplavnih područja u svrhu reguliranja vodostaja velikih rijeka, uloga polinatora u proizvodnji hrane i dr.), a odgovornost čovjeka kroz održivo korištenje ili tematiku trgovine i prekograničnog prometa ugroženim vrstama. Naglasak staviti na razumijevanje čovjekova uticaja na uravnoteženo stanje u prirodi i biodiverzitet s aspekta održivoga razvoja. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- upoznavanje institucija vezanih uz zaštitu prirode i okoliša u BiH;
- istraživanje stanja okoliša i antropogenog uticaja u lokalnoj zajednici, odnosa broja stanovnika, privredne situacije i/ili stanja okoliša;
- izrada tematske karte s prikazom zaštićenih područja BiH i karakterističnih endemskih i ugroženih vrsta koje ih nastanjuju (npr. čovječja ribica, Pančićeva omorika, bosanski ljiljan) - grupni rad ili projektna nastava, digitalni alati za mapiranje;
- izvođenje eksperimenta – nastanak i djelovanje kiselih kiša;
- istraživanje i usporedba vrsta na prirodnim i antropogenim staništima;
- organizovanje kampanje za podizanje svijesti o važnosti recikliranja i smanjenja svih vrsta otpada - razvrstavanju otpada i načine upravljanja otpadom (od prikupljanja, sortiranja do nastanka sekundarnih sirovina).

A.II.5. Argumentuje važnost očuvanja prirode radi održivosti biodiverziteta.	• Raspravlja o globalnim posljedicama prouzrokovanim neskladom žive i nežive prirode pogubnim za život na Zemlji. • Potkrepljuje dokazima posljedice globalnih klimatskih promjena u prostoru življenja i predlaže modele za unapređenje. • Utvrđuje važnost postojanja raznolikosti gena, vrsta i ekosistema za održivost života u prostoru življenja. • Raspravlja o prednostima i nedostacima genetički modificiranih organizama i njihovom utjecaju na uravnoteženo stanje u prirodi. • Zauzima stav i predlaže mjere za održivi razvoj na osnovu procjene stanja ekosistem.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.3.2.**

Ključni sadržaji

- Prednosti i nedostaci genetički modificiranih organizama.
- Uticaj genetički modificiranih organizama na uravnoteženo stanje u prirodi.
- Rizici primjene biotehnologije i kontroliranoga križanja.
- Važnost očuvanja bioraznolikosti za stabilnost ekosistema i čovjekov opstanak.
- Odgovornost ljudi u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi i očuvanju bioraznolikosti.
- Uzroci ugroženosti vrsta i populacija.
- Mehanizmi održavanja uravnoteženoga stanja u prirodi.
- Održivi razvoj.
- Prirodne katastrofe i okoliš (poplava, grad, suša, požar).

Preporuke za ostvarenje ishoda

Prednosti i nedostatke genetički modificiranih organizama i njihov utjecaj na uravnoteženo stanje u prirodi objasniti na primjeru kvasca koji proizvodi inzulin i genetički modificiranog kukuruza. Raspraviti o rizicima primjene kontroliranog križanja i umjetne selekcije na pasminama pasa ili drugih umjetno dobivenih pasmina/sorti. Čovjekov utjecaj na vlastitu evoluciju i evoluciju živoga svijeta moguće je objasniti na primjerima suzbijanja i liječenja različitih bolesti, transplantacije organa, unošenja stranih vrsta (npr. invazivne strane vrste), uništavanja staništa, promjene zalihe gena (stare sorte npr. jabuka) i sl. Antropogeni utjecaji mogu se analizirati na pozitivnim i negativnim primjerima (npr. utjecaj zagađenja voda na održivost vodenih ekosistema, restauracija staništa: pošumljavanje degradiranih staništa). Podaci iz Crvenih knjiga mogu se povezati s važnošću postojanja mehanizama zaštite (npr. ekološka mreža Natura 2000). Utjecaj onečišćenja na zdravlje može se objasniti s aspekta uticaja ksenobiotika, buke, zračenja, (ne) higijene okoliša i sl. Naglasak staviti na razumijevanje načela održavanja uravnoteženog stanja u prirodi. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- posjeta ustanovi/tvornici ili
- intervjuiranje osoba uključenih u procese zaštite prirode / uključenih u odlučivanje o primjeni GMO-a i sl.
- organizovanje debata ili radionica o prednostima i nedostacima genetički modificiranih organizama;
- pisanje eseja: „Može li biotehnologija pomoći u očuvanju biodiverziteta“;
- analiza naučnih članaka o utjecaju klimatskih promjena na ekosistem;
- izrada plana održivog razvoja za školu ili lokalnu zajednicu;

- istraživanje kako prirodne katastrofe utječu na bioraznolikost.	
A.II.6. Interpretira i vrednuje rezultate iz različitih izvora o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja služeći se stručnom terminologijom.	• Interpretira i vrednuje zaključke o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja na osnovu prikupljenih informacija iz različitih izvora. • Stavlja u vezu povezanost strukturnih i funkcionalnih svojstva žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja koristeći se različitim izvorima. • Komunicira verbalno i pisano o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja služeći se stručnom terminologijom i IKT-om.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.2.**
Ključni sadržaji	
- Formuliranje ciljeva istraživanja i hipoteza. - Korištenje grafičkim i tabelarnim prikazima. - Izbor pouzdane literature. - Ispravno navođenje literature (u tekstu i na kraju teksta). - Pisanje kraćih rasprava i zaključaka. - Kvalitativna i kvantitativna analiza podataka dobivenih. - Istraživanjem te raspravljanje rezultata. - Kritički odnos prema vlastitome radu i uočavanje vlastitih pogrešaka tokom rada.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Preispitivanje utjecaja ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja onečišćenja može se objasniti u kontekstu održivoga razvoja, dinamičke ravnoteže u ekosistemu, obnovljivih izvora energije, zagađenja, onečišćenja, poremećaja uravnoteženog stanja i sl. Važno je komentirati prednosti i nedostatke obnovljivih izvora energije, pročistača otpadnih voda, važnost studija utjecaja na okoliš i sl. Potrebno je raspraviti opravdanost izrade herbarija, zbirki životinja, važnost zaštite ugroženih vrsta te zaštite prirode. Izraditi terarij ili akvarij. Opisati na primjeru važnost reintrodukcije (npr. reintrodukcija dabra/risa). Uticaj bolesti na populacije i ljudsko društvo moguće je objasniti na primjeru kuge, ptičje gripe, malarije i sl. Potrebno je upoznati učenike sa zaštitom autorskih prava pri korištenju literaturom, tekstovima, fotografijama, crtežima i skicama. Ovaj ishod ostvaruje se aktivnostima i sadržajima ostalih ishoda 2. razreda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: vođenje rasprave o odabranim temama (ovisno o interesu učenika /aktuelnosti teme) argumentirajući vlastite stavove i uvažavajući stavove drugih.	
A.II.7. Izvodi praktične radove služeći se mjernim i optičkim instrumentima (mikroskop, lupa) i laboratorijskom opremom za stjecanje informacija i predstava o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode.	• Izvodi kompleksne praktične radove u prirodi i laboratoriji služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i IKT.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.4.**
Ključni sadržaji	
- Aktuelni etički problemi u biološkim otkrićima.	

- Primjena bioloških istraživanja i otkrića.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarivanju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishod se treba ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom integrirano s ostalim ishodima 2. razreda te provođenjem projekata. Prijedlozi učeničkih projekata: - Istražiti životne uslove okoliša i povezati ih s antropogenim utjecajem. - Istražiti ugrožene vrste bliskog okoliša. - Istražiti potrošnju energije/vode u svom stanu tokom određenoga vremenskog razdoblja, odrediti najveće potrošače i predložiti moguće načine uštede. - Istražiti prilagodbe organizama na abiotičke i biotičke faktore. - Izvesti praktičan rad o mjerenju kvalitete vode koristeći laboratorijsku opremu. - Izraditi digitalni portfolio o provedenim praktičnim radovima i projektima.

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.II.1. Razlikuje genotip i fenotip živih bića (što je urođeno i što se stječe tokom života).	• Objašnjava strukturu i funkcije nasljednog materijala (DNK, RNK, geni, hromosomi). • Razlikuje gen, genom, genotip i fenotip. • Analizira genotip i fenotip na nivou gena, hromosoma i genoma. • Opisuje odnos monomera i polimera na primjerima biomolekula. • Objašnjava značenje broja hromosoma i/ili molekula DNK u različitim fazama životnoga ciklusa ćelije. • Objašnjava da su nukleinske kiseline temelj srodnosti i raznolikosti živog svijeta. • Objašnjava utjecaj okoline na manifestaciju genotipa na nivou osobina i procesa.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.1.**
Ključni sadržaji	
- Građa nukleinskih kiselina i njihove funkcije. - Gen, genom, genotip i fenotip. - Odnos monomera i polimera na primjerima biomolekula i njihove uloge u živim organizmima. - Broj hromosoma i/ili molekula DNK u različitim fazama životnog ciklusa ćelije. - Nukleinske kiseline kao temelj srodnosti i raznolikosti živoga svijeta.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezanost građe DNK s procesom replikacije (dva lanca vezana vodikovim vezama koje se lako kidaju) i sintezom proteina (genski zapis u obliku tripleta azotnih baza) te odnos monomera i polimera objasniti upotrebom modela. Važno je ukazati na razliku između diploidnoga i haploidnoga broja hromosoma (broj hromosoma u homolognom paru) i hromosoma s dvije/jednom sestrinskom hromatidom te na povezanost diploidnoga broja hromosoma s genskom varijabilnosti. Naglasak staviti na razumijevanje molekularne osnove u organizaciji živoga svijeta. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: izrada modela polimernih molekula upotrebom različitih materijala, izrada modela hromosoma i životnog ciklusa ćelija, izvođenje eksperimenta izolacije DNK kuhinjskom	

metodom – uporediti dobiveno kod različitih uzoraka npr. ljudske pljuvačke i brokule, banane, luka, korištenje simulacija, videoisječaka ili animacija hromosoma, DNK.	
B.II.2. Objašnjava zakone nasljeđivanja i mehanizme izražavanja genotipa (mitotska i mejotska dioba).	• Objašnjava zakone nasljeđivanja na nivou gena, hromosoma i genoma. • Objašnjava nasljednu varijabilnost organizama primjenjujući Mendelove zakone. • Analizira i interpretira rezultate ukrštanja. • Objašnjava transkripciju i translaciju na molekularnom nivou. Interpretira genski kod. • Povezuje mitozu/mejozu s nastankom tjelesnih/spolnih ćelija. • Objašnjava mutacije i mutagenezu. • Razlikuje između različitih tipova mutacija na molekularnom nivou.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.2.**
Ključni sadržaji	
- Mehanizam i uloga replikacije DNK u ćelijskom ciklusu. - Proces sinteze proteina. - Nasljedna varijabilnost organizama. - Mendelovi zakoni. - Mitoza i mejoza. - Promjene na nivou gena (mutacije), građe i broja hromosoma. - Značenje mutacija te promjene građe i broja hromosoma za evoluciju. - Zajedničko djelovanje genotipa i faktora okoliša u stvaranju fenotipa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri objašnjavanju mehanizma sinteze proteina ne zahtijevati reprodukciju kombinacija azotnih baza za STOP i START kodove. Križanje objasniti na primjerima Mendelovih križanja s graškom i zijevalicama te Morganovih s vinskim mušicama. Važno je da učenici razumiju princip nasljeđivanja te se preporučuje ne zahtijevati navođenje dominantnih/recesivnih osobina. Spolno vezane gene i spolno vezano nasljeđivanje preporučuje se objasniti na primjerima hemofilije i daltonizma. Naglasak staviti na razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje varijabilnosti (npr. dužina palca desne ruke, sraslost ušne resice, oblik sjemenke, boja cvijeta) na samostalno odabranom uzorku; - prikazivanje križanja na temelju postavljenih dominantnih i recesivnih osobina u čovjeka; - prikazivanje križanja upotrebom samostalno izrađenih aplikacija (mogućnost primjene IKT-a, crtanje, modeli od papira i sl.); - posmatranje samostalno izrađenih mikroskopskih preparata: faze ćelijskih dioba; - korištenje videoisječaka/simulacija/animacija životnih ciklusa ćelija; - izrada modela koji prikazuju mutacije ili promjene građe/broja hromosoma kao uzroka bolesti.	
B.II.3. Interpretira utjecaj prirodne sredine na tok evolucije.	• Objašnjava osnovna načela i etape hemijske i biološke evolucije.

	• Objašnjava teoriju evolucije na temelju postojećih dokaza. • Raspravlja o faktorima evolucije i njihovim posljedicama. • Povezuje selekciju, adaptaciju i specijaciju s evolucijom živoga svijeta. • Povezuje promjenjivost životnih uslova na Zemlji i velika izumiranja u Zemljinoj prošlosti. • Procjenjuje utjecaje životnih uslova i mehanizama nasljeđivanja na građu i adaptaciju živih bića. • Objašnjava specijaciju selekcijom različitih genoma. • Objašnjava mehanizme adaptacija organizma.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.6.**

Ključni sadržaji

- Postanak i razvoj živog svijeta u abiotičkim uslovima.
- Prilagodbe živih bića uslovima okoliša i njihova povezanost s evolucijom (na tipičnim predstavnicima – važnost prilagodbi za preživljavanje).
- Prilagodbe jednoćelijskih organizama na različite životne uslove.
- Osnovna načela i etape hemijske i biološke evolucije.
- Teorije evolucije na temelju postojećih dokaza.
- Razvoj teorije evolucije (Lamarck, Darwin, Wallace).
- Faktori evolucije.
- Važnost selekcije, adaptacije i specijacije u evoluciji živoga svijeta.
- Promjenjivost životnih uslova na Zemlji i velika izumiranja u Zemljinoj prošlosti.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Istraživanje filogenije jedne poznate vrste može se provesti u saradnji s prirodnonaučnim muzejem, botaničkim vrtom ili drugom ustanovom koja ima biološku zbirku. Posjet nekom od zaštićenih područja BiH. Prilagodbe jednoćelijskih organizama na različite životne uslove moguće je objasniti na primjerima hemoautotrofija/fotoautotrofija, heterotrofija, aerobnost, anaerobnost, prokarioti, eukarioti, arheje, bakterije termalnih vrela, pioniri vegetacije i sl. Naglasiti ključne prilagodbe koje su uticale na tok evolucije. Prilagodbe na specifične uslove u okolišu mogu se objasniti na sljedećim primjerima:

- prilagodbe u građi organa – analogni i homologni organi (krila ptica, insekata, šišmiša, peraja riba i delfina);
- ponašanje mesojeda i biljojeda;
- prilagodbe biljaka na oprašivanje te rasprostranjivanje plodova i sjemenki;
- prilagodbe u veličini tijela / tjelesnih nastavaka polarnih i pustinjskih lisica;
- prilagodbe podzemnih organizama;
- prilagodbe dubokomorskih organizama.

Objasniti različite tipove selekcija i specijacija, ali ne zahtijevati poznavanje njihovih naziva.

Razvoj teorije evolucije objasniti pomoću ključnih teorija navodeći autore (Lamarck, Darwin, Wallace). Naglasak staviti na razumijevanje obrazaca evolucije u razvoju živoga svijeta. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: izrada tabele vremena hemijske i biološke evolucije i obilježavanje ključnih prilagodbi, istraživanje faktora i dokaza evolucije korištenjem različite literature i

proučavanjem fosila (iz školske zbirke, muzejski eksponati), istraživanje filogenije jedne poznate vrste stavljajući u odnos morfološke osobine pojedinih predaka i uslova okoliša razdoblja u kojemu je ta vrsta živjela, analize dostupnih podataka o udjelima kisika u atmosferi i/ili temperaturi pojedinih geoloških era/perioda i njihovim povezivanjem s razvojem života na Zemlji, korištenjem videoisječaka / simulacije za prikaz evolucijskih procesa.

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.II.1. Objašnjava vezanje i transformaciju energije u procesima kruženja tvari u biosferi.	• Objašnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosistemima. • Analizira hranidbene odnose u različitim ekosistemima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca /mreže/piramide. • Objašnjava protok energije ekosistemom i kruženje tvari. • Opisuje biogeohemijske cikluse ugljika, azota, kisika i vodika objašnjavajući njihovu važnost. • Objašnjava iskorištavanje energije u ekosistemu i biosferi.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Primarna proizvodnja u ekosistemima. - Hranidbeni odnosi u različitim ekosistemima. - Odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide. - Proticanje energije ekosistemom i kruženje tvari u ekosistemima. - Biogeohemijski ciklusi ugljika, azota, kisika i vodika.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U analizi biogeohemijskih ciklusa koristiti se shematskim prikazima. Pretvorbe konzumirane energije objasniti na konkretnim primjerima hranidbenih lanaca/mreža. Primarna proizvodnja i hranidbeni odnosi mogu se objasniti na primjerima različitih vodenih ili kopnenih ekosistema, pri čemu treba uzeti u obzir odnos broja/biomase. Treba uključiti i primjer neke simbioze. Naglasak staviti na razumijevanje principa vezanja i pretvorbi energije te kruženja tvari. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje odnosa brojnosti i biomase neke vrste na travnjaku ili drugome staništu; - posmatranje u prirodi i/ili proučavanje literature; - osmišljavanje hranidbenih lanaca/mreža te grafičko prikazivanje hranidbenih odnosa (mogućnost primjene IKT-a).	
C.II.2. Analizira racionalno korištenje prirodnih energetskih resursa u skladu sa očuvanjem prirodne i životne sredine.	• Predlaže modele za racionalno korištenje i uštedu iz obnovljivih i neobnovljivih izvora energije.

	• Analizira posljedice korištenja fosilnih energenata i izvodi zaključak o njihovoj štetnosti na prirodu. • Analizira primjene zakonske regulative u procesu transformacije energenata u koristan rad sa ekološkog gledišta. • Procjenjuje prednosti i nedostatke različitih izvora obnovljive energije za održivi razvoj.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Energija u hranidbenim lancima i ekosistemima; Eutrofikacija. - Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije; Energija i održivi razvoj.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Iskorištavanje energije može se objasniti na različitim primjerima hranidbenih odnosa, prednosti života u zajednicama, oblika tijela i načina kretanja. Povezati eutrofikaciju s čovjekovim djelovanjem na ekosistem. Naglasak staviti na razumijevanje iskorištavanja energije. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje izvora energije i njihova utjecaja na okoliš (npr. termoelektrane, hidroelektrane, vjetroelektarne); - kompostiranje; - istraživanje i proučavanje literature/interneta, predstavljanje primjera održivoga razvoja u BiH ili u svijetu te izdvajanje koraka poduzetih radi očuvanja okoliša i privrednog napretka; - organizovanje debate o prednostima i nedostacima obnovljivih izvora energije; - izrada projekata energetske efikasnosti za školsku zgradu ili domaćinstvo.	
C.II.3. Objašnjava pretvaranje energije sa aspekta biotehnologije.	• Objašnjava postupke klasične i moderne biotehnologije (genetski inžinjering). • Povezuje biotehnološke postupke i kružni tok energije u privredi. • Vrednuje perspektive biotehnologije. • Povezuje aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom. • Objašnjava utjecaj biotehnologije na prinos i ekonomičnost proizvodnje. • Analizira biotehnološki proces uzimajući u obzir cjelokupni učinak.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.3.2.**
Ključni sadržaji	
- Aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom. - Aktivacije/inaktivacije gena pri sintezi proteina ili diferencijaciji ćelije. - Utjecaj biotehnologije na prinos i ekonomičnost proizvodnje. - Dobivanje novih sorti/pasmina.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezivanje aktivnosti gena i ekonomično raspolaganje energijom moguće je objasniti na primjerima aktivacije/inaktivacije gena pri sintezi proteina ili diferencijaciji ćelije. Povezati različite načine dobivanja novih sorti/pasmina s prinosom i ekonomičnošću u proizvodnji (povećanje količine i/ili kvalitete prinosa). Naglasak staviti na razumijevanje ekonomičnog iskorištavanja energije na	

različitim organizacijskim nivoima živoga svijeta i u primjeni biotehnologije. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - proučavanje faza određenoga biotehnološkog procesa (korištenjem literature/odlaskom u odgovarajuću ustanovu) i usporedba obilježja njegova produkta s obilježjima produkta nastalog prirodnim procesom; - analiza etičkih dilema povezanih s biotehnologijom kroz debatu ili studiju slučaja.

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.II.1. Prihvata stavove koji doprinose vlastitom zdravlju.	• Utvrđuje važnost higijene i zdrave ishrane za očuvanje zdravlja čovjeka. • Utvrđuje važnost ličnog zdravlja u očuvanju zdrave okoline. • Prosuđuje o utjecaju: pesticida, teških metala, radioaktivnih supstanci, antibiotika, genetski modifikovanih jedinjenja, aditiva, na život čovjeka. • Predlaže mjere zaštite životnog okruženja od štetnih posljedica nastalih djelovanjem mutagenih faktora.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Zdrave životne navike i održavanje zdravlja ljudi. - Važnost prevencije u zaštiti od bolesti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Naglasiti važnost prevencije, zdravog načina života. Utjecaj ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja onečišćenja objasniti u kontekstu održavanja homeostaze organizma. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - izvođenje eksperimenata: ovisnost intenziteta rada srca i disanja o fizičkoj aktivnosti; - istraživanje utjecaja rizičnih faktora na održavanje zdravlja čovjeka. Prijedlozi učeničkih projekata: Istražiti utjecaj životnih navika na čovjekovo zdravlje (npr. lična higijena, nepravilna prehrana, fizička aktivnost).	

III razred opće gimnazije/ 2 časa sedmično/70 časova godišnje/

Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA **Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)**	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.III.1. Povezuje ulogu pojedinih biljnih organa sa njihovom morfološkom i anatomskom građom.	• Objašnjava i opisuje ulogu pojedinih biljnih organa povezujući je sa njihovom morfološkom i anatomskom građom.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Vegetativni organi biljke, metamorfoze. - Generativni organi biljaka.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Principe građe biljnih organa povezati sa ekonomičnim funkcioniranjem provodeći aktivnosti posmatranja na preparatima i kroz video prikaze. Povezati građu ćelije s njenom ulogom u organizmu, te objasniti usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do tkiva. Provesti aktivnosti posmatranja mikroskopskih preparata osnovnih tipova tkiva, te istaći njihove razlike u građi. Izraditi modele biljnih organa koristeći različite materijale.	

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.III.1. Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacionih nivoa kod biljaka.	• Uspoređuje bitne razlike u građi, položaju i funkcioniranju tvornih i trajnih tkiva. • Uspoređuje građu i oblik ćelija koje grade tkiva kao i položaj i funkciju pojedinih vrsta trajnih tkiva. • Analizira ulogu ćelijskog zida kod pojedinih tipova trajnih tkiva. • Analizira značaj različitih funkcija parenhimskog tkiva za biljku. • Uspoređuje građu i funkciju osnovnih tipova provodnih snopića i njihov evolucioni značaj za razvoj složenijih biljnih organizama i prilagodbu novim i različitim staništima. • Analizira usložnjavanje i pojavu novih osobina, povezujući princip građe tkiva sa ekonomičnijim funkcioniranjem različitih organa npr. lista.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Podjela biljnih tkiva. - Tvorna tkiva – meristemi (primarni i sekundarni). - Trajna tkiva – građa i funkcija (kožno, osnovno, mehaničko, provodno, žljezdano).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

Temeljna fiziološka obilježja uporediti kod predstavnika glavnih skupina biljaka (prokaroiti, eukarioti, alge, gljive, lišajevi, mahovine, papratnjače, golosjemnajače, skrivenosjemenjače). U uporedbi temeljnih obilježja skupine odabrati, po mogućnosti, predstavnike skupina koji su učenicima bliski i lako prepoznatljivi te odabrati samo obilježja skupine koja su nužna za razumijevanje općeg fiziološkog ustroja i funkcioniranja predstavnika te skupine. Ishod se može ostvariti posmatranjem i eksperimentima na prikupljenim preparatima npr. golosjemjenjača, monokotila i dikotila, izradom portofolija sa osnovnim karakteristikama predstavnika, itd. Na njima tokom obrade gradiva direktno pokazati vidljive pojave npr. značaj vode i njenu ulogu u fiziološkim procesima koji se odvijaju u biljkama demonstrirati prikazom biljke u posudi sa suhom zemljom, normalno vlažnom zemljom, dobro navlaženom zemljom. Ako je još i pokrijemo staklenim zvonom, dobit ćemo dodatno i prikaz transpiracije, gutacije… Taj pristup primijeniti i kod ostalih nastavnih jedinica. Procese transporta vode i mineralnih materija povezati sa izučavanim procesima kapilarnosti, površinske napetosti, isparavanja, difuzije i osmoza iz fizike i hemije. Teoretski dio ostvariti upotrebom IKT-a za gledanje videoisječaka i prezentacija, shematskim prikazima procesa, demonstaciju pripremljenih eksperimenata.	
B.III.2. Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o histologiji biljaka.	• Navodi relevantne baze podataka za datu oblast uz pomoć i podršku nastavnika. • Koristi različite podatke iz relevantnih izvora za proučavanje histologije (naučni časopisi i radovi na tu temu objavljeni na internetu, udžbenici...). • Istražuje značajna otkrića iz oblasti histologije ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. • Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobivenim rezultatima istraživanja o histologiji biljaka, pravilno ih citirajući.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.1.**
Ključni sadržaji	
- Podjela biljnih tkiva. - Tvorna tkiva – meristemi (primarni i sekundarni). - Trajna tkiva – građa i funkcija (kožno, osnovno, mehaničko, provodno, žljezdano). - Primjena bioloških istraživanja i otkrića; Etika u biološkim istraživanjima. - Formiranje ciljeva istraživanja i hipoteze. - Korištenje grafičkih i tabličnih prikaza. - Izbor pouzdane literature.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološkim pristupom ostvarivanju definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.	
B.III.3. Izvodi praktične radove za stjecanje informacija o histologiji biljaka.	• Konzervira biljne materijale za potrebe histoloških istraživanja, pripremanje i konzerviranje mikroskopskih preparata.

	• Koristi laboratorijsku opremu, pribor i instrumente (mikroskop sa ogledalom, sijalicom...). • Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti histologije biljaka prema uputama nastavnika. • Crta i označava građu biljne ćelije, biljnih tkiva, vegetativnih, generativnih organa, mitohondrija i hloroplasta. • Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti histologije biljaka.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**

Ključni sadržaji

- Podjela biljnih tkiva.
- Tvorna tkiva – meristemi (primarni i sekundarni).
- Trajna tkiva – građa i funkcija (kožno, osnovno, mehaničko, provodno, žljezdano).
- Funkcije parenhimskih tkiva.
- Tipovi provodnih snopića (adaptivni značaj).

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ishodi vezani uz histologiju biljnih tkiva trebaju težiti ka prepoznavanju pojedinih tipova biljnih tkiva, gdje se nalaze i kako su raspoređena u biljci. Naglasak staviti na njihov funkcionalni značaj za biljku i na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tkiva, a kasnije organa i organizma kao cjeline, sa pojavom novih adaptivnih osobina organizma. Prilagodbe na kopneni način života moguće je objasniti kroz građu i raspored mehaničkih tkiva, pojavu pravog korijena i otvorenog tipa provodnih snopića. Sva te evoluciona poboljšanja omogućila su biljkama potpuno osvajanje kopnene životne sredine. Ishodi se najefikasnije mogu ostvariti kroz upotrebu IKTa, slika prezentacija, video materijala, prirodnih materijala i preparata, prezentacijom predavača, a kasnije i posmatranjem, pripremanjem, izvođenjem samostalnih laboratorijskih vježbi. Samostalno prikupljanje, pravljenje i konzerviranje pogodni su za razvoj analitičkih sposobnosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, korištenje znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. U toku izvođenja postupaka konzerviranja biljnih tkiva i preparata koriste se organski hemijski spojevi koje se izučavaju na časovima hemije (organska hemija). Korelacija se može uspostavit povezivanjem sa nastvanim sadržajima u kojima se govori o organskim rastvaračima, sredstvima koja se koriste za konzerviranje materijala organskog porijekla, organskim bojama za bojenje mikroskopskih preparata i slično.

B.III.4. Povezuje i prosuđuje o pojavama, procesima i međuodnosima biljnih organizama na temelju posmatranja i istraživanja biljnih organa, anatomije i morfologije biljaka.	• Organizuje biljne organizme po nivoima složenosti na osnovu saznanja o njihovoj organografiji i anatomiji. • Povezuje anatomsku građu biljnih organizama sa njihovom morfološkom i fiziološkom funkcijom. • Analizira građu organa biljaka i njihovu funkciju u smislu bolje prilagođenosti na

	uslove u životnoj sredini, tj. povećava njihovu adaptivnu sposobnost. • Crta i označava dijelove građe biljnih ćelija, tkiva i organa.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja), metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. - Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla. - List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova. - Cvijet i cvat, oprašivanje i oplodnja, razvoj zametka. - Plod i sjemenka – građa i podjela.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarivanja definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.	
B.III.5. Izvodi praktične radove i eksperimente za sticanje informacija o hemijskom (organskom i neorganskom) sastavu biljnih organizama.	• Koristi se laboratorijskim priborom i reagensima primjenjujući pravilno postupke izolacije, ekstrakcije, destilacije biljnih organa koji sadržavaju različite materije (škrob, eterična ulja, masti, vitamine, minerale...). • Analizira sastav biljnih organizama i dolazi do zaključaka o tome na koji način bi se te biljke mogle koristiti ili se koriste kao hrana, izvor vitamina i minerala, lijekovi i sl. i to argumentovano brani u diskusiji.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**
Ključni sadržaji	
- Vegetativni organi biljke. - Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja), metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla. - List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova. - Generativni organi biljaka. - Cvijet i cvat, oprašivanje i oplodnja, razvoj zametka. - Plod i sjemenka – građa i podjela. - Primjena bioloških istraživanja i otkrića. - Etika u biološkim istraživanjima. - Korištenje grafičkih i tabličnih prikaza. - Izbor pouzdane literature.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja se metodološkim pristupom ostvarivanju definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.	
B.III.6. Prosuđuje o fiziološkim pojavama i procesima u biljnim organizmima na	• Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom klijanja

osnovu posmatranja i izvođenja praktičnih istraživanja.	sjemena i uzgajanjem biljaka na različitim mineralnim podlogama, različite vlažnosti, temperature i osvjetljenja. • Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom dokazivanja transpiracije, mjerenja tugorovog pritiska u zavisnosti od različitih faktora npr. temperature, veličine listova i sl. • Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom dokazivanja fotosinteze, Saksov ogled. • Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom dokazivanja pokreta kod biljaka. • Pravilno koristi laboratorijsku opremu i izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti fiziologije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**

Ključni sadržaji

- Mjerenje apsorpcije (korijenov pritisak), transporta i distribucije vode.
- Mjerenje transpiracije u zavisnosti od različitih faktora.
- Eksperimentalno klijanje sjemena i uzgajanjem biljaka na različitim mineralnim podlogama, različite vlažnosti, temperature i osvjetljenja.
- Eksperimenti izdvajanja biljnih pigmenata (hlorofila, karotenoida, ksantofila...).
- Eksperimenti dokazivanja fotosinteze.
- Saksov ogled.
- Ekperimenti dokazivanja disanja kod biljaka - ogled sa krečnom vodom i slični.
- Eksperimenti u kojima se koriste fitohormoni: ubrzavanje stvaranja korjena kod reznica i slično.
- Eksperimenti kojima se dokazuju pokreti kod biljaka.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Nakon teoretske obrade provesti nakon svake jedinice laboratorijske vježbe. Laboratorijske vježbe ili neki već pomenuti eksperimenti su obavezan dio nastavnog procesa koji bi se dalje mogao nastaviti kroz slične projektne zadatke koje bi učenici radili kod kuće uz male upute profesora samostalno. U grupi ili samostalno, kod kuće, pripremajući vlastite preparate za izvođenje eksperimenata, učenici stiču jasniji uvid u gradivo obrađeno na času, posebno uz korištenje IKT-a (slika, prezentacija, filmova...).

Samostalno prikupljanje informacija, eksperimentisanje i izrada projekata pogodni su za razvoj analitičkih i praktičnih vještina (sposobnosti prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, timskog i praktičnog rada, osmišljavanja i provođenje eksperimenata, korištenja znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnost analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada i stvaranja novih ideja. Korelacija se može uspostaviti kroz obradu tema iz fizike i hemije, npr. transport vode i mineralnih materija sa izučavanim procesima kapilarnosti, površinske napetosti, isparavanja, difuzije i osmoze.

B.III.7. Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacionih nivoa kod životinja.	• Upoređuje bitne razlike u građi, položaju i funkcioniranju životinjskih tkiva. • Upoređuje građu i oblik ćelija koje grade životinjska tkiva kao i položaj i funkciju pojedinih vrsta i tipova životinjskih tkiva. • Analizira ulogu kod pojedinih tipova potpornih tkiva. Analizira značaj različitih funkcija mišićnih ćelija i tkiva kod životinja. • Upoređuje građu i funkciju osnovnih tipova epitelnih tkiva i njihov evolucioni značaj kod različitih životinjskih skupina za razvoj složenijih organskih sistema i organizama te prilagodbu novim i različitim staništima. • Analizira usložnjavanje i pojavu novih osobina, povezujući princip građe tkiva sa ekonomičnijim funkcioniranjem različitih organa. • Analizira građu i ulogu nervnih ćelija sa njihovom ulogom u upravljanju i regulaciji funkcija organizma.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Epitelno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije epitelnih tkiva; Potporno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije potpornih tkiva. - Mišićno tkiva - građa, podjele i fiziološke funkcije; Nervno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja se metodološkim pristupom u ostvarivanju definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.	
B.III.8. Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o histologiji životinja.	• Koristi različite podatke iz relevantnih izvora za proučavanje histologije životinjskih tkiva (naučni časopisi i radovi na tu temu objavljeni na internetu, udžbenici...). • Istražuje značajna otkrića iz oblasti histologije ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. • Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobivenim rezultatima istraživanja o histologiji životinja, pravilno ih citirajući.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.1.**
Ključni sadržaji	
- Epitelno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije epitelnih tkiva. - Potporno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije potpornih tkiva. - Mišićno tkiva - građa, podjele i fiziološke funkcije.	

- Nervno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije.
- Primjena bioloških istraživanja i otkrića.
- Etika u biološkim istraživanjima.
- Korištenje grafičkih i tabelarnih prikaza.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ishodi vezani uz histologiju životinjskih tkiva trebaju težiti ka prepoznavanju pojedinih tipova životinjskih tkiva, gdje se nalaze i kako se dijele, te kako su raspoređena u životinjskom organizmu. Naglasak staviti na njihov funkcionalni značaj za životinjski organizam i na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tkiva, a kasnije organa i organizma kao cjeline, sa pojavom novih adaptivnih osobina organizma. To se može postići podsjećanjem na gradivo iz biosistematike životinja. Prilagodbe na kopneni način života moguće je objasniti kroz transformaciju funkcija epitela sa evolucionim razvojem organizma (npr. kod beskičmenjaka-zaštitna, razmjena gasova, prelazak u organe za disanje traheje, škrge, a kod kičmenjaka- zaštitna, razmjena gasova kod vodozemaca, prelazak u organe za disanje). Razvoj mišićnih tkiva koja se evoluciono primarno javljaju u funkciji kretanja organizma (glatki mišići-poprečnoprugasti- srčano mišićno tkivo) kasnije evolucijom ulaze i u druge organe i organske sisteme. Slični primjeri se mogu naći i za ostala tkiva. Sva ta evoluciona poboljšanja omogućila su životinjama potpuno osvajanje kopnene, a kasnije i vazdušne životne sredine.

Ishodi se najefikasnije mogu ostvariti kroz upotrebu IKT-a, slika prezentacija, videomaterijala, prirodnih materijala i preparata, prezentacijom predavača, a kasnije i posmatrenjem, pripremanjem, izvođenjem, u početku od nastavnika kontrolisanih, potom samostalnih laboratorijskih vježbi mikroskopiranja i prepoznavanja različitih tkiva u organima. Samostalno prikupljanje, pravljenje i konzerviranje pogodni su za razvoj analitičkih sposobnosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, korištenje znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. U toku izvođenja postupaka konzerviranja biljnih tkiva i preparata koriste se organski hemijski spojevi koje se izučavaju na časovima hemije (organska hemija). Korelacija se može uspostaviti povezivanjem sa nastavnim sadržajima u kojima se govori o organskim rastvaračima, sredstvima koja se koriste za konzerviranje materijala organskog porijekla, organskim bojama za bojenje mikroskopskih preparata i slično.

B.III.9. Izvodi praktične radove za stjecanje informacija o histologiji životinja.	• Zna postupke za konzerviranje životinjskih materijala za potrebe histoloških istraživanja, pripremanje i konzerviranje mikroskopskih preparata. • Koristi laboratorijsku opremu, pribor i instrumente (mikroskop sa ogledalom, sijalicom...). • Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti histologije životinja prema uputama nastavnika. • Mikroskopira razne vrste i tipove tkiva iz različitih organa. • Crta i označava građu životinjske ćelije, različitih tipova životinjskih tkiva, građe i

	rasporeda miofibrila, sinapse kod neurona i sl. • Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti histologije životinja.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**

Ključni sadržaji

- Epitelno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije epitelnih tkiva.
- Potporno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije potpornih tkiva.
- Mišićno tkiva - građa, podjele i fiziološke funkcije.
- Nervno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije.
- Praktikum za izvođenje laboratorijskih vježbi iz histologije, anatomije i fiziologije životinja.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ishodi vezani uz histologiju životinjskih tkiva trebaju težiti ka prepoznavanju pojedinih tipova životinjskih tkiva, gdje se nalaze i kako se dijele, te kako su raspoređena u životinjskom organizmu. Naglasak staviti na njihov funkcionalni značaj za životinjski organizam i na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tkiva, a kasnije organa i organizma kao cjeline, sa pojavom novih adaptivnih osobina organizma. To se može postići podsjećanjem na gradivo iz biosistematike životinja. Prilagodbe na kopneni način života moguće je objasniti kroz transformaciju funkcija epitela sa evolucionim razvojem organizma (npr. kod beskičmenjaka-zaštitna, razmjena gasova, prelazak u organe za disanje traheje, škrge, a kod kičmenjaka- zaštitna, razmjena gasova kod vodozemaca, prelazak u organe za disanje). Razvoj mišićnih tkiva koja se evoluciono primarno javljaju u funkciji kretanja organizma (glatki mišići-poprečnoprugasti- srčano mišićno tkivo) kasnije evolucijom ulaze i u druge organe i organske sisteme. Slični primjeri se mogu naći i za ostala tkiva. Sva ta evoluciona poboljšanja omogućila su životinjama potpuno osvajanje kopnene, a kasnije i vazdušne životne sredine. Ishodi se najefikasnije mogu ostvariti kroz upotrebu IKT-a, slika prezentacija, videomaterijala, prirodnih materijala i preparata, prezentacijom predavača, a kasnije i posmatrenjem, pripremanjem, izvođenjem, u početku od nastavnika kontrolisanih, potom samostalnih laboratorijskih vježbi mikroskopiranja i prepoznavanja različitih tkiva u organima. Samostalno prikupljanje, pravljenje i konzerviranje pogodni su za razvoj analitičkih sposobnosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, korištenje znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. U toku izvođenja postupaka konzerviranja biljnih tkiva i preparata koriste se organski hemijski spojevi koje se izučavaju na časovima hemije (organska hemija). Korelacija se može uspostavit povezivanjem sa nastvanim sadržajima u kojima se govori o organskim rastvaračima, sredstvima koja se koriste za konzerviranje materijala organskog porijekla, organskim bojama za bojenje mikroskopskih preparata i slično.

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE

Ishod učenja	Razrada ishoda
C.III.1. Objašnjava ulogu biljnih organa u procesu vezivanja, transformacije i skladištenja energije u biljkama.	• Objašnjava ulogu lista u procesu primarne transformacije sunčeve energije u hemijsku energiju organskih spojeva kroz proces fotosinteze. • Objašnjava ulogu provodnog sistema u transportu vode i minerala do lista odnosno

	produkata fotosinteze do stabla i korijena gdje se skladište kao rezerva energije. • Objašnjava ulogu korijena u procesu skladištenja hranjivih materija (gomolj, lukovica, podanak).
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja), metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. - Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla. - List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova. - Cvijet i cvat, oprašivanje i oplodnja, razvoj zametka. - Plod i sjemenka – građa i podjela.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Realizaciju ovih ishoda provoditi uporedo s prethodno navedenim preporukama, kroz teoretsku i praktičnu realizaciju nastavnih sadržaja. Tokom realizacije teme transporta materija u biljci, sadržaj povezati s obrascima raspolaganja energijom, potrošnjom energije, načinom života biljke i njenim preživljavanjem u nepovoljnim uvjetima (npr.tokom zimskog perioda). Tokom realizacije sadržaja iz transpiracije objasniti proces rada stominog aparata sa stanovišta proizvodnje (fotosinteza) i potrošnje (disanje) energije preko promjene stanja osmotskog pritiska. Izradom izračuna energetskog bilansa na očigledan način pokazati evolucijsku prednost aerobnog u odnosu na anaerobni put dobijanja energije, gdje se može i objasniti put ostalih produkata citratnog ciklusa u procesu fotosintetičke fosforilacije, povezanost sa procesom fotosinteze (tamna faza). Djelovanje hormona očigledno prezentirati kroz eksperimente sa korištenjem fitohormona, etilena (gas direktno ubačen u staklenu posudu sa zelenim plodovima ili prezreli plodovi koji ga proizvode, npr. banane, utiču na brže sazrijevane zelenih plodova iste ili neke druge vrste – uporedni eksperiment, sa i bez etilena) Koristiti se IKT-om, shemama, slikama, prezentacijama, filmom ...	
C.III.2. Povezuje važnost energije za pravilno funkcioniranje organizma.	• Objašnjava ulogu hrane kao izvora energije i materija potrebnih za rast i razvoj organizma. • Opisuje ulogu vode, mineralnih materija, ugljikohidrata, masti, proteina, vitamina u organizmu. • Procjenjuje važnost unesenih hranljivih sastojaka i njihovu kalorijsku vrijednost na osnovu odgovarajućih tablica. • Objašnjava ulogu hormona u raspolaganju energije. • Povezuje tjelesnu temperaturu sa intenzitetom metabolizma. • Povezuje iskorištavanje energije i održavanjem homeostaze u organizmu sa fiziološkim stanjem (npr. tokom bolesti, trudnoće...). • Povezuje obrasce raspolaganja energijom sa ponašanjem, načinom života i preživljavanjem u različitim uslovima kod

	različitih organizama (poikilotermija- zimska ukočenost npr. žabe, homeotermija- zimski san-hibernacija npr. medvjed).
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Promet materije i energije – metabolizam. - Fiziološko djelovanje hormona; Termoregulacija. - Fiziologija organizma tokom bolesti. - Fiziologija organizma tokom trudnoće; Fiziologija tokom fizičkih opterećenja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Kod realizacije ovih ishoda naglasak staviti na razumijevanje povezanosti procesa vezanja i pretvaranja energije te kruženja materije sa funkcioniranjem organizma. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu toliko bitni za ostvarivanje ishoda. Kod objašnjavanja pojma hrane potaknuti ih da o njoj zaključuju kao o dijelu tijela nekog drugog organizma (hemijska energija organskih spojeva nastalih procesom fotosinteze transformiše se između ostalog i u tijelo, plodove i produkte biljaka, a kasnije putem lanca ishrane u tijelo životinja). Analizirati nutritivne vrijednosti različitih namirnica koristeći tabele i izračunati dnevni unos kalorija. Provesti eksperiment mjerenja tjelesne temperature prije i poslije fizičke aktivnosti. Istražiti različite hormone i njihov utjecaj na metabolizam. Razgovarati o adaptacijama životinja na različite klimatske uvjete (npr. hibernacija, migracije). Tokom obrade funkcionalnih sistema spominju se i neke bolesti pa u tom kontekstu ih povezati sa iskorištavanje energije i održavanjem homeostaze u organizmu u tim fiziološkim stanjima.	

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.III.1. Analizira i donosi zaključke o značaju biljnih organizama (organa, produkata) za čovjeka i druge heterotrofne organizme kao izvor hrane (energije), lijek, estetski i drugi značaj.	• Prosuđuje o značaju pojedinih biljnih vrsta i njihovih organa u ishrani životinja i čovjeka na osnovu vlastitog istraživanja. • Prosuđuje i donosi zaključke o mogućnosti korištenja nekih biljnih dijelova u ishrani i za liječenje na osnovu njihovih svojstava do kojih se došlo praktičnim radom i eksperimentisanjem. • Argumentima brani svoje mišljenje o datoj temi.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.3.**
Ključni sadržaji	
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja) , metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. - Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla. - List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova. - Generativni organi biljaka - značaj u ishrani heterotrofa. - Cvijet i cvat, oprašivanje oplodnja, razvoj zametka. - Plod i sjemenka – značaj u ishrani heterotrofa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

Ishodi vezani za organografiju i anatomiju biljaka trebaju biti usmjereni ka povezivanju anatomske građe biljnog organizma sa njihovom fiziološkom funkcijom i poboljšanju adaptivne sposobnosti biljaka.
Kod proučavanja korijena bitno je da prepoznaju osnovne dijelove korijena i tipove korijenja i njihovih preobrazbi te da ih uoče na prirodnim preparatima koje su sami prikupili tokom vlastitog istraživanja u prirodi, literaturi ili tokom nastavnih ekskurzija, posjeta različitim ekosistemima uz pratnju profesora. Kroz korelaciju sa sadržajima iz hemije, obave laboratorijske eksperimente za dokazivanje pojedinih organskih jedinjenja (eksperimenti iz organske hemijeza dokazivanje ugljikohidrata, masti, proteina, vitamina) i neorganskih jedinjenja i jona (eksperimenti iz analitičke hemije za dokazivanje jona metala npr. Na^{+}, Mg^{2+}, nemetala i drugih jedinjenja), da koristeći hemijske metode ekstrakcije etanolom, destilacije i sl. izvrše izdvajanje pojedinih biljnih ekstrakata, mirisnih eteričnih ulja iz kore narandže ili limuna, cvijeta ljubičice ili ruže.

D.III.2. Analizira utjecaj fizioloških procesa biljaka na čovjeka i biosferu.	• Analizira utjecaj biljaka na različitim nivoima složenosti (prokariote, alge, talofite, kormofite) na biosferu kroz procese fotosinteze. • Prosuđuje o utjecaju čovjeka kroz razne oblike zagađivanja na ove procese.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.3.**

Ključni sadržaji

- Fotosinteza kao primarni proces proizvodnje nove organske materije i kiseonika u biosferi.
- Disanje biljaka kao primarni proces potrošnje CO2 u biosferi.

Preporuke za ostvarenje ishoda

U analizi primarnih fizioloških procesa uvijek potencirati ulogu biljka kao producenat nove organske materije i kiseonika koji je potreban za opstanak svih ostalih organizama pa i čovjeka. Biljke su i glavni potrošači CO_2 koga čovjek u ogromnim količinama ispušta u atmosferu koristeći fosilna goriva. Kroz izvođenje eksperimenata iz fotosinteze i disanja potencirati i ovaj aspekt ishoda. Učenici mogu izračunavati koliko se tokom eksperimenta proizvelo kiseonika i potrošilo CO_2. Fotosintezu i ćelijsko disanje povezati sa sadržajima iz hemije kao što su poznavanje najvažnijih hemijskih procesa kruženja ugljika u prirodi (spaljivanje fosilnih goriva, požari, razgradnja organskih materija, otapanje krečnjačkih stijena, vulkanske erupcije) te sa povećanjem emisije ugljikovog dioksida u atmosferu što uzrokuje promjene klimatskih uslova gdje je neophodna korelacija sa nastavnim predmetom Geografija.

D.III.3. Analizira uticaj životnih navika i rizičnih faktora na zdravlje organizma ističući važnost prepoznavanja simptoma bolesti i pravovremenoga poduzimanja mjera zaštite.	• Prihvata važnosti zdrave ishrane, higijene i fizičke aktivnosti na očuvanje zdravlja. • Povezuje životne navike i rizične faktore sa razvojem bolesti ukazujući na važnost prevencije. • Prepoznaje znakove koji upućuju na poremećaj u regulaciji stalnoga sastava tjelesnih tekućina ukazujući na važnost pravovremenoga odlaska ljekaru. • Povezuje poremećaje funkcioniranja osjetilnih organa s otežanim snalaženjem u okolišu i preživljavanjem.

	• Iskazuje empatiju prema živim bićima koja imaju određene poteškoće. • Stavlja u odnos kontracepciju i rizična ponašanja s trudnoćom i spolno prenosivim bolestima. • Objašnjava važnost brige o spolnom zdravlju argumentirajući vlastite stavove i uvažavajući tuđe. • Prepoznaje znakove koji upućuju na ozljede nervnog sistema ukazujući na važnost pružanja prve pomoći. • Opisuje poremećaje u izlučivanju hormona na primjeru dijabetesa i mogućnost hormonske terapije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.3.**
Ključni sadržaji	
- Povezanost životnih navika i rizičnih faktora s bolestima (ovisnosti, nepravilna prehrana, stres, traumatološka iskustva). - Preventivni postupci i pružanje prve pomoći. - Održavanje uravnoteženog stanja na razini organizma. - Narušavanje uravnoteženog stanja organizma (nemogućnost regulacije sastava tjelesnih tekućina, poremećaj u radu osjetilnih organa, ozljede i poremećaji u radu nervnog sistema, poremećaji u izlučivanju hormona, bolesti nervnog i spolnog sistema te sistema organa za izlučivanje). - Odgovorno spolno ponašanje i planiranje obitelji; Primjena bioloških istraživanja i otkrića.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ukazati na važnost praćenja menstruacijskog ciklusa za spolno zdravlje žene. Ukazati na važnost majčinog mlijeka za novorođenče i dojenče. Izostaviti nabrajanje naziva i uloga hormona koji nisu nužni za ostvarivanje ishoda. Naglasak staviti na razumijevanje principa očuvanja zdravlja. Otežano snalaženje u okolišu povezati s nemogućnošću reagiranja na podražaje (slabovidnost/sljepoća/gluhoća/poremećaj u osjetu mirisa/dodira i sl.). Iz provjere i obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje utjecaja životnih navika na čovjekovo zdravlje (npr. utjecaj preglasne muzike na sluh, tjelesna neaktivnost, spavanje, pravilno/nepravilno držanje tijela, osobna higijena, nepravilna prehrana); - promatranje znakova koji upućuju na određene poremećaje u vlastitome organizmu (npr. boja i količina vlastitoga urina); - vođena rasprava na teme o kontracepciji, volontiranju i sl., uz navođenje i argumentiranje vlastitih stavova i uvažavanje stavova drugih; - korištenje videoisječaka/animacija/simulacija (npr. poremećaji u funkcioniranju osjetila).	

IV razred opće gimnazije /2 časa sedmično/60 časova godišnje, obavezno izborno područje (OIP) /2 časa sedmično/60 časova godišnje/

<table>
<tr><td colspan="2">Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA
Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)</td></tr>
<tr><td>Ishod učenja</td><td>Razrada ishoda</td></tr>
<tr><td>A.IV.1. Objašnjava strukturnu i funkcionalnu zavisnost biotičke i abiotičke komponente ekosistema.</td><td>• Istražuje utjecaje abiotičkih i biotičkih ekoloških faktora na funkcionalne i hijerahijske veze između organizama. (OIP)</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 1.1.2.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ključni sadržaji</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Idioekologija. (OIP)
- Sinekologija. (OIP)
- Ekološki faktori. (OIP)
- Biotop, biocenoza/fitocenoza. (OIP)
- Ekosistem. (OIP)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</td></tr>
<tr><td colspan="2">U uporedbi temeljnih obilježja pojedinih nivoa ekološke organizacije prirode odabrati, po mogućnosti, obilježja koja su učenicima bliska, lako prepoznatljiva i koja su nužna za razumijevanje općeg plana povezanosti i funkcioniranja organizama u prirodi. Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti živog i neživog na različitim nivoima ekološke organizacije prirode. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: izrada grafičkih prikaza organizacijskih nivoa prirode (mogućnost primjene IKT-a), može se zadati ekosistem ili se ekosistem daje na izbor učeniku. Provesti terensko istraživanje manjeg ekosistema i dokumentovati odnose između abiotičkih i biotičkih faktora. Analizirati podatke o abiotičkim faktorima (temperatura, svjetlost, vlaga) i njihovom utjecaju na distribuciju i brojnost organizama.

NAPOMENA: Skraćenica (OIP) se odnosi na obavezno izborno područje, tj. na razrade ishoda učenja (indikatore) i ključne sadržaje koji se detaljnije izučavaju.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>A.IV.2. Procjenjuje racionalno korištenje ekosistemskih usluga u cilju njihovog održivog korištenja i zaštite.</td><td>• Povezuje životne forme na Zemlji sa promjenama životne sredine.
• Procjenjuje kako stanje ekosistema utiče na kvalitet života (zagađenost zraka, tla i vode). (OIP)</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 1.3.2.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ključni sadržaji</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Ekosistem. (OIP)
- Biom. (OIP)
- Biosfera. (OIP)
- Ishrana u prirodi, zagađenje i degradacija životne sredine i mjere zaštite. (OIP)
- Upravljanje prostorom na lokalnom, regionalnom i globalnom planu. (OIP)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</td></tr>
<tr><td colspan="2">Važnost očuvanja biodiverziteta za čovjeka može se objasniti kroz usluge ekosistema na nacionalnim primjerima (npr. važnost prirodnih poplavnih područja u svrhu reguliranja vodostaja velikih rijeka, uloga polinatora u proizvodnji hrane i dr.), a odgovornost čovjeka kroz održivo korištenje ili tematiku trgovine i prekograničnog prometa ugroženim vrstama. Naglasak staviti na razumijevanje čovjekova</td></tr>
</table>

uticaja na uravnoteženo stanje u prirodi i biodiverzitet s aspekta održivoga razvoja. Učenik treba da prepoznaje primjere održivog korištenja i upravljanja resursima (npr. održiva šumarstva, organska poljoprivreda, ekoturizam…).

Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- upoznavanje institucija vezanih uz zaštitu prirode i okoliša u BiH;
- istraživanje stanja okoliša i antropogenog uticaja u lokalnoj zajednici, odnosa broja stanovnika, privredne situacije i/ili stanja okoliša;
- mapiranje endemskih i zaštićenih vrsta i njihova veza s ekosistemskim uslugama i zaštićenim područjima;
- izvođenje eksperimenta – nastanak i djelovanje kiselih kiša;
- organizovanje kampanje za podizanje svijesti o važnosti recikliranja i smanjenja svih vrsta otpada - razvrstavanju otpada i načine upravljanja otpadom (od prikupljanja, sortiranja do nastanka sekundarnih sirovina).

A.IV.3. Sastavlja podatke iz relevantnih literaturnih i drugih izvora o ekologiji i zaštiti životne sredine i izvodi praktične/terenske radove za stjecanje informacija i predstava o ekologiji biljaka, životinja i čovjeka i njihovoj zaštiti.	• Procjenjuje kako stanje ekosistema utječe na kvalitet života (zagađenost zraka, tla i vode). (OIP) • Raspravlja o antropogenim uticajima na sve dijelove biogeosfere. (OIP) • Raspravlja o značajnim otkrićima iz oblasti ekologije koja su u funkciji održivog razvoja, te ih stavlja u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. (OIP) • Koristi podatke iz različitih izvora o održivom razvoju (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici). (OIP) • Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje ekologije raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira. (OIP) • Raspravlja o mjerama zaštite i konzervaciji prirode. (OIP) • Izvodi praktične radove iz oblasti ekologije primjenjujući mjere opreza. (OIP) • Koristi informacione tehnologije za istraživanje prostornog planiranja i statističkih karakteristika ljudske populacije na Zemlji. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.2.**

Ključni sadržaji

- Idioekologija. (OIP)
- Sinekologija. (OIP)
- Ekološki faktori, biotop, biocenoza/fitocenoza, ekosistem, biom, biosfera. (OIP)
- Ishrana u prirodi, zagađenje i degradacija životne sredine i mjere zaštite. (OIP)
- Upravljanje prostorom na lokalnom, regionalnom i globalnom planu. (OIP)

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarivanju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishod se treba ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom integrirano s ostalim ishodima 4. razreda te provođenjem projekata. Prijedlozi učeničkih projekata:

- Istražiti životne uslove okoliša i povezati ih s antropogenim utjecajem.
- Istražiti ugrožene vrste bliskog okoliša.
- Istražiti prilagodbe organizama na abiotičke i biotičke faktore.
- Provesti istraživanje o ekološkom otisku škole ili domaćinstvu.
- Organizovati debatu o mjerama za zaštitu prirode i održivi razvoj.

A.IV.4. Argumentuje uslove za postanak i razvoj života na planeti Zemlji kroz evolutivne epohe.	• Objašnjava uslove postanka planete Zemlje i života na njoj opisujući evolucijski razvoj živog svijeta. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.2.4.**

Ključni sadržaji

- Endosimbioza. (OIP)
- Antropogeneza. (OIP)
- Dokazi evolucije. (OIP)
- Faktori evolucije. (OIP)
- Biodiverzitet recentnog čovjeka. (OIP)

Preporuke za ostvarenje ishoda

Istraživanje filogenije jedne poznate vrste može se provesti u saradnji s prirodnonaučnim muzejom, botaničkim vrtom ili drugom ustanovom koja ima biološku zbirku. Posjeta nekom od zaštićenih područja BiH. Naglasiti ključne prilagodbe koje su uticale na tok evolucije. Prilagodbe na specifične uslove u okolišu mogu se objasniti na sljedećim primjerima: prilagodbe u građi organa – analogni i homologni organi (krila ptica, insekata, šišmiša, peraja riba i delfina); analize dostupnih podataka o udjelima kisika u atmosferi i/ili temperaturi pojedinih geoloških era/perioda i njihovim povezivanjem s razvojem života na Zemlji.

A.IV.5. Istražuje varijabilnost prostora i jedinki kao osnov evolutivnih promjena.	• Analizira historijski razvoj evolucionih ideja. (OIP) • Razlikuje faktore i dokaze evolucije u evolucionim procesima. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.3.**

Ključni sadržaji

- Endosimbioza. (OIP)
- Antropogeneza. (OIP)
- Dokazi evolucije. (OIP)
- Faktori evolucije. (OIP)
- Biodiverzitet recentnog čovjeka. (OIP)

Preporuke za ostvarenje ishoda

Objasniti različite tipove selekcija i specijacija, ali ne zahtijevati poznavanje njihovih naziva. Razvoj teorije evolucije objasniti pomoću ključnih teorija navodeći autore (Lamarck, Darwin, Wallace). Naglasak staviti na razumijevanje obrazaca evolucije u razvoju živoga svijeta. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- izrada tabele vremena hemijske i biološke evolucije i obilježavanje ključnih prilagodbi. Istraživanje faktora i dokaza evolucije korištenjem različite literature i proučavanjem fosila (iz školske zbirke, muzejski eksponati).
- istraživanje filogenije jedne poznate vrste stavljajući u odnos morfološke osobine pojedinih predaka i uslova okoliša razdoblja u kojemu je ta vrsta živjela.

A.IV.6. Prikuplja, sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o evoluciji te izvodi praktične radove za sticanje predstava o evoluciji.	• Istražuje o uslovima za postanak roda Homo, kreirajući sliku procesa hominizacije sa osvrtom na postanak ljudskih rasa. (OIP) • Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje evolucije, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.4.**
Ključni sadržaji	
- Endosimbioza. - Antropogeneza. (OIP) - Dokazi evolucije. (OIP) - Faktori evolucije. (OIP) - Biodiverzitet recentnog čovjeka. (OIP)	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarivanju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishod se treba ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom integrirano s ostalim ishodima 4. razreda te provođenjem projekata. Prikupljati i analizirati podatke o evoluciji čovjeka (fosili …). Izraditi prezentacije o ključnim fazama u hominizaciji. Razgovarati o utjecaju okolišnih promjena na evoluciju Hominida. Uporediti morfološke i genetičke karakteristike različitih ljudskih rasa. Upotrebiti IKT-a za gledanje videoisječaka i pripremu prezentacija.	

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.IV.1. Objašnjava ustrojstvo ljudskog organizma sa aspekta njegovog općeg plana građe i funkcije njegovih pojedinačnih dijelova.	• Uspoređuje usložnjavanje građe organa i organskih sistema i povezuje njihovu anatomsku građu sa morfologijom i fiziologijom. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Organski sistemi čovjeka. (OIP) - Čula. (OIP) - Krv. - Bolesti organa i organskih sistema.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tijela s pojavom novih osobina i prilagodbama organizama. Izraditi grafički prikaz organizacijskih nivoa organizma, te se njime koristiti u učenju i podučavanju (mogućnost primjene IKT-a).	
B.IV.2. Procjenjuje značaj održavanja mehanizma regulacije homeostaze na nivou ćelije i organizma, kao i posljedice njegovog narušavanja.	• Povezuje mehanizme homeostaze na nivou ćelija i organa sa organskim sistemima. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.4.**
Ključni sadržaji	

- Organski sistemi čovjeka. (OIP)
- Čula. (OIP)
- Krv. (OIP)
- Bolesti organa i organskih sistema. (OIP)

Preporuke za ostvarenje ishoda

Naglasak staviti na razumijevanje mehanizma održavanja homeostaze ćelije/organizma i posljedica narušavanja homeostaze. Povezanost homeostaze ćelije s homeostazom organizma može se objasniti na primjeru regulacije hemijskog sastava tjelesnih tečnosti. Raspravljati o važnosti vitamina i minerala u rastu i razvoju organizma. Prijenos informacija u regulaciji životnih procesa organizma objasniti na primjeru mehanizma povratne sprege u izlučivanju ADH-a. Prevenciju zaraznih bolesti (vakcinacija, lična higijena) povezati s epidemiološkim lancem na primjerima nekih bolesti. Istraživanje o uticaju sredinskih faktora i širenju bolesti može se provesti u saradnji sa zdravstvenom ustanovom i/ili upotrebom statističkih podataka. Pri opisivanju i uvježbavanju postupaka prve pomoći najvažnije je istaknuti hitna stanja koja u kratkome vremenu ugrožavaju život, npr. arterijska krvarenja i gušenje.

Naglasiti važnost prevencije, zdravog načina života i samozaštite tokom pružanja prve pomoći (npr. kontakt s krvlju ozlijeđene osobe). Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- izvođenje eksperimenata: analiza osobina vode bitnih za živa bića, ovisnost intenziteta rada srca i disanja o fizičkoj aktivnosti;
- istraživanje utjecaja rizičnih faktora na održavanje zdravlja čovjeka;
- provođenje projekata u kojima će učenici istraživati i promovisati zdrav način života (pravilna prehrana, tjelesna aktivnost, upravljanje stresom…);
- uvježbavanje osnovnih postupaka pružanja prve pomoći.

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE

Ishod učenja	Razrada ishoda
C.IV.1. Objašnjava i povezuje funkciju organa i organskih sistema u funkciji energijskih transformacija.	• Objašnjava važnost organskih i anorganskih molekula u građi ćelije i međućelijskih prostora. • Objašnjava građu i funkciju nukleinskih kiselina na nivou nukleotida. • Objašnjava metabolizam na nivou organa i organskih sistema. (OIP) • Povezuje funkciju organa i organskih sistema u funkciji energijskih transformacija. (OIP) • Povezuje metaboličke organske sisteme u cjelinu na nivou promjene tvari i energije. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.3.**

Ključni sadržaji

- Organski sistemi čovjeka. (OIP)
- Metabolizam. (OIP)

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ukazati na važnost energije za: očuvanje stalne tjelesne temperature, izlučivanje tvari iz organizma, diobu ćelija, prijenos podražaja i obradu primljenih informacija, rast, razvoj... Povezati razvoj mozga s aerobnim životnim uslovima stavljajući u odnos njegove energijske potrebe s nadzornom ulogom.

Povezanost energijske vrijednosti hrane s očuvanjem zdravlja moguće je objasniti na primjerima pretilosti, anoreksije i fotosinteze. Ukazati na povezanost metaboličkih procesa na nivou ćelije s potrebama organizama. Komunikaciju među ćelijama posredstvom hormona objasniti na primjeru adrenalina koji se izlučuje u trenutku kad je potrebna velika količina energije. Potrošnju energije kod narušene homeostaze moguće je objasniti na primjeru poremećaja u radu endokrinih žlijezda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: • izvođenje eksperimenta – dokazivanje prisutnosti hranjivih tvari u namirnicama; • upoređivanje kondicije sportaša i nesportaša (izdržljivost/oslobađanje energije); • korištenje videoisječaka/simulacija/animacija metaboličkih procesa.

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.IV.1. Prihvata stavove koji doprinose poznavanju ekoloških karakteristika ljudske populacije i vlastitom zdravlju.	• Objašnjava položaj organizama u trofičkom sistemu. (OIP) • Raspravlja o antropogenim uticajima na sve dijelove biogeosfere. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Ishrana u prirodi. (OIP) - Zagađenje i degradacija životne sredine i mjere zaštite. (OIP) - Upravljanje prostorom na lokalnom, regionalnom i globalnom planu. (OIP)	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Preporučuju se aktivnosti izvođenja terenske nastave u krugu škole i šire, posmatranje vrsta biljaka i životinja koje se tu nalaze, te njihovo bilježenje u posebno pripremljene obrasce i/ili praktikum za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje biodiverziteta, važnosti pojedinačnih vrsta u ekosistemima, kvalitativne i kvantitativne strukture životnih zajednica. Do podataka se može doći na dodatnoj terenskoj nastavi koju će finansirati škola, ili pretraživanjem literature i pronalaženjem zanimljivosti o različitim organizmima. Antropogeni utjecaji mogu se analizirati na pozitivnim i negativnim primjerima (npr. utjecaj zagađenja voda na održivost vodenih ekosistema, restauracija staništa: pošumljavanje degradiranih staništa). Podaci iz Crvenih knjiga mogu se povezati s važnošću postojanja mehanizama zaštite (npr. ekološka mreža Natura 2000). Utjecaj onečišćenja na zdravlje može se objasniti s aspekta uticaja ksenobiotika, buke, zračenja, (ne)higijene okoliša i sl. Naglasak staviti na razumijevanje načela održavanja uravnoteženog stanja u prirodi. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: posjeta ustanovi ili intervjuiranje osoba uključenih u procese zaštite prirode.	
D.IV.2. Prikuplja podatke te izvodi praktične radove iz različitih relevantnih izvora o anatomiji, fiziologiji i morfologiji čovjeka.	• Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje anatomije, fiziologije i morfologije životinja, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira. (OIP) • Koristi odgovarajuće informacione tehnologije za virtuelnu disekciju organa i druge slične vježbe. (OIP) • Izvodi praktične radove iz oblasti morfologije, anatomije i fiziologije

	životinja/čovjeka primjenjujući mjere opreza. (OIP) • Analizira rezultate i podatke dobijene tokom izvođenja eksperimentalnih ogleda. (OIP) • Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje anatomije, fiziologije i morfologije životinja, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira. (OIP) • Koristi odgovarajuće informacione tehnologije za virtuelnu disekciju organa i druge slične vježbe. (OIP) • Izvodi praktične radove iz oblasti morfologije, anatomije i fiziologije životinja/čovjeka primjenjujući mjere opreza. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.1.**
Ključni sadržaji	
- Organski sistemi čovjeka. (OIP) - Čula. (OIP) - Krv. (OIP) - Bolesti organa i organskih sistema. (OIP)	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Putem informacionih tehnologija preporučuje se korištenje videopriloga, simulacija i animacija kako bi se što uspješnije obradili pojedini organski sistemi. Učenici će kroz aktivnosti praktičnog rada kao što su mikroskopiranje trajnih preparata animalnih tkiva i drugih vježbi, za koje u školi uz upotrebu mjernih i optičkih instrumenata postoje objektivne mogućnosti izvođenja, potvrditi svoje predstave o morfologiji, anatomiji i fiziologiji pojedinih organskih sistema čovjeka.	
D.IV.3. Analizira i povezuje otkriće, građu DNK-a i RNK-a sa procesom autoreplikacije molekule DNK.	• Povezuje funkciju organskih i anorganskih molekula u živim sistemima. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.2.2.**
Ključni sadržaji	
- Biogeni elementi. - Proteini. - Masti. - Bjelančevine. - Nukleinske kiseline. - Gen. - Enzim. - Biohemijska reakcija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezanost građe DNK s procesom replikacije (dva lanca vezana vodikovim vezama koje se lako kidaju) i sintezom proteina (genski zapis u obliku tripleta azotnih baza) te odnos monomera i	

polimera objasniti upotrebom modela. Naglasak staviti na razumijevanje molekularne osnove u organizaciji živoga svijeta. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- izrada modela polimernih molekula upotrebom različitih materijala;
- izvođenje eksperimenta izolacije DNK kuhinjskom metodom – usporediti dobiveno kod različitih uzoraka, npr. ljudske pljuvačke i brokule, banane, luka i sl.;
- korištenje simulacija, videoisječaka ili animacija hromosoma, DNK.

D.IV.4. Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o fizičko-hemijskim osobinama ćelije na molekularnom nivou.	• Istražuje otkriće nukleinskih kiselina i njihov doprinos nauci i svakodnevnom životu. (OIP) • Prosuđuje važnost genetičke replikacije, transkripcije i translacije u procesu ostvarenja genetičke šifre. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.2.**

Ključni sadržaji

- Biogeni elementi, proteini, masti, nukleinske kiseline, gen, enzim, biohemijska reakcija; Mitoza, mejoza.
- Genotip, fenotip, hromosomi (autosomi, heterosomi), mutacije, modifikacije.
- Mendelovi zakoni.
- Imunogenetika i populaciona genetika.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Važno je ukazati na razliku između diploidnoga i haploidnoga broja hromosoma (broj hromosoma u homolognom paru) i hromosoma s dvije/jednom sestrinskom hromatidom te na povezanost diploidnoga broja hromosoma s genskom varijabilnosti. Križanje objasniti na primjerima Mendelovih križanja s graškom i zijevalicama te Morganovih s vinskim mušicama. Važno je da učenici razumiju princip nasljeđivanja te se preporučuje ne zahtijevati navođenje dominantnih/recesivnih osobina. Spolno vezane gene i spolno vezano nasljeđivanje preporučuje se objasniti na primjerima hemofilije i daltonizma. Naglasak staviti na razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou.

Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- istraživanje varijabilnosti (npr. dužina palca desne ruke, sraslost ušne resice, oblik sjemenke, boja cvijeta) na samostalno odabranom uzorku;
- prikazivanje križanja na temelju postavljenih dominantnih i recesivnih osobina u čovjeka;
- prikazivanje križanja upotrebom samostalno izrađenih aplikacija (mogućnost primjene IKT-a, crtanje, modeli od papira i sl.);
- posmatranje samostalno izrađenih mikroskopskih preparata: faze ćelijskih dioba;
- korištenje videoisječaka/simulacija/animacija životnih ciklusa ćelija;
- izrada modela koji prikazuju mutacije ili promjene građe/broja hromosoma kao uzroka bolesti.

D.IV.5. Objašnjava argumentovano razliku između genotipa i fenotipa na nivou nukleinskih kiselina, gena, hromosoma i genoma.	• Istražuje genotip i fenotip na primjerima krvnih grupa u realnom okruženju i rješava praktične zadatke. (OIP) • Istražuje otkriće nukleinskih kiselina i njihov doprinos nauci i svakodnevnom životu. (OIP)
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.2.1.**

Ključni sadržaji

- Genotip; Fenotip.
- Hromosomi (autosomi, heterosomi); Mutacije, modifikacije.

<table>
<tr><th colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</th></tr>
<tr><td colspan="2">Nastavni sadržaji genetike trebaju omogućiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou uz opis procesa i pojmova, te razumijevanje formalne i populacijske genetike. Također, preporučuju se eksperimenti poput izolacije molekula DNK kuhinjskom metodom, izrada modela polimerskih jedinjenja korištenjem različitih materijala i slično.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>D.IV.6. Prikuplja podatke iz različitih relevantnih izvora te izvodi praktične radove za stjecanje informacija i predstava o molekularnoj biologiji i genetici.</td><td>• Istražuje otkriće nukleinskih kiselina i njihov doprinos nauci i svakodnevnom životu. (OIP)
• Prosuđuje važnost genetičke replikacije, transkripcije i translacije u procesu ostvarenja genetičke šifre. (OIP)
• Uspoređuje osnovne tipove spiralizacije hromosoma, gena, genskog lokusa i alele kao i njihov međusobni uticaj. (OIP)
• Identificira faze mitoze i mejoze koristeći mikroskop i rješava praktične zadatke. (OIP)
• Razlikuje monogensko i poligensko nasljeđivanje. (OIP)
• Primjenjuje principe nasljeđivanja pomoću Mendelovih zakona i rješava praktične zadatke. (OIP)
• Istražuje genotip i fenotip na primjerima krvnih grupa u realnom okruženju i rješava praktične zadatke. (OIP)
• Istražuje frekvenciju gena na primjerima osobina ljudske populacije i rješava praktične zadatke iz populacione genetike. (OIP)
• Klasificira mutacije na genske, hromosomske i genomske. (OIP)
• Procjenjuje različite naučne izvore iz genetike, raspravlja o dobivenim rezultatima, pravilno ih citira. (OIP)
• Koristi informacione tehnologije za istraživanja molekularne, klasične, imunogenetike i populacione genetike. (OIP)</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 4.4.4.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ključni sadržaji</th></tr>
<tr><td colspan="2">- Biogeni elementi.
- Masti, bjelančevine, nukleinske kiseline.
- Gen, enzim, biohemijska reakcija.
- Mitoza, mejoza.
- Genotip, fenotip, hromosomi (autosomi, heterosomi).
- Mutacije, modifikacije.
- Mendelovi zakoni; Imunogenetika i populaciona genetika.
- Genetički inžinjering, sekvencioniranje genoma, GMO, CRISPR tehnologija, banke gena, banke sjemenki, matične ćelije, genska terapija, kloniranje. (OIP)</td></tr>
<tr><th colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</th></tr>
</table>

Nastavni sadržaji genetike trebaju omogućiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou uz opis procesa i pojmova, te razumijevanje formalne i populacijske genetike. Također, preporučuju se eksperimenti poput izolacije molekula DNK kuhinjskom metodom, izrada modela polimerskih jedinjenja korištenjem različitih materijala i slično. Razgovor sa učenicima o historiji naučnih otkrića, a podložnost naučnih objašnjenja, teorija i modela objasniti na primjeru centralne dogme. Važno je naglasiti značaj naučnih dostignuća i njihovu primjenu u različitim oblastima. Istraživanje savremenih otkrića iz genetike (npr. genetički inžinjering, sekvencioniranje genoma, GMO, CRISPR tehnologija, banke gena, banke sjemenki, matične ćelije, genska terapija, kloniranje…). Istovremeno je potrebno razgovarati o opravdanosti istraživanja na različitim organizmima, korištenju matičnih ćelija, genetičkom inženjeringu, liječenju genskom terapijom…

FILOLOŠKA GIMNAZIJA

I razred filološke gimnazije /2 časa sedmično/70 časova godišnje/

Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA **Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)**	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.I.1. Analizira povezanost biologije sa drugim naukama.	• Objašnjava položaj prirodnih nauka. • Procjenjuje sličnosti između prirodnih i društvenih nauka. • Definira položaj biologije kao prirodne nauke. • Analizira metode proučavanja u biologiji kao prirodnoj nauci. • Analizira međuzavisnost prirodnih nauka sa razvojem poljoprivrede, industrije, kulture i civilizacije. • Analizira primjenu bioloških otkrića u svakodnevnom životu.
Poveznice sa ZJNPP	
Ključni sadržaji	
- Osnovne odlike biologije kao prirodne nauke. - Povezanost biologije sa društvenim naukama. - Metode proučavanja u biologiji.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Važnost prirodnih nauka naročito biologije objasniti kroz historiju, značajna otkrića (mikroskop, penicillin itd). Povezati biologiju sa drugim prirodnim naukama kroz primjere iz biohemije, biofizike, matematike i geografije. Navesti osnovnu poveznicu sa društvenim naukama a to je čovjek te opisati ga kao biološko i društveno biće. Opisati metode proučavanja u biologiji i osnovne odlike živih bića. Ishod se može realizovati putem izrade portofolija gdje bi se navele sve sličnosti sa ostalim naukama kako prirodnim tako i društvenim.	

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.I.1. Uporeduje temeljna obilježja organiziranosti kod različitih skupina biljaka.	• Razlikuje najvažnije skupine biljaka. Uporeduje osnovne odlike građe kod različitih skupina biljaka. • Uporeduje različite načine razmnožavanja biljaka. • Opisuje osnovne karakteristike predstavnika biljaka.

	• Opisuje osnovne karakteristike gljiva i njihovu raznolikost te ulogu lišajeva kao bioindikatora. • Procjenjuje značaj biljaka za čovjeka.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Biosistematika biljaka. - Prokarioti i eukarioti (osnovne odlike građe, razmnožavanje i karakteristike). - Osnovne karakteristike i raznolikost algi, gljiva i lišajeva. - Uporedba u građi, karakteristikama i razmnožavanju kod mahovina, papratnjača i sjemenjača.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Za postizanje ishoda, potrebno je usporediti temeljne odlike organiziranosti biljaka (mahovina, papratnjača, golosjemenjača, skrivenosjemenjača). Pri tome je važno njihovu građu i funcioniranje staviti u širi kontekst, uspoređujući ih s drugim skupinama organizama, kao što su prokarioti, alge, gljive i lišajevi. U uporedbi temeljnih obilježja skupine odabrati, po mogućnosti, predstavnike skupina koji su učenicima bliski i lako prepoznatljivi te odabrati samo obilježja skupine koja su nužna za razumijevanje općega plana građe i funkcioniranja predstavnika te skupine. Ishod se može ostvariti na metodi determinacije biljaka na primjeru golosjemjenjača, monokotila i dikotila, izradom portofolija sa osnovnim karakteristikama predstavnika itd. Razgovarati o ekonomskoj i ekološkoj važnosti biljaka.	
B.I.2. Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu.	• Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu. • Objašnjava potrebu klasficiranja živog svijeta. • Uspoređuje građu organskih sistema organizama na različitim nivoima složenosti. • Povezuje ključne faktore bitne za prilagođavanje građe tijela sa uslovima staništa. • Uspoređuje funkcije organela, organa i organskih sistema od jednoćelijskih organizama do sisara. • Uspoređuje različite načine razmnožavanja u svakoj skupini koja čini biosistematiku životinja. • Opisuje karakteristične predstavnike različitih skupina živih bića. • Opisuje viruse kao infektivne čestice koje se mogu razmnožavati samo u živom biću.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Biosistematika životinja. - Osnovne karakteristike virusa (razmnožavanje u živim bićima npr. HIV). - Prilagodljivost organizama na životne uslove.	

- Komparativni prikaz načina razmnožavanja od jednoćelijskih organizama do sisara; Tipični predstavnici skupina.
- Funkcije organela, organa i organskih sistema u predstavnika različitih skupina.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Kod ostvarivanja ovog ishoda bitno je naglasiti povezivanje usložnjavanja u građi tijela sa pojavom novih osobina koja se prvenstveno odnose na prilagođavanje na uslove staništa kao što je npr. život u vodi, izlazak na kopno, itd. Izabrati predstavnike kod kojih se javljaju bitnije evolucijske promjene te na njima objasniti prilagođavanje i preživljavanje organizama. Uporediti funkcije organela, organa i organskih sistema na konkretnim primjerima, npr. izmjena gasova ili disanje (ćelijska membrana, koža, škrge, pluća). Izvršiti komparativni pregled osnovnih karakteristika između praživotinja, spužvi, glista, zglavkara, mekušaca, bodljokošaca, hordata, riba, vodozemaca, gmizavaca i ptica. Navesti osnovne karakteristike virusa, njihov način razmnožavanja, istaći primjer HIV-a. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: mikroskopiranje protozoa, disekcija ribe, žabe; gledanje dokumentarnih emisija o evoluciji životinja i njihovom prilagođavanje uslovima staništa; izradom komparativne tabele koje prikazuju građu i funkciju organskih sistema kod različitih skupina životinja; pripremanje videoisječaka o predstavnicima skupina (korištenje IKT-a).

B.I.3. Interpretira i vrednuje rezultate iz različitih izvora o prilagodbi organizama na uslove staništa služeći se stručnom terminologijom.	• Prikuplja podatke uz donošenje zaključaka. Istražuje različite izvore informacija. • Analizira podatke koristeći stručnu literaturu. • Interpretira rezultate o prilagodbi organizama (od jednoćelijskih do sisara) na uslove staništa. • Prikazuje rezultate tabelarno ili grafički koristeći IKT-u.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.1.**

Ključni sadržaji

- Biosistematika živog svijeta.
- Izbor literature.
- Korištenje grafičkih i tabelarnih prikaza.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarenju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Provesti analizu podataka dobivenih te raspraviti dobivene rezultate. Važno je i uputiti učenike da nisu svi izvori informacija pouzdani (npr. blog, forum, Wikipedia) te potaknuti razvoj kritičkoga odnosa prema vlastitome radu i sposobnosti uočavanja vlastitih pogrešaka tokom rada. Prikazati rezultate istraživanja u obliku tabela, grafikona ili prezentacija. Naglasak staviti prvenstveno na proces istraživanja, a ne na dobiveni rezultat. Može se pratiti životni ciklus različitih organizama koristeći se izvornom stvarnošću (leptiri, žaba, biljke i dr.).

B.I.4. Uspoređuje obilježja svih grupa životinja sa klasom sisara kao najvećim stepenom evolutivnog razvitka.	• Uspoređuje građu organskih sistema sisara sa drugim organizmima. • Uspoređuje način razmnožavanja sisara. • Uspoređuje temeljna obilježja predstavnika unutar skupine sisara. • Povezuje faktore prilagođavanja građe tijela sa staništem različitih skupina sisara.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**

Ključni sadržaji	
- Opće odlike sisara, njihova građa i razmnožavanje. - Tipični predstavnici sisara.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Navesti osnovne odlike, građu organskih sistema i način razmnožavanja kod sisara i povezati sa temeljnim obilježjima ostalih skupina životinja. Izabrati predstavnike kod kojih se javljaju bitnije evolucijske promjene te na njima objasniti prilagođavanje i preživljavanje organizama. Uporediti osnovne funkcije organa na konkretnim primjerima. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: organizovanje izleta u prirodu radi posmatranje životinjskog svijeta; posjete prirodnim muzejima radi uočavanja obilježja organizama koja su evoluirala tokom godina; izradom komparativne tabele koje prikazuju građu organskih sistema i načine razmnožavanja kod sisara i drugih skupina životinja; gledanje dokumentarnih emisija o evoluciji sisara i njihovoj prilagodbi uslovima staništa; i korištenje IKT-e za formiranje prezentacija i videosnimaka.	
B.I.5. Objašnjava filogenezu živog svijeta.	• Definira i objašnjava pojmove filogeneze i filogenije. • Objašnjava proces filogeneze kod biljnih organizama. • Analizira pretpostavke nastanka najjednostavnijih višećelijskih organizama. • Analizira biljni i životinjski svijet Bosne i Hercegovine s naglaskom na endemske vrste.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.5.**
Ključni sadržaji	
- Filogeneza biljnog i životinjskog svijeta. - Flora i fauna Bosni i Hercegovine.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pomoću pojednostavljenih prikaza, shema ili grafika prikazati i objasniti filogenezu biljnog i životinjskog svijeta. Objasniti pretpostavke nastajanja najjednostavnijih višećelijskih organizama na primjeru izumrlih prabičara. Navesti endemske vrste biljaka i životinja na području Bosne i Hercegovine te način na koji se vrši njihova zaštita. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - posjete i izleti na planine radi uočavanja endemskih vrsta i upoznavanja flore i faune BiH; - upotreba IKT-a radi formiranja shema filogeneze biljnog i životinjskog svijeta.	

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.I.1. Povezuje građu ćelije sa njenom funkcijom.	• Uporeduje razlike između biljne i životinjske ćelije. • Uporeduje način funkcionisanja prokariotske i eukariotske ćelije. • Uporeduje građu i funkciju ćelijske membrane sa građom i funkcijom ćelijskog zida.

	• Analizira funkcije svih ćelijskih organela. • Povezuje važnost ćelijskog jedra sa razmnožavanjem. • Uočava razliku između aktivnog i pasivnog transporta supstanci.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Građa biljne i životinjske ćelije. - Ćelijske organele (građa i funkcija). - Uporedba u građi i funkciji ćelijske membrane i ćelijskog zida. - Građa ćelijskog jedra i njegova važnost u razmnožavanju i nasljeđivanju. - Uporedbe između aktivnog i pasivnog prenosa supstanci.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod se može ostvariti najbolje preko laboratorijskih vježbi kao što su mikroskopiranje biljne (npr. lukovica) i životinjske ćelije (npr. epitel usne šupljine). Pasivni prenos supstanci objasniti na primjerima difuzije, osmoze i dijalize a aktivni na transportu Na+ i K+ jona. Prokariotsku i eukariotsku ćeliju i njihovo usložnjavanje moguće je objasniti na modelima sa posebnim naglaskom na ćelijske organele njihovu građu i funkciju. Mogu se koristiti i različiti video materijali (upotreba IKT-a) kako bi se uočile razlike u građi ćelija, smještaj organela u ćelijama, prenos tvari i sl.	
C.I.2. Uspoređuje životne cikluse od ćelije do višećelijskih organizama.	• Analizira ćelijski ciklus. • Uspoređuje različite načine razmnožavanja. • Objašnjava prednosti i nedostatke pojedinih načina razmnožavanja. • Povezuje mitozu/mejozu sa nastankom tjelesnih/spolnih ćelija. • Objašnjava važnost mejoze i spolnoga načina razmnožavanja za evoluciju te suštinu i smisao razmnožavanja.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Ćelijski ciklusi (mitoza i mejoza). - Različiti načini bespolnog i spolnog razmnožavanja. - Značaj mejoze i spolnog načina razmnožavanja za razvoj evolucije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uspoređivanje sistema parenja, razvoja, sazrijevanja, rasprostranjivanja organizama različitih vrsta može se objasniti na primjerima oprašivanja, oplodnje i sl. Uporediti tok života različitih ćelija i organizma: nastanak/rođenje, diferencijacija/razvoj, smrt. Naglasak staviti na razumijevanje ćelijskog ciklusa i njegovog uticaja na životni ciklus organizma. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: debata o prednostima i nedostacima spolnog i bespolnog razmnožavanja kod različitih organizama, posmatranje samostalno izrađenih mikroskopskih preparata: faze ćelijskih dioba, pupanje kvasca; izrada modela ćelijskih dioba; korištenje videoisječaka/simulacija/animacija životnih ciklusa ćelije (upotreba IKT-a).	
C.I.3. Analizira biohemijski sastav i fizičko-hemijska svojstva protoplazme.	• Uspoređuje funkcije organskih i neorganskih sastojka protoplazme.

	• Objašnjava razlike u koloidima. • Objašnjava pojmove koagulacije, bubrenja, gel i sol stanja protoplazme. • Učenik može da opiše funkciju proteina u ćeliji.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Organski i neorganski sastav protoplazme. - Fizičko-hemijska svojstva protoplazme (koloidi, koagulacija, sol i gel stanje).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti na primjeru želatine sol i gel stanje protoplazme. Objasniti razliku hidrofobnih i hidrofilnih rastvora (na primjeru AgCl i želatine). Navesti značaj vode kao glavne neorganske komponente za funkciju ćelije. Objasniti funkciju i značaj organskih komponenata (ugljikohidrati, masti i proteini). Ishod se može ostvariti na slijedeći način: - eksperimentalnom vježbom uočavanja sol i gel stanja; - upotrebom IKT-a za gledanje video-isječaka i pripremu prezentacija.	
C.I.4. Objašnjava organske sisteme i njihovu funkciju.	• Uporeduje građu i funkciju različitih biljnih tkiva. • Uporeduje građu i funkciju različitih životinjskih tkiva. • Objašnjava važnost organskih sistema sa njihovom funkcijom. • Analizira građu kože i skeleta. Uporeduje građu organa za disanje tokom evolutivnog razvitka kod živih bića. • Uporeduje načine cirkulacije kod različitih živih bića. • Uporeduje sisteme organa za izlučivanje i endokrini sistem kod različitih skupina živih bića. • Razlikuje vrste nervnih sistema.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Biljna i životinjska tkiva. - Životinjski organizam i organski sistem (koža, organi za potporu i kretanje, probavu, disanje i cirkulaciju). - Sistem organa za izlučivanje, nervni (živčani) sistem, čula i sistem organa za razmnožavanje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Opisati građu biljnih i životinjskih tkiva kao važnih elemenata za organizam živih bića. Potrebno je naglasiti funkcije organskih sistema za organizam. Objasniti važnost kože i njenu zaštitnu ulogu. Na primjerima predstavnika skupina živih bića objasniti razvijanje organa za disanje tokom evolucije. Objasniti zatvoreni i otvoreni tip cirkulacije. Objasniti organe za izlučivanje od organela do razvitka organskog sistema. Navesti tipove nervnog sistema. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: mikroskopiranje biljnih i životinjskih tkiva; gledanje videosnimaka koji se odnose na građu i funkciju organski sistema; korištenje modela i dijagrama za usporedbu građe i funkcije organskih sistema; upotreba različitih atlasa.	

Oblast: D/ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.I.1. Analizira utjecaj biljnog i životinjskog svijeta na čovjeka.	• Uspoređuje utjecaj simbiotskih i parazitskih bakterija na organizam čovjeka. • Uspoređuje pozitivne i negativne strane gljiva. • Analizira utjecaj čovjeka na opstanak biljnog i životinjskog svijeta. • Analizira pozitivan i negativan utjecaj životinjskog svijeta na život čovjeka. • Analizira utjecaj vakcina (cjepiva) na zdravlje čovjeka.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.2.5.**
Ključni sadržaji	
- Biosistematika biljaka i životinja.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti važnost bakterija za održavanje prirodne crijevne flore kod čovjeka te navesti oboljenja koja mogu izazvati (tuberkuloza, sifilis, crijevna oboljenja, itd.), upotreba vakcine i antibiotika. Na primjeru penicilina objasniti važnost gljiva za organizam čovjeka. Potrebno je objasniti pozitivan i negativan utjecaj čovjeka na opstanak biljnog i životinjskog svijeta na konkretnim primjerima (sadnja i briga o raznovrsnim biljkama, uzgoj životinja, stvaranje rezervata radi zaštite životinja, sječa šuma, lov na životinje, industrija i njen negativni utjecaj, itd.). Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: upotreba IKT-a radi gledanja videosnimaka o uticaju biljnog i životinjskog svijeta na čovjeka i obrnuto.	

II razred filološke gimnazije /2 časa sedmično/70 časova godišnje/

Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA **Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)**	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.II.1. Objašnjava obilježja živog i neživog.	• Navodi osnovne nivoe i stupnjeve integracije. • Objašnjava međuzavisnost osobina živih bića na različitim nivoima ekološke organizacije prirode (jedinka, populacija, biocenoza, ekosistem, biom i biosfera). • Razlikuje na primjerima organizacijske nivoe prirode.

	• Uspoređuje složenost organizacijskih nivoa od jedinke do biosfere. • Analizira tipove ekosistema, utvrđujući njihove razlike. • Analizira utjecaj živih bića na biogeohemijske cikluse u biosferi. • Argumentuje važnost pojedinih molekula za prelazak iz neživog u živo.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Organizacijski nivoi prirode (jedinka, populacija, biocenoza, ekosistem, biom i biosfera). - Vodeni i kopneni ekosistemi. - Biogeohemijski ciklusi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U poredak temeljnih obilježja pojedinih nivoa ekološke organizacije prirode odabrati, po mogućnosti, obilježja koja su učenicima bliska, lako prepoznatljiva i koja su nužna za razumijevanje općeg plana povezanosti i funkcioniranja organizama u prirodi. Komparativni i egzemplarni pristup podučavanja kombinirati s preglednim grafičkim prikazom organizacijskih nivoa prirode u svrhu sistematiziranja i povezivanja znanja. Na taj će način učenici steći predodžbu o položaju glavnih organizacijskih nivoa prirode i njihovom međusobnom odnosu. Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti živog i neživog na različitim nivoima ekološke organizacije prirode. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su izrada grafičkih prikaza organizacijskih nivoa prirode (mogućnost primjene IKT-a), a može se zadati ekosistem ili se ekosistem daje na izbor učeniku.	
A.II.2. Objašnjava utjecaj prostora i faktora prostora na organizam (npr. svjetlost, toplota, klima, ...)	• Analizira i uspoređuje utjecaj pojedinih ekoloških faktora na razvoj i preživljavanje organizma (temperatura, svjetlost...). • Analizira utjecaj kompleksnih faktora sredine na organizme, interakcija (klima, tlo). • Interpretira postanak životnih formi sa faktorima sredine i evolucijom. • Objašnjava ekološku valencu na primjerima.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.2.1.**
Ključni sadržaji	
- Abiotički i biotički faktori. - Interakcije između živih organizama i okoliša. - Životne forme organizama. - Ekološka valenca.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri stavljanju u odnos utjecaja abiotičkih i biotičkih faktora na homeostazu i reakciju organizma preporučuje se uzeti primjere manjka/viška vode, manjka/viška sunčeve svjetlosti, simbioza (npr. parazitizam), ponašanja vezano uz regulaciju tjelesne temperature i sl. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:	

- posmatranje organizama u bliskom okolišu i opisivanje njihovih prilagodbi s obzirom na vrstu staništa, dostupnost hrane, vrstu hrane i način prehrane, sezonske promjene...
- skiciranje, opis i argumentiranje prilagodbi važnih za preživljavanje organizama u uslovima staništa;
- izvođenje eksperimenata: analiza osobina vode bitnih za živa bića;
- istraživanje utjecaja rizičnih faktora na održavanje zdravlja živih bića;
- uočavanje/istraživanje utjecaja abiotičkih i biotičkih faktora na populacije bliskog ekosistema, npr. može se usporediti vegetacija na osunčanoj/južnoj i zasjenjenoj/sjevernoj strani škole (karakteristične vrste, brojnost jedinki pojedine vrste i sl.), a postavljanjem termometra može se istovremeno pratiti utjecaj promjene temperature u pojedinim godišnjim dobima na vegetaciju ispitivanje ekološke termovalence na primjeru klijanja sjemenki (graha, pšenice ili sl.).
- istraživanje kako klimatske promjene utječu na distribuciju i ponašanje organizama.

A.II.3. Objašnjava strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i organizma i sredine.	• Analizira geografske i prirodne procese i utvrđuje njihov utjecaj na životnu sredinu. • Stavlja u vezu živa bića u vodenim i kopnenim ekosistemima (složeni lanci ishrane). • Objašnjava postojanje raznolikosti živih bića na Zemlji stavljajući ih u vezu s promjenama životne sredine. • Povezuje recentni biodiverzitet na Zemlji sa geomorfologijom, klimom, historijskim promjenama i evolucijom. • Uporeduje uspješnost prilagodbi na primjerima autohtonih, alohtonih i invazivnih stranih vrsta. • Prepoznaje ugrožene vrste na lokalnom i globalnom nivou procjenjujući razloge njihove ugroženosti.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.2.2.**

Ključni sadržaji

- Distribucija klime, zemljišta i biocenoza na Zemlji.
- Vodeni i kopneni ekosistemi.
- Hranidbeni lanci.
- Interakcije između živih organizama i okoliš.
- Biodiverzitet.
- Autohtone, alohtone i strane invazivne vrste.
- Ugrožene vrste na lokalnom i globalnom nivou.
- Uzroci ugroženosti različitih vrsta.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Pri objašnjavanju uspješnosti prilagodbi poželjno je proučiti autohtone/alohtone/invazivne strane vrste koje rastu u bliskoj okolini. Naglasiti negativan utjecaj invazivnih stranih vrsta na biodiverzitet, na zdravlje ljudi ili privredu te naglasak staviti na razumijevanje važnosti prilagodbi.

U učenju i podučavanju mogu se učenicima predstaviti poznate i bliske prirodne nepogode te njihove posljedice. Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti prilagodbi i životnih uslova.

Analizirati karte distribucije bioma na Zemlji i povezati ih s klimatskim uslovima. Učenici izrađuju karte rasprostranjenosti alohtonih i invazivnih vrsta u BiH (npr. ambrozija, kaulerpa, kalifornijska

pastrmka) i povezuju ih s faktorima ugrožavanja prirodnih staništa (npr. urbanizacija, poljoprivreda). Analiziraju se posljedice prisustva invazivnih vrsta na ekosisteme i autohtone vrste, uz korištenje lokalnih primjera. Aktivnost može uključivati terenski rad u okolini škole, identifikaciju vrsta, fotografisanje, bilježenje lokacija i izradu mape invazivnih biljaka ili životinja.	
A.II.4. Utvrđuje uzroke poremećaja žive i nežive prirode i važnost očuvanja njihovih odnosa u geobiosferi.	• Raspravlja o zaštićenim područjima Bosne i Hercegovine, donosi zaključak o stepenu njihovog ugrožavanja. • Potkrepljuje dokazima utjecaj čovjeka na globalne efekte zagađenja i raspravlja o mogućnostima održivog razvoja. • Analizira i stavlja u vezu ekonomski razvitak s prirodnim bogatstvima u prostoru življenja. • Prepoznaje ugrožene vrste na lokalnoj i globalnoj razini procjenjujući razloge njihove ugroženosti. • Objašnjava na primjerima potrebu zaštite određenih vrsta i pojedinih prirodnih staništa te područja Bosne i Hercegovine. • Potkrepljuje valjanim dokazima (argumentima) i predlaže mjere za očuvanja prirodnih bogatstava i zaštićenih područja.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Mehanizmi održavanja uravnoteženoga stanja u prirodi. - Antropogeni uticaj na dinamičku ravnotežu. - Kategorije zaštite prirode. - Primjeri zaštićenih vrsta, staništa i područja. - Uticaj okoliša na zdravlje. - Održivi razvoj.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uzroci ugroženosti i stepen ugroženosti pojedinih vrsta mogu se naći u nacionalnim i globalnim Crvenim knjigama/listama. Preporučuje se posjeta nekom od zaštićenih područja BiH. Važnost očuvanja biodiverziteta za čovjeka može se objasniti kroz usluge ekosistema na nacionalnim primjerima (npr. važnost prirodnih poplavnih područja u svrhu reguliranja vodostaja velikih rijeka, uloga polinatora u proizvodnji hrane i dr.), a odgovornost čovjeka kroz održivo korištenje ili tematiku trgovine i prekograničnog prometa ugroženim vrstama. Naglasak staviti na razumijevanje čovjekova uticaja na uravnoteženo stanje u prirodi i biodiverzitet s aspekta održivoga razvoja. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - upoznavanje institucija vezanih uz zaštitu prirode i okoliša u BiH; - istraživanje stanja okoliša i antropogenog uticaja u lokalnoj zajednici, odnosa broja stanovnika, privredne situacije i/ili stanja okoliša; - izrada tematske karte s prikazom zaštićenih područja BiH i karakterističnih endemskih i ugroženih vrsta koje ih nastanjuju (npr. čovječija ribica, Pančićeva omorika, bosanski ljiljan) - grupni rad ili projektna nastava, digitalni alati za mapiranje; - izvođenje eksperimenta – nastanak i djelovanje kiselih kiša; - istraživanje i usporedba vrsta na prirodnim i antropogenim staništima.	

- organizovanje kampanje za podizanje svijesti o važnosti recikliranja i smanjenja svih vrsta otpada - razvrstavanju otpada i načine upravljanja otpadom (od prikupljanja, sortiranja do nastanka sekundarnih sirovina).	
A.II.5. Argumentuje važnost očuvanja prirode radi održivosti biodiverziteta.	• Raspravlja o globalnim posljedicama prouzrokovanim neskladom žive i nežive prirode pogubnim za život na Zemlji. • Potkrepljuje dokazima posljedice globalnih klimatskih promjena u prostoru življenja i predlaže modele za unapređenje. • Utvrđuje važnost postojanja raznolikosti gena, vrsta i ekosistema za održivost života u prostoru življenja. • Raspravlja o prednostima i nedostacima genetički modificiranih organizama i njihovu utjecaju na uravnoteženo stanje u prirodi. • Zauzima stav i predlaže mjere za održivi razvoj na osnovu procjene stanja ekosistem.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.3.2.**
Ključni sadržaji	
- Prednosti i nedostaci genetički modificiranih organizama. - Utjecaj genetički modificiranih organizama na uravnoteženo stanje u prirodi. - Rizici primjene biotehnologije i kontroliranoga križanja. - Važnost očuvanja bioraznolikosti za stabilnost ekosistema i čovjekov opstanak. - Odgovornost ljudi u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi i očuvanju bioraznolikosti. - Uzroci ugroženosti vrsta i populacija. - Mehanizmi održavanja uravnoteženoga stanja u prirodi. - Održivi razvoj. - Prirodne katastrofe i okoliš (poplava, grad, suša, požar).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Prednosti i nedostatke genetički modificiranih organizama i njihov utjecaj na uravnoteženo stanje u prirodi objasniti na primjeru kvasca koji proizvodi inzulin i genetički modificiranog kukuruza. Raspraviti o rizicima primjene kontroliranog križanja i umjetne selekcije na pasminama pasa ili drugih umjetno dobivenih pasmina/sorti. Čovjekov utjecaj na vlastitu evoluciju i evoluciju živoga svijeta moguće je objasniti na primjerima suzbijanja i liječenja različitih bolesti, transplantacije organa, unošenja stranih vrsta (npr. invazivne strane vrste), uništavanja staništa, promjene zalihe gena (stare sorte npr. jabuka) i sl. Antropogeni utjecaji mogu se analizirati na pozitivnim i negativnim primjerima (npr. utjecaj zagađenja voda na održivost vodenih ekosistema, restauracija staništa: pošumljavanje degradiranih staništa). Podaci iz Crvenih knjiga mogu se povezati s važnošću postojanja mehanizama zaštite (npr. ekološka mreža Natura 2000). Utjecaj onečišćenja na zdravlje može se objasniti s aspekta uticaja ksenobiotika, buke, zračenja, (ne) higijene okoliša i sl. Naglasak staviti na razumijevanje načela održavanja uravnoteženog stanja u prirodi. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - posjeta ustanovi/tvornici ili - intervjuiranje osoba uključenih u procese zaštite prirode / uključenih u odlučivanje o primjeni GMO-a i sl. - organizovanje debate ili radionice o prednostima i nedostacima genetički modificiranih organizama;	

- pisanje eseja: „Može li biotehnologija pomoći u očuvanju biodiverziteta“;
- analiza naučnih članaka o uticaju klimatskih promjena na ekosistem;
- izrada plana održivog razvoja za školu ili lokalnu zajednicu;
- istraživanje kako prirodne katastrofe utiču na bioraznolikost.

A.II.6. Interpretira i vrednuje rezultate iz različitih izvora o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja služeći se stručnom terminologijom.	• Interpretira i vrednuje zaključke o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja na osnovu prikupljenih informacija iz različitih izvora. • Stavlja u vezu povezanost strukturnih i funkcionalnih svojstva žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja koristeći se različitim izvorima. • Komunicira verbalno i pisano o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja služeći se stručnom terminologijom i IKT-om.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.2.**

Ključni sadržaji

- Formuliranje ciljeva istraživanja i hipoteza.
- Korištenje grafičkim i tabelarnim prikazima.
- Izbor pouzdane literature.
- Ispravno navođenje literature (u tekstu i na kraju teksta).
- Pisanje kraćih rasprava i zaključaka.
- Kvalitativna i kvantitativna analiza podataka dobivenih.
- Istraživanjem te raspravljanje rezultata.
- Kritički odnos prema vlastitome radu i uočavanje vlastitih pogrešaka tokom rada.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Preispitivanje utjecaja ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja onečišćenja može se objasniti u kontekstu održivoga razvoja, dinamičke ravnoteže u ekosistemu, obnovljivih izvora energije, zagađenja, onečišćenja, poremećaja uravnoteženog stanja i sl. Važno je komentirati prednosti i nedostatke obnovljivih izvora energije, pročistača otpadnih voda, važnost studija uticaja na okoliš i sl. Potrebno je raspraviti opravdanost izrade herbarija, zbirki životinja, važnost zaštite ugroženih vrsta te zaštite prirode. Izraditi terarij ili akvarij. Opisati na primjeru važnost reintrodukcije (npr. reintrodukcija dabra/risa). Utjecaj bolesti na populacije i ljudsko društvo moguće je objasniti na primjeru kuge, ptičje gripe, malarije i sl. Potrebno je upoznati učenike sa zaštitom autorskih prava pri korištenju literaturom, tekstovima, fotografijama, crtežima i skicama. Ovaj ishod ostvaruje se aktivnostima i sadržajima ostalih ishoda 2. razreda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: vođenje rasprave o odabranim temama (ovisno o interesu učenika /aktuelnosti teme) argumentirajući vlastite stavove i uvažavajući stavove drugih.

A.II.7. Izvodi praktične radove služeći se mjernim i optičkim instrumentima (mikroskop, lupa) i laboratorijskom opremom za stjecanje informacija i	• Izvodi kompleksne praktične radove u prirodi i laboratoriji služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i IKT.

predstava o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode.	
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.4.**
Ključni sadržaji	
- Aktuelni etički problemi u biološkim otkrićima. - Primjena bioloških istraživanja i otkrića.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarivanju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishod se treba ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom integrirano sa ostalim ishodima 2. razreda te provođenjem projekata. Prijedlozi učeničkih projekata: - Istražiti životne uslove okoliša i povezati ih sa antropogenim utjecajem. - Istražiti ugrožene vrste bliskog okoliša. - Istražiti potrošnju energije/vode u svom stanu tokom određenoga vremenskog razdoblja, odrediti najveće potrošače i predložiti moguće načine uštede. - Istražiti prilagodbe organizama na abiotičke i biotičke faktore. - Izvesti praktičan rad o mjerenju kvalitete vode koristeći laboratorijsku opremu. - Izraditi digitalni portfolio o provedenim praktičnim radovima i projektima	

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.II.1. Razlikuje genotip i fenotip živih bića (što je urođeno i što se stječe tokom života).	• Objašnjava strukturu i funkcije nasljednog materijala (DNK, RNK, geni, hromosomi). • Razlikuje gen, genom, genotip i fenotip. • Analizira genotip i fenotip na nivou gena, hromosoma i genoma. • Opisuje odnos monomera i polimera na primjerima biomolekula. • Objašnjava značenje broja hromosoma i/ili molekula DNK u različitim fazama životnoga ciklusa ćelije. • Objašnjava da su nukleinske kiseline temelj srodnosti i raznolikosti živog svijeta. • Objašnjava utjecaj okoline na manifestaciju genotipa na nivou osobina i procesa.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.1.**
Ključni sadržaji	
- Građa nukleinskih kiselina i njihove funkcije. - Gen, genom, genotip i fenotip. - Odnos monomera i polimera na primjerima biomolekula i njihove uloge u živim organizmima. - Broj hromosoma i/ili molekula DNK u različitim fazama životnog ciklusa ćelije. - Nukleinske kiseline kao temelj srodnosti i raznolikosti živoga svijeta.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezanost građe DNK s procesom replikacije (dva lanca vezana vodikovim vezama koje se lako kidaju) i sintezom proteina (genski zapis u obliku tripleta azotnih baza) te odnos monomera i polimera objasniti upotrebom modela. Važno je ukazati na razliku između diploidnoga i haploidnoga broja hromosoma (broj hromosoma u homolognom paru) i hromosoma s dvije/jednom sestrinskom	

hromatidom te na povezanost diploidnoga broja hromosoma s genskom varijabilnosti. Naglasak staviti na razumijevanje molekularne osnove u organizaciji živoga svijeta. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: izrada modela polimernih molekula upotrebom različitih materijala, izrada modela hromosoma i životnog ciklusa ćelija, izvođenje eksperimenta izolacije DNK kuhinjskom metodom – usporediti dobiveno kod različitih uzoraka npr. ljudske pljuvačke i brokule, banane, luka, korištenje simulacija, videoisječaka ili animacija hromosoma, DNK.

B.II.2. Objašnjava zakone nasljeđivanja i mehanizme izražavanja genotipa (mitotska i mejotska dioba).	• Objašnjava zakone nasljeđivanja na nivou gena, hromosoma i genoma. • Objašnjava nasljednu varijabilnost organizama primjenjujući Mendelove zakone. • Analizira i interpretira rezultate ukrštanja. • Objašnjava transkripciju i translaciju na molekularnom nivou. Interpretira genski kod. • Povezuje mitozu/mejozu s nastankom tjelesnih/spolnih ćelija. • Objašnjava mutacije i mutagenezu. • Razlikuje između različitih tipova mutacija na molekularnom nivou.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.2.**

Ključni sadržaji

- Mehanizam i uloga replikacije DNK u ćelijskom ciklusu.
- Proces sinteze proteina.
- Nasljedna varijabilnost organizama.
- Mendelovi zakoni.
- Mitoza i mejoza.
- Promjene na nivou gena (mutacije), građe i broja hromosoma.
- Značenje mutacija te promjene građe i broja hromosoma za evoluciju.
- Zajedničko djelovanje genotipa i faktora okoliša u stvaranju fenotipa.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Pri objašnjavanju mehanizma sinteze proteina ne zahtijevati reprodukciju kombinacija azotnih baza za STOP i START kodove. Križanje objasniti na primjerima Mendelovih križanja s graškom i zijevalicama te Morganovih s vinskim mušicama. Važno je da učenici razumiju princip nasljeđivanja te se preporučuje ne zahtijevati navođenje dominantnih/recesivnih osobina. Spolno vezane gene i spolno vezano nasljeđivanje preporučuje se objasniti na primjerima hemofilije i daltonizma. Naglasak staviti na razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- istraživanje varijabilnosti (npr. dužina palca desne ruke, sraslost ušne resice, oblik sjemenke, boja cvijeta) na samostalno odabranom uzorku;
- prikazivanje križanja na temelju postavljenih dominantnih i recesivnih osobina u čovjeka;
- prikazivanje križanja upotrebom samostalno izrađenih aplikacija (mogućnost primjene IKT-a, crtanje, modeli od papira i sl.);
- posmatranje samostalno izrađenih mikroskopskih preparata: faze ćelijskih dioba;
- korištenje video-isječaka/simulacija/animacija životnih ciklusa ćelija;

- izrada modela koji prikazuju mutacije ili promjene građe/broja hromosoma kao uzroka bolesti.	
B.II.3. Interpretira utjecaj prirodne sredine na tok evolucije.	• Objašnjava osnovna načela i etape hemijske i biološke evolucije. • Objašnjava teoriju evolucije na temelju postojećih dokaza. • Raspravlja o faktorima evolucije i njihovim posljedicama. • Povezuje selekciju, adaptaciju i specijaciju s evolucijom živoga svijeta. • Povezuje promjenjivost životnih uslova na Zemlji i velika izumiranja u Zemljinoj prošlosti. • Procjenjuje utjecaje životnih uslova i mehanizama nasljeđivanja na građu i adaptaciju živih bića. • Objašnjava specijaciju selekcijom različitih genoma. • Objašnjava mehanizme adaptacija organizma.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.6.**

Ključni sadržaji

- Postanak i razvoj živog svijeta u abiotičkim uslovima.
- Prilagodbe živih bića uslovima okoliša i njihova povezanost s evolucijom (na tipičnim predstavnicima – važnost prilagodbi za preživljavanje).
- Prilagodbe jednoćelijskih organizama na različite životne uslove.
- Osnovna načela i etape hemijske i biološke evolucije.
- Teorije evolucije na temelju postojećih dokaza.
- Razvoj teorije evolucije (Lamarck, Darwin, Wallace).
- Faktori evolucije.
- Važnost selekcije, adaptacije i specijacije u evoluciji živoga svijeta.
- Promjenjivost životnih uslova na Zemlji i velika izumiranja u Zemljinoj prošlosti.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Istraživanje filogenije jedne poznate vrste može se provesti u saradnji s prirodnonaučnim muzejem, botaničkim vrtom ili drugom ustanovom koja ima biološku zbirku. Posjet nekom od zaštićenih područja BiH. Prilagodbe jednoćelijskih organizama na različite životne uslove moguće je objasniti na primjerima hemoautotrofija/fotoautotrofija, heterotrofija, aerobnost, anaerobnost, prokarioti, eukarioti, arheje, bakterije termalnih vrela, pioniri vegetacije i sl. Naglasiti ključne prilagodbe koje su uticale na tok evolucije. Prilagodbe na specifične uslove u okolišu mogu se objasniti na sljedećim primjerima:

- prilagodbe u građi organa – analogni i homologni organi (krila ptica, insekata, šišmiša, peraja riba i delfina);
- ponašanje mesojeda i biljojeda;
- prilagodbe biljaka na oprašivanje te rasprostranjivanje plodova i sjemenki;
- prilagodbe u veličini tijela / tjelesnih nastavaka polarnih i pustinjskih lisica;
- prilagodbe podzemnih organizama;
- prilagodbe dubokomorskih organizama.

Objasniti različite tipove selekcija i specijacija, ali ne zahtijevati poznavanje njihovih naziva.

Razvoj teorije evolucije objasniti pomoću ključnih teorija navodeći autore (Lamarck, Darwin, Wallace). Naglasak staviti na razumijevanje obrazaca evolucije u razvoju živoga svijeta. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: izrada tabele vremena hemijske i biološke evolucije i obilježavanje ključnih prilagodbi, istraživanje faktora i dokaza evolucije korištenjem različite literature i proučavanjem fosila (iz školske zbirke, muzejski eksponati), istraživanje filogenije jedne poznate vrste stavljajući u odnos morfološke osobine pojedinih predaka i uslova okoliša razdoblja u kojemu je ta vrsta živjela, analize dostupnih podataka o udjelima kisika u atmosferi i/ili temperaturi pojedinih geoloških era/perioda i njihovim povezivanjem s razvojem života na Zemlji, korištenjem videoisječaka / simulacije za prikaz evolucijskih procesa...

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE

Ishod učenja	Razrada ishoda
C.II.1. Objašnjava vezanje i transformaciju energije u procesima kruženja tvari u biosferi.	• Objašnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosistemima. • Analizira hranidbene odnose u različitim ekosistemima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca /mreže/piramide. • Objašnjava protok energije ekosistemom i kruženje tvari. • Opisuje biogeohemijske cikluse ugljika, azota, kisika i vodika objašnjavajući njihovu važnost. • Objašnjava iskorištavanje energije u ekosistemu i biosferi.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.1.**

Ključni sadržaji

- Primarna proizvodnja u ekosistemima.
- Hranidbeni odnosi u različitim ekosistemima.
- Odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide.
- Proticanje energije ekosistemom i kruženje tvari u ekosistemima.
- Biogeohemijski ciklusi ugljika, azota, kisika i vodika.

Preporuke za ostvarenje ishoda

U analizi biogeohemijskih ciklusa koristiti se shematskim prikazima. Pretvorbe konzumirane energije objasniti na konkretnim primjerima hranidbenih lanaca/mreža. Primarna proizvodnja i hranidbeni odnosi mogu se objasniti na primjerima različitih vodenih ili kopnenih ekosistema, pri čemu treba uzeti u obzir odnos broja/biomase. Treba uključiti i primjer neke simbioze. Naglasak staviti na razumijevanje principa vezanja i pretvorbi energije te kruženja tvari. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- istraživanje odnosa brojnosti i biomase neke vrste na travnjaku ili drugome staništu;
- posmatranje u prirodi i/ili proučavanje literature;
- osmišljavanje hranidbenih lanaca/mreža te grafičko prikazivanje hranidbenih odnosa (mogućnost primjene IKT-a).

C.II.2. Analizira racionalno korištenje prirodnih energetskih resursa u skladu sa očuvanjem prirodne i životne sredine.	• Predlaže modele za racionalno korištenje i uštedu iz obnovljivih i neobnovljivih izvora energije. • Analizira posljedice korištenja fosilnih energenata i izvodi zaključak o njihovoj štetnosti na prirodu. • Analizira primjene zakonske regulative u procesu transformacije energenata u koristan rad sa ekološkog gledišta. • Procjenjuje prednosti i nedostatke različitih izvora obnovljive energije za održivi razvoj.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Energija u hranidbenim lancima i ekosistemima; Eutrofikacija. - Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije; Energija i održivi razvoj. -	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Iskorištavanje energije može se objasniti na različitim primjerima hranidbenih odnosa, prednosti života u zajednicama, oblika tijela i načina kretanja. Povezati eutrofikaciju s čovjekovim djelovanjem na ekosistem. Naglasak staviti na razumijevanje iskorištavanja energije. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje izvora energije i njihova utjecaja na okoliš (npr. termoelektrane, hidroelektrane, vjetroelektarne); - kompostiranje; - istraživanje i proučavanje literature/interneta, predstavljanje primjera održivoga razvoja u BiH ili u svijetu te izdvajanje koraka poduzetih radi očuvanja okoliša i privrednog napretka. - organizovati debatu o prednostima i nedostacima obnovljivih izvora energije; - izraditi projekat energetske efikasnosti za školsku zgradu ili domaćinstvo.	
C.II.3. Objašnjava pretvaranje energije sa aspekta biotehnologije.	• Objašnjava postupke klasične i moderne biotehnologije (genetski inžinjering). • Povezuje biotehnološke postupke i kružni tok energije u privredi. • Vrednuje perspektive biotehnologije. • Povezuje aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom. • Objašnjava utjecaj biotehnologije na prinos i ekonomičnost proizvodnje. • Analizira biotehnološki proces uzimajući u obzir cjelokupni učinak.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.3.2.**
Ključni sadržaji	
- Aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom. - Aktivacije/inaktivacije gena pri sintezi proteina ili diferencijaciji ćelije. - Utjecaj biotehnologije na prinos i ekonomičnost proizvodnje. - Dobivanje novih sorti/pasmina.	

Preporuke za ostvarenje ishoda
Povezivanje aktivnosti gena i ekonomično raspolaganje energijom moguće je objasniti na primjerima aktivacije/inaktivacije gena pri sintezi proteina ili diferencijaciji ćelije. Povezati različite načine dobivanja novih sorti/pasmina s prinosom i ekonomičnošću u proizvodnji (povećanje količine i/ili kvalitete prinosa). Naglasak staviti na razumijevanje ekonomičnog iskorištavanja energije na različitim organizacijskim nivoima živoga svijeta i u primjeni biotehnologije. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - proučavanje faza određenoga biotehnološkog procesa (korištenjem literature/odlaskom u odgovarajuću ustanovu) i usporedba obilježja njegova produkta s obilježjima produkta nastalog prirodnim procesom; - analiza etičkih dilema povezanih s biotehnologijom kroz debatu ili studiju slučaja.

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.II.1. Prihvata stavove koji doprinose vlastitom zdravlju.	• Utvrđuje važnost higijene i zdrave ishrane za očuvanje zdravlja čovjeka. • Utvrđuje važnost ličnog zdravlja u očuvanju zdrave okoline. • Prosuđuje o utjecaju: pesticida, teških metala, radioaktivnih supstanci, antibiotika, genetski modifikovanih jedinjenja, aditiva, na život čovjeka. • Predlaže mjere zaštite životnog okruženja od štetnih posljedica nastalih djelovanjem mutagenih faktora.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Zdrave životne navike i održavanje zdravlja ljudi. - Važnost prevencije u zaštiti od bolesti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Naglasiti važnost prevencije, zdravog načina života. Utjecaj ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja onečišćenja objasniti u kontekstu održavanja homeostaze organizma. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - izvođenje eksperimenata: ovisnost intenziteta rada srca i disanja o fizičkoj aktivnosti; - istraživanje uticaja rizičnih faktora na održavanje zdravlja čovjeka. Prijedlozi učeničkih projekata: Istražiti utjecaje životnih navika na čovjekovo zdravlje (npr. lična higijena, nepravilna prehrana, fizička aktivnost).	

III razred filološke gimnazije /2 časa sedmično/70 časova godišnje/

Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA **Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)**	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.III.1. Povezuje ulogu pojedinih biljnih organa sa njihovom morfološkom i anatomskom građom.	• Objašnjava i opisuje ulogu pojedinih biljnih organa povezujući je sa njihovom morfološkom i anatomskom građom.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Vegetativni organi biljke, metamorfoze. - Generativni organi biljaka.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Principe građe biljnih organa povezati sa ekonomičnim funkcioniranjem provodeći aktivnosti posmatranja na preparatima i kroz video prikaze. Povezati građu ćelije s njenom ulogom u organizmu, te objasniti usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do tkiva. Provesti aktivnosti posmatranja mikroskopskih preparata osnovnih tipova tkiva, te istaći njihove razlike u građi. Izraditi modele biljnih organa koristeći različite materijale.	

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.III.1. Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacionih nivoa kod biljaka.	• Upoređuje bitne razlike u građi, položaju i funkcioniranju tvornih i trajnih tkiva. • Upoređuje građu i oblik ćelija koje grade tkiva kao i položaj i funkciju pojedinih vrsta trajnih tkiva. • Analizira ulogu ćelijskog zida kod pojedinih tipova trajnih tkiva. • Analizira značaj različitih funkcija parenhimskog tkiva za biljku. • Upoređuje građu i funkciju osnovnih tipova provodnih snopića i njihov evolucioni značaj za razvoj složenijih biljnih organizama i prilagodbu novim i različitim staništima. • Analizira usložnjavanje i pojavu novih osobina, povezujući princip građe tkiva sa ekonomičnijim funkcioniranjem različitih organa npr. lista.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Podjela biljnih tkiva. - Tvorna tkiva – meristemi (primarni i sekundarni). - Trajna tkiva – građa i funkcija (kožno, osnovno, mehaničko, provodno, žljezdano).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

Temeljna fiziološka obilježja uporediti kod predstavnika glavnih skupina biljaka (prokaroiti, eukarioti, alge, gljive, lišajevi, mahovine, papratnjače, golosjemnajače, skrivenosjemenjače). U usporedbi temeljnih obilježja skupine odabrati, po mogućnosti, predstavnike skupina koji su učenicima bliski i lako prepoznatljivi te odabrati samo obilježja skupine koja su nužna za razumijevanje općeg fiziološkog ustroja i funkcioniranja predstavnika te skupine. Ishod se može ostvariti posmatranjem i eksperimentima na prikupljenim preparatima npr. golosjemjenjača, monokotila i dikotila, izradom portofolija sa osnovnim karakteristikama predstavnika, itd. Na njima tokom obrade gradiva direktno pokazati vidljive pojave npr. značaj vode i njenu ulogu u fiziološkim procesima koji se odvijaju u biljkama demonstrirati prikazom biljke u posudi sa suhom zemljom, normalno vlažnom zemljom, dobro navlaženom zemljom. Ako je još i pokrijemo staklenim zvonom dobit ćemo dodatno i prikaz transpiracije, gutacije… Taj pristup primijeniti i kod ostalih nastavnih jedinica. Procese transporta vode i mineralnih materija povezati sa izučavanim procesima kapilarnosti, površinske napetosti, isparavanja, difuzije i osmoza iz fizike i hemije. Teoretski dio ostvariti upotrebom IKT-a za gledanje videoisječaka i prezentacija, shematskim prikazima procesa, demonstaciju pripremljenih eksperimenata.	
B.III.2. Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o histologiji biljaka.	• Navodi relevantne baze podataka za datu oblast uz pomoć i podršku nastavnika. • Koristi različite podatke iz relevantnih izvora za proučavanje histologije (naučni časopisi i radovi na tu temu objavljeni na internetu, udžbenici ...). • Istražuje značajna otkrića iz oblasti histologije ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. • Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobivenim rezultatima istraživanja o histologiji biljaka, pravilno ih citirajući.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.1.**
Ključni sadržaji	
- Podjela biljnih tkiva. - Tvorna tkiva – meristemi (primarni i sekundarni). - Trajna tkiva – građa i funkcija (kožno, osnovno, mehaničko, provodno, žljezdano). - Primjena bioloških istraživanja i otkrića; Etika u biološkim istraživanjima. - Formiranje ciljeva istraživanja i hipoteze. - Korištenje grafičkih i tabličnih prikaza. - Izbor pouzdane literature.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološkim pristupom ostvarivanju definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.	
B.III.3. Izvodi praktične radove za stjecanje informacija o histologiji biljaka.	• Konzervira biljne materijale za potrebe histoloških istraživanja, pripremanje i konzerviranje mikroskopskih preparata.

	• Koristi laboratorijsku opremu, pribor i instrumente (mikroskop sa ogledalom, sijalicom...). • Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti histologije biljaka prema uputama nastavnika. • Crta i označava građu biljne ćelije, biljnih tkiva vegetativnih, generativnih organa, mitohondrija i hloroplasta. • Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti histologije biljaka.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**

Ključni sadržaji

- Podjela biljnih tkiva.
- Tvorna tkiva – meristemi (primarni i sekundarni).
- Trajna tkiva – građa i funkcija (kožno, osnovno, mehaničko, provodno, žljezdano).
- Funkcije parenhimskih tkiva.
- Tipovi provodnih snopića (adaptivni značaj).

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ishodi vezani uz histologiju biljnih tkiva trebaju težiti ka prepoznavanju pojedinih tipova biljnih tkiva, gdje se nalaze i kako su raspoređena u biljci. Naglasak staviti na njihov funkcionalni značaj za biljku i na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tkiva, a kasnije organa i organizma kao cjeline, sa pojavom novih adaptivnih osobina organizma. Prilagodbe na kopneni način života moguće je objasniti kroz građu i raspored mehaničkih tkiva, pojavu pravog korijena i otvorenog tipa provodnih snopića. Sva ta evoluciona poboljšanja omogućila su biljkama potpuno osvajanje kopnene životne sredine. Ishodi se najefikasnije mogu ostvariti kroz upotrebu IKTa, slika prezentacija, video materijala, prirodnih materijala i preparata, prezentacijom predavača, a kasnije i promatranjem, pripremanjem, izvođenjem samostalnih laboratorijskih vježbi. Samostalno prikupljanje, pravljenje i konzerviranje pogodni su za razvoj analitičkih sposobnosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, korištenje znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. U toku izvođenja postupaka konzerviranja biljnih tkiva i preparata koriste se organski hemijski spojevi koje se izučavaju na časovima hemije (organska hemija). Korelacija se može uspostaviti povezivanjem sa nastvanim sadržajima u kojima se govori o organskim rastvaračima, sredstvima koja se koriste za konzerviranje materijala organskog porijekla, organskim bojama za bojenje mikroskopskih preparata i slično.

B.III.4. Povezuje i prosuđuje o pojavama, procesima i međuodnosima biljnih organizama na temelju posmatranja i istraživanja biljnih organa, anatomije i morfologije biljaka.	• Organizuje biljne organizme po nivoima složenosti na osnovu saznanja o njihovoj organografiji i anatomiji. • Povezuje anatomsku građu biljnih organizama sa njihovom morfološkom i fiziološkom funkcijom.

	• Analizira građu organa biljaka i njihovu funkciju u smislu bolje prilagođenosti na uslove u životnoj sredini, tj. povećava njihovu adaptivnu sposobnost. • Crta i označava dijelove građe biljnih ćelija, tkiva i organa.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja), metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. - Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla. - List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova. - Cvijet i cvat, oprašivanje i oplodnja, razvoj zametka. - Plod i sjemenka – građa i podjela.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarivanja definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.	
B.III.5. Izvodi praktične radove i eksperimente za stjecanje informacija o hemijskom (organskom i neorganskom) sastavu biljnih organizama.	• Koristi se laboratorijskim priborom i reagensima primjenjujući pravilno postupke izolacije, ekstrakcije, destilacije biljnih organa koji sadržavaju različite materije (škrob, eterična ulja, masti, vitamine, minerale...). • Analizira sastav biljnih organizama i dolazi do zaključaka o tome na koji način bi se te biljke mogle koristiti ili se koriste kao hrana, izvor vitamina i minerala, lijekovi i sl. i to argumentovano brani u diskusiji.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**
Ključni sadržaji	
- Vegetativni organi biljke. - Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja), metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla. - List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova. - Generativni organi biljaka. - Cvijet i cvat, oprašivanje i oplodnja, razvoj zametka. - Plod i sjemenka – građa i podjela. - Primjena bioloških istraživanja i otkrića. - Etika u biološkim istraživanjima. - Korištenje grafičkih i tabličnih prikaza. - Izbor pouzdane literature.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja se metodološkim pristupom ostvarivanju definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.	

B.III.6. Prosuđuje o fiziološkim pojavama i procesima u biljnim organizmima na osnovu posmatranja i izvođenja praktičnih istraživanja.	• Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom klijanja sjemena i uzgajanjem biljaka na različitim mineralnim podlogama, različite vlažnosti, temperature i osvjetljenja. • Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom dokazivanja transpiracije, mjerenja tugorovog pritiska u zavisnosti od različitih faktora, npr. temperature, veličine listova i sl. • Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom dokazivanja fotosinteze, Saksov ogled. • Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom dokazivanja pokreta kod biljaka. • Pravilno koristi laboratorijsku opremu i izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti fiziologije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**

Ključni sadržaji

- Mjerenje apsorpcije (korijenov pritisak), transporta i distribucije vode.
- Mjerenje transpiracije u zavisnosti od različitih faktora.
- Eksperimentalno klijanje sjemena i uzgajanjem biljaka na različitim mineralnim podlogama, različite vlažnosti, temperature i osvjetljenja.
- Eksperimenti izdvajanja biljnih pigmenata (hlorofila, karotenoida, ksantofila...).
- Eksperimenti dokazivanja fotosinteze.
- Saksov ogled.
- Ekperimenti dokazivanja disanja kod biljaka - ogled sa krečnom vodom i slično.
- Eksperimenti u kojima se koriste fitohormoni: ubrzavanje stvaranja korijena kod reznica i slično.
- Eksperimenti kojima se dokazuju pokreti kod biljaka.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Nakon teoretske obrade provesti nakon svake jedinice laboratorijske vježbe. Laboratorijske vježbe ili neki već pomenuti eksperimenti su obavezan dio nastavnog procesa koji bi se dalje mogao nastaviti kroz slične projektne zadatke koje bi učenici radili kod kuće uz male upute profesora samostalno. U grupi ili samostalno, kod kuće, pripremajući vlastite preparate za izvođenje eksperimenata, učenici stiču jasniji uvid u gradivo obrađeno na času, posebno uz korištenje IKT-a (slika, prezentacija, filmova...).

Samostalno prikupljanje informacija, eksperimentisanje i izrada projekata pogodni su za razvoj analitičkih i praktičnih vještina (sposobnosti prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, timskog i praktičnog rada, osmišljavanja i provođenje eksperimenata, korištenja znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnost analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada i stvaranja novih ideja. Korelacija se može uspostaviti kroz obradu tema iz fizike i hemije, npr.

transport vode i mineralnih materija sa izučavanim procesima kapilarnosti, površinske napetosti, isparavanja, difuzije i osmoze.	
B.III.7. Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacionih nivoa kod životinja.	• Uporeduje bitne razlike u građi, položaju i funkcioniranju životinjskih tkiva. • Uporeduje građu i oblik ćelija koje grade životinjska tkiva kao i položaj i funkciju pojedinih vrsta i tipova životinjskih tkiva. • Analizira ulogu kod pojedinih tipova potpornih tkiva. Analizira značaj različitih funkcija mišićnih ćelija i tkiva kod životinja. • Uporeduje građu i funkciju osnovnih tipova epitelnih tkiva i njihov evolucioni značaj kod različitih životinjskih skupina za razvoj složenijih organskih sistema i organizama te prilagodbu novim i različitim staništima. • Analizira usložnjavanje i pojavu novih osobina, povezujući princip građe tkiva sa ekonomičnijim funkcioniranjem različitih organa. • Analizira građu i ulogu nervnih ćelija sa njihovom ulogom u upravljanju i regulaciji funkcija organizma.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Epitelno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije epitelnih tkiva; Potporno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije potpornih tkiva. - Mišićno tkiva - građa, podjele i fiziološke funkcije; Nervno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja se metodološkim pristupom u ostvarivanju definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.	
B.III.8. Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o histologiji životinja.	• Koristi različite podatke iz relevantnih izvora za proučavanje histologije životinjskih tkiva (naučni časopisi i radovi na tu temu objavljeni na internetu, udžbenici ...) • Istražuje značajna otkrića iz oblasti histologije ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. • Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobivenim rezultatima istraživanja o histologiji životinja, pravilno ih citirajući.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.1.**

Ključni sadržaji
- Epitelno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije epitelnih tkiva. - Potporno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije potpornih tkiva. - Mišićno tkiva - građa, podjele i fiziološke funkcije. - Nervno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije. - Primjena bioloških istraživanja i otkrića. - Etika u biološkim istraživanjima. - Korištenje grafičkih i tabelarnih prikaza.
Preporuke za ostvarenje ishoda
Ishodi vezani uz histologiju životinjskih tkiva trebaju težiti ka prepoznavanju pojedinih tipova životinjskih tkiva, gdje se nalaze i kako se dijele, te kako su raspoređena u životinjskom organizmu. Naglasak staviti na njihov funkcionalni značaj za životinjski organizam i na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tkiva, a kasnije organa i organizma kao cjeline, sa pojavom novih adaptivnih osobina organizma. To se može postići podsjećanjem na gradivo iz biosistematike životinja. Prilagodbe na kopneni način života moguće je objasniti kroz transformaciju funkcija epitela sa evolucionim razvojem organizma (npr. kod beskičmenjaka-zaštitna, razmjena gasova, prelazak u organe za disanje traheje, škrge, a kod kičmenjaka- zaštitna, razmjena gasova kod vodozemaca, prelazak u organe za disanje). Razvoj mišićnih tkiva koja se evoluciono primarno javljaju u funkciji kretanja organizma (glatki mišići-poprečnoprugasti- srčano mišićno tkivo) kasnije evolucijom ulaze i u druge organe i organske sisteme. Slični primjeri se mogu naći i za ostala tkiva. Sva ta evoluciona poboljšanja omogućila su životinjama potpuno osvajanje kopnene, a kasnije i vazdušne životne sredine. Ishodi se najefikasnije mogu ostvariti kroz upotrebu IKT-a, slika prezentacija, video materijala, prirodnih materijala i preparata, prezentacijom predavača, a kasnije i promatrenjem, pripremanjem, izvođenjem, u početku od nastavnika kontrolisanih, a kasnije samostalnih laboratorijskih vježbi mikroskopiranja i prepoznavanja različitih tkiva u organima. Samostalno prikupljanje, pravljenje i konzerviranje pogodni su za razvoj analitičkih sposobnosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, korištenje znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. U toku izvođenja postupaka konzerviranja biljnih tkiva i preparata koriste se organski hemijski spojevi koje se izučavaju na časovima hemije (organska hemija). Korelacija se može uspostaviti povezivanjem sa nastvanim sadržajima u kojima se govori o organskim rastvaračima, sredstvima koja se koriste za konzerviranje materijala organskog porijekla, organskim bojama za bojenje mikroskopskih preparata i slično.

B.III.9. Izvodi praktične radove za stjecanje informacija o histologiji životinja.	• Zna postupke za konzerviranje životinjskih materijala za potrebe histoloških istraživanja, pripremanje i konzerviranje mikroskopskih preparata. • Koristi laboratorijsku opremu, pribor i instrumente (mikroskop sa ogledalom, sijalicom...). • Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti histologije životinja prema uputama nastavnika.

	• Mikroskopira razne vrste i tipove tkiva iz različitih organa. • Crta i označava građu životinjske ćelije, različitih tipova životinjskih tkiva, građe i rasporeda miofibrila, sinapse kod neurona i sl. • Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti histologije životinja.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**

Ključni sadržaji

- Epitelno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije epitelnih tkiva.
- Potporno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije potpornih tkiva.
- Mišićno tkiva - građa, podjele i fiziološke funkcije.
- Nervno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije.
- Praktikum za izvođenje laboratorijskih vježbi iz histologije, anatomije i fiziologije životinja.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ishodi vezani uz histologiju životinjskih tkiva trebaju težiti ka prepoznavanju pojedinih tipova životinjskih tkiva, gdje se nalaze i kako se dijele, te kako su raspoređena u životinjskom organizmu. Naglasak staviti na njihov funkcionalni značaj za životinjski organizam i na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tkiva, a kasnije organa i organizma kao cjeline, sa pojavom novih adaptivnih osobina organizma. To se može postići podsjećanjem na gradivo iz biosistematike životinja. Prilagodbe na kopneni način života moguće je objasniti kroz transformaciju funkcija epitela sa evolucionim razvojem organizma (npr. kod beskičmenjaka-zaštitna, razmjena gasova, prelazak u organe za disanje traheje, škrge, a kod kičmenjaka- zaštitna, razmjena gasova kod vodozemaca, prelazak u organe za disanje). Razvoj mišićnih tkiva koja se evoluciono primarno javljaju u funkciji kretanja organizma (glatki mišići-poprečnoprugasti- srčano mišićno tkivo) kasnije evolucijom ulaze i u druge organe i organske sisteme. Slični primjeri se mogu naći i za ostala tkiva. Sva ta evoluciona poboljšanja omogućila su životinjama potpuno osvajanje kopnene, a kasnije i vazdušne životne sredine.

Ishodi se najefikasnije mogu ostvariti kroz upotrebu IKT-a, slika prezentacija, video materijala, prirodnih materijala i preparata, prezentacijom predavača, a kasnije i promatrenjem, pripremanjem, izvođenjem, u početku od nastavnika kontrolisanih, a kasnije samostalnih laboratorijskih vježbi mikroskopiranja i prepoznavanja različitih tkiva u organima. Samostalno prikupljanje, pravljenje i konzerviranje pogodni su za razvoj analitičkih sposobnosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, korištenje znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. U toku izvođenja postupaka konzerviranja biljnih tkiva i preparata koriste se organski hemijski spojevi koje se izučavaju na časovima hemije (organska hemija).

Korelacija se može uspostaviti povezivanjem sa nastvanim sadržajima u kojima se govori o organskim rastvaračima, sredstvima koja se koriste za konzerviranje materijala organskog porijekla, organskim bojama za bojenje mikroskopskih preparata i slično.

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**

C.III.1. Objašnjava ulogu biljnih organa u procesu vezivanja, transformacije i skladištenja energije u biljkama.	• Objašnjava ulogu lista u procesu primarne transformacije sunčeve energije u hemijsku energiju organskih spojeva kroz proces fotosinteze. • Objašnjava ulogu provodnog sistema u transportu vode i minerala do lista, odnosno produkata fotosinteze do stabla i korijena gdje se skladište kao rezerva energije. • Objašnjava ulogu korijena u procesu skladištenja hranjivih materija (gomolj, lukovica, podanak).
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja), metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. - Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla. - List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova. - Cvijet i cvat, oprašivanje i oplodnja, razvoj zametka. - Plod i sjemenka – građa i podjela.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Realizaciju ovih ishoda provoditi uporedo sa prije prethodno navedenim preporukama, kroz teoretsku i praktičnu realizaciju nastavnih sadržaja. Tokom realizacije sadržaja iz transporta materija u biljci povezati obrasce raspolaganja energijom s potrošnjom, načinom života i preživljavanjem tokom nepovoljnih uvjeta (zimski period). Realizaciju ovih ishoda provoditi uporedo sa prethodno navedenim preporukama, kroz teoretsku i praktičnu realizaciju nastavnih sadržaja. Tokom realizacije teme transporta materija u biljci, sadržaj povezati s obrascima raspolaganja energijom, potrošnjom energije, načinom života biljke i njenim preživljavanjem u nepovoljnim uvjetima (npr. tokom zimskog perioda). Tokom realizacije sadržaja iz transpiracije objasniti proces rada stominog aparata sa stanovišta proizvodnje (fotosinteza) i potrošnje (disanje) energije preko promjene stanja osmotskog pritiska. Izradom izračuna energetskog bilansa na očigledan način pokazati evolucijsku prednost aerobnog u odnosu na anaerobni put dobijanja energije, gdje se može i objasniti put ostalih produkata citratnog ciklusa u procesu fotosintetičke fosforilacije, povezanost sa procesom fotosinteze (tamna faza). Djelovanje hormona očigledno prezentirati kroz eksperimente sa korištenjem fitohormona, etilena (gas direktno ubačen u staklenu posudu sa zelenim plodovima ili prezreli plodovi koji ga proizvode, npr. banane, utiču na brže sazrijevane zelenih plodova iste ili neke druge vrste – uporedni eksperiment, sa i bez etilena). Koristiti se IKT-om, shemama, slikama, prezentacijama, filmom...	
C.III.2. Povezuje važnost energije za pravilno funkcioniranje organizma.	• Objašnjava ulogu hrane kao izvora energije i materija potrebnih za rast i razvoj organizma. • Opisuje ulogu vode, mineralnih materija, ugljikohidrata, masti, proteina, vitamina u organizmu. • Procjenjuje važnost unesenih hranljivih sastojaka i njihovu kalorijsku vrijednost na osnovu odgovarajućih tablica.

	• Objašnjava ulogu hormona u raspolaganju energije. • Povezuje tjelesnu temperaturu sa intenzitetom metabolizma. • Povezuje iskorištavanje energije i održavanjem homeostaze u organizmu sa fiziološkim stanjem (npr. tokom bolesti, trudnoće...). • Povezuje obrasce raspolaganja energijom sa ponašanjem, načinom života i preživljavanjem u različitim uslovima kod različitih organizama (poikilotermija - zimska ukočenost npr. žabe, homeotermija - zimski san-hibernacija, npr. medvjed).
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.2.**

Ključni sadržaji

- Promet materije i energije – metabolizam.
- Fiziološko djelovanje hormona; Termoregulacija.
- Fiziologija organizma tokom bolesti.
- Fiziologija organizma tokom trudnoće; Fiziologija tokom fizičkih opterećenja.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Kod realizacije ovih ishoda naglasak staviti na razumijevanje povezanosti procesa vezanja i pretvaranja energije te kruženja materije sa funkcioniranjem organizma. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu toliko bitni za ostvarivanje ishoda. Kod objašnjavanja pojma hrane potaknuti ih da o njoj zaključuju kao o dijelu tijela nekog drugog organizma (hemijska energija organskih spojeva nastalih procesom fotosinteze transformiše se između ostalog i u tijelo, plodove i produkte biljaka, a kasnije putem lanca ishrane u tijelo životinja). Analizirati nutritivne vrijednosti različitih namirnica koristeći tabele i izračunati dnevni unos kalorija. Provesti eksperiment mjerenja tjelesne temperature prije i poslije fizičke aktivnosti. Istražiti različite hormone i njihov utjecaj na metabolizam. Razgovarati o adaptacijama životinja na različite klimatske uvjete (npr. hibernacija, migracije). Tokom obrade funkcionalnih sistema spominju se i neke bolesti pa u tom kontekstu ih povezati sa iskorištavanje energije i održavanjem homeostaze u organizmu u tim fiziološkim stanjima.

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.III.1. Analizira i donosi zaključke o značaju biljnih organizama (organa, produkata) za čovjeka i druge heterotrofne organizme kao izvor hrane (energije), lijek, estetski i drugi značaj.	• Prosuđuje o značaju pojedinih biljnih vrsta i njihovih organa u ishrani životinja i čovjeka na osnovu vlastitog istraživanja. • Prosuđuje i donosi zaključke o mogućnosti korištenja nekih biljnih dijelova u ishrani i za liječenje na osnovu njihovih svojstava do kojih se došlo praktičnim radom i eksperimentisanjem. • Argumentima brani svoje mišljenje o datoj temi.

Poveznice sa ZJNPP	BIO 4.4.3.
Ključni sadržaji	
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja) , metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. - Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla. - List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova. - Generativni organi biljaka - značaj u ishrani heterotrofa. - Cvijet i cvat, oprašivanje oplodnja, razvoj zametka. - Plod i sjemenka – značaj u ishrani heterotrofa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishodi vezani za organografiju i anatomiju biljaka trebaju biti usmjereni ka povezivanju anatomske građe biljnog organizma sa njihovom fiziološkom funkcijom i poboljšanju adaptivne sposobnosti biljaka. Kod proučavanja korijena bitno je da prepoznaju osnovne dijelove korijena i tipove korijenja i njihovih preobrazbi te da ih uoče na prirodnim preparatima koje su sami prikupili tokom vlastitog istraživanja u prirodi, literaturi ili tokom nastavnih ekskurzija, posjeta različitim ekosistemima uz pratnju profesora. Kroz korelaciju sa sadržajima iz hemije, obave laboratorijske eksperimente za dokazivanje pojedinih organskih jedinjenja (eksperimenti iz organske hemije za dokazivanje ugljikohidrata, masti, proteina, vitamina) i neorganskih jedinjenja i jona (eksperimenti iz analitičke hemije za dokazivanje jona metala, npr. Na^{+}, Mg^{2+}, nemetala i drugih jedinjenja), da koristeći hemijske metode ekstrakcije etanolom, destilacije i sl. izvrše izdvajanje pojedinih biljnih ekstrakata, mirisnih eteričnih ulja iz kore narandže ili limuna, cvijeta ljubičice ili ruže.	
D.III.2. Analizira utjecaj fizioloških procesa biljaka na čovjeka i biosferu.	• Analizira utjecaj biljaka na različitim nivoima složenosti (prokariote, alge, talofite, kormofite) na biosferu kroz procese fotosinteze. • Prosuđuje o utjecaju čovjeka kroz razne oblike zagađivanja na ove procese.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.3.**
Ključni sadržaji	
- Fotosinteza kao primarni proces proizvodnje nove organske materije i kiseonika u biosferi. - Disanje biljaka kao primarni proces potrošnje CO2 u biosferi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U analizi primarnih fizioloških procesa uvijek potencirati ulogu biljke kao producenta nove organske materije i kiseonika koji je potreban za opstanak svih ostalih organizama pa i čovjeka. Biljke su i glavni potrošači CO_2 koga čovjek u ogromnim količinama ispušta u atmosferu koristeći fosilna goriva. Kroz izvođenje eksperimenata iz fotosinteze i disanja potencirati i ovaj aspekt ishoda. Učenici mogu izračunavati koliko se tokom eksperimenta proizvelo kiseonika i potrošilo CO_2. Fotosintezu i ćelijsko disanje povezati sa sadržajima iz hemije kao što su poznavanje najvažnijih hemijskih procesa kruženja ugljika u prirodi (spaljivanje fosilnih goriva, požari, razgradnja organskih materija, otapanje krečnjačkih stijena, vulkanske erupcije) te sa povećanjem emisije ugljikovog dioksida u atmosferu što uzrokuje promjene klimatskih uslova gdje je neophodna korelacija sa nastavnim predmetom geografija.	
D.III.3. Analizira utjecaj životnih navika i rizičnih faktora na zdravlje organizma ističući važnost prepoznavanja	• Prihvata važnosti zdrave ishrane, higijene i fizičke aktivnosti na očuvanje zdravlja.

simptoma bolesti i pravovremenoga poduzimanja mjera zaštite.	• Povezuje životne navike i rizične faktore sa razvojem bolesti ukazujući na važnost prevencije. • Prepoznaje znakove koji upućuju na poremećaj u regulaciji stalnoga sastava tjelesnih tekućina ukazujući na važnost pravovremenoga odlaska ljekaru. • Povezuje poremećaje funkcioniranja osjetilnih organa s otežanim snalaženjem u okolišu i preživljavanjem. • Iskazuje empatiju prema živim bićima koja imaju određene poteškoće. • Stavlja u odnos kontracepciju i rizična ponašanja s trudnoćom i spolno prenosivim bolestima. • Objašnjava važnost brige o spolnom zdravlju argumentirajući vlastite stavove i uvažavajući tuđe. • Prepoznaje znakove koji upućuju na ozljede nervnog sistema ukazujući na važnost pružanja prve pomoći. • Opisuje poremećaje u izlučivanju hormona na primjeru dijabetesa i mogućnost hormonske terapije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.3.**

Ključni sadržaji

- Povezanost životnih navika i rizičnih faktora s bolestima (ovisnosti, nepravilna prehrana, stres, traumatološka iskustva).
- Preventivni postupci i pružanje prve pomoći.
- Održavanje uravnoteženog stanja na nivou organizma.
- Narušavanje uravnoteženog stanja organizma (nemogućnost regulacije sastava tjelesnih tekućina, poremećaj u radu osjetilnih organa, ozljede i poremećaji u radu nervnog sistema, poremećaji u izlučivanju hormona, bolesti nervnog i spolnog sistema te sistema organa za izlučivanje).
- Odgovorno spolno ponašanje i planiranje porodice; Primjena bioloških istraživanja i otkrića.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ukazati na važnost praćenja menstruacijskog ciklusa za spolno zdravlje žene. Ukazati na važnost majčinog mlijeka za novorođenče i dojenče. Izostaviti nabrajanje naziva i uloga hormona koji nisu nužni za ostvarivanje ishoda. Naglasak staviti na razumijevanje principa očuvanja zdravlja. Otežano snalaženje u okolišu povezati s nemogućnošću reagiranja na podražaje (slabovidnost/sljepoća/gluhoća/poremećaj u osjetu mirisa/dodira i sl.). Iz provjere i obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- istraživanje utjecaja životnih navika na čovjekovo zdravlje (npr. utjecaj preglasne muzike na sluh, tjelesna neaktivnost, spavanje, pravilno/nepravilno držanje tijela, osobna higijena, nepravilna prehrana);
- promatranje znakova koji upućuju na određene poremećaje u vlastitome organizmu (npr. boja i količina vlastitoga urina);

- vođena rasprava na teme o kontracepciji, volontiranju i sl., uz navođenje i argumentiranje vlastitih stavova i uvažavanje stavova drugih; - korištenje videoisječaka/animacija/simulacija (npr. poremećaji u funkcioniranju osjetila).

GIMNAZIJA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA/ MATEMATIČKO-INFORMATIČKA GIMNAZIJA

III razred gimnazije informacionih tehnologija/matematičko-informatičke gimnazije /2 časa sedmično/70 časova godišnje/

<table>
<tr><td colspan="2">Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA
Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)</td></tr>
<tr><td>Ishod učenja</td><td>Razrada ishoda</td></tr>
<tr><td>A.III.1. Analizira povezanost biologije sa drugim naukama.</td><td>• Objašnjava položaj prirodnih nauka.
• Procjenjuje sličnosti između prirodnih i društvenih nauka.
• Definira položaj biologije kao prirodne nauke.
• Analizira metode proučavanja u biologiji kao prirodnoj nauci.
• Analizira međuzavisnost prirodnih nauka sa razvojem poljoprivrede, industrije, kulture i civilizacije.
• Analizira primjenu bioloških otkrića u svakodnevnom životu.</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Ključni sadržaji</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Osnovne odlike biologije kao prirodne nauke.
- Povezanost biologije sa društvenim naukama.
- Metode proučavanja u biologiji;</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</td></tr>
<tr><td colspan="2">Važnost prirodnih nauka naročito biologije objasniti kroz historiju, značajna otkrića (mikroskop, penicilin, itd). Povezati biologiju sa drugim prirodnim naukama kroz primjere iz biohemije, biofizike, matematike i geografije. Navesti osnovnu poveznicu sa društvenim naukama a to je čovjek te opisati ga kao biološko i društveno biće. Opisati metode proučavanja u biologiji i osnovne odlike živih bića. Ishod se može realizovati putem izrade portofolija gdje bi se navele sve sličnosti sa ostalim naukama kako prirodnim tako i društvenim.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>A.III.2. Objašnjava obilježja živog i neživog.</td><td>• Navodi osnovne nivoe i stepene integracije.
• Objašnjava međuzavisnost osobina živih bića na različitim nivoima ekološke organizacije prirode (jedinka, populacija, biocenoza, ekosistem, biom i biosfera).
• Razlikuje na primjerima organizacijske nivoe prirode.
• Upoređuje složenost organizacijskih nivoa od jedinke do biosfere.
• Analizira tipove ekosistema, utvrđujući njihove razlike.</td></tr>
</table>

	• Analizira utjecaj živih bića na biogeohemijske cikluse u biosferi. • Argumentuje važnost pojedinih molekula za prelazak iz neživog u živo.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Organizacijski nivoi prirode (jedinka, populacija, biocenoza, ekosistem, biom i biosfera). - Vodeni i kopneni ekosistemi. - Biogeohemijski ciklusi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U poredak temeljnih obilježja pojedinih nivoa ekološke organizacije prirode odabrati, po mogućnosti, obilježja koja su učenicima bliska, lako prepoznatljiva i koja su nužna za razumijevanje općeg plana povezanosti i funkcioniranja organizama u prirodi. Komparativni i egzemplarni pristup podučavanja kombinirati s preglednim grafičkim prikazom organizacijskih nivoa prirode u svrhu sistematiziranja i povezivanja znanja. Na taj će način učenici steći predodžbu o položaju glavnih organizacijskih nivoa prirode i njihovom međusobnom odnosu. Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti živog i neživog na različitim nivoima ekološke organizacije prirode. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su izrada grafičkih prikaza organizacijskih nivoa prirode (mogućnost primjene IKT-a), a može se zadati ekosistem ili se ekosistem daje na izbor učeniku.	
A.III.3. Objašnjava utjecaj prostora i faktora prostora na organizam (npr. svjetlost, toplota, klima...)	• Analizira i uspoređuje utjecaj pojedinih ekoloških faktora na razvoj i preživljavanje organizma (temperatura, svjetlost...). • Analizira utjecaj kompleksnih faktora sredine na organizme, interakcija (klima, tlo). • Interpretira postanak životnih formi sa faktorima sredine i evolucijom. • Objašnjava ekološku valencu na primjerima.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.2.1.**
Ključni sadržaji	
- Abiotički i biotički faktori. - Interakcije između živih organizama i okoliša. - Životne forme organizama. - Ekološka valenca.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Pri stavljanju u odnos utjecaja abiotičkih i biotičkih faktora na homeostazu i reakciju organizma preporučuje se uzeti primjere manjka/viška vode, manjka/viška sunčeve svjetlosti, simbioza (npr. parazitizam), ponašanja vezano uz regulaciju tjelesne temperature i sl. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - posmatranje organizama u bliskom okolišu i opisivanje njihovih prilagodbi s obzirom na vrstu staništa, dostupnost hrane, vrstu hrane i način prehrane, sezonske promjene... - skiciranje, opis i argumentiranje prilagodbi važnih za preživljavanje organizama u uslovima staništa; - izvođenje eksperimenata: analiza osobina vode bitnih za živa bića; - istraživanje utjecaja rizičnih faktora na održavanje zdravlja živih bića;	

- uočavanje/istraživanje utjecaja abiotičkih i biotičkih faktora na populacije bliskog ekosistema, npr. može se usporediti vegetacija na osunčanoj/južnoj i zasjenjenoj/sjevernoj strani škole (karakteristične vrste, brojnost jedinki pojedine vrste i sl.), a postavljanjem termometra može se istovremeno pratiti utjecaj promjene temperature u pojedinim godišnjim dobima na vegetaciju ispitivanje ekološke termovalence na primjeru klijanja sjemenki (graha, pšenice ili sl.).
- istraživanje kako klimatske promjene utječu na distribuciju i ponašanje organizama.

A.III.4. Objašnjava strukturnu i funkcionalnu povezanost organizama i organizma i sredine.	• Analizira geografske i prirodne procese i utvrđuje njihov utjecaj na životnu sredinu. • Stavlja u vezu živa bića u vodenim i kopnenim ekosistemima (složeni lanci ishrane). • Objašnjava postojanje raznolikosti živih bića na Zemlji stavljajući ih u vezu s promjenama životne sredine. • Povezuje recentni biodiverzitet na Zemlji sa geomorfologijom, klimom, historijskim promjenama i evolucijom. • Uporeduje uspješnost prilagodbi na primjerima autohtonih, alohtonih i invazivnih stranih vrsta. • Prepoznaje ugrožene vrste na lokalnom i globalnom nivou procjenjujući razloge njihove ugroženosti.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.2.2.**

Ključni sadržaji

- Distribucija klime, zemljišta i biocenoza na Zemlji.
- Vodeni i kopneni ekosistemi.
- Hranidbeni lanci.
- Interakcije između živih organizama i okoliš.
- Biodiverzitet.
- Autohtone, alohtone i strane invazivne vrste.
- Ugrožene vrste na lokalnom i globalnom nivou.
- Uzroci ugroženosti različitih vrsta.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Pri objašnjavanju uspješnosti prilagodbi poželjno je proučiti autohtone/alohtone/invazivne strane vrste koje rastu u bliskoj okolini. Naglasiti negativan uticaj invazivnih stranih vrsta na biodiverzitet, na zdravlje ljudi ili privredu te naglasak staviti na razumijevanje važnosti prilagodbi. U učenju i podučavanju mogu se učenicima predstaviti poznate i bliske prirodne nepogode te njihove posljedice. Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti prilagodbi i životnih uslova. Analizirati karte distribucije bioma na Zemlji i povezati ih s klimatskim uslovima. Učenici izrađuju karte rasprostranjenosti alohtonih i invazivnih vrsta u BiH (npr. ambrozije, kaulerpe, kalifornijske pastrmke…) i povezuju ih s faktorima ugrožavanja prirodnih staništa (npr. urbanizacija, poljoprivreda). Analiziraju se posljedice prisustva invazivnih vrsta na ekosisteme i autohtone vrste, koristeći lokalne primjere. Aktivnost može uključivati terenski rad u okolini škole, identifikaciju vrsta, fotografisanje, bilježenje lokacija i izradu mape invazivnih biljaka ili životinja.

A.III.5. Utvrđuje uzroke poremećaja žive i nežive prirode i važnost očuvanja njihovih odnosa u geobiosferi.	• Raspravlja o zaštićenim područjima Bosne i Hercegovine, donosi zaključak o stepenu njihovog ugrožavanja. • Potkrepljuje dokazima utjecaj čovjeka na globalne efekte zagađenja i raspravlja o mogućnostima održivog razvoja. • Analizira i stavlja u vezu ekonomski razvitak s prirodnim bogatstvima u prostoru življenja. • Prepoznaje ugrožene vrste na lokalnoj i globalnoj razini procjenjujući razloge njihove ugroženosti. • Objašnjava na primjerima potrebu zaštite određenih vrsta i pojedinih prirodnih staništa te područja Bosne i Hercegovine. • Potkrepljuje valjanim dokazima (argumentima) i predlaže mjere za očuvanja prirodnih bogatstava i zaštićenih područja.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.3.1.**

Ključni sadržaji

- Mehanizmi održavanja uravnoteženoga stanja u prirodi.
- Antropogeni uticaj na dinamičku ravnotežu.
- Kategorije zaštite prirode.
- Primjeri zaštićenih vrsta, staništa i područja.
- Uticaj okoliša na zdravlje.
- Održivi razvoj.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Uzroci ugroženosti i stepen ugroženosti pojedinih vrsta mogu se naći u nacionalnim i globalnim Crvenim knjigama/listama. Preporučuje se posjeta nekom od zaštićenih područja BiH. Važnost očuvanja biodiverziteta za čovjeka može se objasniti kroz usluge ekosistema na nacionalnim primjerima (npr. važnost prirodnih poplavnih područja u svrhu reguliranja vodostaja velikih rijeka, uloga polinatora u proizvodnji hrane i dr.), a odgovornost čovjeka kroz održivo korištenje ili tematiku trgovine i prekograničnog prometa ugroženim vrstama. Naglasak staviti na razumijevanje čovjekova uticaja na uravnoteženo stanje u prirodi i biodiverzitet s aspekta održivoga razvoja. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- upoznavanje institucija vezanih uz zaštitu prirode i okoliša u BiH;
- istraživanje stanja okoliša i antropogenog utjecaja u lokalnoj zajednici, odnosa broja stanovnika, privredne situacije i/ili stanja okoliša;
- izrada tematske karte s prikazom zaštićenih područja BiH i karakterističnih endemskih i ugroženih vrsta koje ih nastanjuju (npr. čovječija ribica, Pančićeva omorika, bosanski ljiljan) - grupni rad ili projektna nastava, digitalni alati za mapiranje;
- izvođenje eksperimenta – nastanak i djelovanje kiselih kiša;
- istraživanje i usporedba vrsta na prirodnim i antropogenim staništima;
- organizovanje kampanje za podizanje svijesti o važnosti recikliranja i smanjenja svih vrsta otpada - razvrstavanju otpada i načine upravljanja otpadom (od prikupljanja, sortiranja do nastanka sekundarnih sirovina).

A.III.6. Argumentuje važnost očuvanja prirode radi održivosti biodiverziteta.	• Raspravlja o globalnim posljedicama prouzrokovanim neskladom žive i nežive prirode pogubnim za život na Zemlji.

	• Potkrepljuje dokazima posljedice globalnih klimatskih promjena u prostoru življenja i predlaže modele za unapređenje. • Utvrđuje važnost postojanja raznolikosti gena, vrsta i ekosistema za održivost života u prostoru življenja. • Raspravlja o prednostima i nedostacima genetički modificiranih organizama i njihovom utjecaju na uravnoteženo stanje u prirodi. • Zauzima stav i predlaže mjere za održivi razvoj na osnovu procjene stanja ekosistem.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.3.2.**

Ključni sadržaji

- Prednosti i nedostaci genetički modificiranih organizama.
- Utjecaj genetički modificiranih organizama na uravnoteženo stanje u prirodi.
- Rizici primjene biotehnologije i kontroliranoga križanja.
- Važnost očuvanja bioraznolikosti za stabilnost ekosistema i čovjekov opstanak.
- Odgovornost ljudi u održavanju uravnoteženoga stanja u prirodi i očuvanju bioraznolikosti.
- Uzroci ugroženosti vrsta i populacija.
- Mehanizmi održavanja uravnoteženoga stanja u prirodi.
- Održivi razvoj.
- Prirodne katastrofe i okoliš (poplava, grad, suša, požar).

Preporuke za ostvarenje ishoda

Prednosti i nedostatke genetički modificiranih organizama i njihov uticaj na uravnoteženo stanje u prirodi objasniti na primjeru kvasca koji proizvodi inzulin i genetički modificiranog kukuruza. Raspraviti o rizicima primjene kontroliranog križanja i umjetne selekcije na pasminama pasa ili drugih umjetno dobivenih pasmina/sorti. Čovjekov utjecaj na vlastitu evoluciju i evoluciju živoga svijeta moguće je objasniti na primjerima suzbijanja i liječenja različitih bolesti, transplantacije organa, unošenja stranih vrsta (npr. invazivne strane vrste), uništavanja staništa, promjene zalihe gena (stare sorte npr. jabuka) i sl. Antropogeni utjecaji mogu se analizirati na pozitivnim i negativnim primjerima (npr. utjecaj zagađenja voda na održivost vodenih ekosistema, restauracija staništa: pošumljavanje degradiranih staništa). Podaci iz Crvenih knjiga mogu se povezati s važnošću postojanja mehanizama zaštite (npr. ekološka mreža Natura 2000). Utjecaj onečišćenja na zdravlje može se objasniti s aspekta utjecaja ksenobiotika, buke, zračenja, (ne) higijene okoliša i sl. Naglasak staviti na razumijevanje načela održavanja uravnoteženog stanja u prirodi. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- posjeta ustanovi/tvornici ili
- intervjuiranje osoba uključenih u procese zaštite prirode / uključenih u odlučivanje o primjeni GMO-a i sl.
- organizovanje debata ili radionica o prednostima i nedostacima genetički modificiranih organizama;
- pisanje eseja: „Može li biotehnologija pomoći u očuvanju biodiverziteta“;
- analiza naučnih članaka o utjecaju klimatskih promjena na ekosistem;
- izrada plana održivog razvoja za školu ili lokalnu zajednicu;

- istraživanje kako prirodne katastrofe utiču na bioraznolikost.	
A.III.7. Interpretira i vrednuje rezultate iz različitih izvora o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja služeći se stručnom terminologijom.	• Interpretira i vrednuje zaključke o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja na osnovu prikupljenih informacija iz različitih izvora. • Stavlja u vezu povezanost strukturnih i funkcionalnih svojstva žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja koristeći se različitim izvorima. • Komunicira verbalno i pisano o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode u funkciji održivog razvoja služeći se stručnom terminologijom i IKT-om.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.2.**
Ključni sadržaji	
- Formuliranje ciljeva istraživanja i hipoteza. - Korištenje grafičkim i tabelarnim prikazima. - Izbor pouzdane literature. - Ispravno navođenje literature (u tekstu i na kraju teksta). - Pisanje kraćih rasprava i zaključaka. - Kvalitativna i kvantitativna analiza podataka dobivenih. - Istraživanjem te raspravljanje rezultata. - Kritički odnos prema vlastitome radu i uočavanje vlastitih pogrešaka tokom rada.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Preispitivanje utjecaja ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja onečišćenja može se objasniti u kontekstu održivoga razvoja, dinamičke ravnoteže u ekosistemu, obnovljivih izvora energije, zagađenja, onečišćenja, poremećaja uravnoteženog stanja i sl. Važno je komentirati prednosti i nedostatke obnovljivih izvora energije, pročistača otpadnih voda, važnost studija utjecaja na okoliš i sl. Potrebno je raspraviti opravdanost izrade herbarija, zbirki životinja, važnost zaštite ugroženih vrsta te zaštite prirode. Izraditi terarij ili akvarij. Opisati na primjeru važnost reintrodukcije (npr. reintrodukcija dabra/risa). Utjecaj bolesti na populacije i ljudsko društvo moguće je objasniti na primjeru kuge, ptičije gripe, malarije i sl. Potrebno je upoznati učenike sa zaštitom autorskih prava pri korištenju literaturom, tekstovima, fotografijama, crtežima i skicama. Ovaj ishod ostvaruje se aktivnostima i sadržajima ostalih ishoda 2. razreda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: vođenje rasprave o odabranim temama (ovisno o interesu učenika /aktuelnosti teme) argumentirajući vlastite stavove i uvažavajući stavove drugih.	
A.III.8. Izvodi praktične radove služeći se mjernim i optičkim instrumentima (mikroskop, lupa) i laboratorijskom opremom za sticanje informacija i predstava o strukturnim i funkcionalnim svojstvima žive i nežive prirode.	• Izvodi kompleksne praktične radove u prirodi i laboratoriji služeći se mjernim i optičkim instrumentima, laboratorijskom opremom i IKT.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.4.4.**
Ključni sadržaji	

- Aktuelni etički problemi u biološkim otkrićima.
- Primjena bioloških istraživanja i otkrića.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarivanju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishod se treba ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom integrirano ostalim ishodima 2. razreda te provođenjem projekata. Prijedlozi učeničkih projekata:

- Istražiti životne uslove okoliša i povezati ih s antropogenim utjecajem.
- Istražiti ugrožene vrste bliskog okoliša.
- Istražiti potrošnju energije/vode u svom stanu tokom određenoga vremenskog razdoblja, odrediti najveće potrošače i predložiti moguće načine uštede.
- Istražiti prilagodbe organizama na abiotičke i biotičke faktore.
- Izvesti praktičan rad o mjerenju kvalitete vode koristeći laboratorijsku opremu.
- Izraditi digitalni portfolio o provedenim praktičnim radovima i projektima.

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.III.1. Razlikuje genotip i fenotip živih bića (što je urođeno i što se stječe tokom života).	• Objašnjava strukturu i funkcije nasljednog materijala (DNK, RNK, geni, hromosomi). • Razlikuje gen, genom, genotip i fenotip. • Analizira genotip i fenotip na nivou gena, hromosoma i genoma. • Opisuje odnos monomera i polimera na primjerima biomolekula. • Objašnjava značenje broja hromosoma i/ili molekula DNK u različitim fazama životnoga ciklusa ćelije. • Objašnjava da su nukleinske kiseline temelj srodnosti i raznolikosti živog svijeta. • Objašnjava utjecaj okoline na manifestaciju genotipa na nivou osobina i procesa.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.1.**

Ključni sadržaji

- Građa nukleinskih kiselina i njihove funkcije.
- Gen, genom, genotip i fenotip.
- Odnos monomera i polimera na primjerima biomolekula i njihove uloge u živim organizmima.
- Broj hromosoma i/ili molekula DNK u različitim fazama životnog ciklusa ćelije.
- Nukleinske kiseline kao temelj srodnosti i raznolikosti živoga svijeta.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Povezanost građe DNK s procesom replikacije (dva lanca vezana vodikovim vezama koje se lako kidaju) i sintezom proteina (genski zapis u obliku tripleta azotnih baza) te odnos monomera i polimera objasniti upotrebom modela. Važno je ukazati na razliku između diploidnoga i haploidnoga broja hromosoma (broj hromosoma u homolognom paru) i hromosoma s dvije/jednom sestrinskom hromatidom te na povezanost diploidnoga broja hromosoma s genskom varijabilnosti. Naglasak staviti na razumijevanje molekularne osnove u organizaciji živoga svijeta. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: izrada modela polimernih molekula upotrebom različitih materijala, izrada

modela hromosoma i životnog ciklusa ćelija, izvođenje eksperimenta izolacije DNK kuhinjskom metodom – uporediti dobiveno kod različitih uzoraka, npr. ljudske pljuvačke i brokule, banane, luka, korištenje simulacija, videoisječaka ili animacija hromosoma, DNK.	
B.III.2. Objašnjava zakone nasljeđivanja i mehanizme izražavanja genotipa (mitotska i mejotska dioba).	• Objašnjava zakone nasljeđivanja na nivou gena, hromosoma i genoma. • Objašnjava nasljednu varijabilnost organizama primjenjujući Mendelove zakone. • Analizira i interpretira rezultate ukrštanja. • Objašnjava transkripciju i translaciju na molekularnom nivou. Interpretira genski kod. • Povezuje mitozu/mejozu s nastankom tjelesnih/spolnih ćelija. • Objašnjava mutacije i mutagenezu. • Razlikuje između različitih tipova mutacija na molekularnom nivou.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.2.2.**

Ključni sadržaji

- Mehanizam i uloga replikacije DNK u ćelijskom ciklusu.
- Proces sinteze proteina.
- Nasljedna varijabilnost organizama.
- Mendelovi zakoni.
- Mitoza i mejoza.
- Promjene na nivou gena (mutacije), građe i broja hromosoma.
- Značenje mutacija te promjene građe i broja hromosoma za evoluciju.
- Zajedničko djelovanje genotipa i faktora okoliša u stvaranju fenotipa.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Pri objašnjavanju mehanizma sinteze proteina ne zahtijevati reprodukciju kombinacija azotnih baza za STOP i START kodove. Križanje objasniti na primjerima Mendelovih križanja s graškom i zijevalicama te Morganovih s vinskim mušicama. Važno je da učenici razumiju princip nasljeđivanja te se preporučuje ne zahtijevati navođenje dominantnih/recesivnih osobina. Spolno vezane gene i spolno vezano nasljeđivanje preporučuje se objasniti na primjerima hemofilije i daltonizma. Naglasak staviti na razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- istraživanje varijabilnosti (npr. dužina palca desne ruke, sraslost ušne resice, oblik sjemenke, boja cvijeta) na samostalno odabranom uzorku;
- prikazivanje križanja na temelju postavljenih dominantnih i recesivnih osobina u čovjeka;
- prikazivanje križanja upotrebom samostalno izrađenih aplikacija (mogućnost primjene IKT-a, crtanje, modeli od papira i sl.);
- posmatranje samostalno izrađenih mikroskopskih preparata: faze ćelijskih dioba;
- korištenje videoisječaka/simulacija/animacija životnih ciklusa ćelija;
- izrada modela koji prikazuju mutacije ili promjene građe/broja hromosoma kao uzroka bolesti.

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.III.1. Povezuje građu ćelije sa njenom funkcijom.	• Uspoređuje razlike između biljne i životinjske ćelije. • Uspoređuje način funkcionisanja prokariotske i eukariotske ćelije. • Uspoređuje građu i funkciju ćelijske membrane sa građom i funkcijom ćelijskog zida. • Analizira funkcije svih ćelijskih organela. • Povezuje važnost ćelijskog jedra sa razmnožavanjem. • Uočava razliku između aktivnog i pasivnog transporta supstanci.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Građa biljne i životinjske ćelije. - Ćelijske organele (građa i funkcija). - Usporedba u građi i funkciji ćelijske membrane i ćelijskog zida. - Građa ćelijskog jedra i njegova važnost u razmnožavanju i nasljeđivanju. - Uporedbe između aktivnog i pasivnog prenosa supstanci.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod se može ostvariti najbolje preko laboratorijskih vježbi kao što su mikroskopiranje biljne (npr. lukovica) i životinjske ćelije (npr. epitel usne šupljine). Pasivni prenos supstanci objasniti na primjerima difuzije, osmoze i dijalize a aktivni na transportu Na+ i K+ jona. Prokariotsku i eukariotsku ćeliju i njihovo usložnjavanje moguće je objasniti na modelima sa posebnim naglaskom na ćelijske organele njihovu građu i funkciju. Mogu se koristiti i različiti video materijali (upotreba IKT-a) kako bi se uočile razlike u građi ćelija, smještaj organela u ćelijama, prenos tvari i sl.	
C.III.2. Uspoređuje životne cikluse od ćelije do višećelijskih organizama.	• Analizira ćelijski ciklus. • Uspoređuje različite načine razmnožavanja. • Objašnjava prednosti i nedostatke pojedinih načina razmnožavanja. • Povezuje mitozu/mejozu sa nastankom tjelesnih/spolnih ćelija. • Objašnjava važnost mejoze i spolnoga načina razmnožavanja za evoluciju te suštinu i smisao razmnožavanja.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Ćelijski ciklusi (mitoza i mejoza). - Različiti načini bespolnog i spolnog razmnožavanja. - Značaj mejoze i spolnog načina razmnožavanja za razvoj evolucije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Uspoređivanje sistema parenja, razvoja, sazrijevanja, rasprostranjivanja organizama različitih vrsta može se objasniti na primjerima oprašivanja, oplodnje i sl. Uporediti tok života različitih ćelija i	

organizma: nastanak/rođenje, diferencijacija/razvoj, smrt. Naglasak staviti na razumijevanje ćelijskog ciklusa i njegovog uticaja na životni ciklus organizma. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: debata o prednostima i nedostacima spolnog i bespolnog razmnožavanja kod različitih organizama, promatranje samostalno izrađenih mikroskopskih preparata: faze ćelijskih dioba, pupanje kvasca; izrada modela ćelijskih dioba; korištenje videoisječaka/simulacija/animacija životnih ciklusa ćelije (upotreba IKT-a).	
C.III.3. Analizira biohemijski sastav i fizičko-hemijska svojstva protoplazme.	• Uporeduje funkcije organskih i neorganskih sastojka protoplazme. • Objašnjava razlike u koloidima. • Objašnjava pojmove koagulacije, bubrenja, gel i sol stanja protoplazme. • Učenik može da opiše funkciju proteina u ćeliji.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Organski i neorganski sastav protoplazm. - Fizičko-hemijska svojstva protoplazme (koloidi, koagulacija, sol i gel stanje).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Objasniti na primjeru želatine sol i gel stanje protoplazme. Objasniti razliku hidrofobnih i hidrofilnih rastvora (na primjeru AgCl i želatine). Navesti značaj vode kao glavne neorganske komponente za funkciju ćelije. Objasniti funkciju i značaj organskih komponenata (ugljikohidrati, masti i proteini). Ishod se može ostvariti na sljedeći način: - eksperimentalnom vježbom uočavanja sol i gel stanja; - upotrebom IKT-a za gledanje video-isječaka i pripremu prezentacija.	
C.III.4. Objašnjava organske sisteme i njihovu funkciju.	• Uporeduje građu i funkciju različitih biljnih tkiva. • Uporeduje građu i funkciju različitih životinjskih tkiva. • Objašnjava važnost organskih sistema sa njihovom funkcijom. • Analizira građu kože i skeleta. Uporeduje građu organa za disanje tokom evolutivnog razvitka kod živih bića. • Uporeduje načine cirkulacije kod različitih živih bića. • Uporeduje sisteme organa za izlučivanje i endokrini sistem kod različitih skupina živih bića. • Razlikuje vrste nervnih sistema.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Biljna i životinjska tkiva. - Životinjski organizam i organski sistem (koža, organi za potporu i kretanje, probavu, disanje i cirkulaciju).	

- Sistem organa za izlučivanje, nervni (živčani) sistem, čula i sistem organa za razmnožavanje.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Opisati građu biljnih i životinjskih tkiva kao važnih elemenata za organizam živih bića. Potrebno je naglasiti funkcije organskih sistema za organizam. Objasniti važnost kože i njenu zaštitnu ulogu. Na primjerima predstavnika skupina živih bića objasniti razvijanje organa za disanje tokom evolucije. Objasniti zatvoreni i otvoreni tip cirkulacije. Objasniti organe za izlučivanje od organela do razvitka organskog sistema. Navesti tipove nervnog sistema. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: mikroskopiranje biljnih i životinjskih tkiva; gledanje video snimaka koji se odnose na građu i funkciju organski sistema; korištenje modela i dijagrama za usporedbu građe i funkcije organskih sistema; upotreba različitih atlasa.

C.III.5. Objašnjava vezanje i transformaciju energije u procesima kruženja tvari u biosferi.	• Objašnjava primarnu proizvodnju u različitim ekosistemima. • Analizira hranidbene odnose u različitim ekosistemima uzimajući u obzir odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca /mreže/piramide. • Objašnjava protok energije ekosistemom i kruženje tvari. • Opisuje biogeohemijske cikluse ugljika, azota, kisika i vodika objašnjavajući njihovu važnost. • Objašnjava iskorištavanje energije u ekosistemu i biosferi.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.1.**

Ključni sadržaji

- Primarna proizvodnja u ekosistemima.
- Hranidbeni odnosi u različitim ekosistemima.
- Odnos broja/biomase članova hranidbenoga lanca /mreže/piramide.
- Proticanje energije ekosistemom i kruženje tvari u ekosistemima.
- Biogeohemijski ciklusi ugljika, azota, kisika i vodika.

Preporuke za ostvarenje ishoda

U analizi biogeohemijskih ciklusa koristiti se shematskim prikazima. Pretvorbe konzumirane energije objasniti na konkretnim primjerima hranidbenih lanaca/mreža. Primarna proizvodnja i hranidbeni odnosi mogu se objasniti na primjerima različitih vodenih ili kopnenih ekosistema, pri čemu treba uzeti u obzir odnos broja/biomase. Treba uključiti i primjer neke simbioze. Naglasak staviti na razumijevanje principa vezanja i pretvorbi energije te kruženja tvari. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda.

Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- istraživanje odnosa brojnosti i biomase neke vrste na travnjaku ili drugome staništu.
- posmatranje u prirodi i/ili proučavanje literature;
- osmišljavanje hranidbenih lanaca/mreža te grafičko prikazivanje hranidbenih odnosa (mogućnost primjene IKT-a).

C.III.6. Analizira racionalno korištenje prirodnih energetskih resursa u skladu sa očuvanjem prirodne i životne sredine.	• Predlaže modele za racionalno korištenje i uštedu iz obnovljivih i neobnovljivih izvora energije.

	• Analizira posljedice korištenja fosilnih energenata i izvodi zaključak o njihovoj štetnosti na prirodu. • Analizira primjene zakonske regulative u procesu transformacije energenata u koristan rad sa ekološkog gledišta. • Procjenjuje prednosti i nedostatke različitih izvora obnovljive energije za održivi razvoj.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Energija u hranidbenim lancima i ekosistemima; Eutrofikacija. - Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije; Energija i održivi razvoj.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Iskorištavanje energije može se objasniti na različitim primjerima hranidbenih odnosa, prednosti života u zajednicama, oblika tijela i načina kretanja. Povezati eutrofikaciju s čovjekovim djelovanjem na ekosistem. Naglasak staviti na razumijevanje iskorištavanja energije. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje izvora energije i njihova utjecaja na okoliš (npr. termoelektrane, hidroelektrane, vjetroelektarne); - kompostiranje; - istraživanje i proučavanje literature/interneta, predstavljanje primjera održivoga razvoja u BiH ili u svijetu te izdvajanje koraka poduzetih radi očuvanja okoliša i privrednog napretka. - organizovanje debate o prednostima i nedostacima obnovljivih izvora energije; - izrada projekata energetske efikasnosti za školsku zgradu ili domaćinstvo.	
C.III.7. Objašnjava pretvaranje energije sa aspekta biotehnologije.	• Objašnjava postupke klasične i moderne biotehnologije (genetski inžinjering). • Povezuje biotehnološke postupke i kružni tok energije u privredi. • Vrednuje perspektive biotehnologije. • Povezuje aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom. • Objašnjava utjecaj biotehnologije na prinos i ekonomičnost proizvodnje. • Analizira biotehnološki proces uzimajući u obzir cjelokupni učinak.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.3.2.**
Ključni sadržaji	
- Aktivnost gena i ekonomično raspolaganje energijom. - Aktivacije/inaktivacije gena pri sintezi proteina ili diferencijaciji ćelije. - Utjecaj biotehnologije na prinos i ekonomičnost proizvodnje. - Dobivanje novih sorti/pasmina.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezivanje aktivnosti gena i ekonomično raspolaganje energijom moguće je objasniti na primjerima aktivacije/inaktivacije gena pri sintezi proteina ili diferencijaciji ćelije. Povezati različite načine dobivanja novih sorti/pasmina s prinosom i ekonomičnošću u proizvodnji (povećanje količine i/ili kvalitete prinosa). Naglasak staviti na razumijevanje ekonomičnog iskorištavanja energije na	

različitim organizacijskim nivoima živoga svijeta i u primjeni biotehnologije. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - proučavanje faza određenoga biotehnološkog procesa (korištenjem literature/odlaskom u odgovarajuću ustanovu) i uporedba obilježja njegova produkta s obilježjima produkta nastalog prirodnim procesom. - analiza etičkih dilema povezanih s biotehnologijom kroz debatu ili studiju slučaja.

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.III.1. Prihvata stavove koji doprinose vlastitom zdravlju.	• Utvrđuje važnost higijene i zdrave ishrane za očuvanje zdravlja čovjeka. • Utvrđuje važnost ličnog zdravlja u očuvanju zdrave okoline. • Prosuđuje o uticaju: pesticida, teških metala, radioaktivnih supstanci, antibiotika, genetski modifikovanih jedinjenja, aditiva, na život čovjeka. • Predlaže mjere zaštite životnog okruženja od štetnih posljedica nastalih djelovanjem mutagenih faktora.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.1.**
Ključni sadržaji	
- Zdrave životne navike i održavanje zdravlja ljudi. - Važnost prevencije u zaštiti od bolesti.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Naglasiti važnost prevencije, zdravog načina života. Utjecaj ljudskih djelatnosti na prirodne procese i mogućnosti smanjenja onečišćenja objasniti u kontekstu održavanja homeostaze organizma. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - izvođenje eksperimenata: ovisnost intenziteta rada srca i disanja o fizičkoj aktivnosti; - istraživanje uticaja rizičnih faktora na održavanje zdravlja čovjeka. Prijedlozi učeničkih projekata: Istražiti utjecaj životnih navika na čovjekovo zdravlje (npr. lična higijena, nepravilna prehrana, fizička aktivnost...).	

IV razred gimnazije informacionih tehnologija/matematičko-informatičke gimnazije /2 časa sedmično/60 časova godišnje/

Oblast: A/ ZEMLJA PROSTOR ŽIVOTA **Strukturna i funkcionalna povezanost žive i nežive prirode (ekologija, održivi razvoj)**	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
A.IV.1. Povezuje ulogu pojedinih biljnih organa sa njihovom morfološkom i anatomskom građom.	• Objašnjava i opisuje ulogu pojedinih biljnih organa povezujući je sa njihovom morfološkom i anatomskom građom.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Vegetativni organi biljke, metamorfoze. - Generativni organi biljaka.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Principe građe biljnih organa povezati sa ekonomičnim funkcioniranjem provodeći aktivnosti posmatranja na preparatima i kroz videoprikaze. Povezati građu ćelije s njenom ulogom u organizmu, te objasniti usložnjavanje organizma od nivoa ćelije do tkiva. Provesti aktivnosti posmatranja mikroskopskih preparata osnovnih tipova tkiva, te istaći njihove razlike u građi. Izraditi modele biljnih organa koristeći različite materijala.	
A.IV.2. Objašnjava strukturnu i funkcionalnu zavisnost biotičke i abiotičke komponente ekosistema.	• Istražuje utjecaje abiotičkih i biotičkih ekoloških faktora na funkcionalne i hijerahijske veze između organizama.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.1.2.**
Ključni sadržaji	
- Idioekologija. - Sinekologija. - Ekološki faktori. - Biotop, biocenoza/fitocenoza. - Ekosistem.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
U uporedbi temeljnih obilježja pojedinih nivoa ekološke organizacije prirode odabrati, po mogućnosti, obilježja koja su učenicima bliska, lako prepoznatljiva i koja su nužna za razumijevanje općeg plana povezanosti i funkcioniranja organizama u prirodi. Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti živog i neživog na različitim nivoima ekološke organizacije prirode. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: izrada grafičkih prikaza organizacijskih nivoa prirode (mogućnost primjene IKT-a), može se zadati ekosistem ili se ekosistem daje na izbor učeniku. Provesti terensko istraživanje manjeg ekosistema i dokumentovati odnose između abiotičkih i biotičkih faktora. Analizirati podatke o abiotičkim faktorima (temperatura, svjetlost, vlaga) i njihovom uticaju na distribuciju i brojnost organizama.	
A.IV.3. Procjenjuje racionalno korištenje ekosistemskih usluga u cilju njihovog održivog korištenja i zaštite.	• Povezuje životne forme na Zemlji sa promjenama životne sredine. • Procjenjuje kako stanje ekosistema utječe na kvalitet života (zagađenost zraka, tla i vode).
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 1.3.2.**

<table>
<tr><th colspan="2">Ključni sadržaji</th></tr>
<tr><td colspan="2">- Ekosistem.
- Biom.
- Biosfera.
- Ishrana u prirodi, zagađenje i degradacija životne sredine i mjere zaštite.
- Upravljanje prostorom na lokalnom, regionalnom i globalnom planu.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Preporuke za ostvarenje ishoda</th></tr>
<tr><td colspan="2">Važnost očuvanja biodiverziteta za čovjeka može se objasniti kroz usluge ekosistema na nacionalnim primjerima (npr. važnost prirodnih poplavnih područja u svrhu reguliranja vodostaja velikih rijeka, uloga polinatora u proizvodnji hrane i dr.), a odgovornost čovjeka kroz održivo korištenje ili tematiku trgovine i prekograničnog prometa ugroženim vrstama. Naglasak staviti na razumijevanje čovjekovog utjecaja na uravnoteženo stanje u prirodi i biodiverzitet s aspekta održivoga razvoja. Učenik treba da prepoznaje primjere održivog korištenja i upravljanja resursima (npr. održiva šumarstva, organska poljoprivreda, ekoturizam…). Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:
- upoznavanje institucija vezanih uz zaštitu prirode i okoliša u BiH;
- istraživanje stanja okoliša i antropogenog uticaja u lokalnoj zajednici, odnosa broja stanovnika, privredne situacije i/ili stanja okoliša;
- mapiranje endemskih i zaštićenih vrsta i njihova veza s ekosistemskim uslugama i zaštićenim područjima
- izvođenje eksperimenta – nastanak i djelovanje kiselih kiša;
- organizovanje kampanje za podizanje svijesti o važnosti recikliranja i smanjenja svih vrsta otpada - razvrstavanju otpada i načine upravljanja otpadom (od prikupljanja, sortiranja do nastanka sekundarnih sirovina).</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>A.IV.4. Sastavlja podatke iz relevantnih literaturnih i drugih izvora o ekologiji i zaštiti životne sredine i izvodi praktične/terenske radove za stjecanje informacija i predstava o ekologiji biljaka, životinja i čovjeka i njihovoj zaštiti.</td><td>• Procjenjuje kako stanje ekosistema utječe na kvalitet života (zagađenost zraka, tla i vode).
• Raspravlja o antropogenim utjecajima na sve dijelove biogeosfere.
• Raspravlja o značajnim otkrićima iz oblasti ekologije koja su u funkciji održivog razvoja, te ih stavlja u kontekst ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku.
• Koristi podatke iz različitih izvora o održivom razvoju (naučni časopisi, naučni radovi, udžbenici).
• Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje ekologije raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.
• Raspravlja o mjerama zaštite i konzervaciji prirode.
• Izvodi praktične radove iz oblasti ekologije primjenjujući mjere opreza.
• Koristi informacione tehnologije za istraživanje prostornog planiranja i statističkih karakteristika ljudske populacije na Zemlji.</td></tr>
<tr><td>Poveznice sa ZJNPP</td><td>BIO 1.4.2.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ključni sadržaji</th></tr>
</table>

- Idioekologija.
- Sinekologija.
- Ekološki faktori, biotop, biocenoza/fitocenoza, ekosistem, biom, biosfera.
- Ishrana u prirodi, zagađenje i degradacija životne sredine i mjere zaštite.
- Upravljanje prostorom na lokalnom, regionalnom i globalnom planu.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarivanju definiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishod se treba ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom integrirano s ostalim ishodima 4. razreda te provođenjem projekata. Prijedlozi učeničkih projekata:

- Istražiti životne uslove okoliša i povezati ih s antropogenim utjecajem.
- Istražiti ugrožene vrste bliskog okoliša.
- Istražiti prilagodbe organizama na abiotičke i biotičke faktore.
- Provesti istraživanje o ekološkom otisku škole ili domaćinstvu.
- Organizovati debatu o mjerama za zaštitu prirode i održivi razvoj.

Oblast: B/ POVEZANOST STRUKTURA I FUNKCIJA ŽIVIH BIĆA	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
B.IV.1. Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacionih nivoa kod biljaka.	• Uporeduje bitne razlike u građi, položaju i funkcioniranju tvornih i trajnih tkiva. • Uporeduje građu i oblik ćelija koje grade tkiva kao i položaj i funkciju pojedinih vrsta trajnih tkiva. • Analizira ulogu ćelijskog zida kod pojedinih tipova trajnih tkiva. • Analizira značaj različitih funkcija parenhimskog tkiva za biljku. • Uporeduje građu i funkciju osnovnih tipova provodnih snopića i njihov evolucioni značaj za razvoj složenijih biljnih organizama i prilagodbu novim i različitim staništima. • Analizira usložnjavanje i pojavu novih osobina, povezujući princip građe tkiva sa ekonomičnijim funkcioniranjem različitih organa npr. lista.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**

Ključni sadržaji

- Podjela biljnih tkiva.
- Tvorna tkiva – meristemi (primarni i sekundarni).
- Trajna tkiva – građa i funkcija (kožno, osnovno, mehaničko, provodno, žljezdano).

Preporuke za ostvarenje ishoda

Temeljna fiziološka obilježja uporediti kod predstavnika glavnih skupina biljaka (prokaroiti, eukarioti, alge, gljive, lišajevi, mahovine, papratnjače, golosjemnjače, skrivenosjemenjače). U uporedbi temeljnih obilježja skupine odabrati, po mogućnosti, predstavnike skupina koji su učenicima bliski i lako prepoznatljivi te odabrati samo obilježja skupine koja su nužna za razumijevanje općeg fiziološkog ustroja i funkcioniranja predstavnika te skupine. Ishod se može ostvariti posmatranjem i eksperimentima na prikupljenim preparatima npr. golosjemjenjača, monokotila i dikotila, izradom portofolija sa osnovnim karakteristikama predstavnika, itd. Na njima

tokom obrade gradiva direktno pokazati vidljive pojave, npr. značaj vode i njenu ulogu u fiziološkim procesima koji se odvijaju u biljkama demonstrirati prikazom biljke u posudi sa suhom zemljom, normalno vlažnom zemljom, dobro navlaženom zemljom. Ako je još i pokrijemo staklenim zvonom, dobit ćemo dodatno i prikaz transpiracije, gutacije… Taj pristup primijeniti i kod ostalih nastavnih jedinica. Procese transporta vode i mineralnih materija povezati sa izučavanim procesima kapilarnosti, površinske napetosti, isparavanja, difuzije i osmoza iz fizike i hemije. Teoretski dio ostvariti upotrebom IKT-a za gledanje videoisječaka i prezentacija, shematskim prikazima procesa, demonstraciju pripremljenih eksperimenata.

B.IV.2. Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o histologiji biljaka.	• Navodi relevantne baze podataka za datu oblast uz pomoć i podršku nastavnika. • Koristi različite podatke iz relevantnih izvora za proučavanje histologije (naučni časopisi i radovi na tu temu objavljeni na internetu, udžbenici...). • Istražuje značajna otkrića iz oblasti histologije ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. • Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobivenim rezultatima istraživanja o histologiji biljaka, pravilno ih citirajući.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.1.**

Ključni sadržaji

- Podjela biljnih tkiva.
- Tvorna tkiva – meristemi (primarni i sekundarni).
- Trajna tkiva – građa i funkcija (kožno, osnovno, mehaničko, provodno, žljezdano).
- Primjena bioloških istraživanja i otkrića; Etika u biološkim istraživanjima.
- Formiranje ciljeva istraživanja i hipoteze.
- Korištenje grafičkih i tabličnih prikaza.
- Izbor pouzdane literature.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ovaj ishod predstavlja metodološkim pristupom ostvarivanju definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.

B.IV.3. Izvodi praktične radove za stjecanje informacija o histologiji biljaka.	• Konzervira biljne materijala za potrebe histoloških istraživanja, pripremanje i konzerviranje mikroskopskih preparata. • Koristi laboratorijsku opremu, pribor i instrumente (mikroskop sa ogledalom, sijalicom...). • Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti histologije biljaka prema uputama nastavnika.

	• Crta i označava građu biljne ćelije, biljnih tkiva, vegetativnih, generativnih organa, mitohondrija i hloroplasta. • Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti histologije biljaka.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**
Ključni sadržaji	
- Podjela biljnih tkiva. - Tvorna tkiva – meristemi (primarni i sekundarni). - Trajna tkiva – građa i funkcija (kožno, osnovno, mehaničko, provodno, žljezdano). - Funkcije parenhimskih tkiva. - Tipovi provodnih snopića (adaptivni značaj).	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishodi vezani uz histologiju biljnih tkiva trebaju težiti ka prepoznavanju pojedinih tipova biljnih tkiva, gdje se nalaze i kako su raspoređena u biljci. Naglasak staviti na njihov funkcionalni značaj za biljku i na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tkiva, a kasnije organa i organizma kao cjeline, sa pojavom novih adaptivnih osobina organizma. Prilagodbe na kopneni način života moguće je objasniti kroz građu i raspored mehaničkih tkiva, pojavu pravog korijena i otvorenog tipa provodnih snopića. Sva ta evoluciona poboljšanja omogućila su biljkama potpuno osvajanje kopnene životne sredine. Ishodi se najefikasnije mogu ostvariti kroz upotrebu IKTa, slika prezentacija, video materijala, prirodnih materijala i preparata, prezentacijom predavača, a kasnije i promatranjem, pripremanjem, izvođenjem samostalnih laboratorijskih vježbi. Samostalno prikupljanje, pravljenje i konzerviranje pogodni su za razvoj analitičkih sposobnosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, korištenje znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. U toku izvođenja postupaka konzerviranja biljnih tkiva i preparata koriste se organski hemijski spojevi koje se izučavaju na časovima hemije (organska hemija). Korelacija se može uspostaviti povezivanjem sa nastvanim sadržajima u kojima se govori o organskim rastvaračima, sredstvima koja se koriste za konzerviranje materijala organskog porijekla, organskim bojama za bojenje mikroskopskih preparata i slično.	
B.IV.4. Povezuje i prosuđuje o pojavama, procesima i međuodnosima biljnih organizama na temelju posmatranja i istraživanja biljnih organa, anatomije i morfologije biljaka.	• Organizuje biljne organizme po nivoima složenosti na osnovu saznanja o njihovoj organografiji i anatomiji. • Povezuje anatomsku građu biljnih organizama sa njihovom morfološkom i fiziološkom funkcijom. • Analizira građu organa biljaka i njihovu funkciju u smislu bolje prilagođenosti na uslove u životnoj sredini, tj. povećava njihovu adaptivnu sposobnost. • Crta i označava dijelove građe biljnih ćelija, tkiva i organa.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja), metamorfoze korijena.	

- Izdanak – nadzemni i podzemni.
- Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla.
- List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova.
- Cvijet i cvat, oprašivanje i oplodnja, razvoj zametka.
- Plod i sjemenka – građa i podjela.

• Preporuke za ostvarenje ishoda

Ovaj ishod predstavlja metodološki pristup ostvarivanja definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.

B.IV.5. Izvodi praktične radove i eksperimente za sticanje informacija o hemijskom (organskom i neorganskom) sastavu biljnih organizama.	• Koristi se laboratorijskim priborom i reagensima primjenjujući pravilno postupke izolacije, ekstrakcije, destilacije biljnih organa koji sadržavaju različite materije (škrob, eterična ulja, masti, vitamine minerale...). • Analizira sastav biljnih organizama i dolazi do zaključaka o tome na koji način bi se te biljke mogle koristiti ili se koriste kao hrana, izvor vitamina i minerala, lijekovi i sl. i to argumentovano brani u diskusiji.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**

Ključni sadržaji

- Vegetativni organi biljke.
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja), metamorfoze korijena.
- Izdanak – nadzemni i podzemni. Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla.
- List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova.
- Generativni organi biljaka.
- Cvijet i cvat, oprašivanje i oplodnja, razvoj zametka.
- Plod i sjemenka – građa i podjela.
- Primjena bioloških istraživanja i otkrića.
- Etika u biološkim istraživanjima.
- Korištenje grafičkih i tabličnih prikaza.
- Izbor pouzdane literature.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ovaj ishod predstavlja se metodološkim pristupom ostvarivanju definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.

B.IV.6. Prosuđuje o fiziološkim pojavama i procesima u biljnim organizmima na osnovu posmatranja i izvođenja praktičnih istraživanja.	• Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom klijanja sjemena i uzgajanjem biljaka na različitim mineralnim podlogama, različite vlažnosti, temperature i osvjetljenja. • Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom dokazivanja transpiracije, mjerenja tugorovog pritiska u zavisnosti od različitih faktora, npr. temperature, veličine listova i sl.

	• Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom dokazivanja fotosinteze, Saksov ogled. • Analizira i obrazlaže rezultate i podatke dobijene eksperimentalno tokom dokazivanja pokreta kod biljaka. • Pravilno koristi laboratorijsku opremu i izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti fiziologije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**
Ključni sadržaji	
- Mjerenje apsorpcije (korijenov pritisak), transporta i distribucije vode. - Mjerenje transpiracije u zavisnosti od različitih faktora. - Eksperimentalno klijanje sjemena i uzgajanjem biljaka na različitim mineralnim podlogama, različite vlažnosti, temperature i osvjetljenja. - Eksperimenti izdvajanja biljnih pigmenata (hlorofila, karotenoida, ksantofila...). - Eksperimenti dokazivanja fotosinteze. - Saksov ogled. - Ekperimenti dokazivanja disanja kod biljaka - ogled sa krečnom vodom i slični. - Eksperimenti u kojima se koriste fitohormoni: ubrzavanje stvaranja korjena kod reznica i slično. - Eksperimenti kojima se dokazuju pokreti kod biljaka.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Nakon teoretske obrade provesti nakon svake jedinice laboratorijske vježbe. Laboratorijske vježbe ili neki već pomenuti eksperimenti su obavezan dio nastavnog procesa koji bi se dalje mogao nastaviti kroz slične projektne zadatke koje bi učenici radili kod kuće uz male upute profesora samostalno. U grupi ili samostalno, kod kuće, pripremajući vlastite preparate za izvođenje eksperimenata, učenici stječu jasniji uvid u gradivo obrađeno na času, posebno uz korištenje IKT-a (slika, prezentacija, filmova...). Samostalno prikupljanje informacija, eksperimentisanje i izrada projekata pogodni su za razvoj analitičkih i praktičnih vještina (sposobnosti prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, timskog i praktičnog rada, osmišljavanja i provođenje eksperimenata, korištenja znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnost analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada i stvaranja novih ideja. Korelacija se može uspostaviti kroz obradu tema iz fizike i hemije npr. transport vode i mineralnih materija sa izučavanim procesima kapilarnosti, površinske napetosti, isparavanja, difuzije i osmoze.	
B.IV.7. Povezuje pojavu novih osobina sa promjenom složenosti organizacionih nivoa kod životinja.	• Upoređuje bitne razlike u građi, položaju i funkcioniranju životinjskih tkiva. • Upoređuje građu i oblik ćelija koje grade životinjska tkiva kao i položaj i funkciju pojedinih vrsta i tipova životinjskih tkiva. • Analizira ulogu kod pojedinih tipova potpornih tkiva. Analizira značaj različitih funkcija mišićnih ćelija i tkiva kod životinja.

	• Uspoređuje građu i funkciju osnovnih tipova epitelnih tkiva i njihov evolucioni značaj kod različitih životinjskih skupina za razvoj složenijih organskih sistema i organizama te prilagodbu novim i različitim staništima. • Analizira usložnjavanje i pojavu novih osobina, povezujući princip građe tkiva sa ekonomičnijim funkcioniranjem različitih organa. • Analizira građu i ulogu nervnih ćelija sa njihovom ulogom u upravljanju i regulaciji funkcija organizma.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**
Ključni sadržaji	
- Epitelno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije epitelnih tkiva; Potporno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije potpornih tkiva. - Mišićno tkiva - građa, podjele i fiziološke funkcije; Nervno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ovaj ishod predstavlja se metodološkim pristupom u ostvarivanju definisanih odgojno-obrazovnih ishoda. Ishodi se trebaju ostvariti iskustvenim i istraživačkim pristupom koji je povezan sa ostalim ishodima iz prethodnih godina izučavanja biologije.	
B.IV.8. Prikuplja i sistematizira podatke iz različitih relevantnih izvora o histologiji životinja.	• Koristi različite podatke iz relevantnih izvora za proučavanje histologije životinjskih tkiva (naučni časopisi i radovi na tu temu objavljeni na internetu, udžbenici ...). • Istražuje značajna otkrića iz oblasti histologije ističući posljedice otkrića koja su promijenila nauku. • Procjenjuje različite naučne izvore, raspravlja o dobivenim rezultatima istraživanja o histologiji životinja, pravilno ih citirajući.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.1.**
Ključni sadržaji	
- Epitelno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije epitelnih tkiva. - Potporno tkivo- građa, podjele i fiziološke funkcije potpornih tkiva. - Mišićno tkiva - građa, podjele i fiziološke funkcije. - Nervno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije. - Primjena bioloških istraživanja i otkrića. - Etika u biološkim istraživanjima. - Korištenje grafičkih i tabelarnih prikaza.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishodi vezani uz histologiju životinjskih tkiva trebaju težiti ka prepoznavanju pojedinih tipova životinjskih tkiva, gdje se nalaze i kako se dijele, te kako su raspoređena u životinjskom organizmu. Naglasak staviti na njihov funkcionalni značaj za životinjski organizam i na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tkiva, a kasnije organa i organizma kao cjeline, sa pojavom novih	

adaptivnih osobina organizma. To se može postići podsjećanjem na gradivo iz biosistematike životinja. Prilagodbe na kopneni način života moguće je objasniti kroz transformaciju funkcija epitela sa evolucionim razvojem organizma (npr. kod beskičmenjaka-zaštitna, razmjena gasova, prelazak u organe za disanje traheje, škrge, a kod kičmenjaka- zaštitna, razmjena gasova kod vodozemaca, prelazak u organe za disanje). Razvoj mišićnih tkiva koja se evoluciono primarno javljaju u funkciji kretanja organizma (glatki mišići-poprečnoprugasti- srčano mišićno tkivo) kasnije evolucijom ulaze i u druge organe i organske sisteme. Slični primjeri se mogu naći i za ostala tkiva. Sva ta evoluciona poboljšanja omogućila su životinjama potpuno osvajanje kopnene, a kasnije i vazdušne životne sredine. Ishodi se najefikasnije mogu ostvariti kroz upotrebu IKT-a, slika prezentacija, videomaterijala, prirodnih materijala i preparata, prezentacijom predavača, a kasnije i posmatrenjem, pripremanjem, izvođenjem, u početku od nastavnika kontrolisanih, a kasnije samostalnih laboratorijskih vježbi mikroskopiranja i prepoznavanja različitih tkiva u organima. Samostalno prikupljanje, pravljenje i konzerviranje pogodni su za razvoj analitičkih sposobnosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, korištenje znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. U toku izvođenja postupaka konzerviranja biljnih tkiva i preparata koriste se organski hemijski spojevi koje se izučavaju na časovima hemije (organska hemija). Korelacija se može uspostaviti povezivanjem sa nastvanim sadržajima u kojima se govori o organskim rastvaračima, sredstvima koja se koriste za konzerviranje materijala organskog porijekla, organskim bojama za bojenje mikroskopskih preparata i slično.

B.IV.9. Izvodi praktične radove za stjecanje informacija o histologiji životinja.	• Zna postupke za konzerviranje životinjskih materijala za potrebe histoloških istraživanja, pripremanje i konzerviranje mikroskopskih preparata. • Koristi laboratorijsku opremu, pribor i instrumente (mikroskop sa ogledalom, sijalicom...). • Izvodi eksperimente primjenjujući mjere opreza prilikom izvođenja praktičnih radova iz oblasti histologije životinja prema uputama nastavnika. • Mikroskopira razne vrste i tipove tkiva iz različitih organa. • Crta i označava građu životinjske ćelije, različitih tipova životinjskih tkiva, građe i rasporeda miofibrila, sinapse kod neurona i sl. • Koristi simulacijske softvere za istraživanje iz oblasti histologije životinja.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.4.4.**

Ključni sadržaji

- Epitelno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije epitelnih tkiva.
- Potporno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije potpornih tkiva.
- Mišićno tkiva - građa, podjele i fiziološke funkcije.
- Nervno tkivo - građa, podjele i fiziološke funkcije.

- Praktikum za izvođenje laboratorijskih vježbi iz histologije, anatomije i fiziologije životinja.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ishodi vezani uz histologiju životinjskih tkiva trebaju težiti ka prepoznavanju pojedinih tipova životinjskih tkiva, gdje se nalaze i kako se dijele, te kako su raspoređena u životinjskom organizmu. Naglasak staviti na njihov funkcionalni značaj za životinjski organizam i na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tkiva, a kasnije organa i organizma kao cjeline, sa pojavom novih adaptivnih osobina organizma. To se može postići podsjećanjem na gradivo iz biosistematike životinja. Prilagodbe na kopneni način života moguće je objasniti kroz transformaciju funkcija epitela sa evolucionim razvojem organizma (npr. kod beskičmenjaka-zaštitna, razmjena gasova, prelazak u organe za disanje traheje, škrge, a kod kičmenjaka- zaštitna, razmjena gasova kod vodozemaca, prelazak u organe za disanje). Razvoj mišićnih tkiva koja se evoluciono primarno javljaju u funkciji kretanja organizma (glatki mišići-poprečnoprugasti- srčano mišićno tkivo) kasnije evolucijom ulaze i u druge organe i organske sisteme. Slični primjeri se mogu naći i za ostala tkiva. Sva ta evoluciona poboljšanja omogućila su životinjama potpuno osvajanje kopnene, a kasnije i vazdušne životne sredine.

Ishodi se najefikasnije mogu ostvariti kroz upotrebu IKT-a, slika prezentacija, video materijala, prirodnih materijala i preparata, prezentacijom predavača, a kasnije i promatrenjem, pripremanjem, izvođenjem, u početku od nastavnika kontrolisanih, a kasnije samostalnih laboratorijskih vježbi mikroskopiranja i prepoznavanja različitih tkiva u organima. Samostalno prikupljanje, pravljenje i konzerviranje pogodni su za razvoj analitičkih sposobnosti (sposobnost prikupljanja i analize informacija iz različitih izvora, korištenje znanja stranog jezika), rješavanja problema, saradnje, kritičkog mišljenja (sposobnost kritike i samokritike), kreativnog mišljenja, sposobnosti analize i sinteze, istraživačkih vještina, sposobnosti samostalnog rada, sposobnosti stvaranja novih ideja. U toku izvođenja postupaka konzerviranja biljnih tkiva i preparata koriste se organski hemijski spojevi koje se izučavaju na časovima hemije (organska hemija). Korelacija se može uspostaviti povezivanjem sa nastvanim sadržajima u kojima se govori o organskim rastvaračima, sredstvima koja se koriste za konzerviranje materijala organskog porijekla, organskim bojama za bojenje mikroskopskih preparata i slično.

B.IV.10. Objašnjava ustrojstvo ljudskog organizma sa aspekta njegovog općeg plana građe i funkcije njegovih pojedinačnih dijelova.	• Upoređuje usložnjavanje građe organa i organskih sistema i povezuje njihovu anatomsku građu sa morfologijom i fiziologijom.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.1.**

Ključni sadržaji

- Organski sistemi čovjeka.
- Čula.
- Krv.
- Bolesti organa i organskih sistema.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Naglasak staviti na razumijevanje povezanosti usložnjavanja u građi tijela s pojavom novih osobina i prilagodbama organizama. Izraditi grafički prikaz organizacijskih nivoa organizma, te se njime koristiti u učenju i podučavanju (mogućnost primjene IKT-a).

B.IV.11. Procjenjuje značaj održavanja mehanizma regulacije homeostaze	• Povezuje mehanizme homeostaze na nivou ćelija i organa sa organskim sistemima.

na nivou ćelije i organizma, kao i posljedice njegovog narušavanja.	
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 2.1.4.**
Ključni sadržaji	
- Organski sistemi čovjeka. - Čula. - Krv. - Bolesti organa i organskih sistema.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Naglasak staviti na razumijevanje mehanizma održavanja homeostaze ćelije/organizma i posljedica narušavanja homeostaze. Povezanost homeostaze ćelije s homeostazom organizma može se objasniti na primjeru regulacije hemijskog sastava tjelesnih tečnosti. Raspravljati o važnosti vitamina i minerala u rastu i razvoju organizma. Prenos informacija u regulaciji životnih procesa organizma objasniti na primjeru mehanizma povratne sprege u izlučivanju ADH-a. Prevenciju zaraznih bolesti (vakcinacija, lična higijena) povezati s epidemiološkim lancem na primjerima nekih bolesti. Istraživanje o utjecaju sredinskih faktora i širenju bolesti može se provesti u saradnji sa zdravstvenom ustanovom i/ili upotrebom statističkih podataka. Pri opisivanju i uvježbavanju postupaka prve pomoći najvažnije je istaknuti hitna stanja koja u kratkome vremenu ugrožavaju život, npr. arterijska krvarenja i gušenje. Naglasiti važnost prevencije, zdravog načina života i samozaštite tokom pružanja prve pomoći (npr. kontakt s krvlju ozlijeđene osobe). Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - izvođenje eksperimenata: analiza osobina vode bitnih za živa bića, ovisnost intenziteta rada srca i disanja o fizičkoj aktivnosti; - istraživanje utjecaja rizičnih faktora na održavanje zdravlja čovjeka; - provođenjem projekata u kojima će učenici istraživati i promovisati zdrav način života (pravilna prehrana, tjelovježba, upravljanje stresom…); - uvježbavanje osnovnih postupaka pružanja prve pomoći.	

Oblast: C/ STRUKTURA I FIZIOLOGIJA ORGANIZMA, PRETVARANJE MATERIJE I ENERGIJE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
C.IV.1. Objašnjava ulogu biljnih organa u procesu vezivanja, transformacije i skladištenja energije u biljkama.	• Objašnjava ulogu lista u procesu primarne transformacije sunčeve energije u hemijsku energiju organskih spojeva kroz proces fotosinteze. • Objašnjava ulogu provodnog sistema u transportu vode i minerala do lista odnosno produkata fotosinteze do stabla i korijena gdje se skladište kao rezerva energije. • Objašnjava ulogu korijena u procesu skladištenja hranjivih materija (gomolj, lukovica, podanak).
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.3.**
Ključni sadržaji	
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja), metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. - Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla.	

- List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova.
- Cvijet i cvat, oprašivanje i oplodnja, razvoj zametka.
- Plod i sjemenka – građa i podjela.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Realizaciju ovih ishoda provoditi uporedo s prethodno navedenim preporukama, kroz teoretsku i praktičnu realizaciju nastavnih sadržaja. Tokom realizacije teme transporta materija u biljci, sadržaj povezati s obrascima raspolaganja energijom, potrošnjom energije, načinom života biljke i njenim preživljavanjem u nepovoljnim uvjetima (npr. tokom zimskog perioda). Tokom realizacije sadržaja iz transporta materija u biljci povezati sa obrasce raspolaganja energijom s potrošnjom, načinom života i preživljavanjem tokom nepovoljnih uvjeta (zimski period). Tokom realizacije sadržaja iz transpiracije objasniti proces rada stominog aparata sa stanovišta proizvodnje (fotosinteza) i potrošnje (disanje) energije preko promjene stanja osmotskog pritiska. Izradom izračuna energetskog bilansa na očigledan način pokazati evolucijsku prednost aerobnog u odnosu na anaerobni put dobijanja energije, gdje se može i objasniti put ostalih produkata citratnog ciklusa u procesu fotosintetičke fosforilacije, povezanost sa procesom fotosinteze (tamna faza). Djelovanje hormona očigledno prezentirati kroz eksperimente sa korištenjem fitohormona, etilena (gas direktno ubačen u staklenu posudu sa zelenim plodovima ili prezreli plodovi koji ga proizvode, npr. banane, utječu na brže sazrijevane zelenih plodova iste ili neke druge vrste – uporedni eksperiment, sa i bez etilena). Koristiti se IKT-om, shemama, slikama, prezentacijama, filmom...

C.IV.2. Povezuje važnost energije za pravilno funkcioniranje organizma.	• Objašnjava ulogu hrane kao izvora energije i materija potrebnih za rast i razvoj organizma. • Opisuje ulogu vode, mineralnih materija, ugljikohidrata, masti, proteina, vitamina u organizmu. • Procjenjuje važnost unesenih hranljivih sastojaka i njihovu kalorijsku vrijednost na osnovu odgovarajućih tablica. • Objašnjava ulogu hormona u raspolaganju energije. • Povezuje tjelesnu temperaturu sa intenzitetom metabolizma. • Povezuje iskorištavanje energije i održavanjem homeostaze u organizmu sa fiziološkim stanjem (npr. tokom bolesti, trudnoće...). • Povezuje obrasce raspolaganja energijom sa ponašanjem, načinom života i preživljavanjem u različitim uslovima kod različitih organizama (poikilotermija - zimska ukočenost, npr. žabe, homeotermija - zimski san-hibernacija, npr. medvjed).
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.2.**

Ključni sadržaji

- Promet materije i energije – metabolizam.
- Fiziološko djelovanje hormona; Termoregulacija.

- Fiziologija organizma tokom bolesti.
- Fiziologija organizma tokom trudnoće; Fiziologija tokom fizičkih opterećenja.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Kod realizacije ovih ishoda naglasak staviti na razumijevanje povezanosti procesa vezanja i pretvaranja energije te kruženja materije sa funkcioniranjem organizma. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu toliko bitni za ostvarivanje ishoda. Kod objašnjavanja pojma hrane potaknuti ih da o njoj zaključuju kao o dijelu tijela nekog drugog organizma (hemijska energija organskih spojeva nastalih procesom fotosinteze transformiše se između ostalog i u tijelo, plodove i produkte biljaka, a kasnije putem lanca ishrane u tijelo životinja). Analizirati nutritivne vrijednosti različitih namirnica koristeći tablice i izračunati dnevni unos kalorija. Provesti eksperiment mjerenja tjelesne temperature prije i poslije fizičke aktivnosti. Istražiti različite hormone i njihov utjecaj na metabolizam. Razgovarati o adaptacijama životinja na različite klimatske uvjete (npr. hibernacija, migracije). Tokom obrade funkcionalnih sistema spominju se i neke bolesti pa u tom kontekstu ih povezati sa iskorištavanje energije i održavanjem homeostaze u organizmu u tim fiziološkim stanjima.

C.IV.3. Objašnjava i povezuje funkciju organa i organskih sistema u funkciji energijskih transformacija.	• Objašnjava važnost organskih i anorganskih molekula u građi ćelije i međućelijskih prostora. • Objašnjava građu i funkciju nukleinskih kiselina na nivou nukleotida. • Objašnjava metabolizam na nivou organa i organskih sistema. • Povezuje funkciju organa i organskih sistema u funkciji energijskih transformacija. • Povezuje metaboličke organske sisteme u cjelinu na nivou promjene tvari i energije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 3.1.3.**

Ključni sadržaji

- Organski sistemi čovjeka.
- Metabolizam.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Ukazati na važnost energije za: očuvanje stalne tjelesne temperature, izlučivanje tvari iz organizma, diobu ćelija, prijenos podražaja i obradu primljenih informacija, rast, razvoj... Povezati razvoj mozga sa aerobnim životnim uslovima stavljajući u odnos njegove energijske potrebe s nadzornom ulogom. Povezanost energijske vrijednosti hrane s očuvanjem zdravlja moguće je objasniti na primjerima pretilosti, anoreksije i fotosinteze. Ukazati na povezanost metaboličkih procesa na nivou ćelije s potrebama organizama.

Komunikaciju među ćelijama posredstvom hormona objasniti na primjeru adrenalina koji se izlučuje u trenutku kad je potrebna velika količina energije. Potrošnju energije kod narušene homeostaze moguće je objasniti na primjeru poremećaja u radu endokrinih žlijezda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

• izvođenje eksperimenta – dokazivanje prisutnosti hranjivih tvari u namirnicama;
• upoređivanje kondicije sportaša i nesportaša (izdržljivost/oslobađanje energije);
• korištenje videoisječaka/simulacija/animacija metaboličkih procesa.

Oblast: D/ ČOVJEK, BIOLOŠKO I DRUŠTVENO BIĆE	
Ishod učenja	**Razrada ishoda**
D.IV.1. Analizira i donosi zaključke o značaju biljnih organizama (organa, produkata) za čovjeka i druge heterotrofne organizme kao izvor hrane (energije), lijek, estetski i drugi značaj.	• Prosuđuje o značaju pojedinih biljnih vrsta i njihovih organa u ishrani životinja i čovjeka na osnovu vlastitog istraživanja. • Prosuđuje i donosi zaključke o mogućnosti korištenja nekih biljnih dijelova u ishrani i za liječenje na osnovu njihovih svojstava do kojih se došlo praktičnim radom i eksperimentisanjem. • Argumentima brani svoje mišljenje o datoj temi.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.3.**
Ključni sadržaji	
- Korijen – građa i uloga (vanjska i unutrašnja) , metamorfoze korijena. - Izdanak – nadzemni i podzemni. - Stablo – građa, drvenaste i zeljaste biljke, preobražaji stabla. - List – spoljašnja i unutrašnja građa, uloga, preobražaji listova. - Generativni organi biljaka - značaj u ishrani heterotrofa. - Cvijet i cvat, oprašivanje oplodnja, razvoj zametka. - Plod i sjemenka – značaj u ishrani heterotrofa.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Ishodi vezani za organografiju i anatomiju biljaka trebaju biti usmjereni ka povezivanju anatomske građe biljnog organizma sa njihovom fiziološkom funkcijom i poboljšanju adaptivne sposobnosti biljaka. Kod proučavanja korijena bitno je da prepoznaju osnovne dijelove korijena i tipove korijenja i njihovih preobrazbi te da ih uoče na prirodnim preparatima koje su sami prikupili tokom vlastitog istraživanja u prirodi, literaturi ili tokom nastavnih ekskurzija, posjeta različitim ekosistemima uz pratnju profesora. Kroz korelaciju sa sadržajima iz hemije, obave laboratorijske eksperimente za dokazivanje pojedinih organskih jedinjenja (eksperimenti iz organske hemije za dokazivanje ugljikohidrata, masti, proteina, vitamina) i neorganskih jedinjenja i jona (eksperimenti iz analitičke hemije za dokazivanje jona metala npr. Na^{+}, Mg^{2+}, nemetala i drugih jedinjenja), da koristeći hemijske metode ekstrakcije etanolom, destilacije i sl. izvrše izdvajanje pojedinih biljnih ekstrakata, mirisnih eteričnih ulja iz kore narandže ili limuna, cvijeta ljubičice ili ruže.	
D.IV.2. Analizira utjecaj fizioloških procesa biljaka na čovjeka i biosferu.	• Analizira utjecaj biljaka na različitim nivoima složenosti (prokariote, alge, talofite, kormofite) na biosferu kroz procese fotosinteze. • Prosuđuje o uticaju čovjeka kroz razne oblike zagađivanja na ove procese.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.3.**
Ključni sadržaji	
- Fotosinteza kao primarni proces proizvodnje nove organske materije i kiseonika u biosferi. - Disanje biljaka kao primarni proces potrošnje CO2 u biosferi.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	

U analizi primarnih fizioloških procesa uvijek potencirati ulogu biljka kao producenat nove organske materije i kiseonika koji je potreban za opstanak svih ostalih organizama pa i čovjeka. Biljke su i glavni potrošači CO2 koga čovjek u ogromnim količinama ispušta u atmosferu koristeći fosilna goriva. Kroz izvođenje eksperimenata iz fotosinteze i disanja potencirati i ovaj aspekt ishoda. Učenici mogu izračunavati koliko se tokom eksperimenta proizvelo kiseonika i potrošilo CO2. Fotosintezu i ćelijsko disanje povezati sa sadržajima iz hemije kao što su poznavanje najvažnijih hemijskih procesa kruženja ugljika u prirodi (spaljivanje fosilnih goriva, požari, razgradnja organskih materija, otapanje krečnjačkih stijena, vulkanske erupcije) te sa povećanjem emisije ugljikovog dioksida u atmosferu što uzrokuje promjene klimatskih uslova gdje je neophodna korelacija sa nastavnim predmetom Geografija.	
D.IV.3. Analizira utjecaj životnih navika i rizičnih faktora na zdravlje organizma ističući važnost prepoznavanja simptoma bolesti i pravovremenoga poduzimanja mjera zaštite.	• Prihvata važnosti zdrave ishrane, higijene i fizičke aktivnosti na očuvanje zdravlja. • Povezuje životne navike i rizične faktore sa razvojem bolesti ukazujući na važnost prevencije. • Prepoznaje znakove koji upućuju na poremećaj u regulaciji stalnoga sastava tjelesnih tekućina ukazujući na važnost pravovremenoga odlaska ljekaru. • Povezuje poremećaje funkcioniranja osjetilnih organa s otežanim snalaženjem u okolišu i preživljavanjem. • Iskazuje empatiju prema živim bićima koja imaju određene poteškoće. • Stavlja u odnos kontracepciju i rizična ponašanja s trudnoćom i spolno prenosivim bolestima. • Objašnjava važnost brige o spolnom zdravlju argumentirajući vlastite stavove i uvažavajući tuđe. • Prepoznaje znakove koji upućuju na ozljede nervnog sistema ukazujući na važnost pružanja prve pomoći. • Opisuje poremećaje u izlučivanju hormona na primjeru dijabetesa i mogućnost hormonske terapije.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.3.**
Ključni sadržaji	
- Povezanost životnih navika i rizičnih faktora s bolestima (ovisnosti, nepravilna prehrana, stres, traumatološka iskustva). - Preventivni postupci i pružanje prve pomoći. - Održavanje uravnoteženog stanja na nivou organizma. - Narušavanje uravnoteženog stanja organizma (nemogućnost regulacije sastava tjelesnih tekućina, poremećaj u radu osjetilnih organa, ozljede i poremećaji u radu nervnog sistema, poremećaji u izlučivanju hormona, bolesti nervnog i spolnog sistema te sistema organa za izlučivanje). - Odgovorno spolno ponašanje i planiranje porodice; Primjena bioloških istraživanja i otkrića.	

Preporuke za ostvarenje ishoda
Ukazati na važnost praćenja menstruacijskog ciklusa za spolno zdravlje žene. Ukazati na važnost majčinog mlijeka za novorođenče i dojenče. Izostaviti nabrajanje naziva i uloga hormona koji nisu nužni za ostvarivanje ishoda. Naglasak staviti na razumijevanje principa očuvanja zdravlja. Otežano snalaženje u okolišu povezati s nemogućnošću reagiranja na podražaje (slabovidnost/sljepoća/gluhoća/poremećaj u osjetu mirisa/dodira i sl.). Iz provjere i obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - istraživanje utjecaja životnih navika na čovjekovo zdravlje (npr. utjecaj preglasne muzike na sluh, tjelesna neaktivnost, spavanje, pravilno/nepravilno držanje tijela, osobna higijena, nepravilna prehrana); - posmatranje znakova koji upućuju na određene poremećaje u vlastitome organizmu (npr. boja i količina vlastitoga urina); - vođena rasprava na teme o kontracepciji, volontiranju i sl., uz navođenje i argumentiranje vlastitih - stavova i uvažavanje stavova drugih; - korištenje videoisječaka/animacija/simulacija (npr. poremećaji u funkcioniranju osjetila).

D.IV.4. Prihvata stavove koji doprinose poznavanju ekoloških karakteristika ljudske populacije i vlastitom zdravlju.	• Objašnjava položaj organizama u trofičkom sistemu. • Raspravlja o antropogenim utjecajima na sve dijelove biogeosfere.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.3.1.**

Ključni sadržaji
- Ishrana u prirodi. - Zagađenje i degradacija životne sredine i mjere zaštite. - Upravljanje prostorom na lokalnom, regionalnom i globalnom planu.

Preporuke za ostvarenje ishoda
Preporučuju se aktivnosti izvođenja terenske nastave u krugu škole i šire, posmatranje vrsta biljaka i životinja koje se tu nalaze, te njihovo bilježenje u posebno pripremljene obrasce i/ili praktikum za što kvalitetnije usvajanje i razumijevanje biodiverziteta, važnosti pojedinačnih vrsta u ekosistemima, kvalitativne i kvantitativne strukture životnih zajednica. Do podataka se može doći na dodatnoj terenskoj nastavi koju će finansirati škola, ili pretraživanjem literature i pronalaženjem zanimljivosti o različitim organizmima. Antropogeni utjecaji mogu se analizirati na pozitivnim i negativnim primjerima (npr. utjecaj zagađenja voda na održivost vodenih ekosistema, restauracija staništa: pošumljavanje degradiranih staništa). Podaci iz Crvenih knjiga mogu se povezati s važnošću postojanja mehanizama zaštite (npr. ekološka mreža Natura 2000). Utjecaj onečišćenja na zdravlje može se objasniti s aspekta uticaja ksenobiotika, buke, zračenja, (ne)higijene okoliša i sl. Naglasak staviti na razumijevanje načela održavanja uravnoteženog stanja u prirodi. Iz obrade izostaviti detaljne opise, pojmove i nazive koji nisu bitni za ostvarivanje ishoda. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: posjeta ustanovi ili intervjuiranje osoba uključenih u procese zaštite prirode.

D.IV.5. Prikuplja podatke te izvodi praktične radove iz različitih relevantnih izvora o anatomiji, fiziologiji i morfologiji čovjeka.	• Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje anatomije, fiziologije i morfologije životinja, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira.

	• Koristi odgovarajuće informacione tehnologije za virtuelnu disekciju organa i druge slične vježbe. • Izvodi praktične radove iz oblasti morfologije, anatomije i fiziologije životinja/čovjeka primjenjujući mjere opreza. • Analizira rezultate i podatke dobijene tokom izvođenja eksperimentalnih ogleda. • Procjenjuje različite naučne izvore za istraživanje anatomije, fiziologije i morfologije životinja, raspravlja o dobivenim rezultatima i pravilno ih citira. • Koristi odgovarajuće informacione tehnologije za virtuelnu disekciju organa i druge slične vježbe.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.1.**
Ključni sadržaji	
- Organski sistemi čovjeka. - Čula. - Krv. - Bolesti organa i organskih sistema.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Putem informacionih tehnologija preporučuje se korištenje video priloga, simulacija i animacija kako bi se što uspješnije obradili pojedini organski sistemi. Učenici će kroz aktivnosti praktičnog rada kao što su mikroskopiranje trajnih preparata animalnih tkiva i drugih vježbi, za koje u školi uz upotrebu mjernih i optičkih instrumenata postoje objektivne mogućnosti izvođenja, potvrditi svoje predstave o morfologiji, anatomiji i fiziologiji pojedinih organskih sistema čovjeka.	
D.IV.6. Analizira i povezuje otkriće, građu DNK-a i RNK-a sa procesom autoreplikacije molekule DNK.	• Povezuje funkciju organskih i anorganskih molekula u živim sistemima.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.2.2.**
Ključni sadržaji	
- Biogeni elementi. - Proteini. - Masti. - Bjelančevine. - Nukleinske kiseline. - Gen. - Enzim. - Biohemijska reakcija.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Povezanost građe DNK s procesom replikacije (dva lanca vezana vodikovim vezama koje se lako kidaju) i sintezom proteina (genski zapis u obliku tripleta azotnih baza) te odnos monomera i polimera objasniti upotrebom modela. Naglasak staviti na razumijevanje molekularne osnove u organizaciji živoga svijeta. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su: - izrada modela polimernih molekula upotrebom različitih materijala;	

- izvođenje eksperimenta izolacije DNK kuhinjskom metodom – uporediti dobiveno kod različitih uzoraka npr. ljudske pljuvačke i brokule, banane, luka i sl.;
- korištenje simulacija, videoisječaka ili animacija hromosoma, DNK.

D.IV.7. Prikuplja i sistematizuje podatke iz različitih relevantnih izvora o fizičko-hemijskim osobinama ćelije na molekularnom nivou.	• Istražuje otkriće nukleinskih kiselina i njihov doprinos nauci i svakodnevnom životu. • Prosuđuje važnost genetičke replikacije, transkripcije i translacije u procesu ostvarenja genetičke šifre.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.2.**

Ključni sadržaji

- Biogeni elementi, proteini, masti, nukleinske kiseline, gen, enzim, biohemijska reakcija; Mitoza, mejoza.
- Genotip, fenotip, hromosomi (autosomi, heterosomi), mutacije, modifikacije.
- Mendelovi zakoni.
- Imunogenetika i populaciona genetika.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Važno je ukazati na razliku između diploidnoga i haploidnoga broja hromosoma (broj hromosoma u homolognom paru) i hromosoma s dvije/jednom sestrinskom hromatidom te na povezanost diploidnoga broja hromosoma s genskom varijabilnosti. Križanje objasniti na primjerima Mendelovih križanja s graškom i zijevalicama te Morganovih s vinskim mušicama. Važno je da učenici razumiju princip nasljeđivanja te se preporučuje ne zahtijevati navođenje dominantnih/recesivnih osobina.

Spolno vezane gene i spolno vezano nasljeđivanje preporučuje se objasniti na primjerima hemofilije i daltonizma. Naglasak staviti na razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou. Ishod se može ostvariti aktivnostima kao što su:

- istraživanje varijabilnosti (npr. dužina palca desne ruke, sraslost ušne resice, oblik sjemenke, boja cvijeta) na samostalno odabranom uzorku;
- prikazivanje križanja na temelju postavljenih dominantnih i recesivnih osobina u čovjeka;
- prikazivanje križanja upotrebom samostalno izrađenih aplikacija (mogućnost primjene IKT-a, crtanje, modeli od papira i sl.);
- posmatranje samostalno izrađenih mikroskopskih preparata: faze ćelijskih dioba;
- korištenje videoisječaka/simulacija/animacija životnih ciklusa ćelija;
- izrada modela koji prikazuju mutacije ili promjene građe/broja hromosoma kao uzroka bolesti.

D.IV.8. Objašnjava argumentovano razliku između genotipa i fenotipa na nivou nukleinskih kiselina, gena, hromosoma i genoma.	• Istražuje genotip i fenotip na primjerima krvnih grupa u realnom okruženju i rješava praktične zadatke. • Istražuje otkriće nukleinskih kiselina i njihov doprinos nauci i svakodnevnom životu.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.2.1.**

Ključni sadržaji

- Genotip; Fenotip.
- Hromosomi (autosomi, heterosomi); Mutacije, modifikacije.

Preporuke za ostvarenje ishoda

Nastavni sadržaji genetike trebaju omogućiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou uz opis procesa i pojmova, te razumijevanje formalne i populacijske genetike. Također, preporučuju

se eksperimenti poput izolacije molekula DNK kuhinjskom metodom, izrada modela polimerskih jedinjenja korištenjem različitih materijala i slično.	
D.IV.9. Prikuplja podatke iz različitih relevantnih izvora te izvodi praktične radove za sticanje informacija i predstava o molekularnoj biologiji i genetici.	• Istražuje otkriće nukleinskih kiselina i njihov doprinos nauci i svakodnevnom životu. • Prosuđuje važnost genetičke replikacije, transkripcije i translacije u procesu ostvarenja genetičke šifre. • Uspoređuje osnovne tipove spiralizacije hromosoma, gena, genskog lokusa i alele kao i njihov međusobni utjecaj. • Identificira faze mitoze i mejoze koristeći mikroskop i rješava praktične zadatke. • Razlikuje monogensko i poligensko nasljeđivanje. • Primjenjuje principe nasljeđivanja pomoću Mendelovih zakona i rješava praktične zadatke. • Istražuje genotip i fenotip na primjerima krvnih grupa u realnom okruženju i rješava praktične zadatke. • Istražuje frekvenciju gena na primjerima osobina ljudske populacije i rješava praktične zadatke iz populacione genetike. • Klasificira mutacije na genske, hromosomske i genomske. • Procjenjuje različite naučne izvore iz genetike, raspravlja o dobivenim rezultatima, pravilno ih citira. • Koristi informacione tehnologije za istraživanja molekularne, klasične, imunogenetike i populacione genetike.
Poveznice sa ZJNPP	**BIO 4.4.4.**
Ključni sadržaji	
- Biogeni elementi. - Masti, bjelančevine, nukleinske kiseline. - Gen, enzim, biohemijska reakcija. - Mitoza, mejoza. - Genotip, fenotip, hromosomi (autosomi, heterosomi). - Mutacije, modifikacije. - Mendelovi zakoni; Imunogenetika i populaciona genetika. - Genetički inžinjering, sekvencioniranje genoma, GMO, CRISPR tehnologija, banke gena, banke sjemenki, matične ćelije, genska terapija, kloniranje.	
Preporuke za ostvarenje ishoda	
Nastavni sadržaji genetike trebaju omogućiti razumijevanje životnih procesa na molekularnom nivou uz opis procesa i pojmova, te razumijevanje formalne i populacijske genetike. Također, preporučuju se eksperimenti poput izolacije molekula DNK kuhinjskom metodom, izrada modela polimerskih	

jedinjenja korištenjem različitih materijala i slično. Razgovor sa učenicima o historiji naučnih otkrića, a podložnost naučnih objašnjenja, teorija i modela objasniti na primjeru centralne dogme. Važno je naglasiti značaj naučnih dostignuća i njihovu primjenu u različitim oblastima. Istraživanje savremenih otkrića iz genetike (npr. genetički inžinjering, sekvencioniranje genoma, GMO, CRISPR tehnologija, banke gena, banke sjemenki, matične ćelije, genska terapija, kloniranje…). Istovremeno je potrebno razgovarati o opravdanosti istraživanja na različitim organizmima, korištenju matičnih ćelija, genetičkom inženjeringu, liječenju genskom terapijom…

E/ UČENJE I PODUČAVANJE

Učenje i podučavanje treba započeti iskustvenim učenjem na koje se nadovezuje podučavanje na temelju učeničkih zaključaka. Provjeru koncepata treba dopuniti novim, proširenim iskustvom i sistematizacijom uz uočavanje osnovnih principa. Učenje i podučavanje počiva na primjeni prirodnonaučnog pristupa, pri čemu prioritet treba dati aktivnostima učenika, npr. u praktičnom radu, planiranju i provođenju istraživanja, problemskom učenju, radu na projektima, igranju uloga, rješavanju problema, upotrebi simulacija i sl. Strategije aktivnog učenja i podučavanja doprinijet će razvijanju vještina i izgradnji stavova praktičnim, perceptivnim i misaonim djelovanjem. Iskustveno i istraživačko učenje te prirodnonaučnipristup prožimaju cjelokupni kurikulum nastavnoga predmeta Biologija. Na temelju posmatranja nekoga procesa ili pojave učenici postavljaju istraživačka pitanja i oblikuju hipoteze koje potom testiraju. Rezultate obrađuju, na temelju njih donose zaključke i prezentiraju ih. U svim etapama istraživačkoga učenja naglasak je na aktivnostima učenika, a uloga je nastavnika usmjeravati i poticati proces učenja. Pri posmatranju i postavljanju pitanja učenici su potaknuti na učenje otkrivanjem, pri čemu razvijaju pronicljivost i preciznost opažanja, uočavaju povezanost pojava i procesa te prepoznaju uzročno-posljedične veze, skrivene međuodnose pokušavajući ući u srž problema te razvijaju jezične kompetencije. Važno je da prepoznaju, odaberu ili sami postave dobro istraživačko pitanje koje nije preopćenito, već precizno zahvaća neki međuodnos, vremenski slijed ili slično (npr. Šta će se dogoditi s B ako A nastavlja rasti?). Dobro istraživačko pitanje lako se može preoblikovati u hipotezu, odnosno u tvrdnju ili pretpostavku (npr. Ako A raste, B također raste.). U prvim etapama istraživačkoga učenja iznimno je važan razgovor i razmjena ideja među učenicima, što je moguće primjenom saradničkoga učenja. Učenici će na temelju predznanja pokušati riješiti problem, ali ako im to ne uspije, iznijet će ideje o uzrocima pojave koju su posmatrali. Ideje će pretočiti u pitanja, a pitanja u hipoteze. Sljedeći korak je planiranje aktivnosti u kojoj će se testirati odabrana hipoteza, a potom se učenička grupa treba organizirati u prikupljanju podataka koji će dati dokaze u korist hipoteze ili protiv nje. U fazi testiranja hipoteze razvijaju se praktične vještine, ali i vještine organiziranja prikupljenih podataka. Zaključivanje na temelju rezultata istraživanja podrazumijeva više misaone procese: analizu, sintezu, vrednovanje. Predstavljanje rezultata otvara mogućnost razvijanja niza prezentacijskih i komunikacijskih vještina.

U primjeni istraživačkoga učenja naglasak nije na rezultatu niti na formi, nego na procesu koji učenici prolaze i tokom kojeg se odvijaju značajne mentalne aktivnosti koje u konačnici učenika dovode do vlastite konstrukcije novoga značenja. U svim opisanim etapama istraživačkoga učenja razvijaju se brojne, za život i cjeloživotno učenje važne kompetencije. Stoga taj način učenja omogućava aktivno stjecanje znanja, razvija istraživačke vještine i daje uvid u način funkcioniranja nauke.

Kad god je moguće, potrebno je integrirati aktivnosti i sadržaje ishoda nastavnoga predmeta Biologija s ostalim predmetima i međupredmetnim temama kako bi se osiguralo cjelovito poimanje svijeta. Upravo radi tog preporučuje se saradnja nastavnika različitih predmeta u ostvarivanju odgojno-obrazovnih očekivanja međupredmetnih tema i odgojno-obrazovnih ishoda pojedinih predmeta te timska organizacija odgojno-obrazovnog procesa.

Aktuelnost tema o kojima uče povećat će motivaciju i interes učenika. Biološke spoznaje i vještine učenicima će osigurati uspješno cjeloživotno učenje te procjenu pouzdanosti informacija na temelju kojih donose odluke u svakodnevnom životu.

Odgojno-obrazovni proces nastavnoga predmeta Biologija nužno uključuje primjenu različitih izvora znanja. Pri tome bi se trebalo, kad god je moguće, koristiti izvornom stvarnošću. Nastavna sredstva i pomagala mogu obogatiti obrazovno iskustvo učenika, učiniti procese učenja i podučavanja zanimljivim, ali i poslužiti kao ekonomična zamjena kad izvorna stvarnost nije dostupna i/ili najprikladnija za učenje. U tu svrhu koriste se i različiti modeli u čijoj izradi mogu učestvovati i učenici, a korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija važno je za simulaciju različitih procesa, struktura, organizama i sl. koji nisu dostupni neposrednom posmatranju. Digitalni izvori informacija, videoisječci kao i animacije, također obogaćuju iskustvo učenika i omogućavaju samostalno učenje.

Odgojno-obrazovni proces nastavnoga predmeta Biologija treba se odvijati u učionici, ali i izvan nje, naprimjer u učionici u prirodi, školskome vrtu, prirodnom okolišu, muzeju, laboratoriji, tvornici, na poljoprivrednom imanju i sl. Učionica za Biologiju trebala bi biti opremljena osnovnom opremom i instrumentima za praktični rad, odnosno za mjerenja i posmatranja tokom učenja i podučavanja. Ali i standardno opremljena učionica, uz osiguravanje osnovnih materijala i izvora znanja, može omogućiti ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda definiranih kurikulumom. U kontekstu digitalnog okruženja nastavu Biologije je moguće realizirati i kroz aktuelni eTwinning projekat koji vodi Agencija za predškolsko, osnovno i srednje obrazovanje, kroz online kolaborativno učenje tokom nastave/učenja, kao i kroz druge interkulturalne i naučne projekte i programe koji omogućavaju podršku razvoju učenika i jačanju ključnih kompetencija i životnih vještina.

Nastavnik zajedno s učenicima može doprinijeti stvaranju poticajnoga okruženja za učenje i poučavanje Biologije, npr. uređenjem i održavanjem živoga kutića, izradom različitih modela, postera i sl. Osim toga, svi sudionici odgojno-obrazovnoga procesa sudjeluju u kreiranju afirmativnog i ugodnog okruženja za učenje biologije stvarajući mrežu potpore, usmjerene pažnje, solidarnosti, tolerancije, empatije, međusobnoga uvažavanja i poštovanja. U takvom saradničkom okruženju razvija se timski duh i osjećaj za zajednicu te se izgrađuje stav o potrebi i važnosti solidarnog djelovanja u zajednici.

Nastavnik je kreator procesa učenja i poučavanja koji temelji i razvija na vrednovanju te samovrednovanju vlastitoga iskustva uzimajući u obzir potrebe učenika i nove spoznaje u nauci. Planira odgojno-obrazovni proces imajući na umu interese i sposobnosti učenika. Posebno je značajna uloga nastavnika u stvaranju afirmativnog psihosocijalnog okruženja za učenje dajući svakom učeniku verbalni i drugi prostor za izražavanje vlastitih ideja te potvrđujući njegovo pravo na razvoj vlastitih interesa. Učenici se tokom učenja moraju osjećati sigurno i prihvaćeno. Neovisno o tome rade li samostalno, u paru ili u grupi, važno je njegovati osjećaj odgovornosti prema svome radu i radu drugih. Svaku ideju, komentar ili pretpostavku treba saslušati s uvažavanjem kako bi učenici razvili osjećaj uključenosti i poštovanja. U okruženju u kojemu vlada potpora, učenici će lakše preuzeti inicijativu i biti spremni za samostalna istraživanja. Vrijeme podučavanja i učenja određuje nastavnik, i to prema potrebama svojih učenika, pri čemu posebno vodi brigu o darovitim učenicima, ali i o učenicima s teškoćama.

Nastavnik u planiranju odgojno-obrazovnoga procesa ima slobodu koristiti se raznolikim načinima organizacije podučavanja i učenja kombinirajući i grupirajući učenike. Poticanjem saradničkoga učenja učenici stiču i primjenjuju znanja i vještine, razvijaju socijalnu osjetljivost, razmjenjuju mišljenja i stavove, aktivno sudjeluju te su motivirani za učenje. Cilj je omogućiti svim učenicima da razviju svoje potencijale i osigurati njihov maksimalan uspjeh. Nastavnik treba podjelu učenika na grupe unaprijed isplanirati s jasno postavljenim ciljevima te pratiti napredak svakoga pojedinca u skupini i rad grupe u cjelini.

Za učenike s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama (učenici s teškoćama i daroviti učenici) nastavnici planiraju kurikulum usmjeren na učenika. Osobitosti/teškoće učenika zahtijevaju njima skladne individualizirane/diferencirane postupke, ciljeve učenja, nivo ostvarenosti odgojno-obrazovnog ishoda, opseg i dubinu sadržaja učenja, strategije i aktivnosti poučavanja kojima se žele ostvariti postavljeni ciljevi te načini vrednovanja i ocjenjivanja ostvarenih postignuća.

F/ VREDNOVANJE U PREDMETNOM KURIKULUMU

Vrednovanje nastavnoga predmeta Biologija treba biti učestalo, različito i redovito tokom školske godine. Provode se tri pristupa vrednovanja: za učenje, kao učenje i vrednovanje naučenog. Cilj vrednovanja nije samo ocjena, već praćenje napredovanja učenika, njegovog individualnog razvoja te usmjeravanje i poticanje učenika kako bi postigao maksimalne rezultate u skladu sa svojim sposobnostima. U proces vrednovanja potrebno je aktivno uključiti i učenike. U vrednovanju za učenje formativno se prati i utvrđuje napredovanje učenika, pri čemu je važna redovita povratna informacija o postignutom uspjehu i napretku učenika u odnosu na očekivanja.

Vrednovanje za učenje u pravilu ne rezultira ocjenom, već kvalitativnom povratnom informacijom o toku i uspješnosti procesa učenja i usmjereno je na utvrđivanje ostvarenoga napretka učenika u određenom vremenu. Trenutna postignuća učenika uspoređuju se s njegovim prethodnim postignućima, a ne s drugim učenicima. U nastavnom predmetu Biologija koriste se dva elementa vrednovanja neovisno o metodi kojom su informacije prikupljene:

- **usvojenost bioloških koncepata i**
- **prirodnonaučne kompetencije.**

Usvojenost bioloških koncepata obuhvata znanja svih kognitivnih nivoa koja je učenik stekao u skladu s odgojno-obrazovnim ishodima definiranim u kurikulumu bez obzira na način provjeravanja znanja (usmeno ili pismeno). U sklopu te sastavnice vrednuje se poznavanje temeljnih pojmova i stručnih naziva, razumijevanje pojava i procesa, uz objašnjavanje međuodnosa i uzročno-posljedičnih veza u živome svijetu te kompleksne međuovisnosti žive i nežive prirode, primjena znanja i rješavanje problemskih zadataka pomoću usvojenoga znanja.

U elementu prirodnonaučne kompetencije vrednuju se vještine i sposobnosti koje je učenik stekao te praktična primjena teoretskoga znanja ili praćenjem njegovih aktivnosti i/ili rezultata tih aktivnosti. To mogu biti praktični radovi, prezentacije, referati, posteri, seminarski radovi, kao i prikazi rezultata radova, istraživanja, zaključaka i sl. Prema definiranim odgojno-obrazovnim ishodima vrednuju se postupci i procesi pri istraživanju, učenikovoj sposobnosti da prikaže dostupne podatke o nekoj pojavi ili procesu, da raspravlja s različitih gledišta, smisleno raščlani problem, prikaže međuodnose u sklopu pojave, riješi postavljeni problem na temelju uvježbanih modela ili uoči pogreške i predloži vlastita rješenja. Uz brojčane ocjene jednako su važan dio vrednovanja i bilješke kojima nastavnik redovito opisuje i prati napredovanje učenika. One su povratna informacija učeniku, roditelju i samomu nastavniku o svim aktivnostima učenika, razvoju stavova, procesima učenja, kreativnom i samostalnom mišljenju, saradnji i radu u paru i/ili grupi, donošenju valjanih odluka, međuvršnjačkom vrednovanju i samovrednovanju.

Pri praćenju učenika potrebno je pažnju usmjeriti na elemente temeljnih kompetencija, a to su:

1. odgovornost (učenik ispunjava svoje obaveze i izvršava zadatke, iskorištava vrijeme na satu za rad i učenje, zadaće i radove u skladu s dogovorom, poštuje rokove, preuzima odgovornost za vlastito učenje i ponašanje u školskome okruženju);
2. samoinicijativnost i samoregulacija (samostalno uči, rješava zadatke ili provodi aktivnosti, planira, prati i prilagođava vlastito učenje, ispunjava obveze uz minimalne poticaje nastavnika, ulaže trud i ustraje u učenju i radu);
3. komunikacija i saradnja (prikladno komunicira i uspješno sarađuje s drugim učenicima i nastavnikom).

Zaključna ocjena izriče se opisno i brojem (nedovoljan – 1, dovoljan – 2, dobar – 3, vrlo dobar – 4, odličan – 5). Ona se ne donosi izračunavanjem aritmetičke sredine, već treba biti temeljena na što više vjerodostojnih, valjanih informacija o učenikovu učenju i napretku te na njegovim rezultatima i radovima tokom cijele školske godine. Zaključna ocjena za svakoga učenika treba odgovarati ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda i očekivanja zadanih kurikulumskim dokumentima, ali ne mora biti jednaka aritmetičkoj sredini pojedinačnih ocjena. U zaključnoj ocjeni jednak udio čine ocjene iz oba elementa vrednovanja (usvojenost bioloških koncepata i prirodnonaučne kompetencije), uzimajući u obzir i bilješke o napredovanju učenika u realizaciji zadanih ishoda.

Vrednovanje kao učenje podrazumijeva aktivno uključivanje učenika u proces vrednovanja uz stalnu podršku nastavnika radi razvoja autonomnog i samoreguliranog učenja. Nastavnik planira vrijeme potrebno za poticanje, usmjeravanje i modeliranje vrednovanja kao učenja. Učenik u početku školovanja treba više podrške, vođenje i pravovremene povratne informacije, da bi kasnije dosegao poželjni stepen sposobnosti samovrednovanja. Vrednovanje naučenoga uglavnom se provodi kao sumativno vrednovanje nivoa ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda u određenome trenutku.

Vrednovanje je kriterijsko, što znači da se temelji na unaprijed određenim kriterijima nivoa ostvarenosti znanja, vještina i vrijednosti, odnosno odgojno-obrazovnih ishoda.

Pri svakome vrednovanju valja primjenjivati različite metode vrednovanja kako bi svi učenici imali priliku pokazati stečene kompetencije na način na koji to njima najviše odgovara. Primijenjene metode trebaju rezultirati dovoljnom količinom kvalitetnih dokaza da bi se donijele valjane procjene o procesu i rezultatima učenja.

Osim uobičajenog usmenog i pismenog provjeravanja nastavnik bi trebao koristiti se i praćenjem rada učenika: praktičnim radovima, učeničkim izvještajima, esejima, učeničkim radovima kao što su grafički organizatori, crteži, modeli, mape učenja (portfolio), učeničke razvojne mape i sl. Za njihovo objektivnije vrednovanje može primijeniti i kriterijsko vrednovanje npr. pomoću rubrika za vrednovanje (opisnika). Rubrike za vrednovanje pružaju podršku za sva tri načina vrednovanja jer učenici znaju što se od njih očekuje, imaju povratnu informaciju o svome rezultatu, mogu se njima koristiti za samovrednovanje, a nastavniku omogućavaju objektivnu procjenu postignuća učenika. Rubrike za vrednovanje potrebno je kontinuirano usavršavati i dosljedno primjenjivati.

Neovisno o metodi vrednovanja, važno je imati na umu da se vrednuju znanja različitih kognitivnih razina, ali i vještine. Treba razvijati stavove na načelima općega dobra, ali se vrednovati može samo njihova argumentacija. Pitanja postavljena učenicima moraju biti primjerena, različite težine i kognitivnih nivoa.

Jasna i smislena povratna informacija učeniku služi za praćenje i usmjeravanje vlastitoga napredovanja. Učenici i roditelji moraju imati pravovremene i jasne povratne informacije o tome što su učenici naučili, koliko (kvantiteta) i koliko dobro (kvaliteta), kako bi znali sljedeći korak u procesu učenja.

Nastavnik za svakoga učenika upisuje i kratki osvrt na njegova postignuća konkretnim i autentičnim opisom »jakih strana« te preporuke za napredovanje u predmetu. Da bi potaknuli i zadržali motiviranost učenika, važno je u izvještavanju uvijek započeti od onoga što je učenik napravio dobro, a potom navesti ono na čemu mora još raditi te dati kvalitetne sugestije i ohrabrenje za napredovanje. Učenici u svakome trenutku moraju znati kriterije prema kojima će se njihov rad vrednovati. Jasni kriteriji i kvalitetne povratne informacije o napretku mogu djelovati kao snažan poticaj za rad. U ocjenjivanju se koristi ljestvica školskih ocjena od pet stupnjeva (nedovoljan – 1, dovoljan – 2, dobar – 3, vrlo dobar – 4, odličan – 5).

G/ PROFIL I STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA

1. OSNOVNA ŠKOLA

- Nastavu biologije od 6. do 9. razreda mogu izvoditi lica koja su završila odgovarajući fakultet i stekla zvanje:
  - nastavnik/profesor biologije,
  - nastavnik/profesor dvopredmetne grupe studija gdje je biologija glavni ili ravnopravan predmet, ako je to naznačeno u diplomi ili drugoj javnoj ispravi,
  - diplomirani biolog/dipl. ing. biologije, magistar biologije/mikrobiologije/molekularne biologije, s položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
  - profesor biologije - edukacija u biologiji, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
  - profesor primijenjene biologije, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta.
- Nastavu biologije od 6. do 9. razreda mogu izvoditi i lica koja imaju završen najmanje I (prvi) ciklus Bolonjskog sistema studiranja u trajanju od četiri (4) godine (240 ECTS bodova) i koja su stekla akademsku titulu i zvanje bachelor ili ekvivalent za određenu oblast.
- Lica koja u toku studija nisu polagala ispite iz pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke grupe predmeta, dužna su ove ispite položiti u roku od godinu dana od dana stupanja na posao nastavnika.

2. GIMNAZIJA

- Nastavu biologije mogu izvoditi lica koja su završila odgovarajući četverogodišnji studij i stekla zvanje:
  - profesor biologije,
  - profesor dvopredmetne grupe studija gdje je biologija glavni ili ravnopravan predmet, ako je to naznačeno u diplomi ili drugoj javnoj ispravi,
  - diplomirani biolog/dipl. ing. biologije, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
  - profesor biologije - edukacija u biologiji, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta,
  - profesor primijenjene biologije, sa položenom pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičkom grupom predmeta.
- Nastavu biologije mogu izvoditi i lica sa završenim II (drugim) ciklusom odgovarajućeg studija visokog obrazovanja (diplomski studij), sa akademskom titulom i stručnim zvanjem magistra za određenu oblast kojim stječe 300 ECTS bodova.
- Lica koja u toku studija nisu polagala ispite iz pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke grupe predmeta, dužna su ove ispite položiti u roku od godinu dana od dana stupanja na posao nastavnika.