



БИОЛОГИЈА

**Испитни каталог
за државну матуру у
школској години 2024/2025.**



Nacionalni centar
za vanjsko vrednovanje
obrazovanja

ИСПИТНИ КАТАЛОГ ЗА **ДРЖАВНУ МАТУРУ** У ШКОЛСКОЈ ГОДИНИ 2024/2025.
БИОЛОГИЈА



Nacionalni centar
za vanjsko vrednovanje
obrazovanja

САДРЖАЈ

УВОД	5
1. ПОДРУЧЈА ИСПИТИВАЊА	6
2. ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ	12
2.1. РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	12
2.1.1. РАЗРАДА ИСХОДА ПОДРУЧЈА А. ОРГАНИЗОВАНOST ЖИВОГ СВЕТА	12
2.1.2. РАЗРАДА ИСХОДА ПОДРУЧЈА Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ	17
2.1.3. РАЗРАДА ИСХОДА ПОДРУЧЈА Ц. ЕНЕРГИЈА У ЖИВОМ СВЕТУ	41
2.1.4. РАЗРАДА ИСХОДА ПОДРУЧЈА Д. ПРИРОДОНАУЧНИ ПРИСТУП	49
3. СТРУКТУРА ИСПИТА	58
4. ТЕХНИЧКИ ОПИС ИСПИТА	60
4.1. ТРАЈАЊЕ ИСПИТА	60
4.2. ИЗГЛЕД ИСПИТА И НАЧИН РЕШАВАЊА	60
4.3. ПРИБОР	60
5. ОПИС БОДОВАЊА	61
5.1. ВРЕДНОВАЊЕ ПРВОГ ДЕЛА ИСПИТНЕ КЊИЖИЦЕ	61
5.2. ВРЕДНОВАЊЕ ДРУГОГ ДЕЛА ИСПИТНЕ КЊИЖИЦЕ	62
6. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА	63
6.1. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА ЗАТВОРЕНОГ ТИПА (ВИШЕСТРУКОГ ИЗБОРА)	63
6.2. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА ОТВОРЕНОГ ТИПА	71
7. ПРИПРЕМА ЗА ИСПИТ	83
ПРИЛОЗИ	84



УВОД

Испитни каталог за државну матуру из Биологије темељни је документ испита у којем су наведени и објашњени садржаји, критеријуми те начини испитивања и вредновања знања у школској години 2024/2025. Усклађен је с одобреним курикулумом за Биологију за основне школе и гимназије у Републици Хрватској¹.

Садржи седам поглавља:

1. Подручја испитивања
2. Образовни исходи
3. Структура испита
4. Технички опис испита
5. Опис бодовања
6. Примери задатака
7. Припрема за испит.

У првом и другом поглављу наведено је шта се испитује у испиту. У првом поглављу наведена су подручја испитивања, а у другом кључна знања и вештине које кандидат² треба усвојити.

У трећем, четвртном и петом поглављу описани су начин испитивања, структура и облик испита, врсте задатака те начин решавања и вредновања задатака и испитних целина.

У шестом поглављу наведени су примери задатака с детаљним објашњењем, а у седмом поглављу објашњено је на који се начин треба припремити за испит.

¹ NN, br. 7/19. (22. 1. 2019.), Одлука о доношењу курикулума за наставни предмет Биологију за основне школе и гимназије у Републици Хрватској

² Термин „кандидат” у испитном каталогу подразумева родну разлику те се односи и на кандидаткиње и на кандидате

1. ПОДРУЧЈА ИСПИТИВАЊА

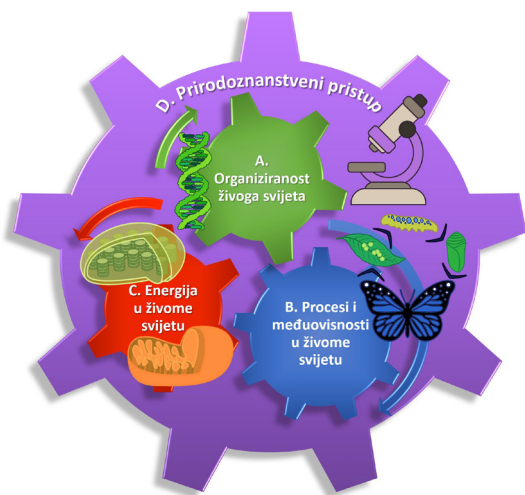
Уз опште циљеве државне матуре (развијање целоживотног учења, ефикасна прилагодљивост тржишту рада, стицање компетенција за даљње школовање), специфични су циљеви испита државне матуре из Биологије провера следећих компетенција:

- сагледавања комплексности живог света на различитим организацијским нивоима уз повезивање појава нових својстава с усложњавањем грађе живих бића
- разумевања личног раста и развоја као физичког, психичког и социјалног процеса у интеракцији са другим људима и природом те важности бриге за властито здравље и здравље заједнице
- повезивања фактора у околини и унутар организма са животним процесима који су омогућили постанак и развој живота на Земљи те анализирања међузависности свих организама на Земљи
- примене научних принципа биолошког истраживања те разумевања важности одговорног коришћења резултата ради доношења закључака и одлука
- анализирања утицаја биолошких спознаја на квалитет живота и околине на локалном и глобалном нивоу те важности одрживог развоја
- повезивања биолошких спознаја са спознајама свих природословних предмета на концептуалном нивоу те са другим подручјима и међупредметним темама ради развоја личних потенцијала и оспособљавања за управљање образовним и професионалним развојем.

Од генерација које припремамо за будућност очекује се способност решавања проблема и доношења одлука, критичко размишљање те креативност и иновативност. Такође, будуће генерације на нивоу личног и социјалног развоја требају знати управљати својим личним и професионалним путем те разумети важност повезивања са другима и требају знати да сваки појединац може бити активан грађанин ако се ангажује и заступа општи интерес. Неизоставне су и комуникацијске компетенције, информатичка и дигитална писменост те смислено коришћење технологијом, шта ће омогућити успешну припрему за полагање испита државне матуре из Биологије.

Живи се свет због своје комплексности може посматрати са много различитих аспеката, али је врло важно омогућити њихово преклапање јер се само на тај начин живи свет може сагледати у потпуности. При концептуалном приступу биолошки се проблеми разматрају с одређеног стајалишта, али притом треба уочити да се свака појавност може посматрати и са друге полазишне тачке, тј. да циљеви разматрања живог света могу бити различити.

У складу са курикулумом Биологије дефинисане су четири велике идеје у биологији, тј. четири макроконцепта концептуалног оквира биологије (слика 1.): А. Организованост живог света, Б. Процеси и међузависности у живом свету, Ц. Енергија у живом свету те Д. Природонаучни приступ.



- A. Организованост живог света,
- Б. Процеси и међузависности у живом свету,
- Ц. Енергија у живом свету те
- Д. Природонаучни приступ.

Слика 1. Међуодноси подручја за проверу биолошких знања (аутор Марија Магда Радановић, 2020.)

Макроконцепти сажимају основна начела функционисања живог света. То значи да макроконцепт представља вршну тачку у сагледавању неке појаве или процеса, тј. одређује аспект са којег се биолошка појава или процес посматрају и уз који се примењују уочени обрасци те делује као видокруг посматрања. Сваки макроконцепт састоји се од неколико концепата I. реда који се рашчлањују на концепте II. реда и даље до најнижег концепта у хијерархији који објашњава неку конкретну биолошку појаву или процес. Концепти II. реда могу се даље рашчлањивати на концепте нижег реда онолико детаљно колико захтева поједини образац уз својство или процес живих бића. Рашчлањивањем макроконцепата долази се до конкретних примера у којима се заједнички обрасци могу препознати.

У овом ће се испитном каталогу за макроконцепт примењивати термин подручје, за концепт I. реда термин потподручје I, а за концепт II. реда термин потподручје II.

Током припремања испита државне матуре из Биологије није довољно узети у обзир само наведене садржаје у испитном каталогу, већ треба обратити пажњу на разрађене исходе и припадајуће концепте приказане као потподручје II, њима надређеног потподручја I и као подручје којем потподручја I и II те исход припадају. Такав структурисани поглед при учењу пружа окосницу погледа разматрања неке биолошке појаве или процеса приказаног као садржајна основа. Због тога је нужно да се понекад исти садржаји појављују уз различите концепте и исходе вредновања јер се проверава други аспект одређене појаве или процеса. Такође, треба обратити пажњу на повезнице у Биологији и осталим предметима те међупредметним темама како су оне описане у курикулуму Биологије. Са циљем провере разумевања ученика питања могу укључивати и интегрисана знања других предмета и међупредметних тема која нису наведена у курикулуму Биологије, али су повезана с идејном основом питања и она се на њих ослања. Притом се неће проверавати исходи других предмета, већ ће се само тражити примена разумевања процеса или појава у складу с учењем у оквиру других предмета нужних за одговор и његово објашњење.

Подручје А. *Организованост живог света* обухвата све шта је везано за 3 организованост живих структура на свим организационим нивоима (слика 2.), а циљ је учења уочити темељне и заједничке принципе грађе и расподеле живог света те их повезати с улогама које поједине структуре обављају.

A. Organiziranost živoga svijeta

A.1. Organizacijske razine živog svijeta

- A.1.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama
- A.1.2. Stanično ustrojstvo živih organizama
- A.1.3. Ustrojstvo na razini organizma
- A.1.4. Ustrojstvo na razini populacije
- A.1.5. Ustrojstvene razine u biosferi

A.2. Organizacijska raspodjela živih bića

- A.2.1. Principi klasifikacije

A. Организованост живог света

A.1. Организацијске разине живог света,

- A.1.1. молекуларна организација живих организама,
- A.1.2. ћелијска организација живих организама,
- A.1.3. организација на разини организама,
- A.1.4. организација на разини популације,
- A.1.5. организацијске разине у биосфери,

A.2. Организацијска расподела живих бића

- A.2.1. I principi della classificazione

Слика 2. Оквир учења подручја А. Организованост живог света

С обзиром на то да је живи свет утемељен на одржавању процеса и међусобним интеракцијама на различитим нивоима појавности, подручје Б. *Процеси и међузависности у живом свету* најопсежније је унутар концептуалног оквира учења биологије. Обухваћа разумевање одржавања равнотеже у организму и одржавања уравнотеженог стања у природи, затим међузависности живог света и околине, животних циклуса с основама наслеђивања те развоја живота на Земљи (слика 3.).

B. Procesi i međuvisnosti u živome svijetu

B.1. Održavanje ravnoteže u organizmu

- B.1.1. Homeostaza na razini stanice
- B.1.2. Homeostaza na razini organizma
- B.1.3. Poremećaji homeostaze

B.2. Međuvisnost živoga svijeta i okoliša

- B.2.1. Reakcija na podražaj
- B.2.2. Prilagodljivost
- B.2.3. Srodnosti živog svijeta
- B.2.4. Raznolikost živoga svijeta

B.3. Životni ciklusi

- B.3.1. Životni ciklus organizma
- B.3.2. Razmnožavanje na razini organizama
- B.3.3. Životni ciklus stanice
- B.3.4. Razmnožavanje na razini stanica
- B.3.5. Umnožavanje virusa i substancijskih tvorba
- B.3.6. Diferencijacija tkiva i organa

B.4. Nasljeđivanje

- B.4.1. Nasljeđivanje na razini organizama
- B.4.2. Nasljeđivanje na razini stanica

B.5. Postanak i razvoj života na Zemlji

- B.5.1. Čimbenici evolucije
- B.5.2. Postanak vrsta

B.6. Održavanje ravnoteže u prirodi

- B.6.1. Životni uvjeti
- B.6.2. Poremećaji uravnoteženog stanja u prirodi
- B.6.3. Održivost i razvoj

Б. Процеси и међузависности у живом свету

Б.1. Одржавање равнотеже у организму

- Б.1.1. Хомеостаза на разини ћелије
- Б.1.2. Хомеостаза на разини организма
- Б.1.3. Поремећаји хомеостазе

Б.2. Међузависност живог света и околине

- Б.2.1. Реакција на надражај
- Б.2.2. Прилагодљивост
- Б.2.3. Сродности живог света
- Б.2.4. Разноликост живог света

Б.3. Животни циклуси

- В.3.1. Животни циклус организма
- В.3.2. Размножавање на разини организма

- Б.3.3. Животни циклус ћелије
- Б.3.4. Размножавање на разини ћелија
- Б.3.5. Умножавање вируса и субћелијских творевина
- Б.3.6. Диференцијација ткива и органа

Б.4. Наслеђивање

- Б.4.1. Наслеђивање на разини организма
- Б.4.2. Наслеђивање на разини ћелија

Б.5. Настанак и развој живота на Земљи

- Б.5.1. фактори еволуције
- Б.5.2. Настанак врста

Б.6. Одржавање равнотеже у природи

- В.6.1. Животни услови
- В.6.2. Поремећаји у равнотеженог стања у природи
- В.6.3. Одрживост и развој

Слика 3. Оквир учења подручја Б. Процеси и међузависности у живом свету

Подручје Ц. *Енергија у живом свету* састоји се од неколико потподручја која обрађују процесе измене супстанци и претварања енергије на нивоу ћелије, организма и екосистема (слика 4.).

C. Energija u živome svijetu

C.1. Izmjena tvari i pretvorba energije na razini stanice

- C.1.1. Metabolički procesi
- C.1.2. Prosesi vezanja energije i sinteze biomolekula
- C.1.3. Prosesi oslobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a

C.2. Izmjena tvari i pretvorba energije na razini organizma

- C.2.1. Unos tvari u organizam
- C.2.2. Razgradnja hranjivih tvari i pretvorba energije

C.3. Izmjena tvari i pretvorba energije na razini ekosustava

- C.3.1. Kruženje tvari u prirodi
- C.3.2. Izvori energije za živa bića

Ц. Енергија у живом свету

Ц.1. Измена супстанци и претварање енергије на разини ћелије

- Ц.1.1. Метаболички процеси
- Ц.1.2. Процеси везања енергије и синтезе биомолекула
- Ц.1.3. Процеси ослобађања енергије из биомолекула и синтеза АТП-а

Ц.2. Измена супстанци и претварање енергије на разини организма

- Ц.2.1. Унос супстанци у организам
- Ц.2.2. Разградња хранјивих супстанци и претварање енергије

Ц.3. Измена супстанци и претварање енергије на разини екосистема

- Ц.3.1. Кружење супстанци у природи
- Ц.3.2. Извори енергије за жива бића

Слика 4. Оквир учења подручја Ц. Енергија у живом свету

Подручје Д. Природонаучни приступ кровни је образац у Биологији, тј. природословљу. Ово је подручје у функцији развоја природословне писмености која се сматра једном од кључних компетенција савременог грађанина. Природословна је писменост према PISA истраживању способност појединца да се ангажује око природословних тема и идеја као грађанин који промишља. Таква способност претпоставља примену природословног знања те препознавање питања и извођења закључака темељених на доказима ради разумевања и лакшег доношења одлука о природи, свету и променама које изазива људска активност. Због тога је неопходно преклапање исхода подручја Д. Природонаучни приступ с осталим подручјима испитног каталога, тј. са макроконцептима као шта је препоручено у курикулуму Биологије.

D. Prirodoznanstveni pristup

D.1. Znanstvena misao u biologiji

- D.1.1. Razvoj znanstvene misli tijekom povijesti

D.2. Istraživanje u biologiji

- D.2.1. Metodologija bioloških istraživanja
- D.2.2. Etika u biološkim istraživanjima
- D.2.3. Primjena bioloških istraživanja i otkrića

Д. Природонаучни приступ

Д.1. Научна мисао у биологији

- Д.1.1. Развој научне мисли током историје

Д.2. Истраживање у биологији

- Д.2.1. Методологија биолошких истраживања
- Д.2.2. Етика у биолошким истраживањима
- Д.2.3. Примена биолошких истраживања и открића

Слика 5. Оквир учења подручја Д. Природознанствени приступ

Вредновање ће се због врло великог броја примера на којима се могу остварити исходи унутар неке испитне целине везати за типичне примере и примере са којима се ученици сусрећу у животу.

2. ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ

У испитном каталогу не треба гледати изоловано исход учења и њему придружену садржајну основу, већ треба узети у обзир структуру свих подручја и припадајућих потподручја те њихове међусобне везе, али и везе с другим природословним предметима. Исходи су распоређени према подручјима, тј. према макроконцептима курикулума Биологије. Уз сваки исход из разраде, који је преузет из курикулума Биологије и који ће служити као основа за вредновање у испиту државне матуре из Биологије, наведено је детаљније објашњење која знања и вештине могу бити укључене у испитне задатке.

2.1. РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА

2.1.1. Разрада исхода подручја А. *Организованост живог света*

Организованост живих структура врло је важна за живе организме на свим организационим нивоима (табела 1.), а за разумевање је неопходно уочити темељне и заједничке принципе грађе живог света те их повезати с улогама које поједине структуре обављају. Организованост се стога разматра на молекуларном и ћелијском нивоу, али и на нивоу организма, популације и биосфере, при чему не треба сметнути с ума да су сви ти нивои организације живих бића међусобно разложно повезане.

Табела 1. Приказ исхода подручја А. Организованост живог света

ПОДРУЧЈЕ А. ОРГАНИЗОВАНОСТ ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – А.1. ОРГАНИЗАЦИЈСКИ НИВОИ ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – А.1.1. МОЛЕКУЛАРНА ОРГАНИЗАЦИЈА ЖИВИХ ОРГАНИЗАМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
А.1.1.1. Повезује појаву нових својстава са променом сложености организацијских нивоа у организму. (БИО СШ А.2.1.)	Упореджује хемијски састав телесних течности и морске воде повезујући га с постанком првих ћелија те улогом ћелијских делова.	<ul style="list-style-type: none">• биогени елементи• извори и грађа биолошки важних једињења• грађа молекуле воде и њезина својства• вода као основа ћелијских и телесних течности• грађа органела/органа важна за одржавање хемијског састава организма• повезаност хемијског састава морске воде, цитоплазме и телесних течности биљака и животиња

ПОДРУЧЈЕ А. ОРГАНИЗОВАНOST ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – А.1. ОРГАНИЗАЦИЈСКИ НИВОИ ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ ИИ – А.1.1. МОЛЕКУЛАРНА ОРГАНИЗАЦИЈА ЖИВИХ ОРГАНИЗАМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
А.1.1.2. Повезује појаву нових својстава с усложњавањем ћелије објашњавајући специјализацију ћелија у сложенијим системима. (БИО СШ А.3.1.)	Повезује грађу и улоге ћелијских делова.	<ul style="list-style-type: none"> хемијске промене при уносу и одстрањивању биогених елемената из организма хемијске везе важне за животне функције повезаност улоге појединих биолошки важних једињења са њиховом грађом релативни односи величина молекула израчунавање реалне величине ћелија/органела уз помоћ микроскопске слике и коришћеног повећања повезивање грађе и улоге ћелијских делова својства ћелија и ткива којима је условљена грађа органа
	Објашњава грађу ћелијске мембране повезујући је с улогама у различитим ћелијама.	<ul style="list-style-type: none"> утицај хипотоничних/хипертоничних/изотоничних течности на организме и ћелије својства хидрофобности и хидрофилности принцип грађе биомембране грађа ћелијске мембране зависно о улогама у различитим ћелијама
А.1.1.3. Објашњава молекуларну основу живог света. (БИО СШ А.4.1.)	Повезује грађу нуклеинских киселина са њиховим улогама.	<ul style="list-style-type: none"> грађа молекула ДНК и РНК везано за улогу током процеса репликације, транскрипције и translације кодирајући и некодирајући ланац ДНК, означавање ланца ДНК и РНК (5' и 3') сличности и разлике у грађи ДНК прокариота и еукариота
	Описује однос мономера и полимера на примерима биомолекула.	<ul style="list-style-type: none"> мономери и полимери биомолекула својства биолошки важних макромолекула за одржавање животних функција

ПОДРУЧЈЕ А. ОРГАНИЗОВАНOST ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – А.1. ОРГАНИЗАЦИЈСКИ НИВОИ ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – А.1.2. ЋЕЛИЈСКА ОРГАНИЗАЦИЈА ЖИВИХ ОРГАНИЗАМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
А.1.2.1. Повезује појаву нових својстава с усложњавањем ћелије објашњавајући специјализацију ћелија у сложенијим системима. (БИО СШ А.3.1.)	Упоредљује прокариотску и еукариотску организацију ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> прокариотска ћелија еукариотска ћелија грађа ћелијских органела и ћелијских структура
	Ставља у однос ДНК, хроматин и хромозоме у различитим фазама животног циклуса ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> однос ДНК и хромозома промене у организацији наследне упуте током фаза интерфазе, митозе и мејозе
	Упоредљује улоге делова једнотаничног организма са развојем органских система вишећелијског организма.	<ul style="list-style-type: none"> упоредба грађе органела једноћелијског организма с грађом ткива/органа/ органских система који имају једнаке или сличне функције у вишећелијском организму
	Расправља о положају вируса и приона у односу на живи свет.	<ul style="list-style-type: none"> грађа и важност биолошких субјеката без ћелијске грађе у односу на живи свет подела вируса према врсти нуклеинске киселине општи план грађе ДНК и РНК вируса
А.1.2.2. Објашњава молекуларну основу живог света. (БИО СШ А.4.1.)	Разликује ген, геном, генотип и фенотип.	<ul style="list-style-type: none"> разликовање основних појмова наследне упуте промене у броју и структури хромозома мутације као промене у наследној информацији односи алела
	Објашњава значење броја хромозома и/или молекула ДНК у различитим фазама животног циклуса ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> фазе животног циклуса еукариотске ћелије изглед хромозома/молекула ДНК моноплоидност, полиплоидност
	Објашњава да су нуклеинске киселине темељ сродности и разноликости живог света.	<ul style="list-style-type: none"> разлике и сличности наследне основе прокариотске и еукариотске ћелије
ПОТПОДРУЧЈЕ II – А.1.3. ОРГАНИЗАЦИЈА НА НИВОУ ОРГАНИЗМА		
А.1.3.1. Повезује појаву нових својстава с променом сложености организацијских нивоа у организму. (БИО СШ А.2.1.)	Упоредљује грађу органских система организама на различитим нивоима сложености.	<ul style="list-style-type: none"> односи површине и запремина ћелија, ткива, органа и организама важност величине површине за измену супстанци на разини ћелија, ткива и органа принцип плана грађе уз основне карактеристике грађе главних група организама повезивање грађе и положаја органа/система органа с њиховом улогом

ПОДРУЧЈЕ А. ОРГАНИЗОВАНOST ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – А.1. ОРГАНИЗАЦИЈСКИ НИВОИ ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – А.1.3. ОРГАНИЗАЦИЈА НА НИВОУ ОРГАНИЗМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
А.1.3.1. Повезује појаву нових својстава с променом сложености организацијских нивоа у организму. (БИО СШ А.2.1.)	Повезује кључне прилагођености у грађи тела с условима станишта.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ грађа и улога структурних елемената једноћелијских и вишећелијских организама с обзиром на услове станишта
	Упореджује грађу система који обављају исте задаће у човеку и другим организмима.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ компаративно повезивање грађе делова тела различитих организама везано за измену супстанци, покретљивост, размножавање, примање информација и реакцију: покров тела, пробава, дисање, пренос супстанци, размножавање, пренос информација, покретање, излучивање, одбрана организма
А.1.3.1. Повезује појаву нових својстава са променом сложености организацијских нивоа у организму. (БИО СШ А.2.1.)	Анализира усложњавање и појаву нових својстава повезујући принцип грађе с економичним функционисањем различитих организама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ усложњавање и појава нових својстава и принципа грађе с обзиром на економично функционисање различитих организама ♦ грађа ткива, органа, система органа или организма за потребе функционисања у складу с одређеним животним условима
А.1.3.2. Упореджује специфичности грађе појединих организама повезујући их са развојним стаблом живог света. (БИО СШ А.2.2.)	Упореджује организме на темељу функционалних и морфолошких карактеристика.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ прилагођености у грађи тела на копнени начин живота ♦ прилагођености у грађи тела за живот у води ♦ прилагођености у грађи тела за летење ♦ прилагођености организама који су накнадно населили водена станишта
А.1.3.3. Повезује појаву нових својстава с усложњавањем ћелије објашњавајући специјализацију ћелија у сложенијим системима. (БИО СШ А.3.1.)	Повезује грађу и улоге ткива.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ грађа и улога биљних ткива ♦ грађа и улога животињских ткива ♦ повезаност грађе ткива са њиховим улогама ♦ принцип расподеле ткива зависно о улози органа
ПОТПОДРУЧЈЕ II – А.1.4. ОРГАНИЗАЦИЈА НА НИВОУ ПОПУЛАЦИЈЕ		
А.1.4.1. Упореджује промену сложености различитих организацијских нивоа биосфере уз примену начела класификације живог света. (БИО СШ А.1.1.)	Разликује на примерима организацијске разине биосфере.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ просторна структура популације ♦ разликовање апсолутних од релативних метода одређивања густине популације ♦ добна структура

ПОДРУЧЈЕ А. ОРГАНИЗИРАНОСТ ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – А.1. ОРГАНИЗАЦИЈСКИ НИВОИ ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – А.1.4. ОРГАНИЗАЦИЈА НА НИВОУ ПОПУЛАЦИЈЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
А.1.4.2. Објашњава молекуларну основу живог света. (БИО СШ А.4.1.)	Објашњава да су нуклеинске киселине темељ сродности и разноликости живог света.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ генска структура популације ♦ значај и улога заједничке залихе гена за врсту ♦ разноликост и дистрибуција алела у популацији
ПОТПОДРУЧЈЕ II – А.1.5. ОРГАНИЗАЦИЈСКЕ РАЗИНЕ У БИОСФЕРИ		
А.1.5.1. Упоређује промену сложености различитих организацијских нивоа биосфере уз примену начела класификације живог света. (БИО СШ А.1.1.)	Разликује на примерима организацијске нивое биосфере.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ повезаност између живог и неживог света
А.1.5.1. Упоређује промену сложености различитих организацијских нивоа биосфере уз примену начела класификације живог света. (БИО СШ А.1.1.)	Упоређује сложеност организацијских нивоа од јединке до биосфере.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ разине организације живог света од молекуле до биосфере уз препознавање примера: молекуле, макромолекуле, ћелијске структуре и органели, ћелије, ткива, органи, органски системи, организми (јединке), популације, животне заједнице (биоценозе), екосистеми, биоми, биосфера ♦ однос организацијске разине биосфере са значајем за одржавање живота на некоме одређеном подручју
ПОТПОДРУЧЈЕ I – А.2. ОРГАНИЗАЦИЈСКА РАСПОДЕЛА ЖИВИХ БИЋА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – А.2.1. ПРИНЦИПИ КЛАСИФИКАЦИЈЕ		
А.2.1.1. Упоређује промену сложености различитих организацијских разина биосфере уз примену начела класификације живог света. (БИО СШ А.1.1.)	Објашњава принципе класифицирања живог света.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ смисао и потреба класификације живог света ♦ разликовање систематских категорија: сорта, пасмина, подврста, врста, род, породица, ред, разред, колено/одељак, царство, домена ♦ важност и примена принципа двоименог назива
	Примењује дихотомски кључ за одређивање врста из непосредне околине.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ принцип служења дихотомским кључем ♦ коришћење дихотомског кључа за разврставање организама ♦ сажимање најважнијих својстава неког представника групе у односу на услове живота

ПОДРУЧЈЕ А. ОРГАНИЗИРАНОСТ ЖИВОГ СВЕТА		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – А.2. ОРГАНИЗАЦИЈСКА РАСПОДЕЛА ЖИВИХ БИЋА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – А.2.1. ПРИНЦИПИ КЛАСИФИКАЦИЈЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
А.2.1.1. Упореджује промену сложености различитих организацијских разина биосфере уз примену начела класификације живог света. (БИО СШ А.1.1.)	Разликује царства живог света и најважније групе живих бића.	<ul style="list-style-type: none"> три домене према типу ћелијске грађе једноћелијски прокариотски организми, једноћелијски еукариотски организми, вишећелијски организми који немају права ткива, вишећелијски организми са правим ткивима основне разлике између организама појединих група
А.2.1.1. Упореджује промену сложености различитих организацијских нивоа биосфере уз примену начела класификације живог света. (БИО СШ А.1.1.)	Разврстава представнике живих бића у поједине групе на темељу морфолошких обележја.	<ul style="list-style-type: none"> разврставање типичних организама у групе на темељу карактеристичних морфолошких карактеристика
А.2.1.2. Упореджује специфичности грађе појединих организама повезујући их с развојним стаблом живог света. (БИО СШ А.2.2.)	Разврстава познате организме на развојном стаблу живог света.	<ul style="list-style-type: none"> разврставање типичних организама у групе с обзиром на њихове сродствене односе повезаност грађе организама са њиховом сродношћу и животним условима током њихове еволуцијске прошлости
А.2.1.3. Објашњава молекуларну основу живог света. (БИО СШ А.4.1.)	Објашњава да су нуклеинске киселине темељ сродности и разноликости живог света.	<ul style="list-style-type: none"> принцип филогенетске расподеле живих бића повезаност систематских категорија са развојним (филогенетским) стаблом

2.1.2. Разрада исхода подручја Б.

Процеси и међузависности у живом свету

Процеси регулишу одржање живота организма и биосфере, а њихово разумевање темељи се на уочавању међузависности живог света и околине те повезаности односа одржавања равнотеже у организму и одржавања равнотеже у природи (табела 2.). Циљ је ставити у однос животне циклусе те обележја живих бића и начине њихова функционисања у променљивим условима околине. При учењу међузависности живих бића не треба сметнути с ума да је човек тек један од организама у живом свету те о њему не треба издвојено поучавати. Упркос томе, човека треба ставити и у контекст односа према здрављу и околини који је врло важан за свакодневни живот те је неопходно да ученици буду добро упознати с аспектима међузависности утицаја човека и природе. Притом треба уочити повезаност фактора околине и животних навика

с одржавањем здравља и спречавањем поремећаја равнотежног стања, тј. са појавом болести. Ученике треба потакнути на промишљање о човековом утицају на околину и о утицају околине на човека те о могућностима за развој популације/друштва.

Одржавање равнотеже у организму укључује садржаје који се односе на процесе одржавања хомеостазе на нивоу ћелије и организма, као и поремећаје који настају када се хомеостаза поремети. Међузависност живог света и околине обухвата садржаје везане за способност организама да реагују на подражаје из околине и прилагођавају им се на различите начине. Прилагодљивост, сродност и разноликост живог света треба везати за типичне примере, али и оне примере са којима се ученици сусрећу у животу. Животни циклуси обједињују поимање темељних обележја размножавања живих бића као полазишне тачке за раст и развој организама и то од ћелије као најнижег нивоа па до једноћелијског или вишећелијског организма. При проучавању наслеђивања треба уочити и повезати механизме преношења наследних особина са родитеља на потомке, а важан су и утицај различитих фактора на фенотип организма те утицај фактора из околине који су током еволуције створили нове врсте. Одржавање равнотеже у природи указује на важност животних услова за одржавање живота јединке, али и популације, као и на поремећаје равнотеже у природи настале утицајем човека, због чега треба размотрити могућности одрживог развоја како би се равнотежа у природи задржала или поправила. Постапак и развој живота на Земљи обухвата развој организама током еволуције и то од њихова настанка па до данашњих дана.

Табела 2. Приказ исхода подручја Б. Процеси и међузависности у живом свету

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЏУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.1. ОДРЖАВАЊЕ РАВНОТЕЖЕ У ОРГАНИЗМУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.1.1. ХОМЕОСТАЗА НА РАЗИНИ ОРГАНИЗМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.1.1.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе у различитим организмима. (БИО СШ Б.2.1.)	Објашњава појам хомеостазе.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ принцип хомеостазе ♦ кретање организама према извору подражаја или од извора подражаја ♦ улога рефлекса за одржавање живота ♦ механизам повратне спреге ♦ позитивна и негативна повратна спрега ♦ принцип кључ-брава функције ензима ♦ принцип хормонске регулације ♦ механизам повратне спреге на вишим организацијским разинама (еквilibриј)

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.1. ОДРЖАВАЊЕ РАВНОТЕЖЕ У ОРГАНИЗМУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.1.1. ХОМЕОСТАЗА НА РАЗИНИ ОРГАНИЗМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.1.1.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе у различитим организмима. (БИО СШ Б.2.1.)	Упореджује принципе одржавања хомеостазе у једноћелијским и вишећелијским организмима.	<ul style="list-style-type: none"> примена принципа хомеостазе у једноћелијском организму примена принципа хомеостазе у вишећелијском организму прилагођавање ендотермних и ектотермних организама промене у потребама за храном и водом у складу са стањем организма или околине предности и недостаци вишећелијске организације уз одржавање хомеостазе
	Повезује усклађеност рада ткива, органа и органских система с одржавањем хомеостазе на примеру биљног и животињског/људског организма.	<ul style="list-style-type: none"> механизми одржавања хомеостазе у биљном организму механизми одржавања хомеостазе у животињском/људском организму по органским системима терморегулација
Б.1.1.2. Анализира регулацијске механизме одржавања хомеостазе на нивоу ћелије и организма. (БИО СШ Б.3.1.)	Повезује хомеостазу ћелије с хомеостазом организма.	<ul style="list-style-type: none"> сличности и разлике телесних течности вишећелијских биљних и животињских организама и цитоплазме регулација састава цитоплазме и телесних течности улога физиолошког раствора при великом губитку крви
	Објашњава утицаје абиотичких и биотичких фактора на хомеостазу ћелије и организма описујући њихов одговор.	<ul style="list-style-type: none"> одговор организма на промене абиотичких и биотичких фактора – ефекат околине
	Објашњава улоге витамина и минерала у организму те последице њиховог мањка/недостатка.	<ul style="list-style-type: none"> ацидоза, алкалоза улоге витамина и минерала неопходних у организму те последице њиховог мањка/недостатка
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.1.2. ХОМЕОСТАЗА НА РАЗИНИ ЋЕЛИЈЕ		
Б.1.2.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе у различитим организмима. (БИО СШ Б.2.1.)	Објашњава појам хомеостазе.	<ul style="list-style-type: none"> принцип преноса информација и ћелијске комуникације унутар организма пренос нервног импулса одржавање сталног потенцијала на мембрани ћелије дифузија и осмоза осмотска равнотежа, тоничност, тургор

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.1. ОДРЖАВАЊЕ РАВНОТЕЖЕ У ОРГАНИЗМУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.1.2. ХОМЕОСТАЗА НА РАЗИНИ ЋЕЛИЈЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.1.2.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе у различитим организмима. (БИО СШ Б.2.1.)	Упореджује принципе одржавања хомеостазе у једноћелијским и вишећелијским организмима.	<ul style="list-style-type: none"> улоге ћелијских делова у одржавању хомеостазе пренос супстанци кроз мембрану
	Повезује абиотичке и биотичке факторе с одржавањем хомеостазе и реакцијом организма.	<ul style="list-style-type: none"> важност разноликости микроба у микробиому за здравље вишећелијског организма
Б.1.2.2. Анализира регулацијске механизме одржавања хомеостазе на нивоу ћелије и организма. (БИО СШ Б.3.1.)	Анализира улоге ћелијских делова у одржавању хомеостазе уочавајући синергију ћелијских делова.	<ul style="list-style-type: none"> повезаност функционисања прокариотске и еукариотске ћелије
	Повезује хомеостазу ћелије с хомеостазом организма.	<ul style="list-style-type: none"> повезаност улоге делова једноћелијског организма са развојем ткива, органа и органских система вишећелијског организма
Б.1.2.2. Анализира регулацијске механизме одржавања хомеостазе на нивоу ћелије и организма. (БИО СШ Б.3.1.)	Објашњава утицаје абиотичких и биотичких чимбеника на хомеостазу станице и организма описујући њихов одговор.	<ul style="list-style-type: none"> одговор станице на промене абиотичких и биотичких чимбеника – учинак околине
Б.1.2.3. Анализира еволуцијско усложњавање ћелија с обзиром на начин њихова функционисања. (БИО СШ Б.3.4.)	Упореджује начин функционисања прокариотске и еукариотске ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> улога делова прокариотске ћелије улога органела еукариотске ћелије
	Анализира усложњавање и појаву нових својстава повезујући принцип грађе са функционисањем ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> сличности и разлике прокариотске и еукариотске ћелије
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.1.3. ПОРЕМЕЋАЈИ ХОМЕОСТАЗЕ		
Б.1.3.1. Анализира одржавање уравнотеженог стања у природи повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.1.2.)	Објашњава механизме одржавања уравнотеженог стања у природи.	<ul style="list-style-type: none"> епидемије пандемије
	Повезује очување околине с очувањем властитог здравља.	<ul style="list-style-type: none"> одраз поремећаја у околини на живот човека и других организама
Б.1.3.2. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе у различитим организмима. (БИО СШ Б.2.1.)	Упореджује принципе одржавања хомеостазе у једноћелијским и вишећелијским организмима.	<ul style="list-style-type: none"> антибиотици антибиограм анализирање кривуље раста популације бактерија
	Повезује усклађеност рада ткива, органа и органских система с одржавањем хомеостазе на примеру биљног и животињског/људског организма.	<ul style="list-style-type: none"> нарушавање микробиома у људима због претеране употребе антибиотика

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.1. ОДРЖАВАЊЕ РАВНОТЕЖЕ У ОРГАНИЗМУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.1.3. ПОРЕМЕЋАЈИ ХОМЕОСТАЗЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.1.3.2. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе у различитим организмима. (БИО СШ Б.2.1.)	Просуђује о утицају животних навика на здравље човека аргументујући одговорност за властито здравље.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ последице небриге за здравље ♦ утицај овисности на људско здравље ♦ последице лоших животних навика за организам ♦ важност теловјежбе, одржавања хигијене, правилне прехране и одржавања менталног здравља за живот човека ♦ важност пробиотика и пребиотика у одржавању здравља ♦ важност превентивних посета леџнику и стоматологу те правовременог одазивања на превентивне прегледе
Б.1.3.2. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе у различитим организмима. (БИО СШ Б.2.1.)	Примењује поступке пружања прве помоћи.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ самозаштита ♦ медицински оправдана прва помоћ
Б.1.3.3. Анализира регулацијске механизме одржавања хомеостазе на разини ћелије и организма. (БИО СШ Б.3.1.)	Анализира улоге ћелијских делова у одржавању хомеостазе уочавајући синергију ћелијских делова.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ имуносни одговор ♦ Т лимфоцити, Б лимфоцити, плазма ћелије ♦ антигени и рецептори
	Објашњава утицаје абиотичких и биотичких фактора на хомеостазу ћелије и организма описујући њихов одговор.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ последице утицаја неприродних промена вањских фактора на организам ♦ болести услед онечишћења околине на одређеном станишту ♦ узроци настанка отпорности (резистентности) бактерија на антибиотике, последице стварања отпорних бактеријских сојева
Б.1.3.4. Анализира последице нарушавања хомеостазе. (БИО СШ Б.3.2.)	Објашњава развој болести и имуносни одговор организма указујући на важност превенције и лечења.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ имуност ♦ нивои имуносног одговора ♦ примарна и секундарна имуносна реакција ♦ принципи примене пасивне и активне имунизације ♦ симптоматско лечење, лечење антибиотикима

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.1. ОДРЖАВАЊЕ РАВНОТЕЖЕ У ОРГАНИЗМУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.1.3. ПОРЕМЕЋАЈИ ХОМЕОСТАЗЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.1.3.4. Анализира последице нарушавања хомеостазе. (БИО СШ Б.3.2.)	Повезује имуносно деловање организма с алергијским реакцијама и одбацивањем трансплантираних ткива или органа.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ алергије ♦ аутоимуне болести ♦ трансфузија крви и трансфузијске реакције ♦ трансплантација ткива и органа
	Анализира утицај околишних фактора и патогена на развој болести.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ патогени микроорганизми и њихови токсини који могу узроковати болести
	Повезује епидемиолошки ланац са превенцијом заразних болести.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ принцип заразе ♦ патогеност ♦ епидемиолошки ланац ♦ превенција и спречавање ширења заразе ♦ важност пасивне и активне имунизације
	Повезује неконтролирану деобу ћелија с развојем тумора.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ повезати ћелијске процесе са настанком тумора ♦ настанак бенигних и малигних тумора ♦ могућности лечења
Б.1.3.5. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Утврђује човекову одговорност у одржавању уравнотеженог стања у природи и очувању биоразноликости.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ одговорност лабораторија и медицинских институција у раду с вирусима и бактеријама ♦ појава нових сојева вируса и могућност заштите цебивом
Б.1.3.6. Анализира утицај промењивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	Описује утицај цивилизације на животне услове те појаву и ширење болести.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ најважније заразне и незаразне болести, њихови узроци и последице за организам те начини лечења и превенције ♦ утицај човека на ширење или спречавање ширења заразних болести
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.2. МЕЋУЗАВИСНОСТ ЖИВОГ СВЕТА И ОКОЛИНЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.2.1. РЕАКЦИЈА НА ПОДРАЖАЈ		
Б.2.1.1. Упореджује прилагођености организама с обзиром на абиотичке и биотичке услове околине на примеру завичајног екосистема. (БИО СШ Б.1.1.)	Упореджује деловање абиотичких и биотичких фактора на развој и преживљавање организама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ значај подражљивости за преживљавање различитих организама

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.2. МЕЋУЗАВИСНОСТ ЖИВОГ СВЕТА И ОКОЛИНЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.2.1. РЕАКЦИЈА НА ПОДРАЖАЈ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.2.1.2. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама. (БИО СШ Б.2.1.)	Упоређује принципе одржавања хомеостазе у једноћелијским и вишећелијским организмима.	♦ регулација животних процеса као реакција на подражај
	Повезује усклађеност рада ткива, органа и органских система с одржавањем хомеостазе на примеру биљног и животињског/људског организма.	♦ развој система контроле реакција различитих организама ♦ чуло и развој чула различитих организама
Б.2.1.3. Упоређује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Ставља у однос способност реакције на подражаје и преживљавање различитих организама.	♦ принцип реакције на подражаје
	Објашњава важност развоја чула и нервног система животиња/човека.	♦ пренос информација у нервном систему ♦ регулације животних процеса путем нервног система човека ♦ улога чула у одржавању хомеостазе у различитим организмима
Б.2.1.4. Анализира регулацијске механизме одржавања хомеостазе на нивоу ћелије и организма. (БИО СШ Б.3.1.)	Објашњава пренос информација у регулацији животних процеса организма.	♦ значај рефlekса за одржавање живота човека и животиња ♦ улога синапсе у преносу информација ♦ улога хормона у регулацији животних процеса
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.2.2. ПРИЛАГОДЉИВОСТ		
Б.2.2.1. Упоређује прилагођености организама с обзиром на абиотичке и биотичке услове околине на примеру завичајног екосистема. (БИО СШ Б.1.1.)	Упоређује деловање абиотичких и биотичких фактора на развој и преживљавање организама.	♦ прилагођености различитим животним условима ♦ прилагођености предатора и плена
	Упоређује успешност прилагођености на примерима аутохтоних, алохтоних и инвазивних страних врста.	♦ преживљавање аутохтоних врста у присутности алохтоних и инвазивних врста
Б.2.2.2. Упоређује прилагођености организама на специфичне животне услове. (БИО СШ Б.1.3.)	Упоређује прилагођености на специфичне услове у околини.	♦ облик, грађа тела, физиолошки процеси и обојеност живих бића као прилагођеност околини
	Описује прилагођености у понашању животиња с обзиром на промене услова околине.	♦ прилагођености понашања на животне услове
Б.2.2.3. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама. (БИО СШ Б.2.1.)	Повезује усклађеност рада ткива, органа и органских система с одржавањем хомеостазе на примеру биљног и животињског/људског организма.	♦ физиолошка адаптација организма ♦ реакције организма на промене животних услова ♦ прилагођености које су омогућиле појаву хомоиотермности код птица и сисара ♦ прилагођености наметничких организама с обзиром на животне услове и начин прехране

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.2. МЕЋУЗАВИСНОСТ ЖИВОГ СВЕТА И ОКОЛИНЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.2.2. ПРИЛАГОДЉИВОСТ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.2.2.4. Упореджује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Повезује промене у околини с прилагођеностима и преживљавањем организама промишљајући о принципу економичности.	♦ прилагођености организама станишту начином исхране
	Ставља у однос способност реакције на подражаје и преживљавање различитих организама.	♦ принцип развоја прилагођености организма животним условима
Б.2.2.5. Анализира утицај променљивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	Повезује селекцију, адаптацију и специјацију с еволуцијом живог света.	♦ конвергенција ♦ хомологни и аналогни органи
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.2.3. СРОДНОСТИ ЖИВОГ СВЕТА		
Б.2.3.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама. (БИО СШ Б.2.1.)	Повезује усклађеност рада ткива, органа и органских система с одржавањем хомеостазе на примеру биљног и животињског/људског организма.	♦ економичне промене у грађи због важних својстава за одржавање живота различитих група организама
Б.2.3.2. Упореджује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Повезује промене у околини са прилагођеностима и преживљавањем организама промишљајући о принципу економичности.	♦ економичност грађе и функције организама у одређеним условима живота ♦ сродност кроз обележја еволуцијских претходника задржаних у човеку
Б.2.3.3. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Аргументира важност очувања биоразноликости за стабилност екосистема и човеков опстанак.	♦ утицај аеробика на биодиверзитет
Б.2.3.4. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)	Објашњава процес синтезе протеина.	♦ сродност на темељу следа нуклеотида у ДНК и следа аминокиселина у протеинима
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.2.4. РАЗНОЛИКОСТ ЖИВОГ СВЕТА		
Б.2.4.1. Упореджује прилагођености организама с обзиром на абиотичке и биотичке услове околине на примеру завичајног екосистема. (БИО СШ Б.1.1.)	Упореджује деловање абиотичких и биотичких фактора на развој и преживљавање организама.	♦ три нивоа биолошке разноликости: разноликост гена, врста и екосистема ♦ повезаност броја врста и организама

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.2. МЕЋУЗАВИСНОСТ ЖИВОГ СВЕТА И ОКОЛИНЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.2.4. РАЗНОЛИКОСТ ЖИВОГ СВЕТА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.2.4.1. Упореджује прилагођености организама с обзиром на абиотичке и биотичке услове околине на примеру завичајног екосистема. (БИО СШ Б.1.1.)	Препознаје угрожене врсте на локалном и глобалном нивоу процењујући разлоге њихове угрожености.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ разноликост и одржавање уравнотеженог стања у природи ♦ разноликост екосистема у односу на географска и климатска обележја ♦ значај заштите одређених станишта у Хрватској за очување фауне, флоре и вегетације ♦ одржавање уравнотеженог стања за одржавање поновно унесених врста у неком станишту ♦ карактеристике аутохтоних пасмина животиња и сорта биљака насталих у зависности с условима живота у одређеном станишту ♦ промене разноликости у зависности са промењеним условима живота у одређеном станишту
Б.2.4.2. Анализира одржавање уравнотеженог стања у природи повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.1.2.)	Анализира антропогени утицај на динамичку равнотежу у природи расправљајући о начинима спречавања и/или санирања онечишћења.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ повезивање разлога угрожености врста са последицама за бројност и изумирање врста ♦ повезаност промењених физичко-хемијских параметара у станишту с бројем врста и густином популације/бројности организама
	Објашњава на примерима потребу заштите одређених врста и појединих природних станишта те подручја Хрватске.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ заштита врста у Републици Хрватској и узроци угрожености ♦ могућност коришћења неког организма или околине за потребе човека
Б.2.4.3. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама. (БИО СШ Б.2.1.)	Повезује абиотичке и биотичке факторе с одржавањем хомеостазе и реакцијом организма.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ узроци разноликости хрватске фауне и великог броја ендема ♦ мере заштите биоразноликости

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.2. МЕЋУЗАВИСНОСТ ЖИВОГ СВЕТА И ОКОЛИНЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.2.4. РАЗНОЛИКОСТ ЖИВОГ СВЕТА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.2.4.4. Упореджује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Повезује промене у околини с прилагођеностима и преживљавањем организама промишљајући о принципу економичности.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ значај Црвених књига и организације IUCN-а за заштиту угрожених врста, биоразноликости, флоре и вегетације те фауне у Хрватској и на Земљи ♦ најзначајније угрожене и заштићене врсте у Хрватској ♦ одржавање уравнотеженог стања за одржање поново унесених врста у неком станишту ♦ „корист” и „штетност” као одраз антропоцентричности ♦ типови вегетације у Хрватској и климатонална вегетација ♦ карактеристичне животне заједнице у обалном, горском, средишњем и низинском делу Хрватске
Б.2.4.5. Анализира последице нарушавања хомеостазе. (БИО СШ Б.3.2.)	Анализира утицај околишних фактора и патогена на развој болести.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ утицај болести организама насталих због промена услова околине на промене разноликости у неком станишту или екосистему
Б.2.4.6. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Аргументира важност очувања биоразноликости за стабилност екосистема и човеков опстанак.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ утицај организама на човека и друге организме те биосферу
	Утврђује човекову одговорност у одржавању уравнотеженог стања у природи и очувању биоразноликости.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ лична одговорност уз угрожене врсте
	Расправља о узроцима угрожености врста и популација.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ опасност организма за друга жива бића
	Објашњава човеков утицај на његову еволуцију и еволуцију живог света.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ понашање човека и његове делатности које утичу на разноликост
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.3. ЖИВОТНИ ЦИКЛУСИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.3.1. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС ОРГАНИЗМА		
Б.3.1.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама. (БИО СШ Б.2.1.)	Повезује усклађеност рада ткива, органа и органских система с одржавањем хомеостазе на примеру биљног и животињског/људског организма.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ утицај хормона на животни циклус и размножавање организама ♦ утицај околишних услова на животни циклус и размножавање организама

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.3. ЖИВОТНИ ЦИКЛУСИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.3.1. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС ОРГАНИЗМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.3.1.2. Упореджује животне циклусе организама. (БИО СШ Б.2.2.)	Упореджује различите начине размножавања.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ облици неполног/вегетативног размножавања и полног размножавања ♦ вањско и унутрашње оплођење ♦ значај оплођења за живи свет ♦ предности и недостаци различитих облика размножавања зависно од животних услова
	Упореджује распрострањивање, развој, сазревање, системе парења те бригу за потомство различитих организама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ битне карактеристике појединих фаза развоја организама ♦ повезаност зрелости организама са животним условима и начином живота ♦ облици и начини парења ♦ начини опрашивања ♦ начини распрострањивања ♦ промене код мајке и плода током трудноће и током дојења детета ♦ брига о младима
Б.3.1.3. Упореджује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Упореджује прилагођености једноћелијских организама на различите животне услове.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ основне фазе животних циклуса једноћелијских организама ♦ таксије ♦ осморегулација
Б.3.1.3. Упореджује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Повезује промене у околини са прилагођеностима и преживљавањем организама промишљајући о принципу економичности.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ појавни облици животиња и биљака који су условљени годишњим добрима ♦ бројност потомства с обзиром на животне услове појединих организама
Б.3.1.4. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организама. (БИО СШ Б.3.3.)	Упореджује ток живота различитих ћелија и организама.	♦ упоређивање фаза у животу различитих организама
	Објашњава важност мејозе и полног начина размножавања за варијабилност и одржање врсте.	♦ објашњење зашто је мејоза узрок варијабилности потомака
	Објашњава улогу ћелијских деоба у очувању наследне упуте.	♦ деоба у животном циклусу биљака и животиња
	Повезује митозу с растом, размножавањем и обнављањем организама те мејозу с варијабилношћу потомства.	♦ измена диплоидне и хаплоидне фазе у животном циклусу

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.3. ЖИВОТНИ ЦИКЛУСИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.3.1. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС ОРГАНИЗМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.3.1.4. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Објашњава важност мејозе и полног начина размножавања за еволуцију.	<ul style="list-style-type: none"> улоге повећања броја ћелија при расту вишећелијског организма улога митозе и мејозе у животним циклусима редукција гаметофита током еволуције значај настанка семенки код семењача и плода код скривеносеменица последнице размножавања у блиском сродству
Б.3.1.5. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)	Објашњава заједничко деловање генотипа и фактора околине у стварању фенотипа.	<ul style="list-style-type: none"> модификације на примеру промене обележја јединке која су настала директним утицајем фактора из околине на јединку настанак клонова током животног циклуса различитих организама
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.3.2. РАЗМНОЖАВАЊЕ НА РАЗИНИ ОРГАНИЗАМА		
Б.3.2.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе у различитим организмима. (БИО СШ Б.2.1.)	Повезује очување околиша с очувањем властитога здравља.	<ul style="list-style-type: none"> важност правилне хигијене и одржавања здравља сполних органа пожељне животне навике трудница и дојиља ризична понашања мајке током трудноће са могућим опасностима за плод
Б.3.2.2. Упореджује животне циклусе организама. (БИО СШ Б.2.2.)	Упореджује различите начине размножавања.	<ul style="list-style-type: none"> важност очувања броја и врсте хромозома
	Повезује менструацијски циклус са процесом полног размножавања.	<ul style="list-style-type: none"> процеси и контролни механизми полног размножавања фазе и трајање менструацијског циклуса жене промена концентрације хормона током менструацијског циклуса и трудноће
	Расправља о методама планирања породице, важности одржавања полнога здравља и равноправности полова.	<ul style="list-style-type: none"> важност савести и равноправности при планирању породице код оба родитеља примена и ефикасност различитих контрацепцијских метода и средстава контрацепцијска средства и њихова улога за здравље човека

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.3. ЖИВОТНИ ЦИКЛУСИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.3.2. РАЗМНОЖАВАЊЕ НА РАЗИНИ ОРГАНИЗАМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.3.2.3. Анализира последице нарушавања хомеостазе. (БИО СШ Б.3.2.)	Повезује утицај животних навика на здравље аргументујући одговорност за властито здравље.	♦ важност праћења менструацијског циклуса за здравље жене
Б.3.2.4. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Објашњава важност мејозе и полног начина размножавања за варијабилност и одржање врсте.	♦ варијабилност потомака као резултат процеса мејозе и полног размножавања
	Расправља о процесима потпомогнутог оплођења.	♦ начин провођења и важност потпомогнутог оплођења
Б.3.2.5. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Аргументира важност очувања биоразноликости за стабилност екосистема и човеков опстанак.	♦ улоге мејозе у повећавању разноликости организама и у њиховој еволуцији
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.3.3. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС ЋЕЛИЈЕ		
Б.3.3.1. Анализира регулацијске механизме одржавања хомеостазе на нивоу ћелије и организма. (БИО СШ Б.3.1.)	Објашњава пренос информација у регулацији животних процеса организма.	♦ генска шифра (оквир читања), код, кодон, антикодон ♦ биосинтеза протеина на нивоу транскрипције и транслације ♦ улога у процесу синтезе протеина: рибосоми, мРНК, тРНК, рРНК, РНК полимераза ♦ улога СТАРТ и СТОП кодона ♦ аминокиселине у протеинима ♦ важност стварања протеина ♦ употреба табеле кодона
Б.3.3.2. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Анализира ћелијски циклус.	♦ улога интерфазе у животном циклусу ћелије ♦ начин обликовања хромозома из хроматина
	Објашњава улогу ћелијских деоба у очувању наследне упуте.	♦ број и грађа хромозома на почетку и на крају деоба ♦ улога и важност ћелијских структура у животном циклусу ћелије ♦ важност апоптозе за животни циклус ћелије и опстанак организма
Б.3.3.3. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)	Објашњава механизам и улогу репликације ДНК у ћелијском циклусу.	♦ генска шифра као триплет нуклеотида на молекули ДНК и РНК ♦ комплементарност ♦ улога репликације ДНК у ћелијском циклусу ♦ улога ДНК полимеразе, лигаза

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.3. ЖИВОТНИ ЦИКЛУСИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.3.3. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС ЋЕЛИЈЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.3.3.3. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)	Објашњава процес синтезе протеина.	<ul style="list-style-type: none"> гени као функционални делови молекуле ДНК, информација за синтезу полипептида/протеина, калуп за синтезу РНК молекула
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.3.4. РАЗМНОЖАВАЊЕ НА РАЗИНИ ЋЕЛИЈА		
Б.3.4.1. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Објашњава важност мејозе и полног начина размножавања за варијабилност и одржање врсте.	<ul style="list-style-type: none"> повезаност мејозе и полног начина размножавања
	Описује оогенезу и сперматогенезу с аспекта броја хромосома те броја насталих ћелија.	<ul style="list-style-type: none"> гаметогенеза као предуслов полног размножавања на примеру човека ток гаметогенезе појашњење да гаметогенеза укључује и митозу и мејозу
	Објашњава улогу ћелијских деоба у очувању наследне упуте.	<ul style="list-style-type: none"> ток бинарне фисије (бинарне деобе), фазе митозе и мејозе – сличности и разлике
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.3.5. УМНОЖАВАЊЕ ВИРУСА И СУБЋЕЛИЈСКИХ ТВОРЕВИНА		
Б.3.5.1. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Упореджује ток живота различитих ћелија и организама.	<ul style="list-style-type: none"> последице умножавања вируса за организам улога плаزمида у преношењу гена из једне бактеријске ћелије у другу процес хоризонталног преноса гена код бактерије
Б.3.5.2. Анализира еволуцијско усложњавање ћелија с обзиром на начин њиховог функционисања. (БИО СШ Б.3.4.)	Упореджује начин функционисања прокариотске и еукариотске ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> умножавање митохондрија и хлоропласта (пластида) цитоплазматско наслеђивање – мајчинско наслеђивање
Б.3.5.3. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)	Објашњава принципе генетичког инжењеринга.	<ul style="list-style-type: none"> употреба плазмида у генетичком инжењерству на примеру клонирања гена за инсулин
	Описује механизам умножавања вируса.	<ul style="list-style-type: none"> улазак вируса у организме и ћелију организма процес умножавања вируса
ПОТПОДРУЧЈЕ II. – Б.3.6. ДИФЕРЕНЦИЈАЦИЈА ТКИВА И ОРГАНА		
Б.3.6.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама. (БИО СШ Б.2.1.)	Повезује усклађеност рада ткива, органа и органских система с одржавањем хомеостазе на примеру биљног и животињског/људског организма.	<ul style="list-style-type: none"> регенерација организма улога меристемских ткива биљног организма

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЂУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.4. НАСЛЕЂИВАЊЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II. – Б.3.6. ДИФЕРЕНЦИЈАЦИЈА ТКИВА И ОРГАНА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.3.6.2. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Повезује диференцијацију ћелија са развојем вишећелијског организма.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ специјализације ћелија ♦ обележја ћелија важна за настанак и одржавање организма ♦ повезаност деловања хормона са растом, развојем и сазревањем организма
Б.3.6.3. Анализира еволуцијско усложњавање ћелија с обзиром на начин њиховог функционисања. (БИО СШ Б.3.4.)	Описује примере специјализације ћелија.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ повезаност ћелија унутар ткива биљног и животињског организма
Б.3.6.4. Објашњава животне процесе на молекуларној разини. (БИО СШ Б.4.2.)	Објашњава принципе генетичког инжењеринга.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ принцип провођења терапије уз ткивно инжењерство
	Разликује важност матичних и диференцираних ћелија у генетичком инжењерству.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ карактеристике и улога матичних ћелија ♦ могућности терапијског ефекта матичних ћелија
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.4. НАСЛЕЂИВАЊЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II– Б.4.1. НАСЛЕЂИВАЊЕ НА НИВОУ ОРГАНИЗАМА		
Б.4.1.1. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Упореджује ток живота различитих ћелија и организама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ наслеђивање у улози продужења врсте
	Објашњава улогу ћелијских деоба у очувању наследне упуте.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ разлике и сличности својства ћелија након митозе и након мејозе
Б.4.1.1. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Повезује неконтролисану деобу ћелија са развојем тумора.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ важност промена гена/хромозома за настанак тумора и поремећаје развоја ♦ деловање онкогена и гена за туморске супресоре
Б.4.1.2. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Расправља о предностима и недостацима генетички модифицираних организама и о њиховом утицају на уравнотежено стање у природи.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ утицај генетички модификованих организама на екосистеме
	Расправља о могућим ризицима примене биотехнологије и контролисаног укрштавања.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ примене биотехнологије и контролисаног укрштавања
	Аргументише важност очувања биоразноликости за стабилност екосистема и човеков опстанак.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ интервенција људи у геном других организама током прошлости и данас
	Утврђује човекову одговорност у одржавању уравнотеженог стања у природи и очувању биоразноликости.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ начин на који се човек користи променљивошћу врста
	Објашњава човеков утицај на властиту еволуцију и еволуцију живог света.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ вештачка селекција ♦ веза вештачке селекције и биотехнологије

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.4. НАСЛЕЂИВАЊЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.4.1. НАСЛЕЂИВАЊЕ НА НИВОУ ОРГАНИЗАМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.4.1.3. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)	Објашњава наследну варијабилност организама примењујући Менделове законе.	<ul style="list-style-type: none"> повезати Менделове законе са молекуларном основом наслеђивања монохбридно и дихибридно укрштавање, тест-укрштавање примена Менделових закона укрштавања непотпуна доминација праћење различитих својстава на родословном стаблу
	Објашњава полно везано наслеђивање.	<ul style="list-style-type: none"> полно везано наслеђивање
	Објашњава заједничко деловање генотипа и фактора околине у стварању фенотипа.	<ul style="list-style-type: none"> повезаност наслеђивања с генотипом и фенотипом доминантно својство, рецесивно својство, кодоминантно својство, непотпуна доминација алел, локус, мултипли алели хомозигот, хетерозигот, хемизигот везани гени, утицај „crossing over-a” на одвајање везаних гена полигенска својства
	Објашњава принципе генетичког инжењеринга.	<ul style="list-style-type: none"> процес настанка хлона
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.4.2. НАСЛЕЂИВАЊЕ НА НИВОУ ЋЕЛИЈА		
Б.4.2.1. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Објашњава улогу ћелијских деоба у очувању наследне упуте.	<ul style="list-style-type: none"> упоређивање различитих ћелија вишећелијског организма с обзиром на наследну упуту и деобу којом су настале веза ген – ДНК (Хроматин) – хромозом, телесни и полни хромозоми зброј (сет) гена специфичан за врсту; кариограм, кариотип анеуплоидија и међуврсни укрштењаци
Б.4.2.2. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Расправља о могућим ризицима примене биотехнологије и контролисаног укрштавања.	<ul style="list-style-type: none"> примена културе ћелија и ткива

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЂУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.4. НАСЛЕЂИВАЊЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.4.2. НАСЛЕЂИВАЊЕ НА НИВОУ ЋЕЛИЈА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.4.2.3. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)	Анализира промене на разини гена (мутације), грађе и броја хромозома.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ мутације ♦ дивљи тип, соматске мутације, мутације у полним ћелијама ♦ промене броја и/или грађе хромозома ♦ спонтане и индуциране мутације ♦ повезаност мутација и мутагена
	Објашњава значење мутација те промене грађе и броја хромозома за еволуцију.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ промене структуре и броја полних хромозома (гоносома) и телесних хромозома (аутосома) и њихове последице за организам
	Објашњава принципе генетичког инжењеринга.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ важност вируса и бактерија у генетичком инжењерству ♦ вектори уноса гена ♦ генска терапија
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.5. НАСТАНАК И РАЗВОЈ ЖИВОТА НА ЗЕМЉИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.5.1. ФАКТОРИ ЕВОЛУЦИЈЕ		
Б.5.1.1. Упоређује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Повезује абиотичке услове у праокеану са настанком и развојем живота.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ абиотички услови у праокеану те настанак и развој живота ♦ усложњавање молекула у абиотичким условима ♦ важност појаве самореплицирајућих молекула и метаболизма у настанку живота
Б.5.1.1. Упоређује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Ставља у однос способност реакције на подражаје и преживљавање различитих организама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ важност способности реакције првих организама на подражаје ♦ опстанак организама и еволуцијски развој врсте у складу са способностима прилагођености променама животних услова ♦ повезаност грађе и функције организама у складу са променама животних услова током прошлости
Б.5.1.2. Анализира регулацијске механизме одржавања хомеостазе на нивоу ћелије и организма. (БИО СШ Б.3.1.)	Објашњава утицаје абиотичких и биотичких фактора на хомеостазу ћелије и организма описујући њихов одговор.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ важност појаве полупропусне мембране у хемијској еволуцији

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.5. НАСТАНАК И РАЗВОЈ ЖИВОТА НА ЗЕМЉИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.5.1. ФАКТОРИ ЕВОЛУЦИЈЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.5.1.3. Анализира еволуцијско усложњавање ћелија с обзиром на начин њиховог функционисања. (БИО СШ Б.3.4.)	Описује ендосимбиотску теорију.	<ul style="list-style-type: none"> настанак ћелије ендосимбиозом ендоцитоза митохондрији, хлоропласти постанак митохондрија и хлоропласта из бактерија према ендосимбиотској теорији карактеристике митохондрија и хлоропласта које потврђују њихов еволуцијски настанак из бактерија
	Анализира усложњавање и појаву нових својстава повезујући принцип грађе са функционисањем ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> вертикалне и хоризонталне сличности и кључне разлике грађе и функције ћелија, ткива и органа различитих организама током развоја живота на Земљи важност еволуције генома и пораст количине генетичке информације
Б.5.1.4. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Објашњава човеков утицај на властиту еволуцију и еволуцију живог света.	<ul style="list-style-type: none"> утицај човека на еволуцију бактерија и вируса и последице тога утицаја
Б.5.1.5. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)	Објашњава значење мутација те промене грађе и броја хромозома за еволуцију.	<ul style="list-style-type: none"> важност сталности броја хромозома врсте и мутације за еволуцију
Б.5.1.6. Анализира утицај променљивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	Објашњава основна начела и етапе хемијске и биолошке еволуције.	<ul style="list-style-type: none"> след хемијске и биолошке еволуције уз временско-просторну повезаност процеса и њихова следа

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.5. НАСТАНАК И РАЗВОЈ ЖИВОТА НА ЗЕМЉИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.5.1. ФАКТОРИ ЕВОЛУЦИЈЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.5.1.6. Анализира утицај променљивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	Објашњава теорију еволуције на темељу постојећих доказа.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Ламаркова и Волис-Дарвинова теорија еволуције ♦ докази еволуције ♦ филогенетско стабло ♦ повезаност учесталости алела у популацији с еволуцијом ♦ генски отклон (дрифт), ефект уског грла, ефект оснивача, проток гена као фактор еволуције ♦ конвергенција и дивергенција у контексту еволуције ♦ коеволуција (нпр. цветњаче и инсекти, предатор и плен)
	Расправља о факторима еволуције и њиховим последицама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ повезаност утицаја фактора еволуције на промене у популацијама са последицама за еволуцију
	Повезује селекцију, адаптацију и специјацију с еволуцијом живог света.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ варијабилност, мутације, рекомбинација у контексту еволуцијских промена ♦ филогенетска адаптација ♦ важност природне селекције као еволуцијског фактора ♦ утицај изолације на еволуцијске промене ♦ улога генског дрифта у специјацији
	Повезује променљивост животних услова на Земљи и велика изумирања у Земљиној прошлости.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ промене животних услова током Земљине прошлости ♦ последице великих изумирања у Земљиној прошлости ♦ адаптивна радијација која следи након великих изумирања
	Описује утицај цивилизације на животне услове те појаву и ширење болести.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ утицај човека на биолошку еволуцију ♦ болести које су утицале на промену унутар популације или врсте

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.5. НАСТАНАК И РАЗВОЈ ЖИВОТА НА ЗЕМЉИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.5.2. НАСТАНАК ВРСТА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.5.2.1. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма. (БИО СШ Б.3.3.)	Објашњава важност мејозе и полнога начина размножавања за еволуцију.	<ul style="list-style-type: none"> повезаност хроматидне измене („цроссинг овер“) и неовисног раздвајања (сегрегације) хромозома у мејози с повећањем биоразноликости повезаност полнога размножавања са мутацијама и еволуцијом
Б.5.2.2. Анализира еволуцијско усложњавање ћелија с обзиром на начин њиховог функционисања. (БИО СШ Б.3.4.)	Анализира усложњавање и појаву нових својстава повезујући принцип грађе са функционисањем ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> повезаност својстава важних за одржавање живота различитих организама током еволуцијског развоја
Б.5.2.3. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Објашњава човеков утицај на властиту еволуцију и еволуцију живог света.	<ul style="list-style-type: none"> понашање и поступци током људске историје који утичу на еволуцију
Б.5.2.4. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)	Анализира промене на нивоу гена (мутације), грађе и броја хромозома.	<ul style="list-style-type: none"> мутације и друге промене у геному важност полиплоидије у постанку нових врста
	Објашњава значење мутација те промене грађе и броја хромозома за еволуцију.	<ul style="list-style-type: none"> механизми специјације облици специјације и њихове последице промене на нивоу популације, врсте и виших систематских категорија
Б.5.2.5. Анализира утицај променљивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	Објашњава основна начела и етапе хемијске и биолошке еволуције.	<ul style="list-style-type: none"> утицај аутотрофа на промену састава (пра)атмосфере и појаву живота на копну физиолошки, генетички и ембриолошки докази
	Објашњава теорију еволуције на темељу постојећих доказа.	<ul style="list-style-type: none"> важност палеонтологије за еволуцијску биологију начин настанка фосила врсте важне за праћење тока еволуције

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.5. НАСТАНАК И РАЗВОЈ ЖИВОТА НА ЗЕМЉИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.5.2. НАСТАНАК ВРСТА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.5.2.5. Анализира утицај променљивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	Описује еволуцију човека.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Африка као човекова праотаџбина ♦ основне карактеристике које су, почевши од <i>Australopithecus</i> sp. те унутар рода <i>Homo</i>, усложњавањем довеле до постанка наше биолошке врсте ♦ пећина Виндија и налазишта крапинског прачовека Хушњаково брдо, Д. Г. Крамбергер ♦ повезаност етапа еволуције хоминида са простором на које су се одвијале ♦ постанак рода <i>Homo</i> те постанак модерног човека ♦ положај људске врсте у филогенетском стаблу ♦ повезаност карактеристика човека са карактеристикама осталих живих бића у контексту еволуције ♦ теорије о вишерегионалној и јединственој еволуцији модерног човека ♦ сличност између људи и других организама
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.6. ОДРЖАВАЊЕ РАВНОТЕЖЕ У ПРИРОДИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.6.1. ЖИВОТНИ УСЛОВИ		
Б.6.1.1. Упоређује прилагођености организама с обзиром на абиотичке и биотичке услове околине на примеру завичајног екосистема. (БИО СШ Б.1.1.)	Упоређује деловање абиотичких и биотичких фактора на развој и преживљавање организама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ абиотички и биотички фактори важни за живот организама ♦ утицај промене абиотичких услова околине на живот организама ♦ односи унутар врсте и односи између врста ♦ ток природне сукцесије и сукцесије након деловања човека на екосистем
	Објашњава еколошку валенцију на примерима.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ утицај еколошке валенције на распрострањеност организама ♦ абиотички и биотички фактори важни за живот организама

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.6. ОДРЖАВАЊЕ РАВНОТЕЖЕ У ПРИРОДИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.6.1. ЖИВОТНИ УСЛОВИ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.6.1.2. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе у различитим организмима. (БИО СШ Б.2.1.)	Повезује абиотичке и биотичке факторе с одржавањем хомеостазе и реакцијом организма.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ последице и уравнотежење екосистема након промена животних услова ♦ важност азота за организм и екосистем ♦ важност угљеника за организм и екосистем ♦ важност фосфора за организм и екосистем ♦ објашњење важности циклуса воде за организм и екосистем
Б.6.1.3. Упоредије прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Упоредије прилагођености једноћелијских организама на различите животне услове.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ компаративна упоредба прилагођеност једноћелијских организама животним условима с обзиром на одвијање животних процеса
	Повезује промене у околини са прилагођеностима и преживљавањем организама промишљајући о принципу економичности.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ економичност и повезаност грађе и функције организама као реакције на животне услове
	Ставља у однос способност реакције на подражаје и преживљавање различитих организама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ ефект околине на деловање ензима, метаболизам и лучење хормона
Б.6.1.4. Анализира регулацијске механизме одржавања хомеостазе на нивоу ћелије и организма. (БИО СШ Б.3.1.)	Објашњава утицаје абиотичких и биотичких фактора на хомеостазу ћелије и организма описујући њихов одговор.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ промене абиотичких услова околине као ограничавајућих фактора за живот организма ♦ принцип биолошког сата и његов утицај на живот организма
Б.6.1.5. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Утврђује човекову одговорност у одржавању уравнотеженог стања у природи и очувању биоразноликости.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ капацитет околине ♦ поремећаји еколошке нише утицајем човека
Б.6.1.6. Анализира утицај променљивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	Расправља о факторима еволуције и њиховим последицама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ динамика популације ♦ однос предатор – плен ♦ односи у симбиози ♦ конкуренција

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.6. ОДРЖАВАЊЕ РАВНОТЕЖЕ У ПРИРОДИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.6.1. ЖИВОТНИ УСЛОВИ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.6.1.6. Анализира утицај променљивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	Описује утицај цивилизације на животне услове те појаву и ширење болести.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ глобално затопљење ♦ озонске рупе ♦ биохазард као организам или производ неког организма и његов утицај на остале организме
ПОТПОДРУЧЈЕ II– Б.6.2. ПОРЕМЕЋАЈИ УРАВНОТЕЖЕНОГ СТАЊА У ПРИРОДИ		
Б.6.2.1. Упоредије прилагођености организама с обзиром на абиотичке и биотичке услове околине на примеру завичайног екосистема. (БИО СШ Б.1.1.)	Упоредије успешност прилагођености на примерима аутохтоних, алохтоних и инвазивних страних врста.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ ширење алохтоних и инвазивних врста и утицај на аутохтоне врсте
Б.6.2.2. Анализира одржавање уравнотеженог стања у природи повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.1.2.)	Анализира антропогени утицај на динамичку равнотежу у природи расправљајући о начинима спречавања и/или санирања онечишћења.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ угрожавање и губитак станишта, еутрофикација
	Објашњава на примерима потребу заштите одређених врста и појединих природних станишта те подручја Хрватске.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ састав популација ♦ примери онечишћења и загађења воде, земљишта и ваздуха ♦ уништавање шума
Б.6.2.3. Упоредије прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Повезује промене у околини са прилагођеностима и преживљавањем организама промишљајући о принципу економичности.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ утицај монокултура и ГМО-а на природу и околину ♦ опасности утицаја човека на природна станишта ♦ примери људског деловања који нарушавају уравнотежено стање у природи
Б.6.2.4. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Расправља о предностима и недостацима генетички модификованих организама и њиховом утицају на уравнотежено стање у природи.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ утицај савремене пољопривреде на организам и екосистем
ПОТПОДРУЧЈЕ II– Б.6.3. ОДРЖИВОСТ И РАЗВОЈ		
Б.6.3.1. Анализира одржавање уравнотеженог стања у природи повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.1.2.)	Објашњава механизме одржавања уравнотеженог стања у природи.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ очување биоразноликости за стабилност екосистема и човеков опстанак

ПОДРУЧЈЕ Б. ПРОЦЕСИ И МЕЋУЗАВИСНОСТИ У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Б.6. ОДРЖАВАЊЕ РАВНОТЕЖЕ У ПРИРОДИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Б.6.3. ОДРЖИВОСТ И РАЗВОЈ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Б.6.3.1. Анализира одржавање уравнотеженог стања у природи повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.1.2.)	Објашњава на примерима потребу заштите одређених врста и појединих природних станишта те подручја Хрватске.	<ul style="list-style-type: none"> разлози потребе заштите врста и станишта стабилност различитих екосистема с обзиром на њихову биоразноликост
	Повезује пораст људске популације с одрживим развојем.	<ul style="list-style-type: none"> одрживост пораста људске популације на разним подручјима Земље
	Анализира личну одговорност у одржавању уравнотеженог стања у природи предлажући промене на локалном нивоу усмерене према одрживом развоју.	<ul style="list-style-type: none"> значај одрживог развоја за живот на Земљи могућности смањења еколошког отиска
Б.6.3.2. Упореджује прилагођености организама на животне специфичне животне услове. (БИО СШ Б.1.3.)	Расправља о утицају природних катастрофа на екосистем.	<ul style="list-style-type: none"> последнице природне катастрофе на организме и екосистем
Б.6.3.3. Упореджује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)	Повезује промене у околини са прилагођеностима и преживљавањем организама промишљајући о принципу економичности.	<ul style="list-style-type: none"> потреба заштите природних ресурса примена еколошки прихватљивих метода у пољопривреди
Б.6.3.4. Анализира последице нарушавања хомеостазе. (БИО СШ Б.3.2.)	Анализира утицај околишних фактора и патогена на развој болести.	<ul style="list-style-type: none"> прикупљање секундарних сировина и њихово рециклирање значај прочишћавања и потребе штедне воде
Б.6.3.5. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	Аргументује важност очувања биоразноликости за стабилност екосистема и човеков опстанак.	<ul style="list-style-type: none"> разлози заштите природних подручја, станишта и екосистема и њихове специфичности специфичности и разлози заштите националних паркова у Републици Хрватској те њихов утицај на околна станишта и организме значање строгих резервата значање паркова природе
	Утврђује човекову одговорност у одржавању уравнотеженог стања у природи и очувању биоразноликости.	<ul style="list-style-type: none"> лични доприноси очувању биоразноликости и заштити природе
Б.6.3.6. Анализира утицај промјених животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	Описује утицај цивилизације на животне услове те појаву и ширење болести.	<ul style="list-style-type: none"> важност превенције ширења болести придржавањем хигијенских и епидемиолошких препорука

2.1.3. Разрада исхода подручја Ц. Енергија у живом свету

Процеси у којима се одвија измена супстанци и претварање енергије (табела 3.) одвијају се у живом свету на нивоу ћелије, организма и биосфере те су окосница одржања живота. Економичност одвијања тих процеса одражава се и у структурама које су организацијске јединице живих бића, а условљена је и с одвијањем других процеса и омогућавањем међузависности живих бића те је због тога важан регулаторни механизам живота на Земљи.

Процеси измене супстанци и претварање енергије на нивоу ћелије укључују метаболичке путеве фотосинтезе, врења и ћелијског дисања и пренос супстанци кроз мембрану те органеле или друге ћелијске структуре у којима се процеси ослобађања или похрањивања енергије догађају. Процеси измене супстанци и претварање енергије на нивоу екосистема обухватају кружење супстанци у природи те изворе енергије за жива бића. Врло је важно енергијске промене сагледати и с аспекта економичности располагања енергијом као основним принципом искоришћавања енергије на различитим организацијским нивоима живог света.

Табела 3. Приказ исхода подручја Ц. Енергија у живом свету

ПОДРУЧЈЕ Ц. ЕНЕРГИЈА У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.1. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА НИВОУ ЋЕЛИЈЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.1.1. МЕТАБОЛИЧКИ ПРОЦЕСИ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Ц.1.1.1. Објашњава везање и претварање енергије у процесима кружења супстанци у биосфери повезујући их са животним условима и одржањем живота. (БИО СШ Ц.1.1.)	Објашњава протицање енергије екосистемом и кружење супстанци.	<ul style="list-style-type: none"> важност основних метаболичких процеса на нивоу ћелије за организам који га проводи и за живи свет у биосфери претварање енергије у различитим условима у околини
Ц.1.1.2. Упоредије енергетске потребе организама у различитим физиолошким стањима. (БИО СШ Ц.2.2.)	Повезује искоришћавање енергије и одржавање хомеостазе у организму са физиолошким стањима.	<ul style="list-style-type: none"> претварање енергије у процесима у организму зависно о животној доби претварање енергије у процесима у организму при физичком напору претварање енергије у процесима у организму током болести претварање енергије у процесима у организму зависно о условима у околини
Ц.1.1.3. Анализира процесе кружења супстанци, везања и претварања енергије на нивоу ћелије повезујући их са функционисањем организама. (БИО СШ Ц.3.1.)	Анализира основне метаболичке процесе на нивоу ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> повезивање реакција фотосинтезе са реакцијама ћелијског дисања фактори који потичу и смањују метаболичке процесе претварање енергије у процесима везаним уз АТФ повезаност делова ћелије с одвијањем процеса фотосинтезе и ћелијског дисања

ПОДРУЧЈЕ Ц. ЕНЕРГИЈА У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.1. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА НИВОУ ЋЕЛИЈЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.1.1. МЕТАБОЛИЧКИ ПРОЦЕСИ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Ц.1.1.4. Анализира принципе искоришћавања енергије на нивоу ћелије. (БИО СШ Ц.3.2.)	Анализира пренос супстанци кроз мембрану/мембраном с аспекта коришћења енергије.	<ul style="list-style-type: none"> енергетски пасивни процеси прелаза супстанци кроз мембрану као основа одвијања метаболичких реакција процеси прелаза супстанци кроз мембрану уз утрошак енергије енергетски ефект уз пролазак супстанци кроз мембрану с обзиром на процес преноса енергетски ефект уз пролазак супстанци кроз мембрану с обзиром на врсту супстанци која се преноси енергетски ефекат уз пролазак супстанци кроз мембрану с обзиром на ћелије које проводе процесе преноса енергетски процеси Na^+/K^+ пумпе
Ц.1.1.5. Расправља о искоришћавању енергије на различитим организацијским нивоима живог света. (БИО СШ Ц.4.2.)	Повезује активност гена и економично располагање енергијом.	<ul style="list-style-type: none"> улога ДНК при управљању енергетским процесима у организму
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.1.2. ПРОЦЕСИ ВЕЗАЊА ЕНЕРГИЈЕ И СИНТЕЗЕ БИОМОЛЕКУЛА		
Ц.1.2.1. Објашњава везање и претварање енергије у процесима кружења супстанци у биосфери повезујући их са животним условима и одржањем живота. (БИО СШ Ц.1.1.)	Објашњава примарну производњу у различитим екосистемима.	<ul style="list-style-type: none"> енергијске потребе аутотрофних организама узроци разлика у примарној производњи у различитим екосистемима и биомима
Ц.1.2.2. Објашњава протицање и претварање енергије на нивоу органских система и организма. (БИО СШ Ц.2.1.)	Објашњава улогу цијанобактерија у стварању аеробних услова на Земљи као предуслова за освајање копна.	<ul style="list-style-type: none"> услови за одвијање фотосинтезе код цијанобактерија у праокеанима и данас улога цијанобактерија у стварању метаболита различитих екосистема
	Повезује усложњавање грађе организама с аеробним животним условима.	<ul style="list-style-type: none"> услови за одвијање процеса синтезе биомолекула у аеробним и анаеробним условима организми који проводе процесе везања енергије повезаност грађе органела с одвијањем процеса фотосинтезе

ПОДРУЧЈЕ Ц. ЕНЕРГИЈА У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.1. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА РНИВОУ ЋЕЛИЈЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.1.2. ПРОЦЕСИ ВЕЗАЊА ЕНЕРГИЈЕ И СИНТЕЗЕ БИОМОЛЕКУЛА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Ц.1.2.3. Анализира процесе кружења супстанци, везања и претварања енергије на нивоу ћелије повезујући их с функционисањем организама. (БИО СШ Ц.3.1.)	Анализира основне метаболичке процесе на нивоу ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ процеси везања енергије с обзиром на реактанте и продукте ♦ реакције фотосинтезе ♦ упоређивање фотосинтезе и кemosинтезе ♦ облици у којима су биљци доступне главне минералне твари потребне за развитак биљке и њихове улоге у развоју биљке ♦ облици у којима су биљци доступни водоник, кисеоник, душак, угљеник, фосфор, сумпор и магнезиј ♦ улоге воде, угљеникова(IV) оксида и минералних твари за биљку ♦ примарне и секундарне реакције фотосинтезе ♦ утицај вањских чимбеника на интензитет фотосинтезе ♦ примарна производња у односу на интензитет фотосинтезе
Ц.1.2.4. Анализира процесе везања и претварања енергије током настанка живота на Земљи. (БИО СШ Ц.4.1.)	Ставља у однос аеробност и биоразноликост.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ упоређење енергетских потреба и распрострањења аеробних и анаеробних организама
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.1.3. ПРОЦЕСИ ОСЛОБАЂАЊА ЕНЕРГИЈЕ ИЗ БИОМОЛЕКУЛА И СИНТЕЗА АТР-А		
Ц.1.3.1. Објашњава везање и претварање енергије у процесима кружења супстанци у биосфери повезујући их са животним условима и одржањем живота. (БИО СШ Ц.1.1.)	Објашњава претварање конзумиране енергије код потрошача.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ енергијске потребе и извори енергије за хетеротрофне организме
Ц.1.3.2. Објашњава протицање и претварање енергије на нивоу органских система и организма. (БИО СШ Ц.2.1.)	Повезује усложњавање грађе организама с аеробним животним условима.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ делови анаеробних микроорганизама везаних уз функцију претварања енергије и процеси који се у њима одвијају ♦ сличности и разлике одвијања процеса уз помоћ којих аеробни организми долазе до енергије и делова њихова тела у којима се одвијају ти процеси
	Повезује телесну температуру с интензитетом метаболизма.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ интензитет метаболизма с обзиром на телесну температуру организма ♦ интензитет метаболизма с обзиром на активност организма

ПОДРУЧЈЕ Ц. ЕНЕРГИЈА У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.1. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА НИВОУ ЋЕЛИЈЕ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.1.3. ПРОЦЕСИ ОСЛОБАЂАЊА ЕНЕРГИЈЕ ИЗ БИОМОЛЕКУЛА И СИНТЕЗА АТР-А		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Ц.1.3.3. Анализира процесе кружења супстанци, везања и претварања енергије на нивоу ћелије повезујући их с функционисањем организма. (БИО СШ Ц.3.1.)	Упореджује искористивост хранљивих супстанци у анаеробним и аеробним процесима.	<ul style="list-style-type: none"> разлике ослобођене енергије из хранљивих супстанци у анаеробним и аеробним процесима
	Анализира основне метаболичке процесе на нивоу ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> процеси врења и услови у којима се одвијају гликолиза ћелијско дисање повезаност врења и гликолизе те врења и ћелијског дисања ослобађање хемијске енергије из АТР-а и њезино коришћење за животне процесе фактори који повећавају и смањују интензитет (стопа) ћелијског дисања искористивост АТР-а
	Описује улоге угљених хидрата, масти и протеина у организму.	<ul style="list-style-type: none"> улоге угљених хидрата, масти и протеина у организму
	Објашњава улогу хормона у располагању енергијом.	<ul style="list-style-type: none"> улога хормона у располагању енергијом
Ц.1.3.4. Анализира принципе искоришћавања енергије на нивоу ћелије. (БИО СШ Ц.3.2.)	Повезује искоришћавање енергије с околиним условима и бројем ћелијских творевина у различитим ћелијама.	<ul style="list-style-type: none"> повезаност искоришћавања енергије с развојном фазом, начином живота и условима у околини неког организма искоришћавање енергије с обзиром на околinsке услове
Ц.1.3.5. Расправља о искоришћавању енергије на различитим организацијским нивоима живог света. (БИО СШ Ц.4.2.)	Анализира биотехнолошки процес узимајући у обзир целокупни ефекат.	<ul style="list-style-type: none"> ферментација у производњи намирница
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.2. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА НИВОУ ОРГАНИЗМА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.2.1. УНОС СУПСТАНЦИ У ОРГАНИЗАМ		
Ц.2.1.1. Објашњава везање и претварање енергије у процесима кружења супстанци у биосфери повезујући их са животним условима и одржањем живота. (БИО СШ Ц.1.1.)	Објашњава претварање конзумиране енергије код потрошача.	<ul style="list-style-type: none"> доступност хране хетеротрофним организмима у промењеним условима
Ц.2.1.2. Објашњава протицање и претварање енергије на нивоу органских система и организма. (БИО СШ Ц.2.1.)	Упореджује начине исхране различитих организама.	<ul style="list-style-type: none"> енергетске потребе организма у зависности од начина живота и животних услова разлике у начину исхране бактерија

ПОДРУЧЈЕ Ц. ЕНЕРГИЈА У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.2. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА НИВОУ ОРГАНИЗМА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.2.1. УНОС СУПСТАНЦИ У ОРГАНИЗАМ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Ц.2.1.3. Упоређује енергијске потребе организама у различитим физиолошким стањима. (БИО СШ Ц.2.2.)	Повезује обрасце располагања енергијом са понашањем, начином живота и преживљавањем различитих организама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ потреба биљке за минералним тварима ♦ процеси располагања биљке водом, минералима и асимилатима ♦ доступност минералних твари аутотрофним организмима у промењеним условима ♦ специфични облици и енергетска учинковитост исхране биљака због услова станишта и начина живота
Ц.2.1.4. Анализира процесе кружења супстанци, везања и претварања енергије на нивоу ћелије повезујући их са функционисањем организама. (БИО СШ Ц.3.1.)	Анализира основне метаболичке процесе на разини ћелије.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ принцип измене гасова у плућима и на нивоу ћелија ♦ пренос гасова из алвеола у крв и из крви у ћелије и обрнуто ♦ фреквенција дисања организама у различитим климатским подручјима и под утицајем промене абиотичких чимбеника ♦ прерада и излучивање гасова у енергетским процесима организма током дисања
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.2.2. РАЗГРАДЊА ХРАЊИВИХ СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ		
Ц.2.2.1. Објашњава принципе искоришћавања енергије на нивоу екосистема с аспекта одрживог развоја. (БИО СШ Ц.1.2.)	Објашњава човеково понашање при коришћењу енергије уз илустрацију примерима.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ обновљиви и необновљиви извори енергије ♦ опасности и заштита при коришћењу апарата које покрећу различити енергенти
Ц.2.2.2. Објашњава протицање и претварања енергије на нивоу органских система и организма. (БИО СШ Ц.2.1.)	Упоређује начине исхране различитих организама.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ састојци хране који су извор енергије у организму и који изграђују организам ♦ искоришћавање хранљивих супстанци ♦ складиштење хранљивих супстанци ♦ базални и радни метаболизам
	Повезује телесну температуру с интензитетом метаболизма.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ утицај хомеотермије и поиклотермије на фреквенцију храњења, селекција хране и пробаву организама
Ц.2.2.3. Упоређује енергијске потребе организама у различитим физиолошким стањима. (БИО СШ Ц.2.2.)	Повезује искоришћавање енергије и одржавање хомеостазе у организму са физиолошким стањима.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ хемијска разградња хране уз пробавне жлезде ♦ разградња супстанци уз ензиме у излучевинама пробавних жлезда ♦ утицај неправилне функције поједине жлезде на пробаву и апсорпцију хранљивих супстанци ♦ структура, својства и улоге ензима

ПОДРУЧЈЕ Ц. ЕНЕРГИЈА У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.2. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА НИВОУ ОРГАНИЗМА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.2.2. РАЗГРАДЊА ХРАЊИВИХ СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Ц.2.2.4. Анализира процесе кружења супстанци, везања и претварања енергије на нивоу ћелије повезујући их са функционисањем организма. (БИО СШ Ц.3.1.)	Упореджује искористивост хранљивих супстанци у анаеробним и аеробним процесима.	<ul style="list-style-type: none"> • односи енергије на нивоу ћелије и јединке • прерада и излучивање супстанци у енергетским процесима организма током исхране • улога производа жлезда и жлезданих ћелија у пробави хране животињског организма • механизам рада бубрега и нефрона у зависности од енергетске активности организма
Ц.2.2.5. Анализира принципе искоришћавања енергије на нивоу ћелије. (БИО СШ Ц.3.2.)	Повезује искоришћавање енергије с околиним условима и бројем ћелијских творевина у различитим ћелијама.	<ul style="list-style-type: none"> • метаболизам организма у зависности од абиотичких фактора биотопа • повезаност бројности митохондрија с ослобађањем енергије у мишићним ћелијама
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.3. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА НИВОУ ЕКОСИСТЕМА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.3.1. КРУЖЕЊЕ СУПСТАНЦИ У ПРИРОДИ		
Ц.3.1.1. Објашњава везање и претварање енергије у процесима кружења супстанци у биосфери повезујући их са животним условима и одржањем живота. (БИО СШ Ц.1.1.)	Објашњава примарну производњу у различитим екосистемима.	<ul style="list-style-type: none"> • примарна и секундарна производња екосистема • најпродуктивнији екосистеми
	Објашњава протицање енергије екосистемом и кружење супстанци.	<ul style="list-style-type: none"> • повезаност супстанци и енергије у процесима протицања енергије екосистемом
	Анализира хранидбене односе у различитим екосистемима узимајући у обзир однос броја/биомасе чланова хранидбеног ланца/мреже/пирамиде.	<ul style="list-style-type: none"> • веза потребе за храном и енергетске потребе организма • енергетски утицај појединог члана хранидбеног ланца/хранидбене мреже на остале чланове • потрошња апсорбоване енергије на различитим нивоима хранидбене пирамиде
	Објашњава претварање конзумиране енергије код потрошача.	<ul style="list-style-type: none"> • улоге произвођача и потрошача у кружењу угљеника, воде и азота у природи • претварање енергије током пробаве • претварање енергије у живом свету
	Описује биогеохемијске циклусе угљеника, азота, фосфора и воде објашњавајући њихову важност.	<ul style="list-style-type: none"> • важност биогеохемијских циклуса воде, угљеника, кисеоника, азота и фосфора у различитим екосистемима

ПОДРУЧЈЕ Ц. ЕНЕРГИЈА У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.3. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА НИВОУ ЕКОСИСТЕМА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.3.1. КРУЖЕЊЕ СУПСТАНЦИ У ПРИРОДИ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Ц.3.1.2. Објашњава принципе искоришћавања енергије на нивоу екосистема с аспекта одрживог развоја. (БИО СШ Ц.1.2.)	Објашњава искоришћавање енергије у екосистему и биосфери.	<ul style="list-style-type: none"> искоришћавање енергије у различитим екосистемима улоге бактерија у кружењу азота у природи улога разлагача на примеру кружења угљеника и воде
	Повезује човеково понашање са концептом одрживог развоја.	<ul style="list-style-type: none"> смањивање, разврставање и рециклирање отпада те поновна употреба штедња енергије и енергената рационално коришћење извора воде и њихова заштита
Ц.3.1.3. Упоредије енергијске потребе организама у различитим физиолошким стањима. (БИО СШ Ц.2.2.)	Повезује искоришћавање енергије и одржавање хомеостазе у организму са физиолошким стањима.	<ul style="list-style-type: none"> механизми и прилагођености којима организми искоришћавају највише доступне енергије у различитим екосистемима
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.3.2. ИЗВОРИ ЕНЕРГИЈЕ ЗА ЖИВА БИЋА		
Ц.3.2.1. Објашњава везање и претварање енергије у процесима кружења супстанци у биосфери повезујући их са животним условима и одржањем живота. (БИО СШ Ц.1.1.)	Објашњава примарну производњу у различитим екосистемима.	<ul style="list-style-type: none"> примарна производња у различитим екосистемима
	Анализира хранидбене односе у различитим екосистемима узимајући у обзир однос броја/биомасе чланова хранидбеног ланца/мреже/пирамиде.	<ul style="list-style-type: none"> енергијски извори и производи дуж хранидбеног ланца/мреже/пирамиде у различитим екосистемима енергетске потребе организама у односу на доступну енергију у околини
Ц.3.2.2. Објашњава принципе искоришћавања енергије на нивоу екосистема с аспекта одрживог развоја. (БИО СШ Ц.1.2.)	Објашњава искоришћавање енергије у екосистему и биосфери.	<ul style="list-style-type: none"> веза енергетског режима организма с енергетским доприносом тога организма у екосистему
Ц.3.2.3. Упоредије енергијске потребе организама у различитим физиолошким стањима. (БИО СШ Ц.2.2.)	Повезује обрасце располагања енергијом с понашањем, начином живота и преживљавањем различитих организама.	<ul style="list-style-type: none"> здрава исхрана и производња хране складиштење и коришћење енергије код различитих организама у складу с променама годишњих доба складиштење и коришћење енергије код различитих организама који живе у различитим биомима способност организма за прилагођеност коришћења енергије зависно од доступних извора
Ц.3.2.4. Анализира принципе искоришћавања енергије на нивоу ћелије. (БИО СШ Ц.3.2.)	Повезује задружни начин живота и/или вишећелијску организованост с економичним искоришћавањем енергије.	<ul style="list-style-type: none"> предности коришћења енергије у задружном начину живота енергетска добробит организма уз вишећелијску организованост

ПОДРУЧЈЕ Ц. ЕНЕРГИЈА У ЖИВОМ СВЕТУ		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Ц.3. ИЗМЕНА СУПСТАНЦИ И ПРЕТВАРАЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА НИВОУ ЕКОСИСТЕМА		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Ц.3.2. ИЗВОРИ ЕНЕРГИЈЕ ЗА ЖИВА БИЋА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Ц.3.2.4. Анализира принципе искоришћавања енергије на нивоу ћелије. (БИО СШ Ц.3.2.)	Повезује нарушавање хомеостазе с потрошњом енергије.	<ul style="list-style-type: none"> нарушавање хомеостазе уз прекомерну потрошњу енергије у здравом стању и током болести
Ц.3.2.5. Анализира процесе везања и претварања енергије током постанка живота на Земљи. (БИО СШ Ц.4.1.)	Повезује хемијску еволуцију са доступном енергијом у праатмосфери.	<ul style="list-style-type: none"> услови почетка и одвијања хемијске еволуције
	Повезује настанак првих организама са доступном енергијом у праокеанима.	<ul style="list-style-type: none"> извори енергије за настанак живота
Ц.3.2.6. Расправља о искоришћавању енергије на различитим организацијским нивоима живог света. (БИО СШ Ц.4.2.)	Повезује активност гена и економично располагање енергијом.	<ul style="list-style-type: none"> активност гена у контроли одвијања процеса у организму
	Објашњава утицај биотехнологије на принос и економичност производње.	<ul style="list-style-type: none"> побољшање производње коришћењем организама, ћелија и њихових делова анализа побољшања омера утрошка енергије и реактанта у традицији припреме пива, вина и ферментиране хране
	Анализира биотехнолошки процес узимајући у обзир целокупни ефекат.	<ul style="list-style-type: none"> ефикасност технологије која се темељи на основи рекомбинантне ДНК начела одрживе производње и потрошње у биотехнологији

2.1.4. Разрада исхода подручја Д. Природонаучни приступ

Природонаучни приступ обухвата елементе природословне писмености и разумевање биологије као научне дисциплине која се темељи на описивању и тумачењу појава и процеса у живом свету те на експериментисању (табела 4.). Те су компетенције нужне савременом грађанину који у ситуацији изложености бројним и понекад контрадикторним или погрешним информацијама треба одлучити о властитим поступцима или просудити о поузданости података који су му на располагању. Стога се у овом подручју предвиђа испитивање способности примене начела и методологије научног истраживања, разумевања примене научних биолошких открића те разумевања етичности у биолошким истраживањима. Наведене компетенције развијају се кроз све четири године гимназијског образовања. Већина ће се задатака темељити на анализи примера, а део исхода прилагођен је испитима државне матуре те су исходи из курикулума Биологије наведени покрај прилагођених исхода у загради.

Данашњи опсежни фонд научних биолошких спознаја и тумачења живог света, представљен као научна мисао у биологији, резултат је истраживања бројних научника, а њихова открића и теорије полазишта су за даљња истраживања или су већ у непосредној примени на корист и добробит људи. Од ученика се очекује и познавање најважнијих биолошких открића и научника који су значајно придонели развоју биолошке науке (прилог 9.). Биолошка знања савременог грађанина не обухватају само познавање теорија и резултата истраживања, већ и познавање основних начела и правила научног истраживања те разумевање научне методологије и научно утемељеног закључивања. Неизоставан је део биолошког истраживања и разумевање етичности у истраживањима при чему је неопходно размотрити оправданост провођења истраживања на живим организмима, али исто тако и сагледати могуће последице човекова деловања на природне процесе као и утицај људских делатности на природне процесе уз указивање могућности смањења онечишћења.

Подручје *Д. Природословни приступ*, као основа за разумевање идеја и законитости о животу, неопходно се мора интегрисати барем с једним подручјем или више осталих подручја Биологије.

Табела 4. Приказ исхода подручја Д. Природонаучни приступ

ПОДРУЧЈЕ Д. ПРИРОДОНАУЧНИ ПРИСТУП		
ПОТПОДРУЧЈЕ I - Д.1. НАУЧНА МИСАО У БИОЛОГИЈИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II - Д.1.1. РАЗВОЈ НАУЧНЕ МИСЛИ ТОКОМ ИСТОРИЈЕ		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Д.1.1.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и описује развој научне мисли током историје (БИО СШ Д.1.1.)	Описује основна научна открића током прошлости важна за теме које обрађује стављајући их у историјски контекст.	<ul style="list-style-type: none">најважнија биолошка открића и научници који су значајно придонели развоју биолошке наукеисторијска важност примеранеког открића у биологији уз повезивање с тадашњим условима истраживања и постојећим знањимаулога науке и научника у формирању јавног мишљења
Д.1.1.2. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и развој научне мисли ставља у историјски контекст. (БИО СШ Д.2.1)		
Д.1.1.3. Примењује основна начела и методологију научног истраживања критички просуђујући резултате и описује последице развоја научне мисли током историје. (БИО СШ Д.3.1.)	Описује значајна открића у историји биологије стављајући их у историјски-социјално-економски контекст уз истицање последица открића која су променила парадигму науке.	<ul style="list-style-type: none">повезаност значајних открића у историји биологије с тадашњим историјско-социјално-економским контекстомпоследице открића које су промениле парадигму науке
Д.1.1.4. Примењује основна начела и методологију научног истраживања критички просуђујући резултате и анализира последице развоја научне мисли током историје. (БИО СШ Д.4.1.)	Расправља о природонаучном погледу који подразумева да у природи постоје узрочно-последичне везе те да су природне појаве објашњиве и предвидљиве, али и да су научна објашњења, теорије и модели подложни променама и надопунама.	
ПОТПОДРУЧЈЕ I - Д.2. ИСТРАЖИВАЊЕ У БИОЛОГИЈИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II - Д.2.1. МЕТОДОЛОГИЈА БИОЛОШКИХ ИСТРАЖИВАЊА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Д.2.1.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и описује развој научне мисли током историје. (БИО СШ Д.1.1.)	Демонстрира посматрање и прикупљање података на темељу којих доноси закључке. (Прикупља податке уз доношење закључака током учења и поучавања).	<ul style="list-style-type: none">описивање посматрања на примеру слике или сликовног следаиздвајање значајних података из текста. слике / сликовног следа или описа посматрања уз доношење закључкаприпремање табличног или графичког приказа података као основе за доношење закључка
Д.2.1.2. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и развој научне мисли ставља у историјски контекст. (БИО СШ Д.2.1.)		

ПОДРУЧЈЕ Д. ПРИРОДОНАУЧНИ ПРИСТУП		
ПОТПОДРУЧЈЕ I - Д.2. ИСТРАЖИВАЊЕ У БИОЛОГИЈИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II - Д.2.1. МЕТОДОЛОГИЈА БИОЛОШКИХ ИСТРАЖИВАЊА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
<p>Д.2.1.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и описује развој научне мисли током историје. (БИО СШ Д.1.1.)</p> <p>Д.2.1.2. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и развој научне мисли ставља у историјски контекст. (БИО СШ Д.2.1.)</p>	Поставља хипотезу уз помоћ предлошка разликујући зависну и независну варијаблу уз дефинисање циљева истраживања.	<ul style="list-style-type: none"> • одређивање циља истраживања на темељу описа примера • постављање хипотезе за истраживање према опису примера • одређивање варијабле за провођење истраживања према постављеној хипотези, циљу истраживања или опису посматрања или запажања
	Селекционира примерену методологију и врсте узорака према постављеним циљевима правилно селекционирајући контролне групе и / репликатне (поновљене) узорке у истраживању.	<ul style="list-style-type: none"> • примереност и научна коректност предложене методологије према постављеном циљу истраживања • исправна селекција контролне групе и /или репликатних(поновљених) узорака уз пример истраживања • сврха и важност примене репликатних(поновљених) узорака и контролних узорака
	Селекционира примерене методе за прикупљање и приказ података.	<ul style="list-style-type: none"> • аргументовање оправданости примењене научне методологије на једноставном примеру истраживања. • процена исправности селекције и коришћења опреме на једноставном примеру истраживања • разлог примене сигурносних мера при мерењу и истраживању
	Објашњава исправну примену протокола и коришћење опреме потребне за извођење истраживања. (Сакупља податке следећи кораке у протоколу уз правилно коришћење опреме потребне за извођење истраживања.)	<ul style="list-style-type: none"> • препознавање погрешака у примени протокола за извођење истраживања према постављеном циљу истраживања • потребна опрема за извођење истраживања према постављеном циљу истраживања • исправна и погрешна примена истраживачке опреме

ПОДРУЧЈЕ Д. ПРИРОДОНАУЧНИ ПРИСТУП		
ПОТПОДРУЧЈЕ I - Д.2. ИСТРАЖИВАЊЕ У БИОЛОГИЈИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II - Д.2.1. МЕТОДОЛОГИЈА БИОЛОШКИХ ИСТРАЖИВАЊА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
<p>Д.2.1.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и описује развој научне мисли током историје. (БИО СШ Д.1.1.)</p> <p>Д.2.1.2. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и развој научне мисли ставља у историјски контекст. (БИО СШ Д.2.1.)</p>	Обрађује резултате истраживања.	<ul style="list-style-type: none"> обрада и приказивање података и резултата истраживања на једноставном примеру графички приказ и интерпретација табличних података истраживања за потребе доношења закључка
	Представља добивене резултате на основи којих доноси примерене закључке.	<ul style="list-style-type: none"> опис резултата истраживања на једноставном примеру упореда резултата истраживања с резултатима другог истраживања на једноставном примеру доношење закључка на темељу интерпретације, описа и табличног или графичког приказа резултата истраживања селекција предочених података који подупиру закључак
	Процењује поуздане литературне изворе уз њихово исправно навођење. (Користи се поузданим литературним изворима уз њихово правилно навођење.)	<ul style="list-style-type: none"> процењивање поузданости литературних извора на примеру препознавање исправно и неисправно цитираних извора у попису литературних извора издвајање аутора и цитата који потврђују или оповргавају закључак исправно цитирање извора уз чланак у односу на пример резултата и његову интерпретацију
<p>Д.2.1.3. Примењује основна начела и методологију научног истраживања критички просуђујући резултате и описује последице развоја научне мисли током историје. (БИО СШ Д.3.1.)</p> <p>Д.2.1.4. Примењује основна начела и методологију научног истраживања критички просуђујући резултате и анализира последице развоја научне мисли током историје. (БИО СШ Д.4.1.)</p>	Креира нацрт истраживања процењујући примереност и научну коректност предложене методологије.	<ul style="list-style-type: none"> образлагање важности проверљивости и поновљивости истраживања на примеру разрађивање једноставног нацрта истраживања према заданим елементима

ПОДРУЧЈЕ Д. ПРИРОДОНАУЧНИ ПРИСТУП		
ПОТПОДРУЧЈЕ I – Д.2. ИСТРАЖИВАЊЕ У БИОЛОГИЈИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II – Д.2.1. МЕТОДОЛОГИЈА БИОЛОШКИХ ИСТРАЖИВАЊА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
<p>Д.2.1.3. Примењује основна начела и методологију научног истраживања критички просуђујући резултате и описује последице развоја научне мисли током историје. (БИО СШ Д.3.1.)</p> <p>Д.2.1.4. Примењује основна начела и методологију научног истраживања критички просуђујући резултате и анализира последице развоја научне мисли током историје. (БИО СШ Д.4.1.)</p>	Обрађује податке уз одговарајућу квалитативну и квантитативну анализу.	<ul style="list-style-type: none"> разликовање квалитативне и квантитативне анализе на примеру образлагање потребе провођења квалитативне или квантитативне анализе за предочени сет података једноставна квалитативна или квантитативна анализа предочених података
	Расправља о приказаним и описаним резултатима уз доношење аргументованих закључака.	<ul style="list-style-type: none"> демонстрација расправе на примеру документованих описа претходних истраживања демонстрација расправе на примеру приказаних и описаних резултата уз доношење аргументованих закључака
	Процењује различите литературне изворе, расправља о добивеним резултатима у односу на њих и правилно их цитира.	<ul style="list-style-type: none"> процењивање поузданости литературних извора на примеру препознавање исправно и неисправно цитираних извора у попису литературних извора издвајање аутора и цитата који потврђују или оповргавају закључак исправно цитирање извора уз чланак у односу на пример резултата и његову интерпретацију
	Процењује једноставна истраживања и њихову презентацију. (Вреднује своја истраживања и истраживања других ученика уз презентацију у усменом и писменом облику.	<ul style="list-style-type: none"> примењивање понуђених критеријума за процену провођења или представљања дела једноставног истраживања

ПОДРУЧЈЕ Д. ПРИРОДОНАУЧНИ ПРИСТУП		
ПОТПОДРУЧЈЕ I - Д.2. ИСТРАЖИВАЊЕ У БИОЛОГИЈИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II - Д.2.2. ЕТИКА У БИОЛОШКИМ ИСТРАЖИВАЊИМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Д.2.2.1. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима. (БИО СШ Д.1.2.)	Расправља о оправданости истраживања на живим организмима.	<ul style="list-style-type: none"> • однос оправданости истраживања на живим организмима и добробит организама с обзиром на резултате истраживања у приказаном примеру • важност строгог придржавања етичности при поступању с угроженим или заштићеним врстама • оправданост научних истраживања • аргументовање позитивних и негативних аспеката човекове интервенције у природи • супротстављање добробити интервенције у природи за човека и за екосистем • потреба деловања човека на примеру стања у биоценози
Д.2.2.2. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима. (БИО СШ Д.2.2.)		
Д.2.2.3. Аргументује различита мишљења о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени резултата биолошких открића у свакодневном животу савременог човека уз доношење одлука о властитим поступањима повезаним с њиховом применом. (БИО СШ Д.3.2.)		
Д.2.2.4. Аргументује различита мишљења о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени резултата биолошких открића у свакодневном животу савременог човека уз доношење одлука о властитим поступањима повезаним с њиховом применом. (БИО СШ Д.4.2.)		

ПОДРУЧЈЕ Д. ПРИРОДОНАУЧНИ ПРИСТУП		
ПОТПОДРУЧЈЕ I - Д.2. ИСТРАЖИВАЊЕ У БИОЛОГИЈИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II - Д.2.2. ЕТИКА У БИОЛОШКИМ ИСТРАЖИВАЊИМА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Д.2.2.1. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима. (БИО СШ Д.1.2.)	Критички интерпретише преношење и тумачење научне информације у средствима јавног саопштавања.	<ul style="list-style-type: none"> веродостојност различитих литературних извора и начин приказивања информација упореда веродостојности преноса информација у медијима према закључцима и подацима истраживања издвајање тачних и нетачних информација из медија на примеру могуће последице погрешно интерпретованог научног податка на примеру
Д.2.2.2. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима. (БИО СШ Д.2.2.)		<ul style="list-style-type: none"> међусобна повезаност природних заједница и човечанства током прошлости међусобна повезаност природних заједница и човечанства у савременом друштву последице за природне заједнице и човечанство уз примере непоштовања природних законитости и међуодноса
Д.2.2.3. Аргументује различита мишљења о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени резултата биолошких открића у свакодневном животу савременог човека уз доношење одлука о властитим поступањима повезаним с њиховом применом. (БИО СШ Д.3.2.)	Расправља о међусобној повезаности природних заједница и човечанства анализирајући важност успостављања стања у природи за личну и општу добробит.	<ul style="list-style-type: none"> друштвена добробит од неког биолошког открића значај одговорности у провођењу истраживања, примени открића и коришћењу технологијама позитивни и негативни аспекти примера коришћења технологије који може утицати на околину или човека позитивни и негативни аспекти коришћења биљних хормона при узгоју биљака за исхрану
Д.2.2.4. Аргументује различита мишљења о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени резултата биолошких открића у свакодневном животу савременог човека уз доношење одлука о властитим поступањима повезаним с њиховом применом. (БИО СШ Д.4.2.)	Анализира примену биолошких открића у свакодневном животу.	

ПОДРУЧЈЕ Д. ПРИРОДОНАУЧНИ ПРИСТУП		
ПОТПОДРУЧЈЕ I - Д.2. ИСТРАЖИВАЊЕ У БИОЛОГИЈИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II - Д.2.3. ПРИМЕНА БИОЛОШКИХ ИСТРАЖИВАЊА И ОТКРИЋА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Д.2.3.1. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима. (БИО СШ Д.1.2.)	Објашњава важност поштовања ауторских права расправљајући о одговорности научника и целокупног друштва при коришћењу резултатима биолошких открића.	<ul style="list-style-type: none"> неетичко понашање везано уз признавање истраживања других аутора важност и одговорност сваког истраживача за цитирање резултата других аутора и проведених истраживања у њиховом раду значај одговорности у провођењу истраживања, примени открића и коришћењу технологијама одговорност научника и целокупног друштва у примени резултата истраживања уз примере лоших одлука током прошлости
Д.2.3.2. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима. (БИО СШ Д.2.2.)		<ul style="list-style-type: none"> биоразличитости и вредности екосистема анализа природне различитости и препознавање вруће тачке ефект стакленика и глобално затопљавање, киселе кише и озонске рупе
Д.2.3.3. Аргументује различита мишљења о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени резултата биолошких открића у свакодневном животу савременог човека уз доношење одлука о властитим поступањима повезаним с њиховом применом. (БИО СШ Д.3.2., БИО СШ Д.4.2.)	Објашњава утицај људских делатности на природне процесе и могућности смањења онечишћења. (Преиспитује утицај људских делатности на природне процесе и могућности смањења онечишћења.)	<ul style="list-style-type: none"> утицај људске делатности на глобалне промене и процесе уз климатске промене одрживо коришћење природних ресурса и могућност одрживог господарења начини и важност збрињавања и рециклаже отпада препознавање могућег смањења онечишћења у непосредној околини или на глобалној разини на описаном примеру
	Аргументује могућност избора лечења и важност едукације о превенцији различитих болести те одговорност за лично здравље, али и здравље своје деце или осталих људи у својој околини.	<ul style="list-style-type: none"> аргументовање избора лечења узевши у обзир социоекономски статус на описаном примеру образлагање важности едукације у превенцији болести на описаном примеру

ПОДРУЧЈЕ Д. ПРИРОДОНАУЧНИ ПРИСТУП		
ПОТПОДРУЧЈЕ I - Д.2. ИСТРАЖИВАЊЕ У БИОЛОГИЈИ		
ПОТПОДРУЧЈЕ II - Д.2.3. ПРИМЕНА БИОЛОШКИХ ИСТРАЖИВАЊА И ОТКРИЋА		
ОБРАЗОВНИ ИСХОДИ ИЗ КУРИКУЛУМА	РАЗРАДА ОБРАЗОВНИХ ИСХОДА	САДРЖАЈНА ОСНОВА И СМЕРНИЦЕ ЗА УЧЕЊЕ
Д.2.3.1. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима. (БИО СШ Д.1.2.)	Објашњава важност личне одговорности и деловања за одрживи развој.(Процењује важност личне одговорности и деловања за одрживи развој.)	<ul style="list-style-type: none"> ♦ еколошки отисак и важност личне одговорности за одрживо поступање у домаћинству и локалној заједници с обзиром на еколошки отисак ♦ важност успостављања уравнотеженог стања у природи за личну и општу добробит ♦ последице промена у екосистему или људској популацији на примеру ♦ важност успостављања уравнотеженог стања у природи за личну и општу добробит
Д.2.3.2. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима. (БИО СШ Д.2.2.)		<ul style="list-style-type: none"> ♦ последице и утицај историјских примера епидемија или пандемија на људско друштво ♦ могуће последице болести организама за екосистем и/или човека
Д.2.3.3. Аргументује различита мишљења о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени резултата биолошких открића у свакодневном животу савременог човека уз доношење одлука о властитим поступањима повезаним с њиховом применом. (БИО СШ Д.3.2., БИО СШ Д.4.2.)	Објашњава на примерима утицај болести на популације и људско друштво током историје.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ оправданост примене алтернативних начина заштите здравља у односу на медицинску помоћ ♦ одговорно коришћење лекова ♦ важност примереног понашања у случају болести или у изванредним околностима

3. СТРУКТУРА ИСПИТА

Испит државне матуре из Биологије садржи 55 задатка, а од тога је 40 задатака затвореног типа који доносе 50% могућих бодова и 15 задатака отвореног типа који такођер доносе 50% могућих бодова. Структура испита према подручјима испитивања, заступљеност когнитивних разина у испиту и структура испита државне матуре из Биологије према броју задатака приказани су у табелама 5., 6. и 7.

Табела 5. Структура испита према подручјима испитивања и образовним исходима

ПОДРУЧЈЕ	ОБРАЗОВНИ ИСХОД
А. Организованост живог света	БИО СШ А.1.1. Упоредије промену сложености различитих организацијских разина биосфере те примењује начела класификације живог света.
	БИО СШ А.2.1. Повезује појаву нових својстава с променом сложености организацијских разина у организму.
	БИО СШ А.2.2. Упоредије специфичности грађе појединих организама повезујући их с развојним стаблом живог света.
	БИО СШ А.3.1. Повезује појаву нових својстава с усложњавањем ћелије објашњавајући специјализацију ћелија у сложенијим системима.
	БИО СШ А.4.1. Објашњава молекуларну основу живог света.
Б. Процеси и међузависности у живом свету	БИО СШ Б.1.1. Упоредије прилагођености организама с обзиром на абиотичке и биотичке услове околине на примеру завичајног екосистема.
	БИО СШ Б.1.2. Анализира одржавање уравнотеженог стања у природи повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем.
	БИО СШ Б.1.3. Упоредије прилагођености организама на специфичне животне услове.
	БИО СШ Б.2.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама.
	БИО СШ Б.2.2. Упоредије животне циклусе организама.
	БИО СШ Б.2.3. Упоредије прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи.
	БИО СШ Б.3.1. Анализира регулацијске механизме одржавања хомеостазе на разини ћелије и организма.
	БИО СШ Б.3.2. Анализира последице нарушавања хомеостазе.
	БИО СШ Б.3.3. Анализира животне циклусе ћелија повезујући их с током живота организма.
	БИО СШ Б.3.4. Анализира еволуцијско усложњавање ћелија с обзиром на начин њиховог функционисања.
	БИО СШ Б.4.1. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразличитост повезујући властито понашање и одговорност с одрживим развојем.
	БИО СШ Б.4.2. Објашњава животне процесе на молекуларној разини.
	БИО СШ Б.4.3. Анализира утицај променљивих животних услова на еволуцију.
	БИО СШ Б.4.4. Анализира утицај промена у животним условима на еволуцију.
Ц. Енергија у живом свету	БИО СШ Ц.1.1. Објашњава везање и претварање енергије у процесима кружења супстанци у биосфери повезујући их са животним условима и одржањем живота.
	БИО СШ Ц.1.2. Објашњава принципе искоришћавања енергије на разини екосистема с аспекта одрживог развоја.
	БИО СШ Ц.2.1. Објашњава протицање и претварање енергије на разини органских система и организма.
	БИО СШ Ц.2.2. Упоредије енергијске потребе организама у различитим физиолошким стањима.

Ц. Енергија у живом свету	БИО СШ Ц.3.1. Анализира процесе кружења супстанци, везања и претварања енергије на разини ћелије повезујући их с функционисањем организма.
	БИО СШ Ц.3.2. Анализира принципе искоришћавања енергије на разини ћелије.
	БИО СШ Ц.4.1. Анализира процесе везања и претварања енергије током постанка живота на Земљи.
	БИО СШ Ц.4.2. Расправља о искоришћавању енергије на различитим организацијским разинама живог света.
Д. Природонаучни приступ	БИО СШ Д.1.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и описује развој научне мисли током историје.
	БИО СШ Д.1.2. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима.
	БИО СШ Д.2.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и развој научне мисли ставља у историјски контекст.
	БИО СШ Д.2.2. Расправља о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени биолошких открића уз доношење одлука о властитим поступањима.
	БИО СШ Д.3.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања критички просуђујући резултате и описује последице развоја научне мисли током историје.
	БИО СШ Д.3.2. Аргументује различита мишљења о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени резултата биолошких открића у свакодневном животу савременог човека уз доношење одлука о властитим поступањима повезаним с њиховом применом.
	БИО СШ Д.4.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања критички просуђујући резултате и анализира последице развоја научне мисли током историје.
	БИО СШ Д.4.2. Аргументује различита мишљења о етичким питањима у биолошким истраживањима и примени резултата биолошких открића у свакодневном животу савременог човека уз доношење одлука о властитим поступањима повезаним с њиховом применом.

Табела 6. Заступљеност когнитивних разина у испиту државне матуре из Биологије

КОГНИТИВНЕ РАЗИНЕ	
Прва когнитивна разина (препознавање, навођење)	30 %
Друга когнитивна разина (разумевање)	60 %
Трећа когнитивна разина (примена усвојеног знања)	10 %
УКУПНО	100 %

Табела 7. Структура испита према броју задатака

ВРСТА ЗАДАКА	БРОЈ ЗАДАКА	БРОЈ БОДОВА ПО ЗАДАЦИУ	УКУПАН БРОЈ БОДОВА
Задаци затвореног типа	40	1	40
Задаци отвореног типа	5	2	10
	10	3	30

У испиту државне матуре из Биологије могуће је остварити укупно **80 бодова**.

4. ТЕХНИЧКИ ОПИС ИСПИТА

Технички опис испита подразумева трајање испита, изглед и начин решавања те прибор за решавање испита.

4.1. ТРАЈАЊЕ ИСПИТА

Временик спровођења испита објављен је на мрежној страници Националног центра за вањско вредновање образовања (www.ncvvo.hr).

4.2. ИЗГЛЕД ИСПИТА И НАЧИН РЕШАВАЊА

Кандидат добија сигурносну кесицу у којој се налазе сви испитни материјали.

Важно је пажљиво прочитати текст општих упута и текст упута за решавање задатака и означавање тачних одговора.

Примери упута за решавање појединих врста задатака налазе се у поглављу *Примери задатака*.

Кандидатима ће при решавању задатака бити доступне све додатне информације потребне за решавање задатака. Како би успешно решили задатке, неопходно је применити уобичајене принципе решавања задатака или користити се уобичајеним алатима и кратицама те меморисати само најважније примере. Забрањено је потписати се пуним именом и презименом.

Пример дихотомског кључа приказан је у прилогу 1, а облик, нерватура и рубови листова потребних за служење дихотомским кључем за одређивање врста дрвећа приказани су у прилогу 2. У задацима ће бити коришћени и други примери дихотомских кључева, али ће кандидатима бити увек доступне све информације потребне за решавање задатка.

У прилогу 3. хронолошки су наведене најважније особе познате по својим истраживањима у подручју биологије и заслужне за њезин развој. Кандидати би требали познавати њихова имена и њихов допринос развоју биологије. Није потребно памтити имена, већ само презимена и оквирно временско раздобље. Попис заразних болести и њихових узрочника којима се кандидати требају користити при решавању задатка наведен је у прилогу 4., а сви остали подаци биће, према потреби, додани уз поједини задатак. При решавању задатака из генетике кандидати се требају користити ознакама наведеним у прилогу 5.

4.3. ПРИБОР

Током писања испита допуштено је употребљавати искључиво хемијску оловку којом се пише плавом или црном бојом. Такође, допуштено је коришћење оловке и гумице за цртање графова у испитној кеижици и решавање задатака на листовима за концепт. Све додатне информације (нпр. табела кодона за аминокиселине) биће према потреби приложене уз испит.

5. ОПИС БОДОВАЊА

У испиту је могуће остварити укупно **80 бодова**.

У задацима затвореног типа (задачи вишеструког избора) кандидат мора означити тачне одговоре знаком **X** на листу за одговоре, а сваки тачан одговор доноси **1 бод**. Ако кандидат означи више од једног одговора, задатак ће се бодовати с **0 (нула) бодова** без обзира на то шта је међу означенима и тачан одговор. У задацима отвореног типа (задачи кратког одговора и допуњавања) кандидат мора уписати садржај који недостаје на предвиђено место у испитној књижици. Опис бодовања према врсти задатака приказан је у табели 8. Задачи у којима се од кандидата тражи познавање тачног појма и његово објашњење бодују се једним бодом.

Ако кандидат погрешно, треба да прецрта нетачан одговор, стави га у заграду, напише тачан одговор и стави параф (искључиво скраћени потпис, а не пуно име и презиме) поред тачног одговора.

Табела 8. Опис бодовања према врсти задатака

ВРСТА ЗАДАТАКА	ОПИС БОДОВАЊА
Задачи вишеструког избора (1 бод)	1 бод – тачан одговор 0 бодова – нетачан одговор или није означен одговор или су означена два или више одговора
Задачи кратког одговора и задачи допуњавања (1 бод)	1 бод – тачан одговор 0 бодова – нетачан одговор или није наведен одговор

Расподела бодова у испиту према подручју испитивања приказана је у табели 9.

Табела 9. Расподела бодова у испиту према подручју испитивања

ПОДРУЧЈЕ	БРОЈ БОДОВА
А. Организованост живог света	12
Б. Процеси и међузависности у живом свету	50
Ц. Енергија у живом свету	13
Д. Природонаучни приступ	5

5.1. ВРЕДНОВАЊЕ ПРВОГ ДЕЛА ИСПИТНЕ КЊИЖИЦЕ

Први део испитне књижице састављен је од **40** задатака затвореног типа (вишеструког избора). Сваки тачно означен одговор на листу за одговоре у задацима затвореног типа (вишеструког избора) доноси **1 бод**. Успешним решавањем прве испитне целине кандидат може остварити максимално **40 бодова** (табела 7).

5.2. ВРЕДНОВАЊЕ ДРУГОГ ДЕЛА ИСПИТНЕ КЊИЖИЦЕ

Други део испитне књижице садржи **15** задатака отвореног типа (задаци кратког одговора и задаци допуњавања). Пет тачно решених задатака доноси по **2 бода**, а **10** задатака по **3 бода**. Успешним решавањем другог дела испитне књижице кандидат може остварити максимално **40 бодова** (табела 7).

6. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА

У овом су поглављу наведени примери задатака. Уз сваки пример задатка наведени су упута за решавање задатка, образовни исход који се тим задатком испитује, предвиђена тежина задатка, врста знања коју задатак проверава (репродукција, разумевање и примена знања, решавање проблема) те тачан одговор.

6.1. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА ЗАТВОРЕНОГ ТИПА (ВИШЕСТРУКОГ ИЗБОРА)

Задатак затвореног типа (вишеструког избора) састоји се од упуте (у којој је описан начин решавања задатка и која је заједничка за све задатке тога типа у низу), основе (у којој је постављен задатак) те четири понуђена одговора од којих је један тачан. Понуђени задаци могу садржавати и уводни садржај у облику краћег текста, скице, схеме, дијаграма, цртежа или графичког приказа.

Упута за решавање задатака затвореног типа (вишеструког избора) гласи:

У следећим задацима од више понуђених одговора само је **један** тачан.

Тачне одговоре морате означити знаком X на листу за одговоре.

Тачан одговор доноси један бод.

Задаци:

1. Одаберите исправно поредане ћелијске творевине развијене биљне ћелије према величини од најмање према највећој.

- A. вакуола – рибозом – хлоропласт – једро
- B. рибозом – хлоропласт – једро – вакуола
- C. једро – вакуола – рибозом – хлоропласт
- D. хлоропласт – једро – вакуола – рибозом

A

B

C

D

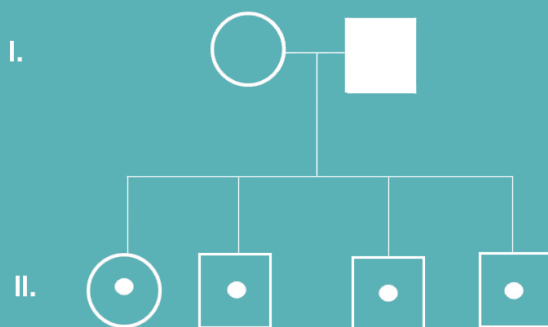
Образовни исход: A.1.2.1. Повезује појаву нових својстава с усложњавањем ћелије објашњавајући специјализацију ћелија у сложенијим системима. (БИО СШ A.3.1.)

ЛАГАН

Разрада исхода: Повезује грађу и улоге ћелијских делова.

репродукција
знања

2. Пажљиво посматрајте слику која приказује родословно стабло у којем се прати наслеђивање једне особине човека.



Simboli koji se upotrebljavaju za izradu rodoslovlja

	ŽENA		OBOJELA ŽENA
	MUŠKARAC		OBOJELI MUŠKARAC
	NOSITELJ / NOSITELJICA		BIOLOŠKI RODITELJI

На којем се хромозому или хромозомима налазе алели одговорни за наслеђивање у наведеном примеру?

A. на полном X хромозому оца

B. на полним хромозомима мајке и оца

C. на телесним хромозомима мајке

D. на телесним хромозомима мајке и оца

A

B

C

D

Образовни исход: Б.4.1.3. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

Разрада исхода: Објашњава наследну варијабилност организама примењујући Менделове законе.

разумевање
и примена
знања

3. У родилишту су случајно замењене две бебе. Пажљиво посматрајте слику која приказује резултате анализе узорка ДНК добивених електрофорезом.



Анализирани су узорци ДНК обе бебе и оба пара родитеља. Којем је детету придружен одговарајући родитељски пар?

- A. Дете **K** припада мајци **E** и оцу **H**.
- B. Дете **K** припада мајци **F** и оцу **G**.
- C. Дете **M** припада мајци **E** и оцу **G**.
- D. Дете **M** припада мајци **F** и оцу **H**.

A

B

C

D

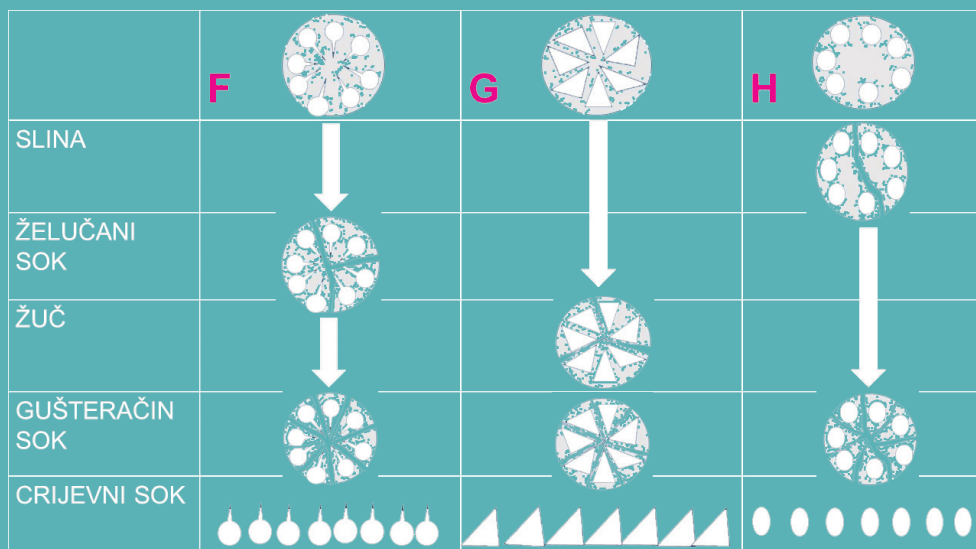
Образовни исход: Б.4.2.3. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)

ЛАГАН

Разрада исхода: Анализира промене нанивоу гена (мутације), грађе и броја хромозома.

разумевање
и примена
знања

4. Пажљиво посматрајте слику која приказује разградњу хранљивих супстанци у пробавном систему. Словима **F**, **G** и **H** означене су различите врсте макромолекула које се деловањем пробавних ензима постепено разграђују на једноставнија једињења.



Која је хранљива супстанца означена на слици словом **H**?

- A.** шкроб
- B.** маст
- C.** протеин
- D.** нуклеинска киселина

A

B

C

D

Образовни исход: Б.3.6.1. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама. (БИО СШ Б.2.1.)

ЛАГАН

Разрада исхода: Повезује усклађеност рада ткива, органа и органских система с одржавањем хомеостазе на примеру биљног и животињског/људског организма.

разумевање
и примена
знања

5. У пустињи је посматран хранидбени ланац који сачињавају четири карике на четири трофичка нивоа. У табели су наведени процентни удели масе појединих чланова у хранидбеном ланцу.

ВРСТА	УДИО МАСЕ У ХРАНИДБЕНОМ ЛАНЦУ/ПИРАМИДИ (%)
Vrsta E	0,09
Vrsta F	0,91
Vrsta G	9
Vrsta H	90

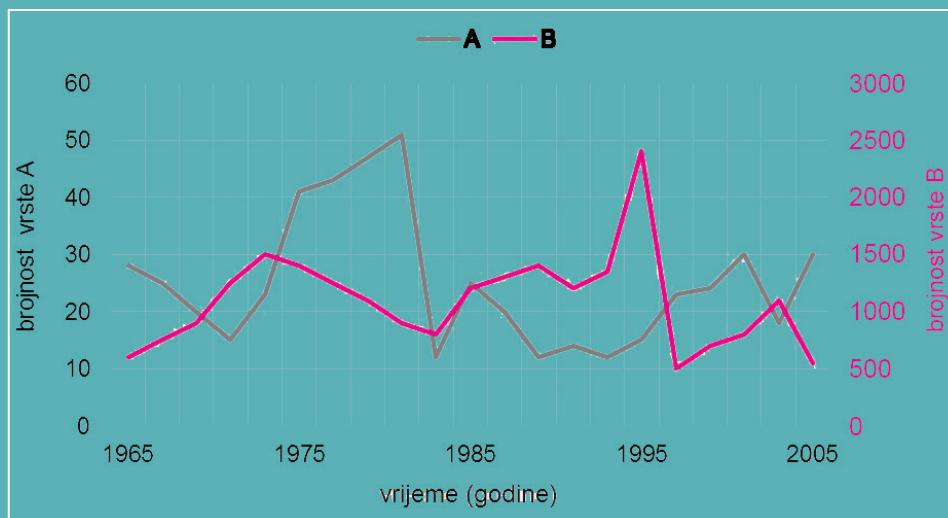
Која је тврдња тачна за приказану табелу?

A. Врста G је потрошач I. реда и њом се храни врста F .	A
B. Врста F је потрошач II. реда и њом се храни врста G .	B
C. Врста G је потрошач II. реда и храни се врстом H .	C
D. Врста F је потрошач I. реда и храни се врстом E .	D
Образовни исход: Ц.3.1.1. Објашњава везање и претварање енергије у процесима кружења супстанци у биосфери повезујући их са животним условима и одржањем живота. (БИО СШ Ц.1.1.)	СРЕДЊЕ ТЕЖАК
Разрада исхода: Анализира хранидбене односе у различитим екосистемима узимајући у обзир однос броја/биомасе чланова хранидбеног ланца/мреже/пирамиде.	разумевање и примена знања

6. Шта је од наведеног разлог проглашења Плитвичких језера националним парком?

A. седрене баријере	A
B. вегетација црног бора	B
C. ксерофитна вегетација песковитог тла	C
D. простор за гнежђење птица мочварица	D
Образовни исход: Б.4.1.2. Анализира човеков утицај на одржавање и нарушавање уравнотеженог стања у природи и на биоразноликост повезујући властито понашање и одговорност са одрживим развојем. (БИО СШ Б.4.1.)	ЛАГАН
Разрада исхода: Утврђује човекову одговорност у одржавању уравнотеженог стања у природи и очувању биоразноликости.	репродукција знања

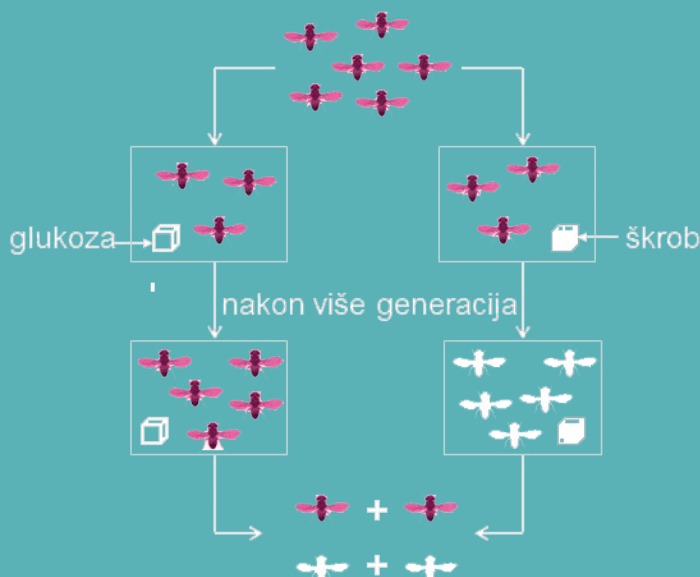
7. Пажљиво посматрајте слику која приказује бројност животињске врсте **A** и животињске врсте **B** током 40 година.



У каквом је еколошком односу врста **A** према врсти **B**?

A. у симбиотском	A
B. у паразитском	B
C. у комензалском	C
D. у предаторском	D
Образовни исход: Б.2.1.1. Упореджује прилагођења организама с обзиром на абиотичке и биотичке услове околине на примеру завичајног екосистема. (БИО СШ Б.1.1.)	СРЕДЊЕ ТЕЖАК
Разрада исхода: Упореджује деловање абиотичких и биотичких фактора на развој и преживљавање организама.	разумевање и примена знања

8. Пажљиво посматрајте слику која приказује један еволуцијски процес који се односи на мушице храњене различитом храном.



Која је од наведених последица доказана приказаним процесом?

A. смањена репродуктивна способност новонасталих јединки	A
B. међусобна географска изолација новонасталих популација мушица	B
C. репродуктивна изолација јединки које су изворно припадале истој врсти	C
D. слаба прилагођеност јединки исте врсте новонасталим условима околине	D
Образовни исход: Б.5.1.6. Анализира утицај променљивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)	СРЕДЊЕ ТЕЖАК
Разрада исхода: Расправља о факторима еволуције и њиховим последицама.	разумевање и примена знања

9. Одаберите тачну тврдњу везану за удисај и издисај.

A. При удисају због нижег притиска у плућима ваздух улази и испуњава алвеоле.	A
B. При удисају због вишег притиска у плућима ваздух улази и испуњава алвеоле.	B
C. При издисају због контракција мишића ваздух излази из тела.	C
D. При издисају се мишићима и ошито активно потискује ваздух из плућа.	D
Образовни исход: Б.2.1.2. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама. (БИО СШ Б.2.1.)	СРЕДЊЕ ТЕЖАК
Разрада исхода: Упоредије принципе одржавања хомеостазе у једноћелијским и вишећелијским организмима.	репродукција знања

10. Научним је истраживањем проучавано деловање једне врсте антибиотика на преживљавање бактерије *E. coli* на одређеној хранљивој подлози. Која је од наведених варијабли независна у наведеном истраживању?

A. врста хранљиве подлоге	A
B. температура узгајања бактерија	B
C. концентрација коришћеног антибиотика	C
D. бројност бактерија третираних антибиотиком	D
Образовни исход: Д.2.1.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и развој научне мисли ставља у историјски контекст. (БИО СШ Д.2.1.)	СРЕДЊЕ ТЕЖАК
Разрада исхода: Поставља хипотезу уз помоћ предлошка разликујући зависну и независну варијаблу уз дефинисање циљева истраживања.	разумевање и примена знања

6.2. ПРИМЕРИ ЗАДАТАКА ОТВОРЕНОГ ТИПА

У задатке отвореног типа убрајају се задаци допуњавања у којима се од кандидата може тражити и означавање и допуњавање на слици или у табели те задаци кратког одговора и образложења одабраног одговора. Задаци отвореног типа могу се састојати од две или три честице везане у серији. С обзиром на то, сваки тачан одговор на поједину честицу доноси по **1 бод** (укупно **2 или 3 бода**), а нетачан одговор или изостанак одговора у свакој појединој честици не доноси бодове. Задатак отвореног типа састоји се од основе која садржи неопходне информације, специфичне упуте за решавање задатка и/или слике те задатака у којима је задано шта кандидат треба одговорити, а према потреби додана је и упута у случају специфичног начина одговарања на задатак. У задацима отвореног типа осим истакнутог тачног одговора признају се и сви смислени одговори према разрађеном систему кодирања одговора.

Упута за решавање задатака отвореног типа гласи:

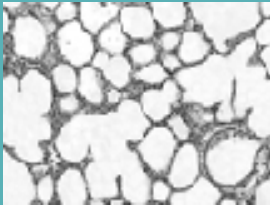
У следећим задацима одговорите кратким одговором (речју, бројем, са неколико речи или једноставном реченицом) или допуните реченицу/цртеж уписивањем садржаја који недостаје.

Одговоре упишите **само** на предвиђено место у испитној књижици.

Сваки тачан одговор доноси један бод.

Задаци:

11. Пушење између осталог узрокује и пропадање плућних мехурића.



Слика А. Ткиво плућа здраве особе



Слика В. Ткиво плућа особе која има меланом

- 11.1.** Упоредите површину и запремину плућних мехурића на обе слике.
11.2. Користећи се обема сликама, објасните улогу површине плућних мехурића у измени гасова у плућима.
11.3. Објасните које су биле последице при дисању за особу чије је ткиво приказано на слици В.

Тачни одговори:

- 11.1.** Површина плућних мехурића на слици В мања је у односу на површину плућних мехурића на слици А. Већа је запремина плућних мехурића на слици В у односу на запремину плућних мехурића на слици А.
- 11.2.** Велика површина плућних мехурића омогућава истовремено пренос веће количине гасова кроз мембрану ћелија и тиме бољу снабдевеност тела кисеоником. Смањењем површине смањује се и количина гасова који се у истом времену могу изменити између капилара и плућних мехурића.
- 11.3.** Последица је слаба снабдевеност тела кисеоником, шта се посебице види током сваке активности када тело треба више кисеоника.

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

разумевање
и примена
знања

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

разумевање
и примена
знања

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

разумевање
и примена
знања

Образовни исход: А.1.3.1. Повезује појаву нових својстава с променом сложености организацијских нивоа у организму. (БИО СШ А.2.1.)

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

Разрада исхода: 11.1. и 11.2. Упоредиће грађу органских система организама на различитим нивоима сложености.
 11.3. Анализира усложњавање и појаву нових својстава повезујући принцип грађе с економичним функционисањем различитих организама.

разумевање
и примена
знања

12. Специфичности анатомије, физиологије и метаболизма птица углавном су последица захтева летења. Једна је од прилагођености у анатомији птица тртична или лојна жлезда чијом излучевином птице подмазују перје. Најбоље је развијена код водених птица.

12.1. Која је важност тртичне жлезде за летење водених птица?

Објашњење:

12.2. Истраживања су доказала да пеликани који лете самостално имају већи број откуцаја срца од пеликана који лете у јату.

Зашто се пеликанима који лете у јату смањује број откуцаја срца?

Објашњење:

12.3. Птица посложи перје кљуном тако да му површина буде скоро у потпуности глатка. Код неких је птица више размакнуто, а код неких изразито густо сложено. Таква грађа перја прилагођеност је за кретање, а додатну предност осигурава закривљеност крила на горњој површини због чега је притисак ваздуха на горњој површини мањи него на доњој, чиме се ствара узгон за полетање.

Да ли је код птица летачица перје више размакнуто или густо сложено? Објасните свој одговор.

Одговор:

Објашњење:

Тачни одговори:

12.1. Тртична жлезда производи лој који птица наноси на перје. Лој спречава да се перје намочи, а птица мокрог перја била би тешка и теже би летела.

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

репродукција
знања

12.2. Птице које лете испред стварају мале ваздушне вртлоге који подижу птице иза ако се држе на тачној удаљености, а због тога су птице иза у В-формацији мање оптерећене па троше мање енергије и имају мањи број откуцаја срца.

ТЕЖАК

решавање
проблема

12.3. Одговор: густо

Објашњење: Перје птица летачица густо је сложено да кроз њега шта мање пролази ваздух јер се иначе не би могла створити разлика у притиску нити узгон потребан за полетање, а и због непостојања разлике у притиску птица се не би могла подизати и спуштати у ваздуху.

ТЕЖАК

решавање
проблема

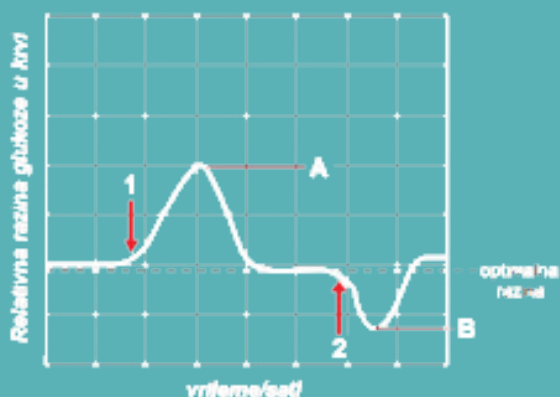
Образовни исходи: 12.1. и 12.3. А.1.3.1. Повезује појаву нових својстава са променом сложености организацијских нивоа у организму. (БИО СШ А.2.1.)
12.2. Ц.3.2.3. Упореджује енергијске потребе организама у различитим физиолошким стањима. (БИО СШ Ц.2.2.)

ТЕЖАК

Разрада исхода: 12.1. Повезује кључне прилагођености у грађи тела с условима станишта.
12.2. Повезује обрасце располагања енергијом са понашањем, начином живота и преживљавањем различитих организама.
12.3. Анализира усложњавање и појаву нових својстава повезујући принцип грађе с економичним функционисањем различитих организама.

решавање проблема

13. Посматрајте графички приказ релативне количине глукозе у крви особе која се током дана бавила различитим активностима и одговорите на питања.



Графички приказ релативне количине глукозе у крви

- 13.1. Шта је узроковало промену оптималног нивоа глукозе у крви у тачки 1?
 13.2. На који ће начин ендокрина жлезда потакнута на деловање у тачки А деловати на поново успостављање оптималног нивоа глукозе у крви у тачки В?
 13.3. Шта је могло узроковати нагли пад нивоа глукозе у крви у тачки 2?

Тачни одговори:

13.1. узимање оброка који садржи угљене хидрате.

13.2. Гуштерача ће излучивати глюкагон.

13.3. појачана телесна активност

ЛАГАН

разумевање
и примена
знања

ЛАГАН

разумевање
и примена
знања

СРЕДЊЕ
ТЕЖАК

разумевање
и примена
знања

Образовни исход: Б.2.1.2. Објашњава одржавање и нарушавање хомеостазе код различитих организама. (БИО СШ Б.2.1.)

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

Разрада исхода: Упоредиће принципе одржавања хомеостазе у једноћелијских и вишећелијских организмима.

разумевање
и примена знања

14. Посматрајте слике биљака означене словима **Е**, **Ф** и **Г** које се разликују по различитости начина опрашивања.



14.1. Којим је словом означена биљка која се опрашује ветром? Укратко објасните свој избор користећи се сликом биљке.

Одговор:

Објашњење:

14.2. Наведите предности опрашивања ветром у односу на опрашивање инсектима с обзиром на располагање енергијом за одвијање процеса опрашивања.

Одговор:

14.3. Упоредите опрашивање ветром код биљака и вањско оплођење код морских организама с обзиром на ефикасност процеса.

Одговор:

Тачни одговори:

14.1. Одговор: **Е**

Објашњење: Пелуднице излазе из цвета па лагано отпуштају полен, прашничке су нити дугачке и савитљиве па их ветар лагано њише и односи полен, нема жарко обојеног цвећа које би привлачило инсекте.

ЛАГАН

репродукција
знања

14.2. Не троши се енергија за стварање великих, обојених латица и лапова те за стварање нектара

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

разумевање
и примена
знања

14.3. Оба процеса захтевају повећану производњу или поленових зрна при опрашивању или полних ћелија при вањском оплођењу јер је оплођење неизвесно. Смањена је ефикасност вањског оплођења и опрашивања ветром па се надокнађује бројношћу поленових зрна и полних ћелија.

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

разумевање
и примена
знања

Образовни исходи: 14.1. Б.3.1.2. Упоредњује животне циклусе организама. (БИО СШ Б.2.2.)

14.2. Ц.2.1.3. Упоредњује енергијске потребе организама у различитим физиолошким стањима. (БИО СШ Ц.2.2.)

14.3. Б.3.1.3. Упоредњује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

Разрада исхода: 14.1. Упоредњује распрострањивање, развој, сазревање, системе парења те бригу за потомство различитих организама.

14.2. Повезује образце располагања енергијом са понашањем, начином живота и преживљавањем различитих организама.

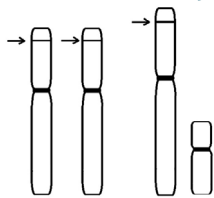
14.3. Повезује промене у околини са прилагођеностима и преживљавањем организама промишљајући о принципу економичности.

разумевање
и примена
знања

15. Српаста анемија рецесивна је наследна болест карактерисана еритроцитима српастог облика. Ћелије људи оболелих од српасте анемије на оба једанаеста хромозома садрже алел Hb^S , док се алел Hb^A налази у ћелијама здравих људи и носитеља српасте анемије. Хипофосфатемични рахитис доминантна је полно везана наследна болест која се не може лечити витамином Д, а узрокована је алелом X^R .

15.1. Напишите генотип жене која болује од српасте анемије, а не болује од хипофосфатемичног рахитиса.

15.2. Пажљиво посматрајте слику која приказује два пара хромозома у ћелијама мушкарца који је носилац алела за српасту анемију и не болује од хипофосфатемичног рахитиса. Стрелицама су означени алели одговорни за српасту анемију и хипофосфатемични рахитис.



Изнад сваке стрелице напишите одговарајућу ознаку алела.

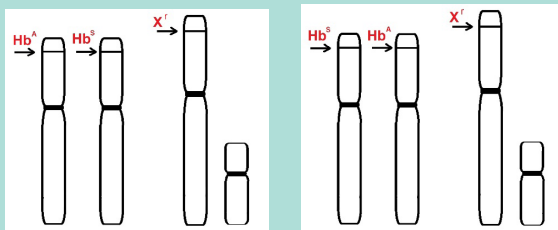
15.3. Очекује ли се у некој стабилној популацији већи број жена или мушкараца оболелих од хипофосфатемичног рахитиса? Укратко образложите одговор.

Очекује се већи број: жена – мушкараца (Заокружите тачан одговор.)
Образложење:

Тачни одговори:

15.1. $Hb^S Hb^S X^r X^r$

15.2.



15.3. Очекује се већи број: жена

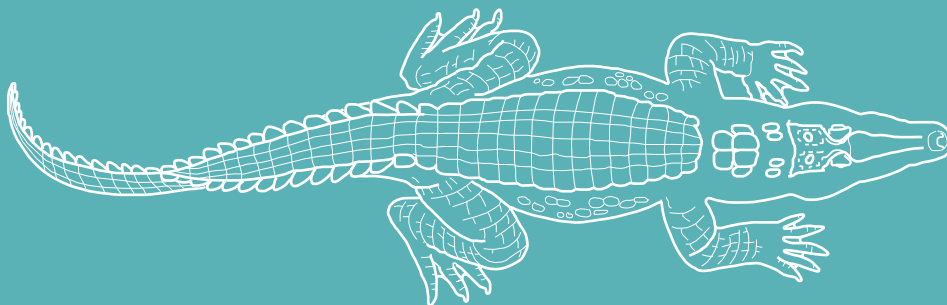
Објашњење: Мушкарац не може наследити болест од оца, док жена може наследити болест и од оца и од мајке јер жене у ћелијама садрже два X хромозома па је двоструко већа вероватноћа да наследе хромозом X са доминантним алелом X^R .

Образовни исход: 15.2.4.1.3. Објашњава животне процесе на молекуларном нивоу. (БИО СШ Б.4.2.)

Разрада исхода: 15.1. Објашњава наследну варијабилност организма примењујући Менделове законе.
15.1. и 15.3. Објашњава полно везано наслеђивање.

СРЕДЊЕ ТЕЖАК	разумевање и примена знања
ТЕЖАК	разумевање и примена знања
ЛАГАН	разумевање и примена знања
ТЕЖАК	
разумевање и примена знања	

- 16.** Пажљиво посматрајте слику која приказује вањску грађу крокодила. Прилагођености крокодила повезане су са начином његовог живота.



- 16.1.** Током кретања на тлу крокодили гмижу, тј. трбухом дотичу тло. Објасните на који је начин положај ногу крокодила у односу на његов труп повезан са таквим начином кретања.
- 16.2.** Крокодил се за кретање у води користи бочно спљоштеним репом. Објасните на који начин бочна спљоштеност репа утиче на брзину кретања крокодила у води.
- 16.3.** Неке врсте крокодила „путују“ океанима и преваљују велике удаљености иако су релативно лоши пливачи. Утврђено је да те врсте на удаљена путовања увек крећу отприлике сат времена након највише плиме. Објасните могу ли крокодили, бирајући време кретања на пут, надоместити слабе пливачке способности. Заокружите: МОГУ – НЕ МОГУ
Објашњење:

Тачни одговори:

- 16.1.** Ноге крокодила смештене су бочно на трупу.

ЛАГАН

репродукција
знања

- 16.2.** Крокодили се користе репом као веслом, а спљоштеност репа повећава његову површину па се крокодили брже крећу у води.

ЛАГАН

разумевање
и примена
знања

- 16.3.** Заокружити: МОГУ
Објашњење: Носи их водена струја па троше мање енергије.

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

решавање
проблема

Образовни исход: Б.6.1.3. Упоредњује прилагођености организама на животне услове повезујући их с еволуцијом живог света на Земљи. (БИО СШ Б.2.3.)

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

Разрада исхода: Повезује промене у околини с прилагођеностима и преживљавањем организама промишљајући о принципу економичности.

решавање проблема

17. На слици је приказана сличност у генским секвенцама (генима) чимпанза, орангутана, људи и горила. Генски запис поједине врсте означен је словима од **F** до **I**.



17.1. Одабиром слова уз генске секвенце приказане на цртежу одговорите које две врсте имају најближег заједничког претка. Објасните свој одговор једном реченицом.

Одговор:

Објашњење:

17.2. На слици заокружите делове генских секвенца који указују да је врста **H** сроднија врсти **G** него врсти **F**.

17.3. Нацртајте кладограм који описује однос врста према генским секвенцама приказаним на слици користећи се припадајућим ознакама слова од **F** до **I**.

Цртеж:

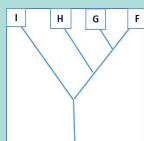
Тачни одговори:

17.1. Одговор: **F** и **G**.

Објашњење: Подударност у генском запису између **F** и **G** је велика осим у малом делу генома где не долази до поклапања.



17.2.



17.3.

Образовни исход: Б.5.2.5. Анализира утицај промењивих животних услова на еволуцију. (БИО СШ Б.4.3.)

Разрада исхода: Објашњава теорију еволуције на темељу постојећих доказа.

ЛАГАН

разумевање
и примена
знања

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

разумевање
и примена
знања

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

решавање
проблема

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

разумевање
и примена
знања

18. Пробава хране започиње у тренутку њезине конзумације, али се одвија кроз дуге време након оброка.

18.1. Која је улога храпавог ендоплазматског ретикулума (rER) у ћелијама жлезда слиновица у процесу пробаве шкроба?

18.2. Глукоза се у епителне станице црева апсорбује активним преносом. Која је предност таквог начина преноса у односу на олакшану дифузију?

Тачни одговори:

18.1. Синтетизира ензиме који разграђују шкроб/амилазу/птијалин.

ЛАГАН

репродукција
знања

18.2. Апсорбује се више глукозе / боља је искористивост глукозе / у раздобљу смањене концентрације глукозе у цревима (нпр. дуге време након оброка) не би била могућа апсорпција глукозе (или би се она чак и кретала у супротном смеру – из ћелија у лумен црева).

ТЕЖАК

разумевање
и примена
знања

Образовни исходи: 18.1. Ц.1.1.3. Анализира процесе кружења супстанци, везања и претварања енергије на нивоу ћелије повезујући их с функционисањем организама. (БИО СШ Ц.3.1.)

18.2. Ц.1.1.4. Анализира принципе искоришћавања енергије на нивоу ћелије. (БИО СШ Ц.3.2.)

ТЕЖАК

Разрада исхода: 18.1. Анализира основне метаболичке процесе на нивоу ћелије.

18.2. Анализира пренос супстанци кроз мембрану/ мембраном с аспекта коришћења енергије.

разумевање
и примена
знања

19. Табела приказује просечну телесну масу и просечан унос кисеоника три врсте сисара мерених у стању мировања.

ВРСТА СИСАРА	ПРОСЕЧНА ТЕЛЕСНА МАСА (kg)	ПРОСЕЧАН УНОС КИСЕОНИКА (mL kg ⁻¹ h ⁻¹)
миш	0,025	1500
веверица	0,5	880
мачка	3	435

19.1. Упоредите податке из табеле и у једној реченици закључите какав је однос између телесне масе, уноса кисеоника и губитка топлоте наведених сисара.

19.2. Која ће животиња, миш или мачка, уз довољно хране лакше поднети живот у врућим пределима? Објасните свој одговор.

Одговор:

Објашњење:

Тачни одговори:

19.1. Што је животиња већа, уноси мање кисеоника по јединици телесне масе, шта значи да ослобађа мање топлоте по јединици телесне масе.

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

разумевање и примена знања

19.2. Одговор: миш

Објашњење: запремину тела и тиме ослобађа више топлоте у околину и брже се хлади.

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

разумевање и примена знања

Образовни исход: Ц.1.1.2. Упоређује енергијске потребе организама у различитим физиолошким стањима. (БИО СШ Ц.2.2.)

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

Разрада исхода: Повезује искоришћавање енергије и одржавање хомеостазе у организму са физиолошким стањима.

разумевање и примена знања

20. Говеда се данас узгајају већим делом на великим господарствима уз властиту производњу хране за животиње или добавом хране од других пољопривредника.

20.1. Која је макромолекула главни извор глукозе у исхрани говеда?

20.2. Као аргумент за престанак конзумације меса и увођење веганске исхране наводи се да је количина добивене биомасе по хектару значајно мања при узгоју животиња него при узгоју биљака. Које је могуће образложење такве тврдње?

Тачни одговори:

20.1. целулоза

20.2. Површина за узгој троши се и на простор за узгој животиња и на простор за узгој њихове хране. Животиње део енергије утросе на своје метаболичке процесе и кретање те се тиме количина расположиве енергије и биомасе додатно смањује.

Образовни исходи: 20.1. Ц.2.1.2. Објашњава протицање и претварање енергије на нивоу органских система и организма. (БИО СШ Ц.2.1.)
20.2. Ц.2.2.1. Објашњава принципе искоришћавања енергије на нивоу екосистема с аспекта одрживог развоја. (БИО СШ Ц.1.2.)

Разрада исхода: 20.1. Упореджује начине исхране различитих организама.
20.2. Објашњава човеково понашање при коришћењу енергијом уз илустрацију примерима.

ЛАГАН

репродукција
знања

ТЕЖАК

решавање
проблема

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

разумевање
и примена знања

21. У истраживачком раду ученика проучавано је деловање температуре и воде (залевања) на раст сорте пшенице. Прва група биљака узгајана је на температури од 25 °C и залевана са 0,1 L воде два пута дневно. Друга група биљака узгајана је на температури од 20 °C и залевана са 0,1 L воде једном дневно. Трећа група биљака узгајана је на температури 15 °C и залевана са 0,1 L воде једном, сваки други дан. Све су биљке пре почетка истраживања биле једнаке величине, узгајане су у идентичним посудама и у земљи истог састава те су биле изложене једнакој количини светлости.

21.1. Хоће ли се на темељу истраживања моћи јасно закључити шта је утицало на раст пшенице? Образложите свој одговор.

21.2. На који би се начин могла побољшати методологија да се истраживањем објасни утицај залевања на раст пшенице?

Тачни одговори:

21.1. Истовремено се прати утицај температуре и воде (залевања) па неће бити јасно шта је утицало на раст пшенице.

**СРЕДЊЕ
ТЕЖАК**

разумевање
и примена
знања

21.2. Потребно је све групе пшенице у истраживању узгајати на истој температури.

ЛАГАН

разумевање
и примена
знања

Образовни исход: Д.2.1.1. Примењује основна начела и методологију научног истраживања и описује развој научне мисли током историје. (БИО СШ Д.1.1.)

СРЕДЊЕ ТЕЖАК

Разрада исхода: Селектира примерену методологију и врсте узорака према постављеним циљевима правилно одабирајући контролне групе и/или репликатне (поновљене) узорке у истраживању.

разумевање
и примена знања

7. ПРИПРЕМА ЗА ИСПИТ

Како би се омогућило разумевање сложености живота на Земљи те разумевање његових узрока и последица, неопходно је повезивати појединачна знања и вештине везане за одређене исходе са другим исходима у Биологији, али и са знањима и вештинама која су саставни део курикулума других наставних предмета. Треба имати на уму да се према овом каталогу многи исходи могу повезати са другим исходима истог или различитих подручја биологије јер концептуални оквир одређује жаришни поглед на објашњење неког проблема, појаве или процеса у живом свету. Исто тако, при формулисању одговора, а посебно при решавању проблемских ситуација које се могу појавити уз поједини исход могућа је и потребна повезаност с неким од важних исхода, али и концептима који се уче у осталим предметима, посебно природословним, као и с очекивањима међупредметних тема курикулума. Подручје D. *Природословни приступ*, као основа за разумевање идеја и законитости о животу, неопходно се мора интегрисати барем са једним подручјем или више осталих подручја Биологије, а врло је често повезано са различитим знањима других природословних предмета.

Током припремања за испит државне матуре из Биологије кандидати могу користити све уџбенике из Биологије, помоћна наставна средства и додатне образовне садржаје које је одобрило Министарство знаности, образовања и младих (www.mzom.gov.hr). Могу користити и спроведене националне испите и испите државне матуре који су објављени на интернетској страници Националног центра за вањско вредновање образовања (www.ncvvo.hr).

Начин полагања испита државне матуре као и мере које се изричу у случају недозвољеног понашања ученика прописани су Правилником о полагању државне матуре (Народне новине, 1/13, 41/19, 127/19, 55/20, 53/21, 126/21 и 19/23).

ПРИЛОЗИ

Као помоћ при учењу потребно је користити се прилозима од 1. до 5.

Прилог 1. Пример дихотомског кључа за одређивање врсте дрвећа

1.	Листови су игличасти.	идитена 2
	Листови су широки и спљоштени.	идите на 5
2.	Игличасти су листови појединачно причвршћени за границу и дуги су до 4 см.	идите на 3
	Игличасти су листови у паровима, овијени су беличастим рукавцем и дуги до 8 см.	бели бор
3.	Игличасти су листови већином чешљасто распоређени дуж границе.	идите на 4
	Игличасти су листови завојито распоређени дуж границе и четвобридни.	смрека
4.	Игличасти су листови ушиљени на врху, спљоштени и мекани, на лицу су тамнозелени, а на наличју бледи са две тамне пруге.	тиса
	Игличасти су листови тупи, пловнати и дуги до 3 см, а на наличју имају две беле пруге.	јела
5.	Лист је једноставан, а лисна плојка није подељена на лиске.	идите на 6
	Лист је састављен, а плојка састављеног листа подељена је на више лиски од којих свака изгледа као засебни лист.	идите на 15
6.	Плојка листа је целовита.	идите на 7
	Плојка листа је урезана.	идите на 12
7.	Плојка листа је јајолика или срцолика облика.	идите на 8
	Плојка листа је дугуљаста.	идите на 11
8.	Листови су при бази несиметрични.	идите на 9
	Листови су при бази симетрични.	идите на 10
9.	Листови су јајолики и голи, а руб листа је пиласт.	пољски брест
	Листови су срцолики, тамнозелени и голи, а на наличју светлији са чуперцима белих длачица у угловима жила.	велелисна липа
10.	Листови су јајолики, имају 11 до 15 пари бочних жила, а руб листа јако је назубљен.	обични граб
	Листови су јајолики, имају 5 до 9 пари бочних жила, а руб листа није назубљен.	обична буква
11.	Листови су кожасти, сјајни, дуги до 23 см и широки до 8 см са трнастим зупцима размакнутим по 1 см и са лисним петељкама дугима до 3 см.	питоми кестен
	Листови су густо белосвиленкасто длакави, дуги до 10 см и широки до 1,5 см, плиткопиласта руба и лисних петељки дугих до 1 см.	бела врба
12.	Плојка листа је урезана, а нерватура листа пераста.	идите на 13
	Плојка листа је дланасто урезана, а нерватура листа дланаста.	идите на 14
13.	Листови су плитко и правилно урезани, дуги до 12 см и широки до 7 см, а на наличју изнад жила фино су длакави са јасним жлебастим петељкама дугима до 4 см.	храст китњак
	Листови су плитко урезани, сивозелени, дебели, чврсти, дуги до 10 см и широки до 5 см, наличје листа густо је вуненасто длакаво, а петељке су најчешће густо длакаве, одоздо плитко жљебасте и дуге 5 до 20 mm.	храст медунац
14.	Плојка листова подељена је на пет режњева шиљатих врхова, а рубови режњева грубо су пилести.	горски јавор
	Плојка листа подељена је на три режња тупих врхова, а режњеви листа имају целовити руб.	пољски јавор
15.	Лист је перасто састављен.	багрем
	Лист је дланасто састављен.	дивљи кестен

Латински називи врста дрвећа – не треба памтити

Abies alba Mill. – јела

Picea abies (L.) Карстен – смрека

Pinus silvestris L. – бели бор

Taxus baccata L. – тиса

Quercus petraea (Mattuschka) Liebl. – храст китњак

Quercus pubescens Willd. – храст медунац

Acer pseudoplatanus L. – горски јавор

Acer campestre L. – пољски јавор

Aesculus hippocastanum L. – дивљи кестен

Castanea sativa Miller – питоми кестен

Ulmus minor Miller – пољски бријест

Tiliaplathuloides Scop. – велелисна липа







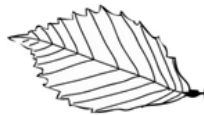
Robinia pseudoacacia L. – мирисни багрем

Salix alba L. – бела врба

Fagus sylvatica L. – обична буква

Carpinus betulus L. – обични граб

Прилог 2. Приказ облика, нерватуре и руба листа за потребе служења примером дихотомскога кључа за одређивање врста дрвећа

ОБЛИК ЛИСТА		
		
а) једноставни лист	б) дланасто састављен лист	ц) перасто састављен лист
НЕРВАТУРА ЛИСТА		
		
а) дланаста нерватура листа	б) пераста нерватура листа	
РУБ ЛИСТА		
		
а) целовити руб листа	б) пиласти руб листа	

Прилог 3. Особе важне за развој биологије и њихов допринос

ОСОБА	ДОПРИНОС У РАЗВОЈУ БИОЛОГИЈЕ
Robert HOOKE (17. ст.)	проматрао танке пререзе плута (стенке мртвих ћелија) уз помоћ врло примитивног микроскопа; први употребио назив cellula (лат. станица)
Antony van LEEUWENHOEK (17. – 18. ст.)	„отац микроскопије и микробиологије” – усавршио микроскоп и добио повећање ~270 пута; први проматрао живи једноћелијски организам (микроорганизме из усне шупљине, спермије, крвне ћелије...)
Jean Baptiste LAMARCK (17. – 18. ст.)	изнео идеју о заједничком пореклу организама и њиховој полагааној преобразби (трансформацији) и разрадио прву целовиту еволуцијску теорију: околина је променљива, организми му се прилагођавају и за живота стечена обележја преносе на потомство
Carl LINNE (18. ст.)	биномна номенклатура, оснивач таксономије или систематике
Matthias SCHLEIDEN (ботаничар) и Theodor SCHWANN (зоолог) (18. ст.)	ћелијска теорија – сва су жива бића грађена од ћелија
Alfred Russel WALLACE (19. ст.)	представио и истакнуо важност природне селекције; заједно с Дарвином предложио теорију еволуције путем природне селекције
Charles Darwin (19. ст.)	заједно с Валацеом предложио теорију еволуције путем природне селекције; представио теорију еволуције
Louis Pasteur (19. ст.)	доказао је да микроорганизми настају из већ постојећих микроорганизма и да су узрочници заразних болести и врења, развио и разјаснио вакцинацију (против кокошје колере, бедренице, бесноће...); осмислио и развио пастеризацију
Gregor Johann MENDEL (19. ст.)	оснивач генетике; поставио законе наслеђивања
Ernest HAECKEL (19. ст.)	утемељио екологију
Robert KOCH (19. – 20. ст.)	открио узрочника туберкулозе и колере; усавршио хранљиве подлоге за узгој бактерија и технике микроскопирања бактерија
Alehander FLEMING (19. – 20. ст.)	открио први антибиотик (пеницилин)
Dragutin GORJANOVIĆ-KRAMBERGER (19. – 20. ст.)	открио остатке неандерталаца (крапинског пра човека) на Хушњакову брду поред Крапине
Aleksandr Ivanovič OPARIN (20. ст.)	претпоставио да су прве органске молекуле могле настати од гасова у праатмосфери; изнео идеју хемијске еволуције (процес спонтане синтезе сложенијих органских молекула из једноставних)
Stanly MILLER (20. ст.)	покусом доказао да су мале органске молекуле могле настати абиотички
Rosalind Elsie FRANKLIN, Maurice Hugh FREDERICK WILKINS, James WATSON и Francis CRICK (20. ст.)	открили просторну грађу ДНК и представили структуру и начело репликације ДНК
Carl Richard WOESE (20. ст.)	предложио поделу живог света на три домене – археје, бактерије и еукариоти
Thomas Hunt MORGAN (20. ст.)	водио истраживања на винским мушицама; повезао генетику и цитологију и развио хромозомску теорију наслеђивања
Milislav DEMEREC (20. ст.)	придонео масовној производњи антибиотика (пеницилина); применио генетичке методе у технологији (узгој корисних микроорганизма)

Прилог 4. Најчешће заразне болести

УЗРОЧНИЦИ	БОЛЕСТ	ПРЕНОШЕЊЕ	ПРЕВЕНЦИЈА/ЛЕЧЕЊЕ
ВИРУСИ	прехлада	капљичним путем	хигијенске навике/симптоматско лечење
	грипа	капљичним путем	хигијенске навике; вакцинација*/симптоматско лечење
	COVID-19 „coronavirus disease“	капљичним путем након блиског контакта са зараженим човеком	хигијенске навике / вакцинација* / симптоматско лечење, респиратор у тежим случајевима
	вирусна упала плућа	капљичним путем	хигијенске навике/симптоматско лечење
	херпес	контактом	хигијенске навике/лекови
	мононуклеоза	контактом, слином (пољупцем...)	хигијенске навике/симптоматско лечење
	водене козице	капљичним путем	вакцинација*/симптоматско лечење
	дечја парализа	капљичним путем	вакцинација/симптоматско лечење
	заушњаци (мумпс)	капљичним путем	хигијенске навике, вакцинација/симптоматско лечење
	рубеола	капљичним путем	вакцинација/симптоматско лечење
	AIDS	полним путем и телесним текућинама	одговорно полно понашање – употреба кондома
	зараза HPV-ом	полним путем	одговорно полно понашање – употреба кондома; вакцинација*/симптоматско лечење; хируршки захват
	хепатитис А (заразна жутица)	прљавим рукама и загађеном водом	вакцинација*/симптоматско лечење
	хепатитис Б	убод зараженом иглом, полним путем	одговорно полно понашање – употреба кондома, вакцинација/лечење
	бесноћа	угризом, тј. слином заражених животиња (лисице, штакори, пси...)	вакцинација домаћих животиња, вакцинација потенцијално зараженог
	вирусни менингитис	заражени крпељи	вакцинација*/симптоматско лечење
<i>*Није обавезна вакцинација у РХ</i>			
БАКТЕРИЈЕ	стрептококна ангина	капљичним путем	хигијенске навике/антибиотици
	бактеријска упала плућа	капљичним путем	хигијенске навике / вакцинација / антибиотици
	TBC	капљичним путем	вакцинација/антибиотици
	тетанус	повредама коже и мишића	вакцинација/антибиотици
	гонореја	полним путем	одговорно полно понашање – употреба кондома/антибиотици
	кламидија	полним путем	одговорно полно понашање – употреба кондома/антибиотици
	сифилис	полним путем	одговорно полно понашање – употреба кондома/антибиотици

УЗРОЧНИЦИ	БОЛЕСТ	ПРЕНОШЕЊЕ	ПРЕВЕНЦИЈА/ЛЕЧЕЊЕ
ПАЗАРИТСКИ ПРОТИСТИ			
трихомонас	трихомонијаза	полним путем	одговорно полно понашање – употреба кондома/антибиотици
трипаносома	болест спавања	мува це це	уклањање преносника болести/лекови
маларични плазмодиј	маларија	комарци	вакцинација* уклањање преносника болести/лекови
ПАЗАРИТСКИ ПЉОСНАТИ ЦРВИ И ВАЉКАСТИ ЦРВИ			
пантљичаре		неопране руке и термички необрађена храна	одржавање личне хигијене, хигијена у додиру са животињама, термичка обрада хране/лекови и хируршки захвати
трихинела	трихинелоза	термички необрађена храна	ветеринарска контрола меса/лекови
дечја глиста		неопране руке	одржавање личне хигијене и хигијене при припреми хране/лекови
ПАЗАРИТСКЕ ГЉИВЕ			
кандида	кандидијаза	у случају слабљења имунитета – заражени предмети (нпр. ручници), полним путем	одржавање личне хигијене; узимање пробиотика уз антибиотску терапију/лекови против гљивица (антимикотици)

Прилог 5. Ознаке и кратице у генетици

ОЗНАКЕ ЗА АЛЕЛЕ

A (велико штампано слово) – алел за доминантно својство

a (мало штампано слово) – алел за рецесивно својство

$a_1, a_2 (A_1, A_2)$ (мала или велика штампана слова са бројем у индексу) – алели за кодоминантно својство – непотпуну доминацију (интермедијарно укрштање)

ОЗНАКЕ ЗА ХРОМОЗОМЕ

$2n+1$ – трисомија (нпр. Довнов синдром)

$2n-1$ – моносомија (нпр. Турнеров синдром)

ПОЛНО ВЕЗАНИ ГЕНИ

Винска мушица	$X^{w+} X^{w+}$ – дивљи тип винске мушице црвених очију $X^w X^w$ (<i>white eyes</i>) – мутантни тип белих очију
Човек	XX – пар полних хромозома жене (хомогаметан) XY – полни хромозоми мушкарца (хетерогаметан)
Далтонизам	X^d – алел за далтонизам; X^D – алел везан за одсуство далтонизма
Хемофилија	X^h – алел за хемофилију, X^H – алел везан за изостанак хемофилије
Птице	ZW – женски полни пар хромозома у птица (хетерогаметан) ZZ – мушки сполни пар хромозома у птица (хомогаметан)

ОЗНАЧАВАЊЕ КРВНИХ ГРУПА И СРПАСТЕ АНЕМИЈЕ

Српаста анемија	Hb^S – алел за српасту анемију (промењени облик хемоглобина) Hb^A – алел за изостанак српасте анемије $Hb^S Hb^S$ – генотип оболеле особе $Hb^A Hb^A$ – генотип здраве особе $Hb^A Hb^S$ – генотип хетерозигота
Крвне групе и Rh-фактор	$I^A I^A$ ili AA – генотип хомозигота крвне групе А $I^A i$ ili AO – генотип хетерозигота крвне групе А $I^B I^B$ ili BB – генотип хомозигота крвне групе Б $I^B i$ ili BO – генотип хетерозигота крвне групе Б $I^A I^B$ ili AB – генотип кодоминантне крвне групе АБ ii ili OO – генотип рецесивног хомозигота крвне групе О $Rh^+ Rh^+$ – Rh позитивна особа, хомозигот $Rh^+ Rh^-$ – Rh позитивна особа, хетерозигот $Rh^- Rh^-$ – Rh негативна особа, хомозигот



