

Ispitni katalog za državnu maturu
u školskoj godini 2020./2021.

BIOLOGIJA



Sadržaj

Uvod	5
1. Odnos područja, potpodručja i ishoda učenja	7
1.1. Opis područja.....	8
1.1.1. Organiziranost živoga svijeta.....	8
1.1.2. Razmnožavanje i razvoj organizama	9
1.1.3. Tvari i energija u životnim procesima	9
1.1.4. Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu	10
1.1.5. Biološka pismenost	10
1.2. Ishodi učenja.....	12
1.2.1. Ishodi područja 1. <i>Organiziranost živoga svijeta</i> ...	12
1.2.2. Ishodi područja 2. <i>Razmnožavanje i razvoj organizma</i>	24
1.2.3. Ishodi područja 3. <i>Tvari i energija u životnim procesima</i>	30
1.2.4. Ishodi područja 4. <i>Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu</i>	34
1.2.5. Ishodi područja 5. <i>Biološka pismenost</i>	41
1.3. Poveznice	43
2. Praktični radovi	60
3. Opis ispita	64
3.1. Struktura ispita	64
3.2. Primjeri ispitnih zadataka	66
3.2.1. Zadatci višestrukoga izbora.....	66
3.2.2. Zadatci otvorenoga tipa.....	70
4. Prilozi.....	82

Napomena: Ispitni materijali iz Biologije pisani su sukladno pravopisnoj normi hrvatskoga standardnog jezika (prema Hrvatskome pravopisu Instituta za hrvatski jezik i jezikoslovlje, "<http://www.ihjj.hr/>" www.ihjj.hr, 2013.)

Uvod

Svrha učenja biologije jest razumijevanje svijeta u kojemu živimo i našega mjesta u njemu.

Ispitni katalog obuhvaća zbir bioloških znanja koja učenici trebaju usvojiti tijekom četverogodišnjega gimnazijskog obrazovanja. To su znanja koja bi trebao usvojiti svaki budući akademski građanin, a ne samo znanja potrebna za nastavak obrazovanja u području bioloških i njima srodnih znanosti. Učenici bi nakon četverogodišnjega gimnazijskog obrazovanja trebali poznavati pojave i procese u živome svijetu i razumjeti uzročno-posljedične veze koje određuju živi svijet.

Učenici bi nakon četverogodišnjega gimnazijskog obrazovanja trebali steći kompetencije viših razina, što uključuje konceptualno razumijevanje i primjenu znanja te analiziranje i vrednovanje, odnosno rješavanje problema. Usvojenost znanja na razini prepoznavanja i dosjećanja, odnosno reprodukcije preduvjet je stjecanja viših razina, no nije pretežiti predmet ispitivanja. Očekuje se da su učenici nakon četverogodišnjega gimnazijskog obrazovanja usvojili biološka znanja najmanje na razini konceptualnoga razumijevanja, odnosno da su usvojili temeljne biološke koncepte. Tijekom izrade ovoga kataloga primijenjen je konceptualni pristup kako bi se učenje Biologije odmaknulo od reproduciranja opsežnoga sadržaja i kako bi učenici, rasterećeni od potrebe memoriranja brojnih podataka i naziva, usmjerili pozornost na povezivanje, uočavanje bitnoga i zajedničkoga te prepoznavanje univerzalnih obrazaca u odnosu na karakteristične posebnosti. Zbog toga se odstupilo od dosadašnjih kataloških i programskih područja koja predstavljaju znanstvene grane biologije u skladu s idejom konceptualnog poučavanja da se u različitim granama (disciplinama) biologije mogu prepoznati isti obrasci ili principi koji su

zajednički i jedinstveni za sav živi svijet i različite oblike njegove pojavnosti¹. Takav način učenja omogućit će učenicima integriranje bioloških sadržaja uočavanjem sličnosti i razlika u živome svijetu te izvođenje općih principa koja će učenici trajno pamtit.

Iako se tijekom izrade kataloga težilo predstaviti konceptualni okvir Biologije, to nije u cijelosti ostvareno zbog važećih udžbenika i dosadašnjega pristupa poučavanju pa neka područja kataloga sadržavaju kompromisna rješenja.

U suvremenoj nastavi usmjerenoj prema učenicima polazi se od definiranja ishoda učenja koji se mogu ostvariti putem različitih sadržaja. Zbog lakšega snalaženja učenika i nastavnika u ovome je katalogu, uz ishode koje učenici trebaju ostvariti, navedena i sadržajna osnova njihova ostvarivanja. Kako bi se izbjeglo opterećenje brojnim činjenicama i stručnim nazivljem, koje nije neophodno za razumijevanje procesa i načela u živome svijetu, uz svaki su ishod istaknuti nazivi koje ne treba pamtit, a učenici ih mogu naći u svojim udžbenicima ili su ih nastavnici spomenuli tijekom nastave. To ne znači da nastavnici ne trebaju učenicima objasniti, u skladu s njihovim interesom, spomenute nastavne sadržaje, već to znači da se u ispitima neće provjeravati njihovo memoriranje. U nekim zadacima mogu biti korišteni i specifični stručni termini, ali će tada u zadatku biti ponuđene sve potrebne informacije da bi se na takvome specifičnom primjeru moglo ispitati razumijevanje nekoga za Biologiju ključnoga područja razumijevanja.

¹ American Association for the Advancement of Science (AAAS) 2010. Vision and Change: A Call to Action, Washington, DC: http://visionandchange.org/files/2010/03/VC_report.pdf, preuzeto 25. 2. 2011.

Ispitni katalog usklađen je s odobrenim četverogodišnjim nastavnim planom i programom za Biologiju u gimnazijama². Zbog preglednosti kataloga i prema smjernicama HKO-a³ ishodi učenja oblikovani su općenito pa podrazumijevaju snalaženje u gradivu većih programskih cjelina. Pritom treba paziti da se sadržaji kontinuirano nadograđuju i međusobno povezuju tijekom školovanja te da učenik prvoga razreda ne treba znati sve što i učenik četvrtoga razreda. Također, takav način definiranja ishoda naglašava važne pojave, procese i međuodnose u živome svijetu stavljajući manje važne pojedinosti

u drugi plan. Težilo se definirati ishode na višim kognitivnim razinama sukladno važećim zakonskim okvirima, ali treba naglasiti da više razine znanja i kognitivnih vještina podrazumijevaju usvojenost i nižih razina znanja.

Zbog važnosti unutarnje integracije različitih bioloških područja, ali i zbog nužnosti sveukupne integracije bioloških znanja sa znanjem ostalih prirodoslovnih predmeta uz ishode su predstavljene poveznice koje ukazuju na osnovne ili najvažnije veze koje omogućuju razumijevanje pa su preduvjet stjecanja trajnoga biološkog znanja.

² Glasnik Ministarstva prosvjete i športa, br. 11, Školske novine, Zagreb, 1995.

³ Zakon o Hrvatskom kvalifikacijskom okviru, NN, 22/13., <http://www.zakon.hr/z/566/Zakon-o-Hrvatskom-kvalifikacijskom-okviru>

1. Odnos područja, potpodručja i ishoda učenja

Živi svijet se zbog svoje kompleksnosti može promatrati s mnogo različitih aspekata, ali je vrlo važno omogućiti njihovo preklapanje jer se samo na taj način živi svijet može sagledati u potpunosti. Pri konceptnome pristupu (koncepti su u ovome katalogu predstavljeni kao područja i potpodručja) biološki se problemi razmatraju s određenoga stajališta, ali pri tome treba uočiti da se svaka pojavnost može promatrati i s druge polazišne točke, odnosno da ciljevi razmatranja živoga svijeta mogu biti različiti.

Za potrebe izrade kataloga definirano je pet područja unutar Biologije: *Organiziranost živoga svijeta*,

Razmnožavanje i razvoj organizama, *Tvari i energija u životnim procesima*, *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu* te *Biološka pismenost* (Slika 1.). Područja odgovaraju makrokonceptima koji sažimaju osnovna načela živoga svijeta i koji su osnova za sagledavanje temeljnih obrazaca. Raščlambom makrokonceptata dolazi se do konkretnih primjera u kojima se zajednički obrasci mogu prepoznati. Tijekom pripremanja ispita nije dovoljno iz kataloga uzeti u obzir samo sadržaje kao osnovu učenja, već treba obratiti pozornost na ishode i pripadajuće potpodručje prve i druge razine te na područje kojemu ishod pripada. Također, treba obratiti pozornost na poveznice unutar Biologije i ostalih prirodoslovnih predmeta.



Slika 1. Područja za provjeru bioloških znanja

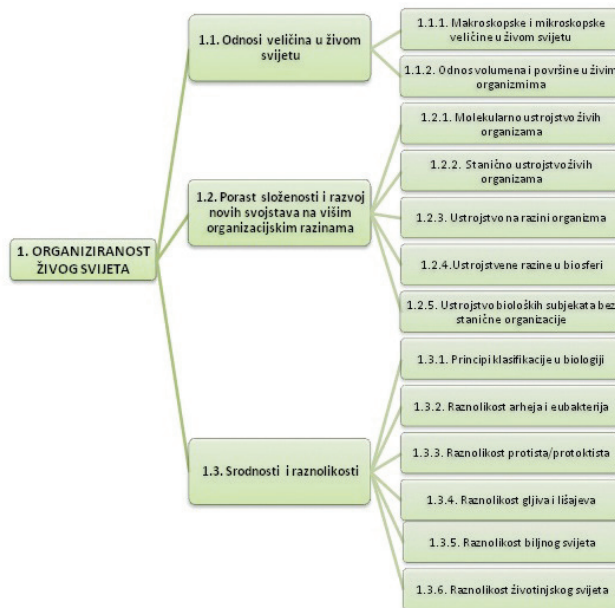
Područje *Biološka pismenost* krovni je obrazac u Biologiji, odnosno prirodoslovlju i u funkciji je razvoja prirodoslovne pismenosti koja se smatra jednom od ključnih kompetencija suvremenoga građanina. Prema projektu PISA⁴ prirodoslovna pismenost definirana je kao sposobnost korištenja prirodoslovnoga znanja, prepoznavanja pitanja i izvođenja zaključaka temeljenih na dokazima radi razumijevanja i lakšega donošenja odluka o prirodnome svijetu i promjenama koje u njemu izaziva ljudska aktivnost.

1.1. Opis područja

1.1.1. Organiziranost živoga svijeta

Ovo područje obuhvaća sve što je vezano uz organiziranost živih struktura na svim ustrojstvenim razinama, a cilj je učenja uočiti temeljne i zajedničke principe građe živoga svijeta te ih povezati s ulogama koje pojedine strukture obavljaju. Područje obuhvaća sadržaje učenja u svim četirima razredima u gimnazijama, a najviše obuhvaća sadržaje prvoga, drugoga i trećega razreda te ih pokušava povezati u smislenu cjelinu. U prvome potpodručju *Odnosi veličina u živome svijetu* istaknuta je važnost razumijevanja međusobnoga odnosa veličina pojedinih struktura i organizacijskih jedinica te odnosa volumena i površine. U potpodručju *Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama* važno je uočiti da promjene koje prate porast složenosti živih struktura, odnosno živih bića nisu samo kvantitativne, već i kvalitativne. Pritom razlikujemo molekularno ustrojstvo, ustrojstvo na razini stanice, tkiva, organa, sustava, organizma i

biosfere, a zasebno je ustrojstvo bioloških subjekata bez stanične organizacije. U potpodručju *Srodnosti i raznolikosti* prikazana je osnova sistematike i klasifikacije u živome svijetu s naglaskom na osnovnim principima. Isticanjem primjera organizama koji će biti predmet ispitivanja značajno je smanjen obim podataka i naziva koje učenici moraju pamtit, a sve s ciljem usmjeravanja nastave prema dubljemu razumijevanju osnova Biologije vezano uz tipične primjere s kojima se učenici susreću i u životu.

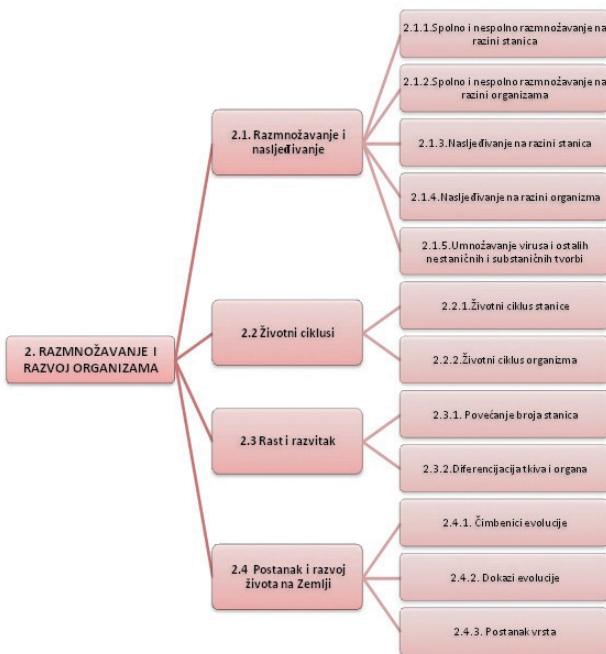


Slika 2. Opis područja *Organiziranost živoga svijeta*

⁴ PISA 2009. Green at Fifteen? How 15-year-olds perform in environmental science and geoscience in PISA 2006. Programme for International Student Assessment, OECD.

1.1.2. Razmnožavanje i razvoj organizama

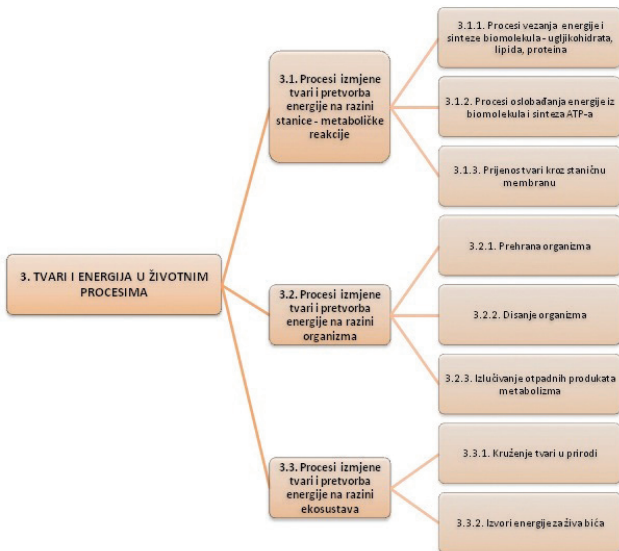
Cilj je ovoga područja objediniti poimanje temeljnih obilježja razmnožavanja živih bića kao polazišne točke za rast i razvoj organizama i to od stanice kao najniže razine pa do jednostaničnoga ili višestaničnoga organizma. Posebno je važno da ovo područje obuhvati i razvoj organizama tijekom evolucije i to od njihova nastanka pa do današnjih dana. Važno je da učenici uoče i povežu mehanizme prenošenja nasljednih osobina s roditelja na potomke, a važan je i utjecaj različitih čimbenika na fenotip organizma te utjecaj čimbenika iz okoliša koji su tijekom evolucije stvorili nove vrste. Razmnožavanje i razvoj organizama obuhvaća sadržaje citologije, genetike, evolucije, fiziologije životinja i biljaka, botanike i zoologije.



Slika 3. Opis područja *Razmnožavanje i razvoj organizama*

1.1.3. Tvari i energija u životnim procesima

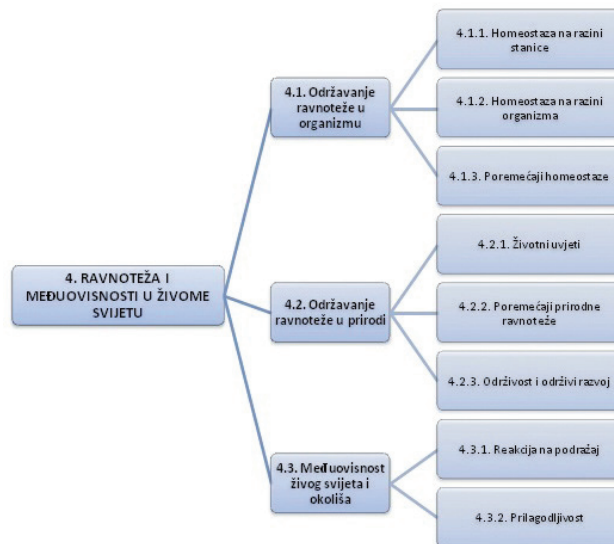
Područje *Tvari i energija u životnim procesima* sastoji se od nekoliko potpodručja koja obrađuju procese izmjene tvari i pretvorbe energije na razini stanice, organizma i ekosustava. Ishodima su obuhvaćeni sadržaji koji se prema postojećemu programu općenito obrađuju u prvome, najvećim dijelom u trećemu i manjim dijelom u četvrtome razredu. Na razini stanica ti se sadržaji odnose na procese fotosinteze, vrenja, staničnoga disanja i prijenosa tvari kroz membranu te na organele ili druge stanične tvorbe u kojima se događaju. Na razini organizma ti su sadržaji vezani uz unošenje hranjivih tvari i kisika u organizam te uz izlučivanje štetnih produkata metabolizma. Na razini ekosustava ti sadržaji obuhvaćaju kruženje tvari u prirodi te izvore energije za živa bića.



Slika 4. Shema – opis područja *Tvari i energija u životnim procesima*

1.1.4. Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu

Ovo područje obuhvaća nastavne sadržaje koji se odnose na održavanje ravnoteže u organizmu i održavanje ravnoteže u prirodi te na međuovisnost živoga svijeta i okoliša. Cilj je ovoga područja staviti u međusoban odnos obilježja živih bića i načine njihova funkcioniranja u promjenjivim uvjetima okoliša. Važno je da učenici pritom uoče povezanost okolišnih čimbenika i životnih navika s održavanjem zdravlja i sprečavanjem poremećaja ravnotežnoga stanja, odnosno bolesti. Obuhvaćeni sadržaji trebali bi učenike potaknuti na promišljanje o čovjekovu utjecaju na okoliš i obrnuto, o utjecaju okoliša na čovjeka te o mogućnostima za razvoj populacije/društva. Potpodručje *Održavanje ravnoteže u organizmu* uključuje sadržaje koji se odnose na procese održavanja homeostaze na razini stanice i organizma. Ishodi obuhvaćaju nastavne sadržaje fiziologije čovjeka i fiziologije biljaka, a manjim dijelom sadržaje biologije stanice i raznolikosti živoga svijeta. Potpodručje *Održavanje ravnoteže u prirodi* uključuje sadržaje koji se odnose na životne uvjete, poremećaje ravnoteže u prirodi zbog utjecaja čovjeka te u vezi s tim i razmatranje mogućnosti održivoga razvoja. Ishodima su obuhvaćeni sadržaji ekologije. Potpodručje *Međuovisnost živoga svijeta i okoliša* obuhvaća sadržaje vezane uz sposobnost organizama da reagiraju na podražaje iz okoliša i prilagođavaju im se na različite načine. Ishodima su obuhvaćeni sadržaji o raznolikosti živoga svijeta, fiziologije i ekologije.



Slika 5. Opis područja *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu*

1.1.5. Biološka pismenost

Ovo područje obuhvaća elemente prirodoslovne pismenosti i razumijevanje biologije kao znanstvene discipline koja se temelji na opisivanju i tumačenju pojava i procesa u živome svijetu te na eksperimentiranju. Današnji opsežni fond znanstvenih bioloških spoznaja i tumačenja živoga svijeta rezultat je istraživanja brojnih znanstvenika, a njihova otkrića i teorije polazišta su za daljnja istraživanja ili su već u neposrednoj primjeni na korist i dobrobit ljudi. Stoga biološka znanja suvremenoga građanina ne obuhvaćaju samo poznavanje teorija i rezultata istraživanja, već i poznavanje osnovnih načela i pravila znanstvenoga istraživanja te razumijevanje znanstvene metodologije i znanstveno

utemeljenoga zaključivanja. Te su kompetencije nužne suvremenomu građaninu koji u situaciji izloženosti brojnim i ponekad kontradiktornim ili pogrešnim informacijama treba odlučiti o vlastitim postupcima ili prosuditi o pouzdanosti podataka koji su mu na raspolaganju. Stoga se u ovome području predviđa ispitivanje sposobnosti analiziranja primjera uz primjenu načela i metodologije znanstvenoga istraživanja, razumijevanja primjene znanstvenih bioloških otkrića te razumijevanja koncepta etičnosti u biološkim istraživanjima. Od učenika se očekuje poznavanje najvažnijih bioloških otkrića i znanstvenika koji su značajno pridonijeli razvoju biološke znanosti.



Slika 6. Opis područja *Biološka pismenost*

1.2. Ishodi učenja

U katalogu ne treba gledati izolirano ishod učenja i njemu pridružene sadržaje, već treba uzeti u obzir

strukturu svih područja i njihovih pripadajućih potpodručja te njihove međusobne veze, ali i veze s drugim prirodoslovnim predmetima.

1.2.1. Ishodi područja 1. Organiziranost živoga svijeta

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtit
1.1. Odnosi veličina u živome svijetu	1.1.1. Makroskopske i mikroskopske veličine u živome svijetu	1.1.1.1. razlikovati na organizacijskim razinama živoga svijeta veličinom podređene i nadređene strukture	mikroskopska veličina, makroskopska veličina, usporedba relativne veličine molekula, debljine stanične membrane, virusa, bakterija, struktura i organela u stanici te biljnih i životinjskih stanica korištenjem mjernih jedinica SI sustava (nm, μm, mm, cm, m), izračunavanje realne veličine stanica/organela s pomoću mikroskopske slike i korištenoga povećanja	konkretno brojčane vrijednosti
	1.1.2. Odnos volumena i površine u živim organizmima	1.1.2.1. ukazati na važnost odnosa površine i volumena kao čimbenika koji ograničava veličinu stanice	izračunavanje i prikazivanje odnosa volumena i površine na primjerima, primjer pingvina na različitim geografskim lokacijama	
		1.1.2.2. objasniti važnost povećanja i smanjenja površine u građi živih organizama	važnost površine za izmjenu tvari; odnosi površine i volumena na različitim primjerima u živome svijetu, npr. unutarnja membrana mitohondrija i tilakoidne membrane kloroplasta, spiralni kloroplast spirogire, plućni mjehurići, mozak, crijevne resice, hife gljiva, kapilare, korjenove dlačice, škržni listići riba, eritrociti sisavaca, preobrazbe listova (kaktus)	
1.2. Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama	1.2.1.1. usporediti uloge najvažnijih biogenih elemenata u živim organizmima	C, H, O, N, P, Na, Cl, Ca, Fe, K, Mg, I, S; uloge najvažnijih biogenih elemenata na primjerima biljnih i životinjskih organizama	postotke zastupljenosti mineralnih elemenata
		1.2.1.2. povezati građu i svojstva vode s njezinim značenjem za održavanje života	građa molekule vode; svojstva vode: vodikove veze, specifični toplinski kapacitet, visoka latentna toplota isparavanja (npr. tijekom znojenja), voda kao otapalo, površinska napetost, kapilarnost, anomalija vode; uloge vode u živim organizmima	vrijednosti specifičnoga toplinskog kapaciteta i latentne topline isparavanja

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtit
1.2. Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama	1.2.1.3. analizirati građu i svojstva biološki važnih spojeva na primjerima	monomeri, polimeri; ugljikohidrati (monosaharidi, oligosaharidi, polisaharidi); lipidi (alkohol glicerol + masne kiseline), hidrofilno, hidrofobno; proteini (peptidi, aminokiseline); nukleinske kiseline (nukleotidi DNA, nukleotidi RNA) ATP, kemijske veze (peptidna veza, vodikova veza); strukturne razine proteina, obilježavanja krajeva molekule DNA (5' i 3'), utjecaj temperature i pH na aktivnost enzima i denaturaciju proteina	detaljne strukturne formule složenih organskih spojeva; glikozidnu vezu, estersku vezu, fosfodietersku vezu
		1.2.1.4. objasniti osnovnu podjelu pojedinih biološki važnih spojeva i njihove uloge u živome svijetu	ugljikohidrati (monosaharidi: glukoza, fruktoza, riboza, deoksiriboza; oligosaharidi: saharoza, laktoza; polisaharidi: celuloza, hitin, glikogen, škrob); lipidi (ulja i masti; fosfolipidi; steroidi: kolesterol, hormoni, vitamini); proteini, primjeri važnih proteina u živim organizmima; enzimi, nazivlje enzima (-aza); nukleinske kiseline: DNA, RNA, mRNA, tRNA, rRNA, nukleinske kiseline kao složeni polimeri koji pohranjuju i prenose informacije unutar stanice; pojedine namirnice kao izvori biološki važnih spojeva; povezivanje uloge pojedinih biološki važnih spojeva s njihovom građom, npr. ugljikohidrati – energija, izgradnja i regulacija staničnih struktura i procesa, promet i komunikacija između stanica; lipidi – zalihe energije, građa biomembrane; proteini – građa stanica, usklađivanje i ubrzavanje kemijskih reakcija, upravljanje djelovanjem gena, signalne molekule (prijenos informacija), obrana organizma od zaraze	kao i u prethodnome (1.2.1.3.) detaljne strukturne formule složenih organskih spojeva
	1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama	1.2.2.1. povezati građu s ulogama dijelova prokariotske stanice	prokariotska stanica, nukleoid, ribosomi, citoplazma, stanična membrana, stanična stijenka, kapsula, bičevi, pili, plazmid, endospore kao oblik za preživljavanje bakterija	razlikovanje bakterija prema tipu, broju i položaju nitastih tvorevina (bičeva, pili), mezosom, rezervne tvari, ostale oblike bakterija, razlikovanje građe stanične stijenke bakterija
		1.2.2.2. povezati građu s ulogama pojedinih dijelova eukariotskih stanica na primjeru biljne i životinjske stanice	stanična stijenka, stanična membrana, jezgra, ER, Golgijevo tijelo, ribosomi, lizosomi, vakuole, mitohondriji, plastidi, bičevi i trepetljike, centrioli, citoskelet	detaljnu građu stanične stijenke, trepetljike, bičeve i centriole; peroksisome; cis i trans stranu Golgijeva tijela, detaljnu građu citoskeleta

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
1.2. Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama	1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama	1.2.2.3. objasniti endosimbiotsku teoriju	endosimbioza, endocitoza, mitohondriji, kloroplasti	
	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma	1.2.3.1. analizirati životne procese na razini jednostaničnih i višestaničnih organizama	stanica obavlja sve funkcije organizma, usporedba organela i organa ili organskih sustava, primjeri jednostaničnih i višestaničnih organizama, prednosti i nedostaci višestanične organizacije	
		1.2.3.2. povezati građu i ulogu biljnih tkiva i organa	tvorna tkiva (vršni meristemi, kambij, godovi), trajna tkiva (osnovno tkivo ili parenhim asimilacijski, spužvasti ili transpiracijski, spremišni; pokrovno tkivo, puči; potporno tkivo; provodna tkiva – ksilem i floem; žljezdano tkivo; vegetativni organi: korijen, stabljika, list; generativni organi kritosjemenjača: cvijet, cvat, plod, sjemenka, preobrazbe – korijen: gomolj, repasti korijen, zračno korijenje; stabljika: gomolj, vitica, trn; list: vitica, trn	nodule, brakteje, dorzoventralni list, nazive: radikul, kotiledon, palisadni parenhim, tjemence, geofite, razlike u građi sklerenhima i kolenhima
		1.2.3.3. povezati građu s ulogama životinjskih tkiva	pokrovno, vezivno (masno tkivo, krv, hrskavica, kosti), mišićno i živčano tkivo	oblike stanica pokrovnoga epitela

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtiti
1.2. Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma	1.2.3.4. analizirati načela građe i uloge organskih sustava beskralježnjaka i kralježnjaka na konkretnim primjerima	pokrovni sustav – na primjerima beskralježnjaka (dječja glista, rak, kukac) i kralježnjaka – uspoređivanje građe pokrovnoga sustava (ljuske, pousmina, usmina, izmjena plinova, žlijezde u koži vodozemaca, rožnate ljuske, protein keratin, presvlačenje, masno tkivo, perje, rožnata tvar i keratin, pokrovno perje, letno perje, vosak, mitarenje) probavni sustav – na primjerima beskralježnjaka (spužva, crvena moruzgva, dječja glista, gujavica, kukac) i kralježnjaka – uspoređivanje građe probavnoga sustava (raznolikost i razvoj probavila, prilagodbe probavila načinu ishrane, npr. mesojedi/biljojedi) dišni sustav – na primjerima beskralježnjaka (gujavica, puž, vinogradnjak, lignja, kukac) i kralježnjaka – uspoređivanje građe dišnoga sustava u navedenih organizama s obzirom na način izmjene plinova (difuzija, škrge, uzdušnice, koža, pluća) srčanožilni sustav – na primjerima beskralježnjaka (puž, gujavica, kukac) i kralježnjaka – uspoređivanje građe (otvoren i zatvoren krvožilni sustav, građa srca u različitim skupina kralježnjaka) spolni sustav – na primjerima beskralježnjaka (dječja glista, trakavica i puž) i kralježnjaka – uspoređivanje građe spolnoga sustava živčani sustav – na primjerima beskralježnjaka (hidra, virnjak, gujavica, lignja, kukac) i kralježnjaka – uspoređivanje građe živčanoga sustava (mrežasti živčani sustav, razvoj ganglija i mozga, ljestvičav živčani sustav, mozak (prednji, srednji, stražnji, primozak), kralježička moždina, povezivanje evolucijskoga razvoja prednjega mozga s načinom života pojedine skupine organizama) osjetilni sustav – na primjerima beskralježnjaka (virnjak, lignja, kukac) i kralježnjaka uspoređivanje građe osjetilnoga sustava); nastanak pojedinoga sustava (oko, uho) organi za pokretanje – na primjerima beskralježnjaka (virnjak, puž, gujavica, kukac, skakavac, muha, lignja) i kralježnjaka – uspoređivanje građe organa za pokretanje (stezanje i rastezanje mišića, krila kukaca, tri para člankovitih nogu, hitinski oklop, „mlazni“ pogon, peraje riba, kostur u različitim skupina kralježnjaka, letenje u ptica – princip građe kostura i mišića ptica, građa zdjelice sisavaca i kretanje) organi za izlučivanje – na primjerima beskralježnjaka (moruzgva, gujavica, kukci) i kralježnjaka – uspoređivanje građe organa za izlučivanje (difuzije, razvoj cjevčica za izlučivanje, nečisnica, mokraćna kiselina, pravi bubreg)	detalje životnih ciklusa nametničkih životinja s nazivima ličinačkih stadija (miracidije, cercarije i sl.), nazive ličinka beskralježnjaka, nazive organa za izlučivanje (protonefridije, metanefridije, antenalne žlijezde...), detaljnu podjelu kukaca, plaštenjake, osnove građe i način života kopljače, detaljno Hadžijevu i Haeckelovu teoriju o postanku višestaničnih životinja, pojavu partenogeneze u vodenbuhe, svojstva peripatusa kao živoga fosila, kružnouste nazive dijelova želudca u preživača, broj ganglija, latinske nazive kostiju i mišića, detaljnu građu mozga i sva polja u kori velikoga mozga

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtit
1.2. Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma	1.2.3.5. povezati građu s ulogama organskih sustava u čovjeka	srčanožilni sustav — građa i uloga srca, građa i uloga arterija, vena i kapilara, mali i veliki krvotok, koronarni krvotok, kontrakcije srca imunološki sustav — razlikovanje organa, tkiva i stanica imunološkoga sustava limfni sustav — limfne žile, limfni čvorovi i organi dišni sustav — povezivanje građe organa dišnoga sustava s njihovom ulogom (nos, ždrijelo, grkljan, dušnik, dušnice, bronhioli, alveole, poplućnica), položaj organa dišnoga sustava u tijelu čovjeka, mehanika disanja (mišići, volumen prsnoga koša, tlak, udisaj, izdisaj) probavni sustav — povezivanje građe organa probavnoga sustava s njihovom ulogom (usta, ždrijelo, jednjak, želudac, tanko i debelo crijevo, analni otvor, žlijezde slinovnice, jetra, žučni mjehur, gušterača, zubi, jezik), položaj organa probavnoga sustava u tijelu, objašnjenje osnovne uloge jetre i gušterače u probavi hrane mokraćni sustav — povezivanje osnovne građe nefrona s njegovom ulogom u filtraciji krvne plazme i stvaranju mokraće, građa bubrega, položaj organa mokraćnoga sustava u tijelu (bubrezi, mokraćovodi, mokraćni mjehur, mokraćna cijev, mokraćno-spolna cijev) pokrovni sustav — epiderma, derma, sloj masnih stanica, lojnice, dlake, znojnice, melanin, kolagen, elastin, uloge kože sustav organa za pokretanje — kostur čovjeka, struktura kosti, oblik, veličina i položaj kostiju, veze među kostima (zglobovi i šavovi), građa i funkcija hrskavice, okoštavanje, osein, kalcij, vitamin D, osobine i vrste mišićnoga tkiva, građa poprečnoprugastih mišića; miozin, aktin, kontrakcije mišića endokrini sustav — endokrine žlijezde i njihov smještaj u tijelu, razlikovanje egzokrinih od endokrinih žlijezda, hijerarhijski položaj i uloga hipofize, uloge najvažnijih hormona (hipotalamus — princip djelovanja i značenje rezultata analize hormona) spolni sustav — organi muškoga i ženskoga spolnog sustava i njihove uloge živčani sustav — dijelovi živčanoga sustava i njegove uloge, građa živčane stanice i uloge njezinih dijelova, usporedba građe mozga i leđne moždine, razlikovanje vrste živaca i njihovih uloga, glavna morfofunkcionalna podjela kore velikoga mozga (motorne, senzorne, asocijativne i limbičke regije) bez preciznoga pozicioniranja pojedinoga centra	srčanožilni sustav: nazive srčanih zalistaka, slojeve srčane stijenke (endokard, epikard), prijelazne ploče, latinske nazive slojeva u građi krvnih žila, promjer kapilara, apoptozu, usporedbu disanja i krvotoka prije i nakon rođenja; načelo analize pokazatelja zdravstvenoga stanja organizma iz urina imunološki sustav: vidi što ne treba u području 4.1.2. dišni sustav: latinske nazive organa dišnoga sustava, površinu pluća (brojčano), promjer alveola, brojčane vrijednosti tlakova u plućima; brojčane vrijednosti različitih vrsta plućnih volumena, brojčanu vrijednost za vitalni kapacitet probavni sustav: latinske nazive organa probavnoga sustava, odontoblaste, tipove stanica želudca,olecistokinin, sekretin, Brunnerove žlijezde, Lieberkuhnove kripte mokraćni sustav: latinske nazive organa mokraćnoga sustava

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
1.2. Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma	1.2.3.5. povezati građu s ulogama organskih sustava u čovjeka	osjetilni sustav — dijelovi oka (očna jabučica, očni živac), akomodacija oka i poremećaji u funkciji oka (kratkovidnost i dalekovidnost), prijenos svjetlosnih podražaja; građa uha te princip nastanka osjeta sluha i ravnoteže; uloge jezika; osjetilo njuha i prijenos signala do mozga; mehanizam razlikovanja boja i prostorna percepcija	pokrovni sustav: slojeve epiderme i derme, keratinocite sustav organa za pokretanje: latinske nazive kostiju i mišića endokrini sustav: latinske nazive dijelova sustava, nazive pojedinih hormona: melanostimulacijski hormon, tireokalcitonin, parathormon, melatonin spolni sustav: latinske nazive dijelova sustava živčani sustav: funkcioniranje područja za govor u kori mozga, mozgovne živce i zadatke koje obavljaju, električnu aktivnost mozga i moždane valove, pamćenje, policikličko i monocikličko spavanje, govor: Wernickeovo i Brokino područje, ablaciju mrežnice, mentalne/ neuralne/duševne bolesti, ekscitacijske i inhibicijske neurone osjetilni sustav: nazive: bazilarna membrana, pokrovna membrana, Cortijev organ, građa labirinta, makula, statoliti, perilimfa, endolimfa

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtit
1.2. Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama	1.2.4. Ustrojstvene razine u biosferi	1.2.4.1. razlikovati na primjerima organizacijske razine živoga svijeta	granica između živoga i neživoga svijeta; od molekule do biosfere, raščlaniti organizacijske razine živih bića i navesti primjere; populacija, životna zajednica, ekosustav, biom, biosfera	
	1.2.5. Ustrojstvo bioloških subjekata bez stanične organizacije	1.2.5.1. razlikovati biološke subjekte bez stanične građe i njihovu važnost u živome svijetu	virusi, subviralni patogeni — princip infekcije (prioni, viroidi); virusne infekcije	satelitne RNA
		1.2.5.2. objasniti građu i podjelu virusa	građa virusa na primjerima virusa mozaičke bolesti duhana kao predstavnika jednostavnih virusa (proteinska ovojnica, nukleinska kiselina), HIV-a kao predstavnika složenih virusa (sadrži i vanjsku ovojnicu prema sastavu sličnu membrani stanice domaćara, izbojke i reverznu transkriptazu) i bakteriofaga; podjela virusa prema tipu stanice kojom se koristi za umnožavanje i prema vrsti nukleinske kiseline (RNA virusi, DNA virusi)	podrijetlo virusa, podjelu virusa prema obliku kapside; pojmove kapsida, kapsomere, peplos, peplomere, godine otkrića
		1.2.5.3. usporediti značajke virusa i živih bića	što od značajka živih organizama virusi nemaju (organiziranost; izmjenu tvari i energije ili metabolizam; razmnožavanje, rast i razvitak; podražljivost; prilagodbu; kontrolne procese i homeostazu)	
1.3. Srodnosti i raznolikosti	1.3.1. Principi klasifikacije	1.3.1.1. razlikovati podjelu živoga svijeta prema sistematskim kategorijama i značenje dvoimenoga nazivlja u Biologiji	smisao i potreba klasifikacije živoga svijeta; domena, carstvo, koljeno, razred, red, porodica, rod, vrsta, podvrsta, sorta, pasmina; važnost i primjena principa dvoimenoga nazivlja; prema ponuđenim sistematskim kategorijama razvrstati organizme	latinske nazive pojedinih vrsta i sistematskih kategorija
		1.3.1.2. usporediti značajke organizama koji pripadaju različitim domenama i carstvima	tri domene prema tipu stanične građe (arheja, bakterija, eukariota), šest carstava (arhebakterije, eubakterije, protisti/protoktisti, gljive, biljke i životinje), jednostanični prokariotski organizmi, jednostanični eukariotski organizmi, višestanični organizmi koji nemaju prava tkiva, višestanični organizmi s pravim tkivima; osnovne razlike između organizama pojedinih carstava, npr. što carstvo gljiva razlikuje ili povezuje s biljnim i životinjskim carstvom	
	1.3.2. Raznolikost arheja i eubakterija	1.3.2.1. objasniti značenje arhebakterija te cijanobakterija i ostalih bakterija za čovjeka i u biosferi	ekstremna staništa, srodnost s eukariotima, endosimbiotska teorija; značaj bakterija u procesu kruženja tvari — kao razlagač i kao proizvođač — ali bez ispitivanja detalja cvjetanja kopnenih voda i mora, pioniri vegetacije; prehrambena industrija i biotehnologija, razlikovanje pojedinih primjera bolesti prema tablici 7. (Zarazne bolesti) u prilogu	nazive rodova metanogenih bakterija

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
1.3. Srodnosti i raznolikosti	1.3.3. Raznolikost protista/ protoktista	1.3.3.1. analizirati osnovne značajke građe jednostaničnih heterotrofnih i autotrofnih te višestaničnih autotrofnih protista/protoktista na tipičnim predstavnicima	ameba, papučica, euglena; uloga pelikule, stanična membrana, hranidbeni mjehurići, stežljivi mjehurići, jezgra, kloroplasti, očna pjega, trepetljike, lažne nožice, bičevi; spirogira, volvoks i morska salata, jadranski bračić; talus ili steljka, jednostanični i kolonijalni organizmi; stabalce, korjenčići, listići, pigmenti karakteristični za osnovne skupine (klorofili, karoten, ksantofili, fikobilin)	građu bičeva i trepetljika; konceptakule, internodije, nodije, aerociste, cistozigotu, pojam aerociste, tipove pojedinih pigmentata i udjele u skupinama, ostale tipove fotosintetskih pigmentata, produkata fotosinteze i rezervnih tvari svih autotrofnih protoktista, feoplaste, rodoplaste, detalje skupina svjetlećih i zlatnožutih alga, pirenoid, cenocitu, građu kaulerpe, građu pelikule
		1.3.3.2. objasniti značenje autotrofnih i heterotrofnih protista/ protoktista za čovjeka i biosferu na tipičnim predstavnicima	zeleni bičashi (euglena), kremenjašice (kremena zemlja), zelene alge (volvoks, morska salata, kaulerpa, klobučić), smeđe alge (jadranski bračić, padina) i crvene alge (agar, litotamnijski vapnenac, veza s cijanobakterijama), autotrofni protoktisti kao bioindikator (morska salata, zelena euglena, padina) u dobivanju energije i biogoriva te u prehrani; praživotinje: korjenonošci – amebe i krednjaci (bolest – dizenterija; taloženje sedimenata od vapnenca); bičashi – trihomonas (nametnički bičashi); trepetljikaši – papučica; truskovci – <i>Plazmodium</i> sp. (malaria)	razmnožavanje kremenjašica; proces probave u trepetljikaša, konjugaciju trepetljikaša, ciklus razmnožavanja plazmodija, podrijetlo heterotrofnih protoktista, predstavnike sluznjača, kitridijale, rasplodne organe (sporangiofore i zoosporangije), sluznjače

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
1.3. Srodnosti i raznolikosti	1.3.4. Raznolikost gljiva i lišajeva	1.3.4.1. izdvojiti osnovne značajke građe gljiva na tipičnim predstavnicima	tipični primjeri: kvasčeve gljivice, kistac, narančasta zdjeličarka i muhara; navoditi značajke gljiva koje ih povezuju s biljkama, odnosno sa životinjama (heterotrofan način života, hitin, nepokretnost, glikogen, hife, micelij, klobuk, stručak, plodište, sporangiji, spore)	detaljnu podjelu gljiva u pododjeljke, nazive: terestički, epiliski, kriptobioza, kolumela, himenija, aspergiloza
		1.3.4.2. objasniti značenje gljiva i lišajeva za čovjeka i biosferu	prehrana, otrovnost, proizvodnja antibiotika; kvasčeve gljivice, zelena plijesan (kistac — Penicillium), smrčak, narančasta zdjeličarka, tartufi, pepelnice, vrganj, bukovača, pečurka (šampinjon), puhara, peronospora vinove loze, zelena pupavka, muhara, kandida/kandidijaza; „pioniri vegetacije”; u medicini (islandski lišaj); mutualizam gljiva s cijanobakterijama ili zelenim algama; uloga slojeva u građi lišajeva	građu soredija

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtiti
1.3. Srodnosti i raznolikosti	1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta	1.3.5.1. analizirati osnovne značajke građe stablašica (mahovina, papratnjača, golosjemenjača i kritosjemenjača) na tipičnim predstavnicima	mahovine na primjeru vlaska – nevaskularne stablašice, sporofit (tobolac, držak), gametofit (korjenčić, listići, stabalce), prevladava gametofit; papratnjače na primjeru bujadi – korijen, stabljika, list, prilagodbe na kopneni način života (vaskularne stablašice), ovisnost o vodi tijekom razmnožavanja; golosjemenjače na primjeru bora; kritosjemenjače na primjeru jabuke, pšenice i kukuruza (vegetativni i generativni organi, značajke jednosupnica i dvosupnica); s pomoću dihotomskih ključeva razvrstavanje biljnih organizama – primjer zadataka praktičnih radova	pojmove: filoidi, kauloid, rizoidi; evolucijske linije mahovina (rožnjače, jetrenjače i prave mahovine); pojmove: operkulum, kormus, haptera; građu psilofita, lepidodendrona, crvotočina i selaginele; pojmove: trofospороfil, induzij; građu sterilne i fertile stabljike preslice; podjelu na evolucijske linije u golosjemenjača, neprave plodove, evolucijske linije kritosjemenjača; nazive: gnetumi, andrecej, ginecej; nazive: sinergide i antipode, entomogamne, ornitogamne, hiropterogamija, anemogamija, hidrogamija, epizoohorija, hidrohorija, anemohorija, antohorija, trofospороfili, anemofilija, entomofilija, ornitofilija, hiropterofilija, hidrofilija, partenokarpija

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
1.3. Srodnosti i raznolikosti	1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta	1.3.5.2. objasniti značenje biljaka za čovjeka i biosferu na tipičnim predstavnicima	treset, sedrene barijere, kameni ugljen; građevinarstvo – drvo; proizvodnja papira, smola; farmaceutska industrija – iglice za sirupe protiv kašlja, ginko; hortikultura; ekološka uloga: crnogorične šume; povrće (kupus, blitva, grah, endivija); voće: jabuka, višnja, šljiva, jagoda, ribiz, smokva, rogač, dud, pitomi kesten, lješnjak; ljekovite biljke: preslice, metvica, majčina dušica, kamilica, lipa, ljekovita kadulja; začinske biljke: ružmarin, lovor, peršin, bosiljak, origano; žitarice (ječam, pšenica); otrovne biljke: tisa, đurđica, mrazovac, oleander, naprstak, bunika	florna carstva
		1.3.5.3. opisati raznolikost flore i vegetacije Hrvatske	mahovine: obični vlasak, mah tresetar, sedrotvorci; papratnjače: poljska preslica, bujad, jelenak; golosjemenjače: bor, jela, smreka, čempres, tisa, ginko, cikas; kritosjemenjače – dvosupnice: bukva, kesten, hrast, bagrem, kupus, mrkva, kadulja, kamilica, suncokret, maslačak; jednosupnice: luk, ljiljan, trave: pšenica, kukuruz, zob, trska; endemične vrste: velebitska degenija, hrvatska sibireja (relikt), dubrovačka zečina, hrvatska perunika, runolist, hrvatski karanfil; zaštićene vrste: navedeni endemi i ugrožene vrste, npr. obična kockavica, orhideje, tisa, božikovina, širokolisna veprina	
	1.3.6. Raznolikost životinskoga svijeta	1.3.6.1. analizirati osnovne značajke građe glavnih skupina životinja na tipičnim predstavnicima	Tablica 5. Obilježja beskralježnjaka; Tablica 6. Obilježja kralježnjaka u prilogu; razvrstavanje i prepoznavanje tipičnih predstavnika glavnih skupina životinja prema njihovoj građi; razvrstavanje životinjskih organizama s pomoću dihotomskih ključeva – primjer zadataka; razlikovanje morfologije mekušaca na primjerima puža, školjkaša i glavonošca, razlikovanje morfologije člankonožaca na primjerima pauka, raka i kukca	detaljne klasifikacije unutar skupina beskralježnjaka; razrede žarnjaka; pregled građe pripadnika natkoljena obljenjaka; natkoljeno lovkaši; natkoljeno stapčari; detaljnu sistematiku riba; detaljnu podjelu vodozemaca; beznošce (indijski rijač); detaljnu podjelu gmazova; detaljnu podjelu ptica; detaljnu podjelu sisavaca

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtiti
1.3. Srodnosti i raznolikosti	1.3.6. Raznolikost životinskoga svijeta	1.3.6.2. objasniti značenje beskralježnjaka i kralježnjaka za čovjeka i biosferu na tipičnim predstavnicima	spužve — poznavati tradiciju spužvarstva na Jadranu (Krapanj); beskolutičavci — žarnjaci (hidra, moruzgva, vlasulja, koralji, tradicija koraljarstva na otoku Zlarinu, ušati klobuk), plošnjaci (virnjaci, metilji, trakavice), oblici i mekušci (puževi: priljepci, vinogradnjak, balavci; školjkaši: bezupka, dagnja; glavonošci: sipa, lignja, hobotnica; školjkaši akumuliraju mikroorganizme i štetne spojeve iz mora — opasnost od trovanja) mnogokolutičavci — korisna uloga gujavice, pijavice, korisna i štetna uloga kukaca za čovjeka: štetna uloga kukaca kao nametnika (biljne uši, komarci, obadi, buhe) i prenosilaca bolesti (komarci, uši, muhe, krpelj), crna udovica kao naš otrovni pauk; uloga kukaca u biosferi; hrana drugim životinjama, oprašivanje biljaka, rasprostranjivanje sjemenaka, proizvodnja meda; uloga u prehrani — rakovi; malokolutičavci — ježinci, zvjezdače, zmijače, trpovi, njihova uloga u morskim ekosustavima kralježnjaci: ribe u prehrani, primjeri uzgoja u Republici Hrvatskoj — pastrva, šaran, orada, tuna; važnost različitih vrsta riba u ekosustavu; zmije otrovnice: poskok i ričovka, što poduzeti prilikom zmijskoga ugriza; uloga ptica u ekosustavima, ptice u prehrani ljudi; značenje sisavaca za čovjeka (kućni ljubimci, hrana, sirovine za industriju)	žiroglavce, svitkoglavce, plaštenjake, kruznouste
		1.3.6.3. opisati raznolikost faune Hrvatske	uzroci raznolikosti hrvatske faune i velikoga broja endema, zaštita životinjskih vrsta u Republici Hrvatskoj i uzroci ugroženosti; primjeri ugroženih vrsta: mekušci, npr. periska, prstaci, puž bačvaš; vodozemci — čovječja ribica, vodenjaci, gatalinka, mukači; gmazovi; ptice — grabljivice, npr. orlovi, jastrebovi, sokolovi, sove; pjevice i močvarice, npr. čaplje, rode, žličarka; sisavci — vuk, ris, medvjed, vidra, sredozemna medvjedica, šišmiši; endemične vrste: kosac, endemični gušteri na otocima, čovječja ribica, endemi krške faune; karakteristike autohtonih pasmina životinja nastalih u ovisnosti s uvjetima života u određenome staništu	brojeve zaštićenih vrsta u pojedinim skupinama životinja, kategorije zaštite iz Crvenih knjiga

1.2.2. Ishodi područja 2. *Razmnožavanje i razvoj organizma*

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtit
2.1. Razmnožavanje i nasljeđivanje	2.1.1. Spolno i nespolno razmnožavanje na razini stanica	2.1.1.1. usporediti uloge binarne diobe, mitoze i mejoze u razmnožavanju	rezultati binarne diobe i staničnih dioba koje se pojavljuju pri različitim oblicima razmnožavanja prokariota i eukariota	
	2.1.2. Spolno i nespolno razmnožavanje na razini organizama	2.1.2.1. povezati način razmnožavanja s uvjetima života prokariotskih organizama	dvojna dioba kao način razmnožavanja prokariota; načini rekombinacije u prokariota (konjugacija, transformacija, transdukcija); klonovi	detalje konjugacije (F ⁺ , F ⁻)
		2.1.2.2. analizirati prednosti i nedostatke različitih oblika razmnožavanja protoktista, biljaka i gljiva	dioba (euglena), oblici nespolnoga (vegetativnoga) i spolnoga razmnožavanja biljaka; gljiva (na primjeru kvasca i plijesni); prednosti i nedostatci različitih oblika razmnožavanja u ovisnosti o životnim uvjetima; klonovi, oplodnja	askus, askosporu, bazidiosporu, gametangiogamiju, somatogamiju, razvojne stadije mješinaraka i stapčarka, razmnožavanje turionima, hibernakulima ili bulbilima
		2.1.2.3. analizirati uspješnost različitih oblika razmnožavanja s obzirom na uvjete života životinja	oblici nespolnoga (vegetativnoga) i spolnoga razmnožavanja životinja; prednosti i nedostatci različitih oblika razmnožavanja ovisni o životnim uvjetima (samooplodnja, razvitak iz neoplođene jajne stanice, pupanje...); oplodnja, brojnost potomstva i parazitizam (na primjeru trakavice), klonovi	
		2.1.2.4. usporediti značajke i ulogu rasplodnih stanica u biljaka i životinja	haploidno/diploidno, spore biljaka i gamete životinja nastaju mejozom, gamete biljaka nastaju mitozom	
		2.1.2.5. objasniti gametogenezu kao preduvjet spolnoga razmnožavanja na primjeru čovjeka	gamete, tijek gametogeneze, sličnosti i razlike u oogenezi i spermatogenezi, pojašnjenje da gametogeneza uključuje i mitozu i mejozu	nazive: ovojnica oocita, primarni i sekundarni spermatoцитi i oociti (1. i 2. reda), spermatogoniji, oogoniji
		2.1.2.6. analizirati menstrualni ciklus žene	ovulacija, menstrualni ciklus, spolni hormoni (estrogen, progesteron), hormoni koji reguliraju rad i rast spolnih žlijezda, promjena koncentracije hormona tijekom ciklusa, trudnoća	

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtiti
2.1. Razmnožavanje i nasljeđivanje	2.1.3. Nasljeđivanje na razini stanica	2.1.3.1. objasniti replikaciju DNA i njezino značenje za pravilno odvijanje staničnih dioba	povezanost građe i uloge DNA, replikacija DNA, komplementarnost, DNA polimeraza, ligaza, S faza interfaze	DNA topoizomerase, ostale enzime koji sudjeluju u replikaciji
		2.1.3.2. objasniti biosintezu proteina kao ostvarenje nasljedne upute na razini stanice	ribosomi, mRNA, tRNA, rRNA, RNA polimeraza, genska šifra kao triplet nukleotida na molekuli DNA (kod), kodon, antikodon, aminokiseline, peptidna veza, biosinteza proteina: transkripcija, translacija i smatanje proteina; uloga START i STOP kodona, nazivi: introni i eksoni	detaljnu građu tRNA, aminoacil-tRNA; aktivaciju aminokiselina; detaljnu građu ribosoma, polisome; kombinacije dušičnih baza za STOP i START kodone
		2.1.3.3. obrazložiti zašto su geni funkcionalni dijelovi molekule DNA	informacija za sintezu polipeptida/proteina, kalup za sintezu RNA molekula („centralna dogma”), genska šifra (okvir čitanja), načelo kontrole aktivnosti drugoga/drugih gena: mehanizam kontrole aktivacije gena u prokariotskome organizmu na primjeru laktoza operona; koristiti se tablicom kodona, regulacija ekspresije gena u eukariota	tablicu genetičkih šifra za aminokiseline
	2.1.4. Nasljeđivanje na razini organizama	2.1.4.1. analizirati odnose među genima i njihov utjecaj na razini organizma ili pojedine osobine	alel, lokus, dominantno svojstvo, recesivno svojstvo, kodominantno svojstvo, genotip, fenotip, multipli aleli, homozigot, heterozigot, hemizigot; vezani geni, utjecaj krosingovera na odvajanje vezanih gena, vinska mušica (kao prvi testni organizam); poligenska svojstva	izračunavanje relativne udaljenosti između dvaju vezanih gena na molekuli DNA na temelju postotka rekombinantnih potomaka
		2.1.4.2. povezati stalnost broja, građe i oblika kromosoma s definicijom vrste kao reproduktivno izolirane skupine organizama	veza gen – DNA (kromatin) – kromosom, tjelesni (somatski) i spolni kromosomi (gonosomi); zbir (set) gena specifičan je za vrstu i mijenja se postupno, mutacijama; poliploidija i međuvrtni križanci – nove vrste kod biljaka te sterilni križanci životinja zbog nemogućnosti pravilnoga odvijanja mejoze	nazive metaboličkih poremećaja

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
2.1. Razmnožavanje i nasljeđivanje	2.1.4. Nasljeđivanje na razini organizama	2.1.4.3. primijeniti zakone nasljeđivanja na konkretnim zadatcima uz objašnjenja Mendelovih zakona	monohibridno i dihibridno križanje, test-križanje, nepotpuna dominacija (intermedijarno); očekivani rezultati u F1 i F2 generaciji; primjena Mendelovih zakona križanja; primijeniti načela spolno vezanoga nasljeđivanja	
		2.1.4.4. analizirati odnose genotipa, fenotipa i okoliša	modifikacije; primjeri obilježja jedinke koja su nastala izravnim utjecajem čimbenika iz okoliša na jedinku	
		2.1.4.5. identificirati uzroke mutacija i moguće posljedice na razini jedinke/populacije/vrste	promjene broja i građe kromosoma, štetne, korisne i neutralne mutacije, divlji tip, somatske mutacije, mutacije u spolnim stanicama; značaj promjena gena/kromosoma za nastanak tumora i poremećaje razvoja; Downov i Turnerov sindrom; mutacije broja i/ili građe kromosoma iščitati iz kariotipa i/ili rodoslovlja; spontane i inducirane mutacije; mutageni faktori, pušenje, droga, alkohol, stres, nepravilna prehrana, virusi; metabolički poremećaji i šarenilo listova kao posljedica mutacije DNA staničnih organela	kombinacije broja kromosoma kod pojedinih sindroma i posljedice pojedine mutacije (Jacobsov sindrom, Patauov sindrom, Edwardov sindrom)
	2.1.5. Umnožavanje virusa i ostalih nestaničnih i substaničnih tvorba	2.1.5.1. opisati načela umnožavanja virusa na primjeru bakteriofaga i HIV-a	ciklus umnožavanja, reverzna transkripcija	litički i lizogeni ciklus bakteriofaga, nazive faza ciklusa umnožavanja
		2.1.5.2. obrazložiti sposobnost mitohondrija i plastida da se umnožavaju neovisno o dijeljenju stanice	mitohondriji, plastidi, DNA, postanak eukariotske stanice (teorija o endosimbiozi); majčinsko nasljeđivanje	
		2.1.5.3. analizirati ulogu plazmida u prokariotskim stanicama i njihovu primjenu u genetičkome inženjerstvu	plazmidi kao prenositelji osobina iz jedne bakterijske stanice u drugu; upotreba plazmida u genetičkome inženjerstvu na primjeru kloniranja gena za inzulin	sljedove DNA koje prepoznaju pojedini restriksijski enzimi, nazive restriksijskih enzima

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
2.2. Životni ciklusi	2.2.1. Životni ciklus stanice	2.2.1.1. analizirati životni ciklus stanice	opisati ulogu i dijelove interfaze u životnome ciklusu stanice; tijek binarne diobe, faze mitoze i mejoze — sličnosti i razlike; način nastanka, broj i građa kromosoma na početku i kraju diobe; homologni kromosomi, bivalenti, kromatide, diobeno vreteno, centromer, telomera, razine spiralizacije kromosoma	podjelu profaze I i mejoze na podfaze, prometafazu, kinetohoru, podjelu kromosoma prema položaju centromere
	2.2.2. Životni ciklus organizma	2.2.2.1. objasniti osnovno načelo izmjene generacija i redukcije gametofita u autotrofnih organizama	sporofit i gametofit s obzirom na nastanak spora (mejozom) i gameta (mitozom); usporedba sporofita i gametofita mahovina, papratnjača, golosjemenjača i kritosjemenjača; redukcija gametofita tijekom evolucije; izmjena haploidne i diploidne generacije u zelenih alga (na primjeru morske salate); oprašivanje, oplodnja, nastanak sjemenki u kritosjemenjača	izospore, heterospore, mikrogametofit, megagametofit, vegetativnu i generativnu jezgru, triploidni endosperm, mikropilu, nucel, integument, andrecej, anteridije, arhegonije, partenokarpiju, pseudantij, građu klasa (obuvenac, košuljica, loduli), nodij, ligulu, epikotil, hipokotil
		2.2.2.2. usporediti životne cikluse životinjskih organizama	izmjena diploidne i haploidne faze (haploidne su spolne stanice), izmjena spolne i nespodne generacije (na primjeru žarnjaka); metamorfoza vodozemaca; preobrazbe kukaca, partenogeneza na primjeru paličnjaka	
		2.2.2.3. usporediti faze u životu čovjeka s obzirom na psihofizičke značajke	rođenje, djetinjstvo, pubertet, mladenaštvo, zrelost, starost, smrt; djelovanje hormona	
2.3. Rast i razvitak	2.3.1. Povećanje broja stanica	2.3.1.1. povezati mitozu s rastom višestaničnoga organizma i obnavljanjem njegovih stanica	očuvanje broja i vrste kromosoma (molekula DNA), iz jedne nastaju dvije genetički identične stanice, povećanje broja stanica — rast; uloga meristemskih tkiva biljnoga organizma (vršni i bočni meristemi); regeneracija, matične stanice, totipotentnost, pluripotentnost	broj kromosoma u pojedinim vrsta

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtit
2.3. Rast i razvitak	2.3.2. Diferencijacija tkiva i organa	2.3.2.1. odrediti bitne značajke pojedinih faza embrionalnoga razvoja čovjeka	zigota, blastula, gastrula, embrio, fetus, diferencijacija stanica, zametni listići, organogeneza	
		2.3.2.2. povezati nastanak tumora s poremećajem kontrole aktivnosti gena odgovornih za stanične diobe	onkogeni, tumor supresorski geni, nekontrolirane diobe, benigni i maligni tumori, utjecaj okoliša	
2.4. Postanak i razvoj života na Zemlji	2.4.1. Čimbenici evolucije	2.4.1.1. analizirati čimbenike evolucije	mutacije (korisne, štetne i neutralne); važnost prirodne selekcije kao evolucijskoga čimbenika, prirodna i umjetna selekcija; važnost izolacije kao evolucijskoga čimbenika, geografska, reproduktivna i ekološka izolacija; genska snaga; koevolucija; usporedba Lamarckove i Darwinove teorije	
		2.4.1.2. objasniti osnovna načela i etape kemijske i biološke evolucije	kemijska evolucija, Millerov i Ureyev pokus, biološka evolucija	detaljan opis procesa dobivanja koacervata/ mikrosfera
	2.4.2. Dokazi evolucije	2.4.2.1. analizirati dokaze biološke evolucije	fosili, prijelazni oblici, razvojni nizovi, fiziološki, genetički, embriološki dokazi, paleontologija, način postanka fosila, ribe resoperke, praptica, čudnovati kljunaš, psilofitine, pteridosperme; razvojni niz konja, homologni i analogni organi, atavizmi, rudimentarni organi, endemi, relikti, prilagodbe	godine ili geološka razdoblja prvoga pojavljivanja i/ili dominacije pojedinih skupina organizama, starost pojedinih fosila – „ediakara fauna“, kleidoničko jaje; nazive i faze u razvojnome nizu konja, kita i slona
	2.4.3. Postanak vrsta	2.4.3.1. analizirati evoluciju na različitim razinama biološke organizacije	mehanizmi specijacije na primjerima; promjene na razini populacije, vrste viših sistematskih kategorija (mikroevolucija, makroevolucija, megaevolucija), konvergencija; divergencija	nazive: alopatrijska, simpatrijska, parapatrijska specijacija

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtiti
2.4. Postanak i razvoj života na Zemlji	2.4.3. Postanak vrsta	2.4.3.2. analizirati pojavu i razvoj čovjeka na Zemlji	Afrika kao čovjekova pradomovina; sličnost između ljudi i srodnih vrsta životinja, osnovne značajke koje su, počevši od <i>Australopithecus</i> sp. te unutar roda <i>Homo</i> (<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i>), usložnjavanjem dovele do postanka naše biološke vrste, Krapina — Hušnjakovo brdo, Vindija, D. G. Kramberger	vrijeme pojavljivanja/ postojanja pojedinih vrsta, starost fosila, mjesto otkrića fosila, tjelesne dimenzije pripadnika pojedinih vrsta, kulture — olduvajska, ašelejska, musterijanska

1.2.3. Ishodi područja 3. Tvari i energija u životnim procesima

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
3.1. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice — metaboličke reakcije	3.1.1. Procesi vezanja energije i sinteze biomolekula — ugljikohidrata, lipida, proteina	3.1.1.1. usporediti fotosintezu i kemosintezu s obzirom na reaktante i produkte tih reakcija i organizme koji ih provode	autotrofija; fotoautotrofi; fotosintetske bakterije (cijanobakterije, purpurne bakterije); alge, biljke; kemoautotrofi, kemosintetske bakterije (nitrifikacijske ili dušične bakterije)	kemijske reakcije svih kemosintetskih bakterija (treba znati samo one koje provode dušične bakterije); brojčane vrijednosti valnih duljina vidljive svjetlosti; reakcije fuzije vodika u helij; fotosustave I i II, njihove valne dužine i povezanosti; dijelove vidljivoga spektra (plavi, crveni, zeleni); kemijsku strukturu klorofila; ostale tipove fotosintetskih pigmenata autotrofnih protoktista, produkte fotosinteze i rezervne tvari smeđih i crvenih alga, fotosinteza u biljaka suhih staništa (sukulente); enzime u sekundarnim reakcijama — rubisko; fotorespiraciju; dodatne mehanizme vezanja CO ₂ (C4 biljke i CAM biljke)
		3.1.1.2. analizirati utjecaj vanjskih čimbenika na intezitet fotosinteze (voda, svjetlost, temperatura i CO ₂)	utjecaj vode, svjetlosti, temperature i ugljikova(IV) oksida na intenzitet fotosinteze	
		3.1.1.3. raščlaniti reakcije fotosinteze na svjetlu i reakcije u tami (Calvinov ciklus)	fotosinteza: primarne i sekundarne reakcije fotosinteze	

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
3.1. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice — metaboličke reakcije	3.1.1. Procesi vezanja energije i sinteze biomolekula — ugljikohidrata, lipida, proteina	3.1.1.4. povezati submikroskopsku građu kloroplasta s fotosintezom	submikroskopska građa kloroplasta: ovojnica, tilakoidi, stroma, grana tilakoidi, ribosomi, kružna DNA, škrobna zrnca	različite vrste tilakoida, nazive enzima u stromi
		3.1.1.5. analizirati oblike u kojima su biljci dostupne glavne mineralne tvari (ioni, soli) potrebne za razvitak biljke i njihove uloge u razvitku biljke	oblici u kojima su biljci dostupni: vodik, kisik, dušik, ugljik, fosfor, sumpor, magnezij; uloge vode, ugljikova(IV) oksida, mineralnih tvari (dušika, fosfora, sumpora, magnezija) za biljku	postotke zastupljenosti minerala u tlu; posljedice nedostatka ili viška minerala u biljkama; reakcije redukcije N_2 i redukcije NO_3^- ; kruženje fosfora i sumpora
	3.1.2. Procesi oslobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a	3.1.2.1. razlikovati heterotrofnu prehranu saprofita i parazita	heterotrofija; saprofiti: saprofitske bakterije (bacil sijena i bakterije koje uzrokuju vrenje, metanske bakterije), heterotrofni protisti/protoktisti, gljive, životinje; paraziti: parazitske bakterije (uzročnici bolesti), parazitski protisti/protoktisti (trihomonas, tripanosoma, malarični plazmodij), parazitske gljive (pepelnica, rđa, snijet, peronospora), parazitske životinje (metilj, dječja glista, krpelj)	
		3.1.2.2. analizirati procese vrenja kao procese kojima anaerobni mikroorganizmi dolaze do energije	opisati procese vrenja i uvjete u kojima se odvijaju: alkoholno vrenje, mliječno-kiselo vrenje, maslačno vrenje, octeno vrenje (na razini općih jednakžba vrenja)	detaljnije reakcije vrenja; shemu proizvodnje bioplina
		3.1.2.3. objasniti stanično disanje kao proces kojim aerobni organizmi dolaze do energije	stanično disanje: anaerobno (glikoliza), aerobno (Krebsov ciklus, transportni lanac elektrona); sinteza ATP-a	nazive koenzima; jednakžbu dišnoga koeficijenta
	3.1.3. Prijenos tvari kroz staničnu membranu	3.1.3.1. usporediti pasivne načine prolaska tvari kroz membranu s obzirom na vrstu tvari koja se prenosi	pasivno (bez utroška energije): difuzija (npr. kisika, ugljikova(IV) oksida); olakšana difuzija (npr. glukoze, neke aminokiseline); osmoza; hipotonično, hipertonično, izotonično	

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamti
3.1. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice — metaboličke reakcije	3.1.3. Prijenos tvari kroz staničnu membranu	3.1.3.2. analizirati ulogu natrij-kalij crpke u poticaju rada srca i u prijenosu živčanih impulsa	aktivno (s utroškom energije): prijenos iona (natrijevih, kalijevih) suprotno koncentracijskomu gradijentu; centri automacije srca (S-A čvor, A-V čvor), sinapsa, depolarizacija, repolarizacija; sistola, dijastola, uloga EKG-a	analizu EKG-a
		3.1.3.3. razlikovati endocitozu i egzocitozu s obzirom na vrstu tvari koje se prenose tim procesima i s obzirom na stanice koje ih provode	egzocitoza/endocitoza (pinocitoza, fagocitoza); unose se makromolekule i mikroorganizmi; izlučuju se, npr. neki enzimi, hormoni, komunikacijske molekule (citokini, hormoni rasta i sl.), nepotrebne tvari; provode ih neki protisti/protoktisti, leukociti	pinosom, fagosom
		3.1.3.4. objasniti razlike u načinu ishrane bakterija	autotrofne (kemosintetske i fotosintetske); heterotrofne (saprofitske i parazitske)	
		3.1.3.5. povezati reakcije fotosinteze sa staničnim disanjem	reaktanti i produkti fotosinteze i staničnoga disanja; vezanje i oslobađanje energije	
3.2. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini organizma	3.2.1. Prehrana organizma	3.2.1.1. usporediti ulogu produkata žlijezda slinovnica i žljezdanih stanica želudca, jetre i gušterače u probavi hrane	kemijska razgradnja hrane (djelovanje enzima); probavne žlijezde: slinovnice, jetra, gušterača; enzimi u izlučevinama probavnih žlijezda: u slini — alfa-amilaza (ptijalin); u gušteračnim sokovima: amilaze, lipaze, peptidaze; iz jetre — žuč s emulgatorima za masnoće (žučnim solima), enzimi koji se luče u želudcu	detaljan proces probave trepetljikaša; podrijetlo heterotrofnih protoktista
		3.2.1.2. razlikovati bazalni i radni metabolizam	sastojci hrane koji su izvor energije u organizmu i koji izgrađuju organizam; iskorištavanje hranjivih tvari: razgradnja; izgradnja; skladištenje hranjivih tvari; veza brojnosti mitohondrija s oslobađanjem energije u mišićnim stanicama	
		3.2.1.3. analizirati specifične oblike ishrane biljaka	biljke mesožderke (rosika, vrčonoša, venerina muholovka); parazitske biljke (volovod, vilina kosa); simbioza (mutualizam mahunarka i dušikovih bakterija, nitrofikacijskih bakterija i bakterija roda <i>Rhizobium</i>), mikoriza (mutualizam stablašica, npr. orhideje kokoške s gljivama), poluparazitske biljke (imela)	
3.2. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini organizma	3.2.2. Disanje organizma	3.2.2.1. objasniti načela izmjene plinova u plućima i na razini stanica	prijenos plinova iz alveola u krv i iz krvi u stanice i obrnuto	vrijednosti parcijalnih tlakova kisika i uglikova(IV) oksida

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtiti
3.2. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini organizma	3.2.3. Izlučivanje otpadnih produkata metabolizma	3.2.3.1. analizirati utjecaj viška/ manjka vode na sastav tjelesnih tekućina	izlučivanje suvišne vode; nedostatak vode; ADH	
		3.2.3.2. analizirati posljedice previsokih/preniskih koncentracija ugljikova(IV) oksida u tjelesnim tekućinama	izlučivanje ugljikova(IV) oksida: acidoza, alkalozia	
		3.2.3.3. povezati nastanak amonijaka i ureje s metabolizmom proteina	izlučivanje otpadnih produkata razgradnje proteina (ureje); deaminacija (jetra)	
3.3. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini ekosustava	3.3.1. Kruženje tvari u prirodi	3.3.1.1. objasniti biogeokemijske cikluse ugljika, dušika i vode	opisivanje s pomoću slika biogeokemijskih ciklusa vode (kisika i vodika), ugljika i dušika	
	3.3.2. Izvori energije za živa bića	3.3.2.1. povezati odnose ishrane u biocenozi s kruženjem tvari i protjecanje energije u ekosustavu	uloge proizvođača i potrošača u kruženju ugljika, vode i dušika u prirodi; uloga razlagača na primjeru kruženja ugljika i vode; uloge bakterija u kruženju dušika u prirodi	
		3.3.2.2. razlikovati primarnu od sekundarne organske proizvodnje u ekosustavu	hranidbeni lanac, hranidbena mreža; proizvođači, potrošači, razlagači; detritus; najproduktivniji ekosustavi (tropska kišna šuma, koraljni grebeni)	
		3.3.2.3. analizirati hranidbenu piramidu s obzirom na broj i biomasu članova hranidbenoga lanca te količinu energije na pojedinoj prehrambenoj razini	odnosi energije na razini stanice, jedinke (usporedba životinja sa stalnom i promjenjivom tjelesnom temperaturom – prilagodbe za očuvanje stalne tjelesne temperature), ekosustav; hranidbena piramida; potrošnja apsorbirane energije na različitim razinama hranidbene piramide	

1.2.4. Ishodi područja 4. *Ravnoteža i međuovisnosti u živome svijetu*

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
4.1. Održavanje ravnoteže u organizmu	4.1.1. Homeostaza na razini stanice	4.1.1.1. objasniti načelo održavanja osmotske ravnoteže	osmotska ravnoteža — održavanje osmotskoga tlaka, vakuole u biljaka, stežljivi mjehurići (kontraktilne vakuole); izotonične, hipotonične i hipertonične otopine; infuzija (fiziološka otopina, otopina glukoze); dehidracija	
	4.1.2. Homeostaza na razini organizma	4.1.2.1. analizirati razlike u sastavu i ulogama tjelesnih tekućina	tjelesne tekućine — stanične i izvanstanične, krvna plazma, međustanične; kemijski sastav tjelesnih tekućina; pH; krv — uloge (prijenosna, regulacijska, obrambena), sastav (eritrociti, vrste leukocita, trombociti, krvna plazma); hemoglobin — uloga (HbO ₂ , HbCO ₂); objašnjenje pojma krvotvorno (krvotvorna tkiva i organi, važnost brzine sedimentacije krvi, regulacija sastava tjelesnih tekućina (filtracija krvne plazme, reapsorpcija, sekrecija, količina vode, ionski sastav; acidoza, alkalozu; uloge vitamina i minerala u čovjekovu organizmu (minerali: Fe, P, Ca, I; vitamini: C, B/D, A), razumjeti davanje fiziološke otopine prilikom velikoga gubitka krvi, npr. prometne nesreće	koncentracije iona, broj tjelešača/L krvi; detaljan DKS — granulirane i agranulirane leukocite, segmentirane i neseegmentirane (polimorfonuklearne ili mononuklearne) leukocite; postotne udjele leukocita; retikulocite; hematopoetske redove (loze), građu hematopoetskih tkiva i organa; građu i količinu proteina plazme, hematokrit, strukturu molekule hemoglobina, HbA, HbF, nazive spojeva s hemoglobinom — oksihemoglobin, karbaaminohemoglobin, karboksihemoglobin; produkte razgradnje bilirubina

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtit
4.1. Održavanje ravnoteže u organizmu	4.1.2. Homeostaza na razini organizma	4.1.2.2. analizirati uloge pojedina organa i organskih sustava u održavanju homeostaze	sustavi: dišni — regulacija disanja; srčanožilni — frekvencija rada srca, razlikovanje učinka udarnoga i minutnoga volumena; mokraćni — bubrezi: ekskrecijska i regulacijska uloga (sastava krvne plazme, krvnoga tlaka, proizvodnje eritrocita); koža — uloge (zaštitna, sekrecijska, ekskrecijska, termoregulacija, sinteza D vitamina); pokretački; probavni; endokrini — hormoni (tropni hormoni hipofize, tiroksin, adrenalin, parathormon, inzulin, glukagon, ADH, aldosteron, GTH, spolni hormoni); živčani — antagonizam simpatikusa i parasimpatikusa, neurohormoni (noradrenalin, acetil-kolin), receptori i osjetila; spolni — hormoni i spolne žlijezde; imunološki — podjela specifične imunosti: serumsko i stanično, specifična imunost (limfociti B i T, antitijela), nespecifična imunost, imunološka reakcija antigen-antitijelo, primarni i sekundarni imunološki odgovor, transplantacija i reakcija imunološkoga sustava, posljedice transplantacijske reakcije; neke krvne grupe (ABO-sustav i Rh sustav), posljedice transfuzijske reakcije	disanje i krvotok fetusa; HbA i HbF; hormone eritropoetin i angiotenzinrenin; vrste limfocita (0 — K, NK); HLA molekule; limfotoksine, limfokine, citokine; histiocite, Kupfferove stanice jetre; građu antitijela ili imunoglobulina (lake i teške lance, -S-S- veze, varijabilne i konstantne dijelove), različite mehanizme stanične imunosti (stimulatorske stanice, SPA stanice); podjelu fagocita: mikrofagi i makrofagi
		4.1.2.3. objasniti mehanizam povratne sprege na primjeru lučenja hormona	mehanizam povratne sprege, nefron — ADH, koncentracija šećera u krvi — inzulin i glukagon	
		4.1.2.4. analizirati čimbenike koji utječu na krvni tlak	tlak tjelesnih tekućina, razlikovati sistolički i dijastolički krvni tlak, normalne vrijednosti arterijskoga krvnog tlaka (120/80 mmHg), povišen (hipertenzija) i snižen krvni tlak, opasnosti visokoga tlaka (moždana i srčana kap); utjecaj autonomnoga živčanog sustava — simpatikusa i parasimpatikusa; adrenalin; vanjski čimbenici: temperatura, prehrana, pušenje, stres, premalo tjelesne aktivnosti, pretilost; povezanost ateroskleroze i dijabetesa s povišenim krvnim tlakom	angiotenzinrenin; nazive: hipertonija/hipotonija, vrijednosti krvnoga tlaka u kPa, lipoproteine male gustoće (LDL), lipoproteine velike gustoće (HDL) i lipoproteine vrlo male gustoće (VLDL)
		4.1.2.5. objasniti mehanizme termoregulacije	pojačano ili smanjeno znojenje; širenje ili sužavanje krvnih žila u koži; drhtanje ili smanjenje mišićne aktivnosti; djelovanje hormona tiroksina na metabolizam; termoregulacija kao mehanizam povratne sprege; uloga hipotalamusa i termoreceptora	vazodilataciju i vazokonstrikciju

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
4.1. Održavanje ravnoteže u organizmu	4.1.2. Homeostaza na razini organizma	4.1.2.6. analizirati mehanizme održavanja homeostaze u biljnome organizmu	procesi vezani uz primanje vode u biljci, procesi vezani uz transport otopina (vode, minerala i asimilata) u biljci: difuzija, osmoza, bubrenje, turgor, korjenov tlak, transpiracija i gutacija; korjenove dlačice, ksilem, floem	tonoplast, Casparijevu prugu, apoplastni put, simplastni put, turgescencnost, vrste transpiracija, plazmodezmije, biljne hormone — gibberelini, citokinini, apscizinsku kiselinu
	4.1.3. Poremećaji homeostaze	4.1.3.1. analizirati utjecaj okolišnih čimbenika i životnih navika na zdravlje i pojavu bolesti	posljedice nehigijene: karijes, paradontoza, gingivitis, zarazne bolesti (Tablica 7. Zarazne bolesti u prilogu); posljedice loših životnih navika: pušenja, alkoholizma, uživanja droga, nedostatne tjelesne aktivnosti, manjka sna, stresa, nepravilne prehrane; posljedice onečišćenja okoliša: onečišćenja zraka, vode i tla; bolesti organskih sustava: anemije, AIDS; pretilost, anoreksija, bulimija, dijabetes, hipovitaminoza, hipervitaminoza, osteoporoza, poremećaji srčanoga ritma; autoimune bolesti; alergije (astma, anafilaktički šok), tumori (benigni i maligni), mogućnosti liječenja; piramida pravilne prehrane/tanjur pravilne prehrane	energetske vrijednosti namirnica, nabranje esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina i masnih kiselina; hemolitičku bolest novorođenčadi ili fetalnu eritroblastozu; nazive anemija: sideropenična, perniciозна, aplastična, hemolitička; shemu zgrušavanja krvi; leukopeniju, leukocitozu, limfopeniju; bolesti krvotvornih organa; tumore živčanoga sustava
		4.1.3.2. analizirati epidemiološki lanac i mjere sprečavanja širenja zaraznih bolesti	patogenost, epidemiološki lanac: uzročnici zaraze (bakterije, virusi...), izvor zaraze (ljudi, životinje, okoliš), putovi širenja (člankonošci, zemlja, zaraženi predmeti, krv; hrana i voda; zrak — kapljična zaraza), ulazna vrata (oštećena koža, sluznica, dišni sustav, probavni sustav, mokraćni i spolni sustav), količina (zarazna doza) i virulencija (zaraznost) uzročnika, osjetljivost (prijemljivost) domaćina; načini sprečavanja širenja zaraze: održavanje osobne higijene; dezinfekcija, pasterizacija, sterilizacija, termička obrada hrane; važnost pasivne i aktivne imunizacije (cijepljenje)	

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
4.1. Održavanje ravnoteže u organizmu	4.1.3. Poremećaji homeostaze	4.1.3.3. objasniti važnost pravilne primjene antibiotika	antibiotici, antibiogram, analiziranje krivulje rasta populacije bakterija (dijagram), otpornost (rezistencija) na antibiotike, razumijevanje narušavanja mikrobioma u ljudima pretjeranom upotrebom antibiotika	
		4.1.3.4. povezati zarazu spolno prenosivim bolestima s rizičnim ponašanjem	spolne bolesti (gonoreja, sifilis, klamidija, herpes, HPV, trihomonijaza, kandidijaza), AIDS, hepatitis (Tablica 7. Zarazne bolesti u prilogu); rizična ponašanja: promiskuitet i ovisnosti	detaljno simptome svih spolno prenosivih bolesti
4.2. Održavanje ravnoteže u prirodi	4.2.1. Životni uvjeti	4.2.1.1. analizirati utjecaj abiotičkih čimbenika na živa bića	abiotički čimbenici (temperatura, svjetlost, voda i vlaga), ograničavajući čimbenici, ekološka valencija i rasprostranjenost organizama (kozmpolit, endemi), ekološki minimum, maksimum, optimum; učinci promjene temperature na djelovanje enzima, metabolizam i lučenje hormona, promjene abiotičkih uvjeta okoliša, umjetne i prirodne sukcesije, ekologija	nazive: diuralne i nokturalne životinje; autoekologiju, sineekologiju
		4.2.1.2. analizirati odnose među jedinkama i populacijama iste vrste i različitih vrsta	intraspecijski odnosi, kompeticija; potencijal razmnožavanja, briga za potomstvo, rast populacije, kapacitet okoliša; utjecaj odnosa jedinka različitih vrsta na brojnost jedinka u populacijama; interspecijski odnosi: predatorstvo, kompeticija, simbioza – mutualizam (na primjeru lišaja, mikorize, raka samca i moruzgve), parazitizam (ektoparaziti i endoparaziti), komenzalizam (bršljan); ekološka niša	
		4.2.1.3. analizirati uloge i međuvisnost pojedinih članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide	podjela na biljojede, mesojede i svezede; hranidbeni lanac, mreža i piramida; utjecaj pojedinoga člana hranidbenoga lanca na prethodnoga ili sljedećega člana u lancu	
	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže	4.2.2.1. analizirati štetno djelovanje čovjeka na biosferu	onečišćenje vode, tla i zraka (freoni – CFC, ozonske rupe; učinak staklenika, CO ₂ , metan; globalno zatopljenje; kisele kiše, SO ₂ , NO ₂); utjecaj suvremene poljoprivrede (pesticidi, umjetna gnojiva, zakiseljavanje tla i voda); uništavanje šuma (erozija tla); izgradnja prometnica i akumulacijskih jezera, urbanizacija; autohtone i alohtone vrste, utjecaj invazivnih vrsta (mungos, kaulerpa, ambrozija, pajasen, signalni rak)	podjelu voda prema saprobnosti: oligosaprobne, alfa i beta mezosaprobne, polisaprobne; jezera: oligotrofna i eutrofna

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
4.2. Održavanje ravnoteže u prirodi	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže	4.2.2.2. objasniti na primjerima razloge ugroženosti biljnih i životinjskih vrsta u Republici Hrvatskoj	ugrožavanje i gubitak staništa, posljedice na brojnost i izumiranje vrsta; utjecaj promjena u staništu na opstanak vrsta; ugrožene vrste — Crvene knjige — poznate zaštićene vrste u Republici Hrvatskoj (vuk, ris, medvjed, vidra, sredozemna medvjedica, crna roda, bijela roda, žličarka, orlovi, bjeloglavi sup, šišmiši, vodozemci, gmazovi, riječni rak, velebitska degenija, hrvatska sibireja, dubrovačka zečina, božikovina, tisa, širokolisna veprina, runolist, obična kockavica)	
	4.2.3. Održivost i razvoj	4.2.3.1. objasniti pojam održivoga razvoja	bioraznolikost, održivi razvoj — ekonomska, socijalna i ekološka sastavnica, prirodni resursi — pitka voda i obnovljivi izvori energije, prednosti iskorištavanja obnovljivih izvora energije, primjena ekološki prihvatljivih metoda u poljoprivredi, organski uzgoj, prikupljanje sekundarnih sirovina i njihovo recikliranje, pročišćavanje voda	postupke pročišćavanja voda
		4.2.3.2. obrazložiti razloge zaštite prirodnih područja na primjerima iz Republike Hrvatske	zaštita staništa i ekosustava; nacionalni parkovi u Republici Hrvatskoj; značenje strogih rezervata; parkovi prirode (na primjeru Medvednice, Velebita, Biokova, Kopačkoga rita, Vranskoga jezera, Učke)	brojčane podatke ugroženih i zaštićenih vrsta, stupnjeve ugroženosti vrsta, podatke o nacionalnim parkovima — godine proglašenja, površine i sl., prepoznavanje svih kategorija zaštite prirode s primjerima, zakone o zaštiti okoliša, konvencije o zaštiti, važne datume zaštite prirode i okoliša
		4.2.3.3. objasniti kako se čovjek koristi promjenljivošću vrsta za stvaranje novih sojeva/sorta/pasmina/ vrsta	križanja; umjetni odabir; umjetno oprašivanje i umjetna oplodnja; kultivari (sorte, pasmine), klonovi, GMO, eugenika	kšenotransplantaciju, toksogene, transfekciju
4.3. Međuviznost živoga svijeta i okoliša	4.3.1. Reakcija na podražaj	4.3.1.1. povezati vrste podražaja s reakcijama na podražaj	podražaji (endogeni, egzogeni); osjetila; reakcije na podražaje (pozitivne i negativne, gibanje, komunikacija: mirisna, feromoni, zvučna — cvrčci, svjetlosna — krijesnice; obrana (otrovi, neugodni mirisi, biljke — smola), hormoni koji određuju spol	

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
4.3. Međuvisnost živoga svijeta i okoliša	4.3.1. Reakcija na podražaj	4.3.1.2. analizirati gibanja organela, organa i organizama	taksije, gibanja u stanici, uzroci gibanja organa biljaka (tropizmi, nastije), gibanja životinja (plivanje, letenje, hodanje, puzanje, skakanje)	
	4.3.2. Prilagodljivost	4.3.2.1. interpretirati prilagodbe organizama na kopneni način života	prilagodbe životinja: disanje (uzdušnice, pluća), pokrov tijela — zaštita od isušivanja; unutarnja oplodnja; razvoj zametka u jajetu (oviparni) i živorodni (viviparni) organizmi; udovi; prilagodbe biljaka: na oprašivanje i rasprostranjivanje (cvijet, plod); prilagodba cvijeta i oprašivača; prilagodbe građe i uloge puči; razvoj pokrovnoga, potpornoga i provodnoga sustava; razvoj vegetativnih organa i preobrazbe organa (korijen: gomoljasti, repasti korijen, zračno korijenje; stabljika: vitica, trn; list: vitica, trn)	građu kutikule, ovoviviparne organizme
		4.3.2.2. povezati prilagodbe životinja s različitim klimatskim uvjetima	hibernacija, estivacija, linjanje, mitarenje, migracije, ovisnost površine tijela i veličine tjelesnih nastavaka u odnosu na masu u održavanju tjelesne temperature na primjerima (pingvini i lisice), prilagodbe na sušu na primjerima (deve, kukci); prilagodbe koje su omogućile pojavu homeotermnosti u ptica i sisavaca (četverodijelno srce, veličina i broj eritrocita, veća dišna površina, pokrov tijela, potkožno masno tkivo)	nazive: Alenovo i Bergmanovo pravilo
		4.3.2.3. analizirati prilagodbe biljaka na klimatske i ekstremne uvjete	preživljavanje nepovoljnih uvjeta (temperatura, voda): mirovanje sjemenka i pupova, podzemni organi biljaka, debljina epiderme — kutikula, pluto; odbacivanje listova; građa i smještaj puči, veličina listova; podjela biljaka prema količini vlage u staništu: kserofiti (kaktus, maslina, brnistra), mezofiti (hrast, bukva), higrofiti (trska, šaš, žabnjak), hidrofiti (lopoč, lokvanj, riža), svjetlost: fotosinteza, rast i razvitak, cvjetanje, dnevni i sezonski ritam; prema mineralnome sastavu tla: biljke slanuše (mrižica, petrovac, tamaris), biljke kiselih i lužnatih tala	nazive: stratifikacija, vernalizacija, dormancija, fotoperiodizam, fotomorfogeneza, fitokromi, florigeni, cirkadijani ritmovi
		4.3.2.4. analizirati prilagodbe organizama za život u vod	ribe — škrge, srce, peraje, koža, hidrodinamičan oblik, bočna pruga, vanjska oplodnja; vodozemci — tanka koža, plivaće kožice, vanjska oplodnja, ličinka punoglavac (osobine riba, metamorfoza), prilagodbe organizama koji su naknadno prešli na život u vodi (npr. morske kornjače, kitovi, dupini)	

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
4.3. Međuovisnost živoga svijeta i okoliša	4.3.2. Prilagodljivost	4.3.2.5. analizirati prilagodbe organizama za kretanje na kopnu, vodi i zraku	simetrije tijela (zrakasta i dvobočna), krila (ptice, šišmiši, kukci), perje (vrste), šuplje (pneumatične) kosti, kljun bez zubi, letni mišići, prsni greben, zračne vrećice, aerodinamičan oblik tijela; peraje, hidrodinamičan oblik tijela, bočna pruga, riblji mjehur; noge (hodanje, trčanje, skakanje, penjanje, plivanje — plivače kožice), prsti, kopita, papci; rep, razvijen mišićni sustav, tjelesni nastavci za lebdenje i plivanje planktonskih organizama, organeli za pokretanje — bičevi, trepetljike; prilagodbe dupina i ribe	
		4.3.2.6. povezati prilagodbe organizama s načinom ishrane	zubalo (biljojedi, mesojedi, svejedi, kukcojedi, glodavci); oblik i veličina kljuna; usporedba probavila s obzirom na način prehrane, usni organi kukaca, usi kitova; prilagodbe predatora i plijena: osjetila, žlijezde (otrovne, mirisne), oblik tijela i obojenost živih bića kao prilagodba okolišu (kriptična obojenost, mimikrija), upozoravajuće boje; različiti fotosintetski i drugi pigmenti (klorofili, karoten, ksantofili, fikoeritrin); kromatska adaptacija; građa lista (asimilacijski i transpiracijski parenhim); spremišni organi; asimilacijska uloga stabljike (npr. kaktus, veprina); mesojedne biljke — nedostatak minerala u tlu nadoknađuju životinjskim proteinima (Venerina muholovka, rosika, vrčonoša)	heterodontno zubalo, zubnu formulu, dijelove želudca preživača (burag, kapura, knjižavci, sirište); nazive: fitomimeza i aposemija
		4.3.2.7. analizirati prilagodbe nametničkih organizama s obzirom na životne uvjete i način prehrane	nametnički člankonošci (uši, buhe, krpelji); kolutićavci (pijavice), prehrana krvlju — antikoagulansi, beskolutićavci (metilji, trakavice, gliste, trihinela); zaštitna kutikula, anaerobnost, redukcija organa, dvospolnost i potencijal razmnožavanja — hiperprodukcija; nametnički protoktisti (srdoboljna ameba, malarični plazmodij)	

1.2.5. Ishodi područja 5. *Biološka pismenost*

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtit
5.1. Znanstvena misao	5.1.1. Otkrića tijekom povijesti	5.1.1.1. povezati imena znanstvenika s njihovim doprinosom biološkoj znanosti	Tablica 4. Osobe značajne za razvoj biologije i njihov doprinos (u prilogu)	
	5.1.2. Primjena bioloških istraživanja i otkrića	5.1.2.1. izdvojiti primjere bioloških otkrića koja unapređuju život suvremenoga čovjeka	kultura stanica, korištenje matičnih stanica, genetičko inženjerstvo; cijepljenje, liječenje (antibiotici, genska terapija)	
5.2. Znanstvena metodologija	5.2.1. Istraživanje u biologiji	5.2.1.1. primijeniti osnovna načela i značajke znanstvenoga istraživanja	postavljanje istraživačkoga pitanja ili hipoteze na temelju dobivenih podataka; određivanje ciljeva istraživanja i razumijevanje razlike hipoteze i ciljeva, zavisna i nezavisna varijabla na primjeru istraživačkoga pitanja ili hipoteze, kontrolirani uvjeti; važnost ponavljanja mjerenja, kontrolni uzorci/skupine; procjena primjerenosti i znanstvene korektnosti metodologije na primjerima istraživanja koji su ponuđeni u zadacima	
		5.2.1.2. analizirati numerički i grafički prikazane rezultate istraživanja	statistička analiza, srednja vrijednost, slika (crtež, shema, fotografija, grafički prikaz), tablični prikaz	
		5.2.1.3. predložiti nacrt istraživanja na temelju istraživačkoga pitanja ili hipoteze	istraživačko pitanje, pretpostavka (hipoteza), cilj istraživanja; područje istraživanja, uzorak, materijal, laboratorijski i terenski pribor, mjerni instrumenti, metodologija istraživanja, plan (nacrt) istraživanja; kvalitativna i kvantitativna analiza, tablični i grafički prikazi, statistička analiza (deskriptivna statistika, jednostavni testovi, korelacija), opis rezultata; rasprava (diskusija), literaturni izvori, citiranje	
		5.2.1.4. usporediti prednosti i nedostatke u primjeni najpoznatijih metoda i tehnika u biološkim istraživanjima	promatranje u prirodi, uzorkovanje, pokus, sekcija, svjetlosni mikroskop, načelo rada elektronskoga mikroskopa, kultura stanica, kloniranje, hranjive podloge, laboratorijski uvjeti, DNA analize, označavanje životinja, datiranje izotopima ugljika (starost), sekvenciranje, kromatografija, elektroforeza (samo opisati principe djelovanja)	vrste mikroskopa: fazni, polarizacijski i fluorescencijski, SEM, TEM

KONCEPT 1	KONCEPT 2	ISHOD UČENJA	Sadržajna osnova	Ne treba pamtili
5.2. Znanstvena metodologija	5.2.2. Etika u biološkim istraživanjima	5.2.2.1. analizirati etičke probleme u biološkim istraživanjima	opravdanost manipuliranja laboratorijskim organizmima u skladu s međunarodnim propisima i propisima Europske unije (traženi propisi bit će opisani u zadatku), posljedice i opravdanost uplitanja u prirodne procese, etičnost znanstvenika i autorska prava, odgovornost znanstvenika prema društvu	zakonske odredbe i detalje propisane Zakonom o zaštiti životinja

1.3. Poveznice

Kako bi se omogućilo razumijevanje složenosti života na Zemlji te razumijevanje njegovih uzroka i posljedica, neophodno je povezivati pojedinačna znanja i vještine vezane uz određene ishode s drugim ishodima u Biologiji, ali i sa znanjima i vještinama koja su sastavni dio nastavnih sadržaja drugih predmeta. Zbog toga su uz svaki ishod istaknute najvažnije poveznice s drugim ishodima istoga ili različitih područja Biologije prema ovome katalogu. Isto tako, naznačene su i poveznice s nekim od važnih sadržaja koji se uče u drugim prirodoslovnim predmetima.

Zadatci uz pojedini ishod u osnovi su povezani s naznačenim ishodima, ali mogu biti vezani i uz ostala znanja u Biologiji koja su neophodna za razumijevanje pojedinoga ishoda te za rješavanje problemskih situacija koje se mogu pojaviti uz pojedini ishod.

Područje *Biološka pismenost*, kao osnova za razumijevanje ideja i zakonitosti o životu, nije posebno navedeno sa svojim poveznicama jer se svi ishodi toga područja moraju integrirati s barem jednim područjem ili više ostalih područja Biologije, a vrlo je često povezano s različitim znanjima u ostalim prirodoslovnim predmetima.

ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
1.1.1.1. razlikovati na organizacijskim razinama života svijeta veličinom podređene i nadređene strukture		pretvaranje mjernih jedinica	pretvaranje mjernih jedinica	
1.1.2.1. ukazati na važnost odnosa površine i volumena kao čimbenika koji ograničavaju veličinu stanice		gustoća, volumen	računanje volumena, površine i gustoće tijela	klima – temperatura
1.1.2.2. objasniti važnost povećanja i smanjenja površine u građi živih organizama	4.3.2. Prilagodljivost	utjecaj građe molekule na njezina fizikalna i kemijska svojstva i na brzinu kemijske reakcije		
1.2.1.1. usporediti uloge najvažnijih biogenih elemenata u živim organizmima	3.1.1. Procesi vezanja energije i sinteze biomolekula – ugljikohidrata, lipida i proteina 3.3.1. Kruženje tvari u prirodi	izvori tvari na Zemlji, anorganska kemija		građa Zemlje – kora (kemijski sastav)

ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
1.2.1.2. povezati građu i svojstva vode s njezinim značenjem za održavanje života	4.1.2. Homeostaza na razini organizma	građa molekule vode, polarnost molekule vode, privlačne sile, topljivost tvari, otopine, isparavanje vode, unutarmolekulske i međumolekulske veze	specifični toplinski kapacitet, toplina, površinska napetost, kapilarnost, toplinsko rastezanje, viskozitet, kohezija, adhezija, vodljivost	vode na Zemlji, klima
1.2.1.3. analizirati građu i svojstva biološki važnih spojeva na primjerima	2.1.3. Nasljeđivanje na razini stanica 3.1.1. Procesi vezanja energije i sinteze biomolekula – ugljikohidrata, lipida i proteina 3.2.1. Prehrana organizma	organska kemija: vrste i svojstva organskih spojeva; privlačne sile; polimeri, pH vrijednost, kemijske reakcije organskih spojeva	privlačne sile	
1.2.1.4. objasniti osnovnu podjelu pojedinih biološki važnih spojeva i njihove uloge u živome svijetu	2.1.3. Nasljeđivanje na razini stanica 3.1.1. Procesi vezanja energije i sinteze biomolekula – ugljikohidrata, lipida i proteina 3.2.1. Prehrana organizma	organska kemija: vrste i svojstva organskih spojeva; privlačne sile; polimeri, pH vrijednost, kemijske reakcije organskih spojeva		
1.2.2.1. povezati građu s ulogama dijelova prokariotske stanice	1.3.1.2. usporediti značajke organizama koji pripadaju različitim domenama i carstvima			
1.2.2.2. povezati građu s ulogama pojedinih dijelova eukariotskih stanica na primjeru biljne i životinjske stanice	1.3.1.2. usporediti značajke organizama koji pripadaju različitim domenama i carstvima			
1.2.2.3. objasniti endosimbiotsku teoriju	2.1.5. Umnožavanje virusa i ostalih nestaničnih i substaničnih tvorba			

ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
1.2.3.1. analizirati životne procese na razini jednostaničnih i višestaničnih organizama	4.1.2. Homeostaza na razini organizma			
1.2.3.2. povezati građu i ulogu biljnih tkiva i organa	2.1.2. Spolno i nespolno razmnožavanje na razini organizama	kapilarnost, površinska napetost; isparavanje	sile (adhezija, kohezija); kapilarnost, površinska napetost; isparavanje	
1.2.3.3. povezati građu s ulogama životinjskih tkiva	2.3.2. Diferencijacija tkiva i organa		elektricitet, svojstvo elastičnosti	
1.2.3.4. analizirati načela građe i uloge organskih sustava beskralježnjaka i kralježnjaka na konkretnim primjerima	3.2.1. Prehrana organizma 3.2.2. Disanje organizma 3.2.3. Izlučivanje otpadnih produkata metabolizma 2.3.2. Diferencijacija tkiva i organa 2.1.2. Spolno i nespolno razmnožavanje na razini organizama 4.1.2. Homeostaza na razini organizma	difuzija, osmoza, osmotski tlak, otapanje	difuzija, osmoza, hidrodinamika, aerodinamika, letenje, elektricitet	
1.2.3.5. povezati građu s ulogama organskih sustava u čovjeka	3.2.1. Prehrana organizma 3.2.2. Disanje organizma 3.2.3. Izlučivanje otpadnih produkata metabolizma 2.3.2. Diferencijacija tkiva i organa 2.1.2. Spolno i nespolno razmnožavanje na razini organizama 4.1.2. Homeostaza na razini organizma	minerali, difuzija	tlak, elektricitet, optički sustavi, svojstvo elastičnosti	
1.2.4.1. razlikovati na primjerima organizacijske razine živoga svijeta	2.4.3. Postanak vrsta 4.2.1. Životni uvjeti	elementarne tvari i kemijski spojevi		klimatska i biljna područja na Zemlji – horizontalna stratifikacija (biomi)

ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
1.2.5.1. razlikovati biološke subjekte bez stanične građe i njihovu važnost u živome svijetu	2.1.5. Umnožavanje virusa i ostalih nestaničnih i substaničnih tvorba			
1.2.5.2. objasniti građu i podjelu virusa	2.1.5. Umnožavanje virusa i ostalih nestaničnih i substaničnih tvorba			
1.2.5.3. usporediti značajke virusa i živih bića	4.3.2. Prilagodljivost			
1.3.1.1. razlikovati podjelu živoga svijeta prema sistematskim kategorijama i značenje dvoimenoga nazivlja u biologiji				
1.3.1.2. usporediti značajke organizama koji pripadaju različitim domenama i carstvima	1.2.2.1. Povezati građu s ulogama dijelova prokariotske stanice			
1.3.2.1. objasniti značenje arheobakterija te cijanobakterija i ostalih bakterija za čovjeka i u biosferi	4.1.3. Poremećaji homeostaze 3.3.1. Kruženje tvari u prirodi	kruženje tvari u prirodi; taloženje vapnenca (sedrene barijere, stalaktiti, stalagmiti, ljušture...); vrenje; mineralizacija	protjecanje energije u prirodi	
1.3.3.1. analizirati osnovne značajke građe jednostaničnih heterotrofnih i autotrofnih te višestaničnih autotrofnih protista/protoktista na tipičnim predstavnicima	3.2.1. Prehrana organizma 3.3.1. Kruženje tvari u prirodi 4.1.3. Poremećaji homeostaze	osmoza		
1.3.3.2. objasniti značenje autotrofnih i heterotrofnih protista/protoktista za čovjeka i biosferu na tipičnim predstavnicima	3.2.1. Prehrana organizma 3.3.1. Kruženje tvari u prirodi 4.1.3. Poremećaji homeostaze			izvori energije, reljef i građa Zemlje – sedimentne stijene (organogene)
1.3.4.1. izdvojiti osnovne značajke građe gljiva i lišajeva na tipičnim predstavnicima		vrenje		

ORGANIZIRANOST ŽIVOGA SVIJETA	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
1.3.4.2. objasniti značenje gljiva i lišajeva za čovjeka i biosferu	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže 4.2.3. Održivost i održivi razvoj			
1.3.5.1. analizirati osnovne značajke građe stablašica (mahovina, papratnjača, golosjemenjača i kritosjemenjača) na tipičnim predstavnicima	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže 4.2.3. Održivost i održivi razvoj			
1.3.5.2. objasniti značenje biljaka za čovjeka i biosferu na tipičnim predstavnicima	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže 4.2.3. Održivost i održivi razvoj	taloženje vapnenca (sedrene barijere, stalaktiti, stalagmiti, ljuštore...)		prirodna bogatstva – sirovine (rude), izvori energije, raznolikost klime i živoga svijeta
1.3.5.3. opisati raznolikost flore i vegetacije Hrvatske	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže 4.2.3. Održivost i održivi razvoj			tlo i biljni pokrov Hrvatske, očuvanje okoliša
1.3.6.1. analizirati osnovne značajke građe glavnih skupina životinja na tipičnim predstavnicima	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže 4.2.3. Održivost i održivi razvoj			
1.3.6.2. objasniti značenje beskralježnjaka i kralježnjaka za čovjeka i biosferu na tipičnim predstavnicima	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže 4.2.3. Održivost i održivi razvoj 3.1.2. Procesi oslobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a			raznolikost klime i živi svijet, očuvanje okoliša
1.3.6.3. opisati raznolikost faune Hrvatske	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže 4.2.3. Održivost i održivi razvoj			

RAZMNOŽAVANJE I RAZVOJ ORGANIZAMA		POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA		
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
2.1.1.1. usporediti uloge dvojne diobe, mitoze i mejoze u razmnožavanju				
2.1.2.1. povezati način razmnožavanja s uvjetima života prokariotskih organizama	1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama 1.3.2. Raznolikost arheja i eubakterija			
2.1.2.2. analizirati prednosti i nedostatke različitih oblika razmnožavanja protoktista, biljaka i gljiva	1.3.3. Raznolikost protista/protoktista 1.3.4. Raznolikost gljiva i lišajeva 1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta			
2.1.2.3. analizirati uspješnost različitih oblika razmnožavanja s obzirom na uvjete života životinja	1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta 4.2.1. Životni uvjeti			klima, vode na Zemlji
2.1.2.4. usporediti značajke i ulogu rasplodnih stanica u biljaka i životinja	1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama			
2.1.2.5. objasniti gametogenezu kao preduvjet spolnoga razmnožavanja na primjeru čovjeka	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 2.1.2. Spolno i nespolno razmnožavanje na razini organizama			
2.1.2.6. analizirati menstrualni ciklus žene	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 4.1.2. Homeostaza na razini organizma			
2.1.3.1. objasniti replikaciju DNA i njezino značenje za pravilno odvijanje staničnih dioba	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama	kemijski aspekt replikacije DNA; biokatalizatori		
2.1.3.2. objasniti biosintezu proteina kao ostvarenje nasljedne upute na razini stanice	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama	kemijski aspekt transkripcije i translacije		

RAZMNOŽAVANJE I RAZVOJ ORGANIZAMA		POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA		
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
2.1.3.3. obrazložiti zašto su geni funkcionalni dijelovi molekule DNA				
2.1.4.1. analizirati odnose među genima i njihov utjecaj na razini organizma ili pojedine osobine				
2.1.4.2. povezati stalnost broja, građe i oblika kromosoma s definicijom vrste kao reproduktivno izolirane skupine organizama	4.1.3. Poremećaji homeostaze			
2.1.4.3. primijeniti Mendelova pravila nasljeđivanja na konkretnim zadacima				
2.1.4.4. analizirati odnose genotipa, fenotipa i okoliša	4.2.1. Životni uvjeti			klimatološke varijable
2.1.4.5. identificirati uzroke mutacija i moguće posljedice na razini jedinke/populacije/vrste	4.1.3. Poremećaji homeostaze	mutagene kemikalije (alkoholi, fenoli...)		
2.1.5.1. opisati načela umnožavanja virusa na primjeru bakteriofaga i HIV-a	1.2.5. Ustrojstvo bioloških subjekata bez stanične organizacije			
2.1.5.2. obrazložiti sposobnost mitohondrija i plastida da se umnožavaju neovisno o dijeljenju stanice	1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama			
2.1.5.3. analizirati ulogu plazmida u prokariotskim stanicama i njihovu primjenu u genetičkome inženjerstvu	1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama			
2.2.1.1. analizirati životni ciklus stanice	1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama			

RAZMNOŽAVANJE I RAZVOJ ORGANIZAMA		POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA		
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
2.2.2.1. objasniti osnovno načelo izmjene generacija i redukcije gametofita u biljaka	1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta			
2.2.2.2. usporediti životne cikluse životinjskih organizama	1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta			
2.2.2.3. usporediti faze u životu čovjeka s obzirom na psihofizičke značajke	4.1.2. Homeostaza na razini organizma			
2.3.1.1. povezati mitozu s rastom višestaničnoga organizma i obnavljanjem njegovih stanica	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma			
2.3.2.1. odrediti bitne značajke pojedinih faza embrionalnoga razvoja čovjeka	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma			
2.3.2.2. povezati nastanak tumora s poremećajem kontrole aktivnosti gena odgovornih za stanične diobe	4.1.3. Poremećaji homeostaze			
2.4.1.1. analizirati čimbenike evolucije	4.2.1. Životni uvjeti 4.3.2. Prilagodljivost			
2.4.1.2. objasniti osnovna načela i etape kemijske i biološke evolucije	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama	kemijska evolucija, izvori tvari na Zemlji	postanak svemira	evolucija svemira, Sunčeva sustava i Zemlje
2.4.2.1. analizirati dokaze biološke evolucije	1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta 4.3.2. Prilagodljivost			reljef i građa Zemlje — sedimentne stijene (organogene), fosili, geološka prošlost Zemlje — razdoblja
2.4.3.1. analizirati evoluciju na različitim razinama biološke organizacije	1.3.1. Sistematske kategorije i dvoimeno nazivlje 4.3.2. Prilagodljivost			
2.4.3.2. analizirati pojavu i razvoj čovjeka na Zemlji				

TVARI I ENERGIJA U ŽIVOTNIM PROCESIMA	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
3.1.1.1. usporediti fotosintezu i kemossintezu s obzirom na reaktante i produkte tih reakcija i organizme koji ih provode	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama	elektrokemijski procesi (oksidacija, redukcija)	pretvorbe energije	nastanak/razgradnja stijena
3.1.1.2. analizirati utjecaj vanjskih čimbenika na intezitet fotosinteze (voda, svjetlost, temperatura i CO ₂)	4.1.3. Poremećaji homeostaze	utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije	toplina, svjetlost	izmjena godišnjih doba, klima, nadmorska visina
3.1.1.3. raščlaniti reakcije fotosinteze na svjetlu i reakcije u tami (Calvinov ciklus)	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama	energetske promjene pri razgradnji/stvaranju molekula; vrste kemijskih reakcija		
3.1.1.4. povezati submikroskopsku građu kloroplasta s fotosintezom	1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama	elektrokemijski procesi (oksidacija, redukcija)		
3.1.1.5. analizirati oblike u kojima su biljci dostupne glavne mineralne tvari (ioni, soli) potrebne za razvitak biljke i njihovu ulogu u razvitku biljke	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama 1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 4.2.1. Životni uvjeti 4.3.2. Prilagodljivost	izvori tvari na Zemlji, anorganska kemija		sastav stijena
3.1.2.1. razlikovati heterotrofnu prehranu saprofita i parazita	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 4.2.1. Životni uvjeti 4.3.2. Prilagodljivost			
3.1.2.2. analizirati procese vrenja kao procese kojima anaerobni mikroorganizmi dolaze do energije	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama 4.3.2. Prilagodljivost	dobivanje etanola, mliječne kiseline, maslačne kiseline i octene kiseline, na razini jednadžba kemijskih reakcija		
3.1.2.3. objasniti stanično disanje kao proces kojim aerobni organizmi dolaze do energije	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama 4.3.2. Prilagodljivost	elektrokemijski procesi (oksidacija, redukcija)		
3.1.3.1. usporediti pasivne načine prolaska tvari kroz membranu s obzirom na vrstu tvari koja se prenosi	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama 4.1.1. Homeostaza na razini stanice	difuzija, osmoza, osmotski tlak, otapanje	difuzija, osmotski tlak	

TVARI I ENERGIJA U ŽIVOTNIM PROCESIMA		POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA		
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
3.1.3.2. analizirati ulogu natrij-kalij crpke u poticanju rada srca i u prijenosu živčanih impulsa	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama 4.1.1. Homeostaza na razini stanice	difuzija, osmoza, osmotski tlak	elektricitet	
3.1.3.3. razlikovati endocitozu i egzocitozu s obzirom na vrstu tvari koje se prenose tim procesima i s obzirom na stanice koje ih provode	4.1.1. Homeostaza na razini stanice			
3.1.3.4. objasniti razlike u načinu ishrane bakterija	1.3.2. Raznolikost arheja i eubakterija 4.2.1. Životni uvjeti 4.3.2. Prilagodljivost			
3.1.3.5. povezati reakcije fotosinteze sa staničnim disanjem		energetske promjene pri razgradnji/stvaranju molekula; vrste kemijskih reakcija		
3.2.1.1. usporediti ulogu produkata žlijezda slinovnica i žljezdanih stanica želudca, jetre i gušterače u probavi hrane	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 4.1.2. Homeostaza na razini organizma	biokatalizatori i utjecaj na brzinu kemijske reakcije, kemijske reakcije razgradnje		
3.2.1.2. razlikovati bazalni i radni metabolizam	4.1.1. Homeostaza na razini stanice	energetske promjene pri razgradnji/stvaranju molekula; vrste kemijskih reakcija	toplina, pretvorbe energije	
3.2.1.3. analizirati specifične oblike ishrane biljaka	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 4.2.1. Životni uvjeti 4.3.2. Prilagodljivost			
3.2.2.1. objasniti načela izmjene plinova u plućima i na razini stanica	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma	difuzija	parcijalni tlak	atmosfera – sastav, tlakovi

TVARI I ENERGIJA U ŽIVOTNIM PROCESIMA		POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA		
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
3.2.3.1. analizirati utjecaj viška/ manjka vode na sastav tjelesnih tekućina	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama 1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 4.1.1. Homeostaza na razini stanice 4.1.2. Homeostaza na razini organizma	difuzija, osmoza, otapanje		
3.2.3.2. analizirati posljedice previsokih/preniskih koncentracija ugljikova(IV) oksida u tjelesnim tekućinama	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 4.1.1. Homeostaza na razini stanice 4.1.2. Homeostaza na razini organizma	pH-vrijednost, puferi		
3.2.3.3. povezati nastanak amonijaka i ureje s metabolizmom proteina	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 4.1.1. Homeostaza na razini stanice 4.1.2. Homeostaza na razini organizma	ureja		
3.3.1.1. objasniti biogeokemijske cikluse ugljika, dušika i vode	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama 1.3.3. Raznolikost protista/ protoktista 4.1.3. Poremećaji homeostaze 4.2.1. Životni uvjeti 4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže	kruženje tvari u prirodi		
3.3.2.1. povezati odnose ishrane u biocenozi s kruženjem tvari i protjecanjem energije u ekosustavu	4.1.3. Poremećaji homeostaze 4.2.1. Životni uvjeti	reakcije oksidacije i redukcije anorganskih spojeva, procesi truljenja i mineralizacije, energetske promjene u kemijskim reakcijama		biomi na Zemlji

TVARI I ENERGIJA U ŽIVOTNIM PROCESIMA	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
3.3.2.2. razlikovati primarnu od sekundarne organske proizvodnje u ekosustavu	4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže			
3.3.2.3. analizirati hranidbenu piramidu s obzirom na broj i biomasu članova hranidbenoga lanca te količinu energije na pojedinoj prehrambenoj razini	4.2.1. Životni uvjeti 4.2.2. Poremećaji prirodne ravnoteže		svjetlost, toplina	

RAVNOTEŽA I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
4.1.1.1. objasniti načelo održavanja osmotske ravnoteže	1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama 3.1.3. Prijenos tvari kroz staničnu membranu	difuzija, osmotski tlak, koncentracija otopina, otapanje	difuzija, osmoza, tlak	vode na Zemlji
4.1.2.1. analizirati razlike u sastavu i ulogama tjelesnih tekućina	3.2.2. Disanje organizma 3.2.3. Izlučivanje otpadnih produkata metabolizma 1.2.1. Molekularno ustrojstvo živih organizama 1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama 1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma	otopine, pH-vrijednost, koncentracije otopina, filtracija, difuzija, osmoza, osmotski tlak, tonicitet, puferi, organski spojevi (proteini, lipidi, ugljikohidrati)		vode na Zemlji
4.1.2.2. analizirati uloge pojedinoga organa i organskih sustava u održavanju homeostaze	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 2.1.2. Spolno i nespolno razmnožavanje na razini organizama 3.2. Procesi izmjene tvari i pretvorba energije na razini organizma	difuzija, osmotski tlak, koncentracija otopina, topljivost plinova, organski spojevi (proteini, lipidi, ugljikohidrati)	parcijalni tlakovi	atmosfera – sastav, tlakovi

RAVNOTEŽA I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA		
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
4.1.2.3. objasniti mehanizam povratne sprege na primjeru lučenja hormona	2.1.2. Spolno i nespolno razmnožavanje na razini organizama	otopine, koncentracije otopina, difuzija, osmoza, osmotski tlak, ugljikohidrati	difuzija, osmoza	
4.1.2.4. analizirati čimbenike koji utječu na krvni tlak	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 3.2.1. Prehrana organizma 3.2.3. Izlučivanje otpadnih produkata metabolizma		tlak, temperatura	klimatski i vremenski uvjeti
4.1.2.5. objasniti mehanizme termoregulacije	3.2. Izmjena tvari i pretvorba energije na razini organizma		toplina	klimatski i vremenski uvjeti
4.1.2.6. analizirati mehanizme održavanja homeostaze u biljnome organizmu	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 3.2. 1. Prehrana organizama	difuzija, osmoza, otopine, koncentracija otopina, osmotski tlak	tlak, temperatura	voda u prirodi
4.1.3.1. analizirati utjecaj okolišnih čimbenika i životnih navika na zdravlje i pojavu bolesti	1.2.5. Ustrojstvo bioloških subjekata bez stanične organizacije 1.3.2. Raznolikost arheja i eubakterija 1.3.3. Raznolikost protista/ protoktista 3.2. 1. Prehrana organizma			očuvanje okoliša
4.1.3.2. analizirati epidemiološki lanac i mjere sprečavanja širenja zaraznih bolesti	1.2.5. Ustrojstvo bioloških subjekata bez stanične organizacije 1.3.2. Raznolikost arheja i eubakterija 1.3.3. Raznolikost protista/ protoktista 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta			

RAVNOTEŽA I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU		POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA		
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
4.1.3.3. objasniti važnost pravilne primjene antibiotika	1.3.2. Raznolikost bakterija 5.1.1. Otkrića tijekom povijesti			
4.1.3.4. povezati zarazu spolno prenosivim bolestima s rizičnim ponašanjem	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 1.2.5. Ustrojstvo bioloških subjekata bez stanične organizacije 1.3.2. Raznolikost arheja i eubakterija 1.3.3. Raznolikost protista/protoktista 2.1.5. Umnožavanje virusa i ostalih nestaničnih i substaničnih tvorba			
4.2.1.1. analizirati utjecaj abiotičkih čimbenika na živa bića	3.2. Izmjena tvari i pretvorba energije na razini organizma		temperatura, svjetlost, vlažnost	vode na Zemlji, raznolikost klime i živi svijet, očuvanje okoliša
4.2.1.2. analizirati odnose među jedinkama i populacijama iste vrste i različitih vrsta	3.3.2. Izvori energije za živa bića		kapacitet kondenzatora	
4.2.1.3. analizirati uloge i međuovisnost pojedinih članova hranidbenoga lanca/mreže/piramide	3.3.1. Kruženje tvari u prirodi 3.3.2. Izvori energije za živa bića		pretvorbe energije	
4.2.2.1. analizirati štetno djelovanje čovjeka na biosferu	2.1.4. Nasljeđivanje na razini organizma	onečišćenje teškim metalima, radioaktivnim tvarima, kemikalijama, ispušnim plinovima, pH-vrijednost voda i tla, topljivost plinova, vrste kemijskih reakcija	onečišćenje radioaktivnim tvarima (zračenjem), svjetlošću, bukom...	atmosfera, klima, vode na Zemlji, prirodna bogatstva, očuvanje okoliša

RAVNOTEŽA I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
4.2.2.2. objasniti na primjerima razloge ugroženosti biljnih i životinjskih vrsta u Republici Hrvatskoj	1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta			klima – promjene, očuvanje okoliša
4.2.3.1. objasniti pojam održivoga razvoja	1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta 5.1.2. Primjena bioloških istraživanja i otkrića	kemijske metode pročišćavanja voda	izvori energije, održivi razvoj	vode na Zemlji, izvori energije prirodna bogatstva, očuvanje okoliša
4.2.3.2. obrazložiti razloge zaštite prirodnih područja na primjerima iz Republike Hrvatske	1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta			prirodna i kulturna baština Republike Hrvatske, očuvanje okoliša
4.2.3.3. objasniti kako se čovjek koristi promjenjivošću vrsta za stvaranje novih sojeva/sorta/pasmina/vrsta	5.2.1. Istraživanje u biologiji 5.2.2. Etika u biološkim istraživanjima			
4.3.1.1. povezati vrste podražaja s reakcijama na podražaj			optika, mehanika, elektricitet	
4.3.1.2. analizirati gibanja organela, organa i organizama	1.2.2. Stanično ustrojstvo živih organizama 1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma		mehanika	

RAVNOTEŽA I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
4.3.2.1. interpretirati prilagodbe organizama na kopneni način života	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta 2.1.2. Spolno i nesporno razmnožavanje na razini organizama			raznolikost klime i živoga svijeta, tlo i biljni pokrov
4.3.2.2. povezati prilagodbe životinja s različitim klimatskim uvjetima	1.1.2. Odnos volumena i površine u živim organizmima 1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta 2.1.2. Spolno i nesporno razmnožavanje na razini organizama		volumen, površina	raznolikost klime i živoga svijeta
4.3.2.3. analizirati prilagodbe biljaka na klimatske i ekstremne uvjete	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta 2.1.2. Spolno i nesporno razmnožavanje na razini organizama	pH-vrijednost, utjecaji na brzinu kemijske reakcije	temperatura, svjetlost, vlažnost	raznolikost klime i živoga svijeta, tlo i biljni pokrov
4.3.2.4. analizirati prilagodbe organizama na život u vodi	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta	topljivost plinova	mekanika fluida	vode na Zemlji

RAVNOTEŽA I MEĐUOVISNOSTI U ŽIVOME SVIJETU	POVEZNICE S DRUGIM KONCEPTIMA			
ISHOD UČENJA	BIOLOGIJA	KEMIJA	FIZIKA	GEOGRAFIJA I GEOLOGIJA
4.3.2.5. analizirati prilagodbe organizama na kretanje na kopnu, u vodi i u zraku	1.2.3. Ustrojstvo na razini organizma 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta	gustoća	mekanika fluida	reljef, vode na Zemlji
4.3.2.6. povezati prilagodbe organizama s načinom ishrane	1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta 3.2.1. Prehrana organizma			tlo i biljni pokrov
4.3.2.7. analizirati prilagodbe nametničkih organizama s obzirom na životne uvjete i način prehrane	1.3.5. Raznolikost biljnoga svijeta 1.3.6. Raznolikost životinjskoga svijeta 1.3.3. Raznolikost protista/protoktista 3.1.2. Procesi oslobađanja energije iz biomolekula i sinteza ATP-a			

2. Praktični radovi

Praktični radovi u nastavi mogu biti izvedeni na različite načine, no njihov je cilj razvijanje prirodoslovne pismenosti učenika u skladu s ishodima učenja u području *Biološka pismenost*. S druge strane, svaki praktični rad pridonosi ostvarivanju ishoda vezanih uz ostala potpodručja koja se kroz njih mogu ispitivati. Način izvedbe praktičnih radova u nastavi Biologije ovisi o opremljenosti škola te o kreativnosti učenika i nastavnika. Praktični rad treba biti u funkciji tumačenja temeljnih bioloških koncepata i njihovih međudnosa.

Praktični radovi trebali bi poslužiti ostvarivanju načela zornosti u nastavi, iskustvenomu učenju, razvoju vještina učenika, ali i aktivnomu usvajanju znanja na višim kognitivnim razinama. U ispitima će dio pitanja biti vezan uz primjere praktičnih radova koji su navedeni u nastavku kataloga pa će na njih uspješnije odgovoriti učenici koji su ih praktično izvodili.

ANALIZA SVOJSTAVA VODE

CILJ

Tijekom istraživanja svojstava vode (polarnost molekule vode, vodikove veze, specifični toplinski kapacitet, visoka latentna toplina isparavanja (npr. tijekom znojenja), topljivost tvari, kohezija, adhezija, površinska napetost, kapilarnost, anomalija vode) treba povezati ta svojstva s različitim primjerima uloga vode u živim organizmima i svakodnevnome životu.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodom:

1.2.1.2. povezati građu i svojstva vode s njezinim značenjem za održavanje života.

DOKAZIVANJE ŠKROBA U RAZLIČITIM

NAMIRNICAMA

CILJ

Treba uočiti promjenu boje tijekom primjene Lugolove otopine za dokazivanje škroba u namirnicama iz svakodnevnoga života.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodom:

1.2.1.4. objasniti osnovnu podjelu pojedinih biološki važnih spojeva i njihove uloge u živome svijetu.

DOKAZIVANJE KOAGULACIJE PROTEINA

CILJ

Treba uočiti povezanost zgrušavanja proteina (na primjeru bjelanjka jajeta i mlijeka) s promjenama različitih uvjeta u kojima se proteini nalaze.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodom:

1.2.1.3. analizirati građu i svojstva biološki važnih spojeva na primjerima.

MIKROSKOPIRANJE EUKARIOTSKIH STANICA

CILJEVI

Treba osposobiti učenike za pripremu najjednostavnijih mikroskopskih preparata (stanice pokožice luka, stanice usnoga epitela, promatranje plastida, poprečni prerez kroz list) i tijekom mikroskopiranja uočiti osnovne stanične dijelove, crtati i usporediti stanice i dijelove stanica, usporediti veličine pojedinih dijelova stanice te izračunati veličinu stanica.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodima:

1.1.1.1. razlikovati na organizacijskim razinama živoga svijeta veličinom podređene i nadređene strukture

1.2.2.2. usporediti građu i ulogu dijelova eukariotskih stanica na primjeru biljne i životinjske stanice.

OSMOZA – PONAŠANJE BILJNIH STANICA U

OTOPINAMA RAZLIČITIH KONCENTRACIJA I

DOKAZIVANJE OSMOZE U BILJNOJ

I ŽIVOTINJSKOJ STANICI

CILJEVI

Na staničnoj razini treba uočiti posljedice promjene koncentracije otopine u kojoj se stanice nalaze i povezati te promjene s konceptima osmoze, difuzije, toniciteta i održavanja homeostaze.

Treba povezati makroskopske promjene s promjenama na stanicama i uočiti utjecaj promjene koncentracija na rezultate pokusa (npr. krumpir, mrkva, jaje).

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodima:

3.1.3.1. usporediti pasivne načine prolaska tvari kroz membranu s obzirom na vrstu tvari koja se prenosi

4.1.1.1. objasniti načelo održavanja osmotske ravnoteže.

SEKCIJA

CILJEVI

Treba uočiti osnovna načela građe organizama ili organa koji se seciraju (ribe, lignje, srca ptice ili svinje) i povezati građu organa s njihovom ulogom. Treba uočiti i opisati osnovne morfološke karakteristike organizama iz praktičnoga rada.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodima:

1.2.3.4. analizirati načela građe i uloge organskih sustava beskralježnjaka i kralježnjaka na konkretnim primjerima

1.2.3.5. povezati građu s ulogama organskih sustava u čovjeka.

KORIŠTENJE DIHOTOMSKIH KLJUČEVA ZA

RAZLIKOVANJE BILJAKA ILI ŽIVOTINJA

CILJEVI

Treba osposobiti učenike za promatranje organizama oko sebe i uočiti te opisati osnovne karakteristike po kojima možemo razlikovati te organizme. Pritom se učenici koriste dihotomskim ključevima i primjenjuju naučeno znanje o osnovnim skupinama organizama i njihovim morfološkim karakteristikama.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodima:

1.3.5.1. analizirati osnovne značajke građe stablašica (mahovina, papratnjača, golosjemenjača i kritosjemenjača) na tipičnim predstavnicima

1.3.6.1. analizirati osnovne značajke građe glavnih skupina životinja na tipičnim predstavnicima.

Primjer dihotomskoga ključa predložen je u prilogu (tablica 2. i tablica 3.).

USPOREDBA CVJETOVA RAZLIČITIH

KRITOSJEMENJAČA

CILJEVI

Na temelju analize živoga materijala i crtanja treba usporediti građu cvjetova različitih kritosjemenjača te na primjerima razlikovati osnovne pojmove o građi

cvijeta i povezati građu cvijeta s njegovom ulogom u razmnožavanju biljaka cvjetnjača.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodom:

- 1.3.5.1. *analizirati osnovne značajke građe stablašica (mahovina, papratnjača, golosjemenjača i kritosjemenjača) na tipičnim predstavnicima*
- 2.2.2.1. *objasniti osnovno načelo izmjene generacija i redukcije gametofita u biljaka*
- 2.1.2.2. *analizirati prednosti i nedostatke različitih oblika razmnožavanja protoktista, biljaka i gljiva.*

MORFOLOGIJA ČLANKONOŽACA

CILJEVI

Na temelju analize živoga materijala i crtanja treba usporediti vanjsku građu (anatomiju) različitih člankonožaca (škamp, kukac, pauk) te na primjerima razlikovati osnovne pojmove o vanjskoj građi člankonožaca i povezati građu s prilagodbama člankonožaca životnim uvjetima staništa.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodom:

- 1.3.6.1. *analizirati osnovne značajke građe glavnih skupina životinja na tipičnim predstavnicima.*

DOKAZIVANJE UTJECAJA INTENZITETA

SVJETLOSTI I KOLIČINE UGLJIKOVA(IV) OKSIDA

NA BRZINU FOTOSINTEZE

CILJ

Treba uočiti uzročno-posljedične veze između brzine fotosinteze i intenziteta svjetlosti te količine utrošenog ugljikova(IV) oksida.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodom:

- 3.1.1.2. *analizirati utjecaj vanjskih čimbenika na intezitet fotosinteze (voda, svjetlost, temperatura i CO₂).*

OVISNOST INTENZITETA RADA SRCA I DISANJA

O FIZIČKOJ AKTIVNOSTI

CILJEVI

Treba uočiti uzročno-posljedične veze između brzine rada srca (pulsa) i brzine disanja s promjenom fizičke aktivnosti te povezati te promjene s različitim skupinama ispitanika (npr. prema spolu, dobi, kondiciji i sl.).

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodom:

- 4.1.2.2. *analizirati uloge pojedinoga organa i organskih sustava u održavanju homeostaze.*

OVISNOST TRANSPIRACIJE O VANJSKIM UVJETIMA

CILJ

Treba uočiti promjene intenziteta transpiracije u ovisnosti o transpiracijskoj površini (npr. broju listova), ali i o vanjskim čimbenicima, npr. vjetru, temperaturi i svjetlosti.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodom:

- 4.1.2.6. *analizirati mehanizme održavanja homeostaze u biljnome organizmu*
- 3.1.1.2. *analizirati utjecaj vanjskih čimbenika na intezitet fotosinteze (voda, svjetlost, temperatura i CO₂).*

KVANTITATIVNA ANALIZA FLORE

NEKOGA PODRUČJA

CILJEVI

Treba uočiti biološku raznolikost na nekome primjeru staništa (npr. travnjaka) procjenom brojnosti te određivanjem gustoće i pokrovnosti pojedinih uočenih vrsta. Pritom je važno analizirati odnose pojedinih vrsta te procijeniti bioraznolikost i utjecaj čovjeka na istraženim područjima.

Odnosi se na sadržaj obuhvaćen sljedećim ishodima:

4.2.1.1. *analizirati utjecaj abiotičkih čimbenika na živa bića*

4.2.1.2. *analizirati odnose među jedinkama i populacijama iste vrste i različitih vrsta*

4.2.2.1. *analizirati štetno djelovanje čovjeka na biosferu*

4.2.3.1. *objasniti pojam održivoga razvoja.*

U svrhu obogaćivanja nastavne izvedbe iskustvenim učenjem, osim ovih obvezatnih praktičnih radova, preporučuje se proučiti i primijeniti u nastavi ili samostalnim projektima sadržaj navedenih izvora:

- <http://globe.pomsk.hr//prirucnik.htm>
- <http://ipaq.petagimnazija.hr/>
- <http://globe.pomsk.hr//prirucnik.htm> <http://ipaq.petagimnazija.hr/>

3. Opis ispita

Ispit iz Biologije traje ukupno **135 minuta** bez stanke. Vremeni provedbe bit će objavljen na mrežnoj stranici Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja (www.ncvvo.hr).

Pristupnik⁵ dobiva sigurnosnu vrećicu u kojoj su dvije ispitne knjižice, list za koncept i list za odgovore.

Važno je pozorno pročitati tekst općih uputa i tekst uputa za rješavanje zadataka i označavanje točnih odgovora.

Primjeri uputa za rješavanje pojedinih vrsta zadataka nalaze se u poglavlju Vrste zadataka.

U zadacima zatvorenoga tipa (zadatci višestrukoga izbora) pristupnik mora označiti točne odgovore znakom X na listu za odgovore. Ako pristupnik označi više od jednoga odgovora, zadatak će se bodovati s 0 (nula) bodova bez obzira na to što je među označenima i točan odgovor.

U zadacima otvorenoga tipa (zadatci kratkoga odgovora i dopunjavanja) pristupnik mora upisati sadržaj koji nedostaje na predviđeno mjesto u ispitnoj knjižici.

Ako pristupnik pogriješi, treba prekrižiti netočan odgovor, staviti ga u zagradu, napisati točan odgovor i staviti skraćeni potpis pokraj točnoga odgovora.

Tijekom pisanja ispita iz Biologije dopušteno je upotrebljavati isključivo kemijsku olovku kojom se piše plavom ili crnom bojom.

3.1. Struktura ispita

Ispit sadržava **54** zadatka, a od toga je **40** zadataka zatvorenoga tipa koji donose 50 % mogućih bodova i **14** zadataka otvorenoga tipa koji donose također 50 % mogućih bodova. Moguće je ostvariti maksimalno **80** bodova, a od toga **40** točno riješenih zadataka donosi po **1** bod, **4** zadatka po **2** boda, **8** zadataka po **3** boda i **2** zadataka po **4** boda. Prema kognitivnim je razinama u ispitu najmanje 30 % zadatka kojima se provjera reprodukcija; 50 % – 60 % zadataka kojima se provjera primjena znanja i najviše 10 % zadatka rješavanja problema. Ukupan broj bodova u ispitu bit će raspodijeljen prema područjima druge razine (tablica 1.).

Reproduktivno znanje temeljeno na pamćenju podataka ispituje 30 % zadataka. U reproduktivno znanje uključeno je i literarno razumijevanje, odnosno reprodukcija zaključaka te objašnjenja izvedena tijekom poučavanja ili pročitana u literarnim izvorima. To znači da će učenik moći, zahvaljujući pamćenju i jezičnim kompetencijama, prepričati neki sadržaj, a da pritom nužno ne dostigne razinu razumijevanja.

Razumijevanje i primjena znanja osnova su trajnoga znanja i zbog toga 50 % – 60 % zadataka u ispitu provjerava upravo razumijevanje i primjenu znanja. Tek kada se stečena znanja primijene, mogu se i razumjeti. Razumijevanje uključuje proces generalizacije i apstraktnoga mišljenja pri čemu se sažimaju značajke pojedinačnih primjera da bi se došlo do suštine. Primjena znanja zahtijeva da se osnova koju predstavlja literarno razumijevanje poveže s ostalim postojećim znanjem stvaranjem poveznica te tako umreženo znanje postaje trajno znanje. **Rješavanje problema uključuje angažiranje svih znanja i kompetencija učenika, a u ispitu se provjerava s 10 % zadataka.**

⁵ Termin pristupnik u tekstu kataloga ima opće značenje te se odnosi i na pristupnice i na pristupnike.

Ono uključuje poznavanje temeljnih činjenica, procesa i zakonitosti koje učenik treba prepoznati i interpretirati na zadanome primjeru. Prilikom rješavanja zadataka od učenika se očekuje povezivanje zadanih uvjeta s poznatim činjenicama i usvojenim znanjima uz neophodno integriranje znanja i primjenu

kritičkoga razmišljanja. Prilikom rješavanja zadataka koji provjeravaju više razine učenja (primjenu znanja uz razumijevanje i rješavanje problema) učenici trebaju, ovisno o zahtjevnosti zadatka, prepoznati biološke pojave i procese i dosjetiti se potrebnih činjenica i načela koje zatim treba međusobno povezati⁶.

Tablica 1. Raspodjela bodova u ispitu prema područjima druge razine

ISHOD	BROJ BODOVA
1.1. Odnosi veličina u živome svijetu	2
1.2. Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama	9
1.3. Srodnosti i raznolikosti	4
2.1. Razmnožavanje i nasljeđivanje	8
2.2. Životni ciklusi	6
2.3. Rast i razvitak	2
2.4. Postanak i razvoj života na Zemlji	6
3.1. Proces i izmjene tvari i pretvorba energije na razini stanice – metaboličke reakcije	7
3.2. Proces i izmjene tvari i pretvorba energije na razini organizma	5
3.3. Proces i izmjene tvari i pretvorba energije na razini ekosustava	2
4.1. Održavanje ravnoteže u organizmu	8
4.2. Održavanje ravnoteže u prirodi	9
4.3. Međuovisnost živoga svijeta i okoliša	8
5.1. Znanstvena misao	1
5.2. Znanstvena metodologija	3
UKUPNO	80

⁶ Androić, D., Halusek, V., Jovanovski, V., Šarac, V., Reže, S., Čurković, N. 2010. Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, U: Izvješće o projektu – Fizika i Kemija, NCVVO, Zagreb. 21. 1. 2011. http://dokumenti.ncvvo.hr/OS/Analiza/fiz_kem.pdf

3.2. Primjeri ispitnih zadataka

U ovome poglavlju nalaze se primjeri različitih zadataka kojima će se provjeravati znanje iz Biologije. Uz svaki primjer zadatka nalazi se opis vrste zadatka, ishod učenja koji se tim konkretnim zadatkom ispituje, predviđena težina zadatka, vrsta znanja koju zadatak provjerava (reprodukcija, razumijevanje i primjena znanja, rješavanje problema) te točan odgovor.

3.2.1. Zadatci višestrukoga izbora

Zadatak višestrukoga izbora sastoji se od upute (u kojoj je opisan način rješavanja zadatka i koja je

zajednička za sve zadatke toga tipa u nizu), osnove (u kojoj je postavljen zadatak) te četiriju ponuđenih odgovora od kojih je jedan točan. Ponuđeni zadatci mogu sadržavati i uvodni sadržaj u obliku kraćega teksta, skice, sheme, dijagrama, crteža ili grafičkoga prikaza.

U zadatcima se mogu pojaviti i stručni termini, pa čak i oni za koje je navedeno da se neće ispitivati njihovi nazivi, ako je njihovim korištenjem lakše provjeriti razumijevanje uzročno-posljedičnih veza i međuodnosa. U tome je slučaju za te termine u zadatku navedeno potrebno objašnjenje.

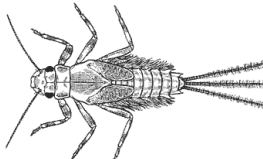
U sljedećim zadacima od više ponuđenih odgovora samo je jedan točan.
Točne odgovore morate označiti znakom **X** na listu za odgovore.
Točan odgovor donosi jedan bod.

1. Odaberite ispravno poredane stanične tvorbe razvijene biljne stanice prema veličini od najmanje prema najvećoj. A. vakuola – ribosom – kloroplast – jezgra B. ribosom – kloroplast – jezgra – vakuola C. jezgra – vakuola – ribosom – kloroplast D. kloroplast – jezgra – vakuola – ribosom		A. B. X C. D.
ISHOD UČENJA 1.1.1.1. razlikovati na organizacijskim razinama živoga svijeta veličinom podređene i nadređene strukture		LAGAN reprodukcija znanja

2. Što je od navedenoga razlog proglašenja Plitvičkih jezera nacionalnim parkom? A. prostor za gniježđenje ptica močvarica B. sedrene barijere C. vegetacija crnoga bora D. kserofitna vegetacija pjeskovitoga tla	A. B. X C. D.
ISHOD UČENJA 4.2.3.2. obrazložiti razloge zaštite prirodnih područja na primjerima iz Republike Hrvatske	LAGAN reprodukcija znanja

3. Odaberite točnu tvrdnju vezanu uz udisaj i izdisaj. A. Pri udahu zbog nižega tlaka u plućima zrak ulazi i ispunjava alveole. B. Pri udahu zbog višega tlaka u plućima zrak ulazi i ispunjava alveole. C. Pri izdahu zbog kontrakcija mišića zrak izlazi iz tijela . D. Pri izdahu mišićima i ošitom aktivno se potiskuje zrak iz pluća.	A. X B. C. D.
ISHOD UČENJA 3.2.2.1. objasniti načela izmjene plinova u plućima i na razini stanica	SREDNJE TEŽAK reprodukcija znanja

4. Koja je uloga molekula u unutarnjoj membrani mitohondrija u staničnome disanju? A. Prenose elektrone bogate energijom. B. Razgrađuju molekule ATP-a. C. Razgrađuju glukozu na dvije molekule pirogroždane kiseline. D. Sintetiziraju acetil-CoA.	A. X B. C. D.
ISHOD UČENJA 3.1.2.3. objasniti stanično disanje kao proces kojim aerobni organizmi dolaze do energije	TEŽAK reprodukcija znanja

5. Rad srca povećava se s povećanjem intenziteta fizičke aktivnosti. Odredite nezavisnu varijablu u istraživanju provedenome na osamnaestogodišnjoj populaciji zdravih djevojaka. A. broj otkucaja srca u minuti B. broj udaha u minuti C. broj čučnjeva u minuti D. broj ispitanika		A. B. C. X D.																
ISHOD UČENJA 5.2.1.1. primijeniti osnovna načela i značajke znanstvenoga istraživanja		LAGAN razumijevanje i primjena znanja																
6. S pomoću dihotomskoga ključa odredite kojoj skupini životinja pripada životinja prikazana na slici.  <table><tr><td>1. Tijelo pokazuje bilateralnu simetriju.</td><td>idi na 2.</td></tr><tr><td>Tijelo pokazuje radijalnu simetriju.</td><td>A.</td></tr><tr><td>2. Tijelo je kolutičavo.</td><td>idi na 3.</td></tr><tr><td>Tijelo ne pokazuje kolutičavost u građi.</td><td>idi na 4.</td></tr><tr><td>3. Tjelesni nastavci su člankoviti.</td><td>B.</td></tr><tr><td>U građi tijela nema člankovitih tjelesnih nastavaka.</td><td>idi na 4.</td></tr><tr><td>4. Meko tijelo obavijeno je ljušturom.</td><td>C.</td></tr><tr><td>Tijelo je s obje strane spljošteno, a na prednjemu dijelu tijela nalaze se oči.</td><td>D.</td></tr></table>		1. Tijelo pokazuje bilateralnu simetriju.	idi na 2.	Tijelo pokazuje radijalnu simetriju.	A.	2. Tijelo je kolutičavo.	idi na 3.	Tijelo ne pokazuje kolutičavost u građi.	idi na 4.	3. Tjelesni nastavci su člankoviti.	B.	U građi tijela nema člankovitih tjelesnih nastavaka.	idi na 4.	4. Meko tijelo obavijeno je ljušturom.	C.	Tijelo je s obje strane spljošteno, a na prednjemu dijelu tijela nalaze se oči.	D.	A. B. X C. D.
1. Tijelo pokazuje bilateralnu simetriju.	idi na 2.																	
Tijelo pokazuje radijalnu simetriju.	A.																	
2. Tijelo je kolutičavo.	idi na 3.																	
Tijelo ne pokazuje kolutičavost u građi.	idi na 4.																	
3. Tjelesni nastavci su člankoviti.	B.																	
U građi tijela nema člankovitih tjelesnih nastavaka.	idi na 4.																	
4. Meko tijelo obavijeno je ljušturom.	C.																	
Tijelo je s obje strane spljošteno, a na prednjemu dijelu tijela nalaze se oči.	D.																	
ISHOD UČENJA 1.3.6.1. analizirati osnovne značajke građe glavnih skupina životinja na tipičnim predstavnicima		LAGAN razumijevanje i primjena znanja																

7. Koja je od navedenih tvrdnja u skladu s Darwinovom teorijom evolucije? A. Leptiri koji bojom krila oponašaju grabežljivca neće prenijeti to obilježje svojim potomcima. B. Leptiri koji bojom krila uvjerljivije oponašaju grabežljivca imaju veću vjerojatnost preživljavanja tijekom napada ptica. C. Ptice koje nauče razlikovati leptire koji bojom krila oponašaju grabežljivca prenijet će to mutacijom gena svojim potomcima. D. Ptice koje love leptire koji bojom krila oponašaju grabežljivca razvijaju obilježja koja im omogućuju bolje preživljavanje.⁷	A. B. X C. D.
ISHOD UČENJA 2.4.1.1. analizirati čimbenike evolucije	SREDNJE TEŽAK razumijevanje i primjena znanja
8. Gepard je najbrža životinja na svijetu. Koje su od navedenih prilagodba gepardu u najvećoj mjeri omogućile osvajanje titule najbržega „svjetskog trkača“? A. široke nosnice i povećani volumen srca i pluća B. lagane kosti koje su povezane pomičnim zglobovima C. savitljiva kralježnica povezana s ostatkom kostura D. dobro razvijena osjetila povezana sa živčanim sustavom	A. X B. C. D.
ISHOD UČENJA 4.1.2.2. analizirati uloge pojedinoga organa i organskih sustava u održavanju homeostaze	LAGAN rješavanje problema

⁷ Pitanje preneseno iz provedenih ispita državne mature 2013. (ljetni rok, knjižica 1)

3.2.2. Zadatci otvorenoga tipa

Zadatci otvorenoga tipa su zadatci dopunjavanja ili označavanja na slici ili u tablici, zadatci redanja te zadatci kratkoga odgovora i obrazloženja odabranoga odgovora. Svakomu nizu različitih zadataka prethodi jasno istaknuta uputa u kojoj je opisan način rješavanja zadatka. Zadatci otvorenoga tipa mogu se sastojati od dvaju, triju ili četiriju potpitanja vezanih u seriji. Sukladno tomu, svaki točan odgovor za pojedino potpitanje donosi po 1 bod (ukupno 2, 3 ili 4 boda), a netočan odgovor ili izostanak odgovora u svakome pojedinom potpitanju ne donosi bodove. Zadatak kratkoga odgovora sastoji se od osnove koja sadržava neophodne informacije i specifične upute

za rješavanje zadatka te od pitanja u kojima je zadano što učenik treba odgovoriti. U zadacima otvorenoga tipa osim istaknutoga točnog odgovora priznaju se i svi smisleni odgovori prema razrađenoj sustavu kodiranja odgovora.

U sljedećim zadacima odgovorite kratkim odgovorom (riječju, brojem, s nekoliko riječi ili jednostavnom rečenicom) ili dopunite rečenicu/ crtež upisivanjem sadržaja koji nedostaje.

Odgovore upišite samo na predviđeno mjesto u ovoj ispitnoj knjižici.

Ne popunjavajte prostor za bodovanje.

9. Organizmi koji se hrane detritusom nazivaju se detritofagi. Za svaki ekosustav navedite jedan primjer detritofaga i opišite njegovu konkretnu detritusnu hranu:

- A. organizam u kopnenom ekosustavu: _____ detritusna hrana: _____
 B. organizam u vodenom ekosustavu: _____ detritusna hrana: _____

TOČNI ODGOVORI

A. stonoge – trulo lišće, kućna muha – trule organske tvari, gujavica – organske tvari u tlu...

B. trp – organske tvari na dnu mora, ličinke kukaca – krupni i sitni mrtvi biljni materijal u slatkim vodama...

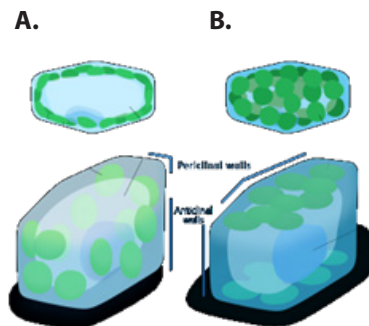
ISHOD

3.3.2.2. razlikovati primarnu od sekundarne organske proizvodnje u ekosustavu

LAGAN

razumijevanje
i primjena
znanja

10. Promotrite slike koje prikazuju položaj kloroplasta u stanici i odgovorite na pitanja.



- A. Gdje je smještena biljka čiju stanicu prikazuje slika B. s obzirom na svjetlosne uvjete?
- B. Objasnite kako je biljka čiju stanicu prikazuje slika B. reagirala na svjetlosne uvjete i zašto je takva reakcija bila neophodna?

TOČNI ODGOVORI

- A. Biljka je smještena u sjeni.
- B. Kloroplasti su bliže gornjoj pokožici lista kako bi se pospješilo iskorištavanje male količine svjetlosti za proces fotosinteze.

ISHOD

4.3.1.2. analizirati gibanja organela, organa i organizama

LAGAN

razumijevanje
i primjena
znanja

11. Slezhenica (*Asplenium trichomanes*), jelenak (*Asplenium scolopendrium*) i ženska paprat (*Athyrium filix-foemina*) su česte paprati koje nalazimo u našim šumama. Prema slikama vidljivo je da se međusobno značajno razlikuju prema obliku listova, tj. nisu slične. Neke od njih međusobno su ipak srodne.
- 1) *Asplenium trichomanes* 2) *Asplenium scolopendrium* 3) *Athyrium filix-foemina*



- A. Navedite koje su od ponuđenih paprati srodne.
- B. Na temelju čega je to moguće zaključiti?

TOČNI ODGOVORI

- A. 1) i 2)
- B. na temelju naziva roda *Asplenium*

ISHOD

1.3.1.1. razlikovati podjelu živoga svijeta prema sistematskim kategorijama i značenje dvoimenoga nazivlja u biologiji

LAGAN

razumijevanje
i primjena
znanja

12. U tablici je navedeno 12 pojmova kojima se trebate koristiti prilikom odgovaranja na sljedeća pitanja. Pojedininim pojmovima moguće je koristiti se i više puta, a pojedinim uopće ne. Broj točnih odgovora naveden je u zagradi uz pitanje.

IMUNOST	CIJEPLJENJE	LIMFOCITI	MODEL KLJUČ-BRAVA
AIDS	ALERGIJA	ALERGEN	NUKLEINSKA KISELINA
LEUKOCITI	ALERGIJSKO TESTIRANJE	FAGOCITOZA	PROTEIN

- A. Koja je vrsta molekula zajednička alergenu i antitijelu? (1)
- B. Izdvojite četiri pojma koja izravno imaju veze sa sindromom stečenoga gubitka imunosti. (4)
- C. Kojim će procesom leukociti „neutralizirati“ bakteriju koja je ušla u organizam? (1)

TOČNI ODGOVORI

- A. protein
- B. imunost, AIDS, leukociti, limfociti
- C. fagocitoza

ISHOD

4.1.2.2. analizirati uloge pojedinoga organa i organskih sustava u održavanju homeostaze

SREDNJE TEŽAK

razumijevanje
i primjena
znanja

13. U mnogim sportovima tijekom pripremnoga razdoblja i treniranja dio sportaša u sklopu priprema za natjecanje ima i tzv. visinske pripreme. To znači da određeno vrijeme borave i treniraju u planinama, tj. na višoj nadmorskoj visini.
- A. Može li se uočiti neka razlika ako bi se sportašima prije i nakon visinskih priprema odredio hematokrit? Obrazložite svoj odgovor.
- B. Kako visinske pripreme mogu utjecati na bolje rezultate sportaša? Pokušajte to povezati s funkcijom eritrocita.
- C. Hoće li muškarac ili žena imati veći hematokrit ako uspoređujemo hematokrit zdravih osoba? Zašto?
- D. Kako se mogu povezati podatci o hematokritu s razlikom u sportskim uspjesima muškaraca i žena, primjerice u trčanju na sto metara?

Hematokrit predstavlja ukupni udio eritrocita u krvnoj plazmi.

TOČNI ODGOVORI

- A. Mogla bi se uočiti razlika jer bi organizam povećao produkciju eritrocita zbog manje koncentracije kisika na visinama.
- B. Rezlutati će biti bolji zbog bolje opskrbe stanica kisikom.
- C. Muškarci će imati veći hematokrit jer u prosjeku imaju više eritrocita od žena.
- D. Podatci o hematokritu mogu se povezati s različitim rezultatima muškaraca i žena jer su stanice muškaraca bolje opskrbljene kisikom kod brzih disciplina zbog većega broja eritrocita, a više kisika znači više energije u procesima staničnoga disanja pa su muškarci brži.

ISHOD

4.1.2.1. analizirati razlike u sastavu i ulogama tjelesnih tekućina

TEŽAK

razumijevanje
i primjena
znanja

14. Slobodna ušna resica (A) je dominantno svojstvo, a prirasla (a) recesivno svojstvo. Otac je heterozigot za ušnu resicu, a majka je recesivni homozigot.
- A. Kakvu ušnu resicu fenotipski ima otac?
- B. Napišite genotip oca za ušnu resicu.
- C. Koja je vjerojatnost da njihova djeca imaju priraslu ušnu resicu?
- D. Mogu li ti roditelji imati dijete koje je za navedeno svojstvo dominantni homozigot i zašto?

TOČNI ODGOVORI

- A. slobodnu B. AaC. 50 % ili 1/2 D. Ne mogu jer majka nema dominantan gen (A).

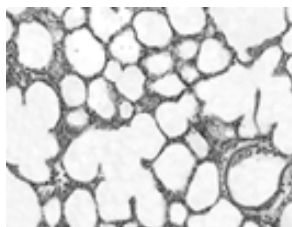
ISHOD

2.1.4.1. analizirati odnose među genima i njihov utjecaj na razini organizma ili pojedine osobine

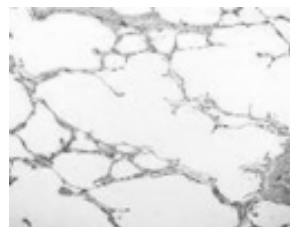
LAGAN

rješavanje
problema

15. Pozorno promotrite slike.



Slika A. Tkivo pluća zdrave osobe



Slika B. Tkivo pluća osobe oboljele od bolesti

- A. Usporedite površinu i volumen plućnih mjehurića na objema slikama.
- B. Koristeći se objema slikama objasnite ulogu površine plućnih mjehurića u izmjeni plinova u plućima.
- C. Objasnite koje su bile posljedice pri disanju za osobu čije je tkivo prikazano na slici B.

TOČNI ODGOVORI

- A. Površina plućnih mjehurića na slici B. manja je u odnosu na površinu plućnih mjehurića na slici A. Na slici B. veći je volumen plućnih mjehurića u odnosu na volumen plućnih mjehurića na slici A.
- B. Velika površina plućnih mjehurića omogućuje istodobno prijenos veće količine plinova kroz membranu stanica i time bolju opskrbljenost tijela kisikom. Smanjenjem površine smanjuje se i količina plinova koji se u istome vremenu mogu izmijeniti između kapilara i plućnih mjehurića.
- C. Posljedica je slaba opskrbljenost tijela kisikom, što se posebice vidi tijekom svake aktivnosti kada tijelo treba više kisika.

ISHOD

1.1.2.2. objasniti važnost povećanja i smanjenja površine u građi živih organizama

SREDNJE TEŽAK

rješavanje
problema

16. Ivan je proveo istraživanje kako se puls mijenja tijekom vježbanja na svojim prijateljima Luki i Marku. Mjerenje je obavljeno svake minute. Prvu je minutu Luka mirovao, a sljedeće je dvije minute trčao. Mjerenje se nastavilo i nakon trčanja sve do 10. minute. Nakon toga Ivan je isto mjerenje proveo i na Marku. Rezultati Ivanovih mjerenja prikazani su u tablici.

Ispitanici	Rezultati mjerenja pulsa (broja otkucaja u minuti) tijekom 10 minuta									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Luka	60	70	80	80	76	70	64	62	60	60
Marko	70	80	95	95	93	91	89	88	85	82

- A. Navedite barem jedan primjer još neke promjene koja se sigurno dogodila u Lukinome organizmu tijekom trčanja osim što se promijenila brzina rada srca.
- B. Usporedite Lukine i Markove rezultate. Što na temelju tih rezultata možete zaključiti?
- C. Luka je prestao trčati tri minute nakon početka mjerenja. Koliko je vremena bilo potrebno da se njegov puls (brzina rada srca) vrati na onaj prije početka fizičke aktivnosti?
- D. Što je zavisna varijabla u ovome istraživanju?

TOČNI ODGOVORI

- A. ubrzano disanje, povišenje tjelesne temperature, širenje krvnih žila, pojačano znojenje...
- B. Luka u mirovanju ima niži puls, što ukazuje na njegovu bolju kondiciju i/ili veći udarni volumen srca. Luki se nakon aktivnosti puls brže vraća na početnu vrijednost, što pokazuje da je njegovo srce (mišić) u boljoj formi i u jednoj kontrakciji istisne veći volumen krvi (veći udarni volumen srca).
- C. Bilo je potrebno 6 minuta.
- D. Zavisna je varijabla u ovome istraživanju puls (broj otkucaja u minuti).

ISHOD

5.2.1.2. analizirati numerički i grafički prikazane rezultate istraživanja

**SREDNJE
TEŽAK**

rješavanje
problema

U sljedećim zadatcima odgovorite kratkim odgovorom (riječju, brojem, s nekoliko riječi ili jednostavnom rečenicom) ili dopunite rečenicu/ crtež upisivanjem sadržaja koji nedostaje.

Odgovore upišite samo na predviđeno mjesto u ovoj ispitnoj knjižici.

Ne popunjavajte prostor za bodovanje.

17. Tratinčice, krava i čovjek predstavljaju primjere jednoga hranidbenog lanca. Ispunite tablicu tako da točne odgovore na pitanja postavljena u 1. redu tablice upišete samo u bijela prazna polja.

ORGANIZAM	Koja je uloga organizma u hranidbenome lancu?	Kojim procesom organizam asimilira energiju?	Navedite jedan proces tijekom kojega organizam koristi energiju.	Navedite jedan proces tijekom kojega organizam gubi energiju.
TRATINČICA				
KRAVA				
ČOVJEK				

TOČNI ODGOVORI:

ORGANIZAM	Koja je uloga organizma u hranidbenome lancu?	Kojim procesom organizam asimilira energiju?	Navedite jedan proces tijekom kojega organizam koristi energiju.	Navedite jedan proces tijekom kojega organizam gubi energiju.
TRATINČICA	proizvođač/producent	fotosintezom		
KRAVA				oslobađanje topline pri širenju kapilara/ defekacija...
ČOVJEK			rast/reprodukcija/ kretanje...	

ISHOD

3.3.2.2. razlikovati primarnu od sekundarne organske proizvodnje u ekosustavu

LAGAN

razumijevanje
i primjena
znanja

18. Broj kromosoma u tjelesnoj stanici mačke jest 38, tj. $2n = 38$. U tablicu upišite podatke o broju novonastalih stanica u mužjaka i ženke nakon određene diobe i podatke o broju kromosoma prije i po završetku diobe.

	Broj funkcionalnih stanica po završetku diobe u ženke	Broj stanica po završetku diobe u mužjaka	Broj kromosoma na početku diobe	Broj kromosoma u svakoj novonastaloj stanici (po završetku diobe)
MITOZA				
MEJOZA				

TOČNI ODGOVORI

	Broj funkcionalnih stanica po završetku diobe u ženke	Broj stanica po završetku diobe u mužjaka	Broj kromosoma na početku diobe	Broj kromosoma u svakoj novonastaloj stanici (po završetku diobe)
MITOZA	2	2	38	38
MEJOZA	1	4	38	19

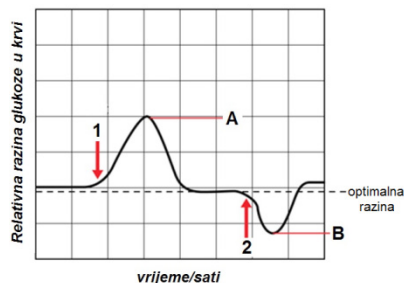
ISHOD

2.1.1.1. usporediti uloge dvojne diobe, mitoze i mejoze u razmnožavanju

SREDNJE TEŽAK

razumijevanje
i primjena
znanja

19. Promotrite grafički prikaz relativne količine glukoze u krvi osobe koja se tijekom dana bavila različitim aktivnostima i odgovorite na pitanja.



Grafički prikaz relativne količine glukoze u krvi

- A. Što je uzrokovalo promjenu optimalne razine glukoze u krvi u točki 1?
- B. Koja je endokrina žlijezda potaknuta na djelovanje u točki A?
- C. Što je moglo uzrokovati nagli pad razine glukoze u krvi u točki 2?
- D. Na koji će način gušterača djelovati na ponovno uspostavljanje optimalne razine glukoze u krvi u točki B?

TOČNI ODGOVORI

- A. uzimanje obroka koji sadržava ugljikohidrate
- B. gušterača
- C. primjerice, pojačana tjelesna aktivnost
- D. izlučivanjem glukagona

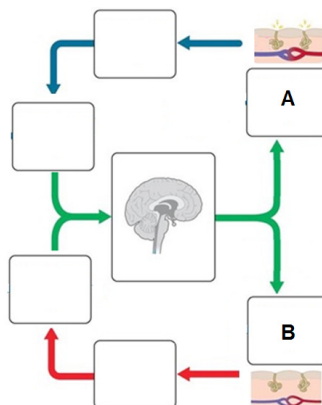
ISHOD

4.1.2.3. objasniti mehanizam povratne sprege na primjeru lučenja hormona

TEŽAK

razumijevanje
i primjena
znanja

20. Na temelju promatranja sheme koja prikazuje održavanje stalne tjelesne temperature odgovorite na pitanja.



- A. U pravokutnike na shemi upišite po jedan broj koji označava opis odgovarajućega događaja.
- 1 – porast temperature krvi
 - 2 – pad temperature krvi
 - 3 – tijelo se oslobađa topline
 - 4 – tijelo čuva toplotu
- B. Koje od navedenih slova, A ili B, označava smjer odvijanja regulacije tjelesne temperature ako nakon duljega boravka na suncu tijekom vrućega ljetnog dana uđemo u klimatizirani prostor?
- C. Koje se tjelesne promjene zbivaju pri regulaciji tjelesne temperature ako se ona odvija u smjeru označenome slovom A?
- D. Kako se naziva prikazani proces termoregulacije pri kojemu „rashlađena” krv potiče hipotalamus na aktivnost i slanje signala za ponovno „zagrijavanje” krvi?

TOČNI ODGOVORI

- A. od gore prema dolje: 3, 2, 1, 4
- B. B
- C. izlučivanje znoja na površini kože, širenje kapilara u površinskom sloju kože, koža postaje crvena
- D. mehanizam povratne sprege

ISHOD

4.1.2.5. objasniti mehanizme termoregulacije

SREDNJE TEŽAK

razumijevanje
i primjena
znanja

21. Učenci su ispitivali toksičnost pesticida na akvarijskim ribicama želeći utvrditi letalne doze. Sukladno postavljenoj hipotezi i najmanje koncentracije pesticida u pokusu usmrtila su 50 % ribica. Navedite dva razloga zbog čega je prosudbeno povjerenstvo odbilo takav istraživački projekt za natjecanje iz Biologije.

TOČNI ODGOVORI

- 1. upotreba pesticida koji mogu štetno djelovati i na učenike
- 2. neopravdano usmrćivanje životinja

ISHOD
5.2.2.1. analizirati etičke probleme u biološkim istraživanjima

LAGAN
rješavanje problema

22. Predložite nacrt istraživanja kojim ćete dokazati sljedeću hipotezu:
Intenzitet transpiracije raste s povećanjem strujanja zraka.

A.	UZORAK		METODA (navesti jednu)	
B.	ZAVISNA VARIJABLA	NEZAVISNA VARIJABLA	KONTROLIRANI UVJETI	
C.	PRIBOR (navesti neophodan pribor prema metodi – najmanje 5)			

TOČNI ODGOVORI

A.	UZORAK	3 (4, 5 ili više) grančice su eksperimentalna skupina, a isti je broj grančica kontrolna skupina		METODA (navesti jednu)	za mjerenje intenziteta transpiracije – mjerenje volumena potrošene vode/visine stupca tekućine na početku i na kraju pokusa	
B.	ZAVISNA VARIJABLA	intenzitet transpiracije	NEZAVISNA VARIJABLA	strujanje zraka	KONTROLIRANI UVJETI	svjetlost, temperatura, vlažnost zraka, starost i stanje biljaka u pokusu
C.	PRIBOR (navesti neophodan pribor prema metodi – najmanje 5)	jednake posude/čaše/menzure/epruvete, tanki marker za označavanje razine vode u čašama/ epruvetama, probušeni čepovi (za grančice) i ljepilo/ulje vazelin (sjajilo za usne) plastelin za osiguranje nepropusnosti čepa, mjerilo (milimetarski papir, ravnalo), ventilator				

ISHOD
5.2.1.3. predložiti nacrt istraživanja na temelju istraživačkoga pitanja ili hipoteze

TEŽAK
rješavanje problema

23. Geni eukariotskih organizama sastoje se i od dijelova koji ne kodiraju protein. Kodirajući dijelovi gena označeni su na slici slovom E, a nekodirajući nizovi slovom I.

Neki se gen može grafički prikazati na sljedeći način:



Prilikom sinteze proteina primarni RNA transkript mora se obraditi tako da se iz njega izrežu svi nekodirajući dijelovi i tek se tada dobije funkcionalna mRNA.

Met START	AUG
Ile	AUU, AUC, AUA
Thr	ACU, ACC, ACA, ACG
Trp	UGG
Asp	GAU, GAC
STOP	UAA, UAG, UGA

Dobili ste na analizu gen čiji redoslijed baza u DNA lancu glasi: TACTAACCGGCGCTGAACCAAACTGACT i imate protein koji je na temelju transkripcije i translacije toga lanca (gena) nastao i glasi: Met-Ile-Thr-Trp-Asp.

- A. Otkrijte nekodirajući dio u tome genu i podcrtajte ga (ih).
B. Ispišite primarni RNA transkript.
C. Ispišite funkcionalnu mRNA.

U eukariota nakon transkripcije, a prije translacije dolazi do modificiranja mRNA. Početna neprocesirana kopija gena u eukariota, nastala izravno prema kalupu DNA, naziva se primarni mRNA transkript. Iz nje procesiranjem u jezgri nastaje zrela funkcionalna mRNA.

TOČNI ODGOVORI

- A. TACTAACCGGCGCTGAACCAAACTGACT
B. AUGAUUGGCCGCGACUUGGUUUUGACUGA
C. AUGAUUACUUGGGACUGA

ISHOD

2.1.3.3. obrazložiti zašto su geni funkcionalni dijelovi molekule DNA

TEŽAK

rješavanje
problema

4. Prilozi

Tablica 2. Dihotomski ključ za određivanje vrste drveća

1.	Listovi su igličasti.	idi na 2
	Listovi su široki i spljošteni.	idi na 5
2.	Igličasti listovi su pojedinačno pričvršćeni za grančicu i dugi su do 4 cm.	idi na 3
	Igličasti listovi su u parovima, ovijeni su bjeličastim rukavcem i dugi do 8 cm.	bijeli bor
3.	Igličasti listovi su većinom češljasto raspoređeni duž grančice.	idi na 4
	Igličasti listovi su zavojito raspoređeni duž grančice i četverobridni.	smreka
4.	Igličasti listovi su ušiljeni na vrhu, spljošteni i mekani, na licu su tamnozeleni, a na naličju blijedi s dvjema tamnim prugama.	tisa
	Igličasti listovi su tupi, plosnati i dugi do 3 cm, a na naličju imaju dvije bijele pruge.	jela
5.	List je jednostavan, a lisna plojka nije podijeljena na liske.	idi na 6
	List je sastavljen, a plojka sastavljenoga lista podijeljena je na više liski od kojih svaka izgleda kao zasebni list.	idi na 15
6.	Plojka lista je cjelovita.	idi na 7
	Plojka lista je urezana.	idi na 12
7.	Plojka lista je jajolika ili srcolika oblika.	idi na 8
	Plojka lista je duguljasta.	idi na 11
8.	Listovi su pri bazi nesimetrični.	idi na 9
	Listovi su pri bazi simetrični.	idi na 10
9.	Listovi su jajoliki i goli, a rub lista je pilast.	poljski brijest
	Listovi su srcoliki, tamnozeleni i goli, a na naličju svjetliji s čupercima bijelih dlačica u kutovima žila.	velelisna lipa
10.	Listovi su jajoliki, imaju 11 do 15 pari bočnih žila, a rub lista je jako nazubljen.	obični grab
	Listovi su jajoliki, imaju 5 do 9 pari bočnih žila, a rub lista nije nazubljen.	obična bukva
11.	Listovi su kožasti, sjajni, dugi do 23 cm i široki do 8 cm s trnastim zupcima razmaknutim po 1 cm i s lisnim peteljka dugima do 3 cm.	pitomi kesten
	Listovi su gusto bijelosvilenkasto dlakavi, dugi do 10 cm i široki do 1,5 cm, plitkopilasta ruba i lisnih peteljki dugih do 1 cm.	bijela vrba
12.	Plojka lista je valovito urezana, a nervatura lista perasta.	idi na 13
	Plojka lista je dlanasto urezana, a nervatura lista dlanasta.	idi na 14
13.	Listovi su plitko i pravilno urezani, dugi do 12 cm i široki do 7 cm, a na naličju iznad žila su fino dlakavi s jasnim žljebastim peteljka dugima do 4 cm.	hrast kitnjak
	Listovi su plitko urezani, sivozeleni, debeli, čvrsti, dugi do 10 cm i široki do 5 cm, naličje lista je gusto vuneno dlakavo, a peteljke su najčešće gusto dlakave, odozdo plitko žljebaste i duge 5 do 20 mm.	hrast medunac

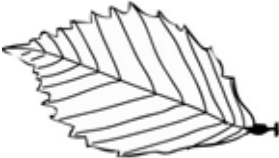
14.	Plojka listova podijeljena je na pet režnjeva šiljatih vrhova, a rubovi režnjeva su grubo pilasti.	gorski javor
	Plojka lista podijeljena je na tri režnja tupih vrhova, a režnjevi lista imaju cjeloviti rub.	poljski javor
15.	List je perasto sastavljen.	bagrem
	List je dlanasto sastavljen.	divlji kesten

Primjer dihotomskog ključa prikazan je u Tablici 2., a prikazi oblika, nervature i rubova listova potrebnih za služenje dihotomskim ključem za određivanje vrsta drveća navedeni su u Tablici 3.

Latinski nazivi vrsta drveća – ne treba pamtiti

1. *Abies alba* Mill. – jela
2. *Picea abies* (L.) Karsten – smreka
3. *Pinus sylvestris* L. – bijeli bor
4. *Taxus baccata* L. – tisa
5. *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. – hrast kitnjak
6. *Quercus pubescens* Willd. – hrast medunac
7. *Acer pseudoplatanus* L. – gorski javor
8. *Acer campestre* L. – poljski javor
9. *Aesculus hippocastanum* L. – divlji kesten
10. *Castanea sativa* Miller – pitomi kesten
11. *Ulmus minor* Miller – poljski brijest
12. *Tilia platyphyllos* Scop. – velelisna lipa
13. *Robinia pseudoacacia* L. – mirisni bagrem
14. *Salix alba* L. – bijela vrba
15. *Fagus sylvatica* L. – obična bukva
16. *Carpinus betulus* L. – obični grab

Tablica 3. Prikaz oblika, nervature i ruba lista za potrebe služenja dihotomskim ključem za određivanje vrsta drveća

OBLIK LISTA		
		
a) jednostavni list	b) dlanasto sastavljen list	c) perasto sastavljen list
NERVATURA LISTA		
		
a) dlanasta nervatura lista	b) perasta nervatura lista	
RUB LISTA		
		
a) cjeloviti rub lista	b) pilasti rub lista	

Tablica 4. Osobe značajne za razvoj biologije i njihov doprinos

U tablici su kronološki navedene najvažnije osobe poznate po svojim istraživanjima u području biologije i zaslužne su za njezin razvoj. Pristupnici bi trebali

znati njihova imena i koji je njihov doprinos razvoju biologije. Ne treba pamtit i imena, već samo prezimena i okvirno vremensko razdoblje.

OSOBA	DOPRINOS U RAZVOJU BIOLOGIJE
Robert HOOK (17. st.)	promatrao tanke prereze pluta (stijenke mrtvih stanica) s pomoću vrlo primitivnoga mikroskopa; prvi upotrijebio naziv <i>cellula</i> (lat. STANICA)
Antonyvan LEEUWENHOEK (17. – 18. st.)	„otac mikroskopa” – usavršio mikroskop i dobio povećanje ~270×; prvi promatrao živi jednostanični organizam (mikroorganizme iz usne šupljine, spermije, krvne stanice...)
Jean Baptiste LAMARCK (17. – 18. st.)	iznio je ideju o zajedničkom podrijetlu organizama i njihovoj polaganoj preobrazbi (transformaciji) i razradio je prvu cjelovitu evolucijsku teoriju: okoliš je promjenljiv, organizmi mu se prilagođavaju i za života stečena obilježja prenose na potomstvo
Carl LINNÉ (18. st.)	binarna nomenklatura, osnivač taksonomije ili sistematike
Matthias SCHLEIDEN (botaničar) i Theodor SCHWANN (zoolog) (18. st.)	STANIČNA TEORIJA – sva su živa bića građena od stanica
Alfred Russel WALLACE (19. st.)	predstavio i istaknuo značaj prirodne selekcije
Charles DARWIN (19. st.)	predstavio teoriju evolucije: razvijeniji organizmi razvili su se iz jednostavnijih
Louis PASTEUR (19. St.)	dokazao je da mikroorganizmi nastaju iz već postojećih mikroorganizama i da su uzročnici zaraznih bolesti i vrenja, razvio i razjasnio cijepljenje (protiv kokoške kolere, bedrenice, bjesnoće...); osmislio i razvio PASTERIZACIJU
Gregor Johann MENDEL (19. st.)	osnivač genetike; postavio zakone nasljeđivanja
Ernest HAECKEL (19. st.)	utemeljio ekologiju
Robert KOCH (19. – 20. st.)	otkrio uzročnika tuberkuloze i kolere; usavršio hranjive podloge za uzgoj bakterija i tehnike mikroskopiranja bakterija
Alexander FLEMING (19. – 20. st.)	otkrio prvi antibiotik (penicilin)
Dragutin GORJANOVIĆ – KRAMBERGER (19. – 20. st.)	otkrio ostatke neandertalaca (krapinskoga pračovjeka) na Hušnjakovu brdu pored Krapine
Aleksandr Ivanovič OPARIN (20. st.)	pretpostavio da su prve organske molekule mogle nastati od plinova u praatmosferi; iznio ideju kemijske evolucije (proces spontane sinteze složenijih organskih molekula iz jednostavnih)
Stanly MILLER (20. st.)	pokusom dokazao da su male organske molekule mogle nastati abiotički
Rosalind Elsie FRANKLIN, Maurice Hugh Frederick WILKINS, James WATSON i Francis CRICK (20. st.)	otkrili prostornu građu DNA i predstavili strukturu i načelo replikacije DNA
Thomas Hunt MORGAN (20. st.)	provodio istraživanja na vinskim mušicama; povezoao genetiku i citologiju i razvio kromosomsku teoriju nasljeđivanja
Milislav DEMEREC (20. st.)	pridonio masovnoj proizvodnji antibiotika (penicilina); primijenio genetičke metode u tehnologiji (uzgoj korisnih mikroorganizama)

Tablica 5. Obilježja beskrležnjaka

SKUPINA I NJEZINI PREDSTAVNICI		STANIŠTE	SIMETRIJA	POTPORA TIJELU	KARAKTERISTIKE PO KOJIMA SU PREPOZNTALJIVI
Spužve – obična spužva, promjenjiva sumporača		kopnene vode i mora	asimetrični organizmi	potporu tijelu pružaju niti građene od proteina spongina i/ili iglice od CaCO_3 ili SiO_2	Raznolika su oblika. U građi nemaju tkiva niti organe, već stanice koje preuzimaju različite uloge. Imaju mnogo pora na površini kroz koje u unutrašnjost spužve ulazi voda s hranjivim tvarima i kisikom. Postoji izlazni otvor.
Beskolutičavci	Žarnjaci – hidra, crvena moruzgva, smeđa vlasulja, crveni koralj, uhati klobuk	kopnene vode i mora	radijalna simetrija	mekana tijela, većina koralja izlučuje CaCO_3 (čvrstoća)	Usta su okružena lovkama koje u građi imaju žarne stanice. Pojavljuju se u dvama strukturnim oblicima – polip i meduza. Živčani sustav je mrežast.
	Plošnjaci – virnjaci, trakavice (pasja trakavica), metilji	kopnene vode i mora, nametnici u životinjama i čovjeku	dvobočna simetrija	mekana tijela, čvrste skeletne strukture nisu prisutne	Imaju spljoštena i tanka tijela. Nemaju krvožilni ni dišni sustav. Većinom su dvospolci.
	Oblenjaci – dječja glista, trihinel	tlo, kopnene vode, nametnici u životinjama i čovjeku	dvobočna simetrija	tjelesna šupljina ispunjena je tekućinom koja pruža potporu mišićima	Imaju obla tijela. Po prvi se put pojavljuje prohodno probavilo.
	Mekušci – puževi, školjkaši, glavonošci	kopno, kopnene vode i mora	dvobočna simetrija	mekana tijela, no većina ima ljušturu građenu od CaCO_3	Plasť izlučuje ljušturu. Većina mekušaca koristi se radulom pri hranjenju. Školjkaši su filtratori. Stopalo, krakovi i lijevak omogućuju kretanje. Po prvi se put pojavljuje krvožilni sustav i organi za disanje. Razvijeni su živčani sustav i osjetila.
Mnogokolutičavci	Kolutičavci – gujavica, medicinska pijavica, morski crv	kopno, kopnene vode i mora	dvobočna simetrija	tjelesna šupljina ispunjena je tekućinom koja pruža potporu mišićima	Tijelo je građeno od mnogo prstenastih segmenata – kolutića. Na kolutićima se često nalaze četine. Imaju ljestvičav živčani sustav.
	Člankonošci – pauzi, rakovi, stonoge, strige, kukci	kopno, kopnene vode i mora	dvobočna simetrija	vanjski pokrov tijela izgrađen od hitina, a u nekih i od CaCO_3 ; presvlačenje	Tijelo je nejednoliko kolutičavo. Tjelesni nastavci su im člankoviti. Članci su povezani međusobno zglobovima. Uzdušnicama dovode kisik izravno do tkiva i stanica, a odvođe ugljikov dioksid.
Malokolutičavci	Bodljikaši – ježinci, zvjezdace, zmijače, trpovi	morski organizmi	radijalna simetrija	unutarnji skelet građen od vapnenih pločica	Na površini tijela imaju bodlje ili njihove naznake. Imaju vodožilni sustav.

Tablica 6. Obilježja kralježnjaka (prema klasičnoj podjeli)

SKUPINA	POKROVNI SUSTAV VEĆINE PREDSTAVNIKA	KRETANJE VEĆINE PREDSTAVNIKA	DIŠNI SUSTAV VEĆINE PREDSTAVNIKA	GRAĐA KRVOŽILNOGA SUSTAVA I ODRŽAVANJE TJELESNE TEMPERATURE U VEĆINE PREDSTAVNIKA	OPLODNJA I OVISNOST ŽIVOTNOGA CIKLUSA O VODI U VEĆINE PREDSTAVNIKA	OSTALE PREPOZNATLJIVE KARAKTERISTIKE VEĆINE PREDSTAVNIKA
Ribe	koža prekrivena luskama, žlijezde u koži izlučuju sluz	peraje	škрге su prekrivene poklopcem (izuzev hrskavičnjača)	1 pretklijetka i 1 klijetka, promjenjiva tjelesna temperatura	čitav životni ciklus odvija se u vodi, vanjska oplodnja	plivači mjehur, bočna pruga
Vodozemci	vlažna koža propusna za vodu i plinove, žlijezde u koži	ličinke imaju peraje, odrasli oblici imaju prednje i stražnje udove s prstima	ličinke imaju škрге, odrasle jedinke imaju jednostavno građena pluća, koža	odrasle jedinke – 2 pretklijetke i 1 klijetka, promjenjiva tjelesna temperatura	uglavnom vanjska oplodnja (u vodi), ličinke u vodi, odrasli oblici većinom na kopnu	
Gmazovi	nepropusna koža prekrivena ljuskama od keratina	prednji i stražnji udovi	pluća s naborima – povećanje površine za izmjenu plinova	2 pretklijetke i 1 nepotpuno pregrađena klijetka (krokodili – izuzetak), promjenjiva tjelesna temperatura	unutarnja oplodnja, jaja obavijena ljuskom	zmije i neki gušteri – izgubili noge
Ptice	nepropusna koža prekrivena ljuskama i perjem građenim od keratina	prednji udovi preobraženi u krila i stražnji udovi	pluća, zračne vrećice	2 pretklijetke i 2 klijetke, stalna tjelesna temperatura	unutarnja oplodnja, jaja obavijena čvrstom ljuskom građenom od vapnenca (CaCO ₃)	kljun prilagođen načinu ishrane, nemaju zube, šuplje kosti
Sisavci	nepropusna koža prekrivena dlakom građenom od keratina, žlijezde u koži	prednji i stražnji udovi morski sisavci – peraje šiši miši – prednji i stražnji udovi povezani letnicom	pluća građena od plućnih mjehurića – velika površina za izmjenu plinova; dijafragma i međurebreni mišići omogućuju prozračivanje pluća	2 pretklijetke i 2 klijetke, stalna tjelesna temperatura	unutarnja oplodnja, rađaju žive mlade i hrane ih mlijekom iz mliječnih žlijezda	jednootvori – nesu jaja, tobolčari – razvoj mladunčadi u tobolcu, placentalni sisavci – placenta

Tablica 7. Zarazne bolesti

UZROČNICI	BOLEST	PRENOŠENJE	PREVENCIJA/LIJEČENJE
virusi			
	prehlada	kapljičnim putem	higijenske navike/simptomatsko liječenje
	gripa	kapljičnim putem	higijenske navike; cijepljenje*/simptomatsko liječenje
	virusna upala pluća	kapljičnim putem	higijenske navike/simptomatsko liječenje
	herpes	kontaktom	higijenske navike/lijekovi
	mononukleoza	kontaktom, slinom (poljupcem...)	higijenske navike/simptomatsko liječenje
	vodene kozice	kapljičnim putem	cijepljenje*/simptomatsko liječenje
	dječja paraliza	kapljičnim putem	cijepljenje/simptomatsko liječenje
	zaušnjaci (mumps)	kapljičnim putem	higijenske navike, cijepljenje/simptomatsko liječenje
	rubeola	kapljičnim putem	cijepljenje/simptomatsko liječenje
	AIDS	spolnim putem i tjelesnim tekućinama	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma
	zaraza HPV-om	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma; cijepljenje*/simptomatsko liječenje; kirurški zahvat
	hepatitis A (zarazna žutica)	prljavim rukama i zagađenom vodom	cijepljenje*/simptomatsko liječenje
	hepatitis B	ubod zaraženom iglom, spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma cijepljenje/liječenje
	bjesnoća	ugrizom, tj. slinom zaraženih životinja (lisice, štakori, psi...)	cijepljenje domaćih životinja, cijepljenje potencijalno zaraženoga
	virusni meningitis	zaraženi krpelji	cijepljenje*/simptomatsko liječenje
bakterije			
	streptokokna angina	kapljičnim putem	higijenske navike/antibiotici
	bakterijska upala pluća	kapljičnim putem	higijenske navike/antibiotici
	TBC	kapljičnim putem	cijepljenje/antibiotici
	tetanus	ozljede kože i mišića	cijepljenje/antibiotici
	gonoreja	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma/antibiotici
	klamidija	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma/antibiotici
	sifilis	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma/antibiotici

UZROČNICI	BOLEST	PRENOŠENJE	PREVENCIJA/LIJEČENJE
parazitski protisti/protoktisti			
trihomonas	trihomonijaza	spolnim putem	odgovorno spolno ponašanje – upotreba kondoma/antibiotici
tripanosoma	bolest spavanja	muha ce ce	uklanjanje prijenosnika bolesti/lijekovi
malarični plazmodij	malarija	komarci	uklanjanje prijenosnika bolesti/lijekovi
parazitski plošnjaci i oblići			
trakavice		neoprane ruke i termički neobrađena hrana	održavanje osobne higijene, higijena u dodiru sa životinjama, termička obrada hrane/lijekovi i kirurški zahvati
trihinela	trihineloz	termički neobrađena hrana	veterinarska kontrola mesa/lijekovi
dječja glista		neoprane ruke	održavanje osobne higijene i higijene pri pripremi hrane/lijekovi
parazitske gljive			
kandida	kandidijaza	u slučaju slabljenja imuniteta – zaraženi predmeti (npr. ručnici), spolnim putem	održavanje osobne higijene; uzimanje probiotika uz antibiotsku terapiju/lijekovi protiv gljivica (antimikotici)

* Nije obvezatno cijepljenje u RH.

U rješavanju zadataka iz genetike pristupnici se trebaju koristiti oznakama navedenim u tablici 8.

Tablica 8. Oznake i kratice u genetici

Oznake za alele	
A (veliko tiskano slovo) – alel za dominantno svojstvo	
a (malo tiskano slovo) – alel za recesivno svojstvo	
a_1, a_2 (A_1, A_2) (mala ili velika tiskana slova s brojem u indeksu) – aleli za kodominantno svojstvo – nepotpunu dominaciju (intermedijarno križanje)	
Oznake za garniture kromosoma	
n – haploidan ili osnovni broj kromosoma	
2n – diploidan ili dvostruki broj kromosoma	
3n – triploidan broj kromosoma	
4n – tetraploidan broj kromosoma	
5n – pentaploidan broj kromosoma	
2n+1 – trisomija (npr. Downov sindrom)	
2n-1 – monosomija (npr. Turnerov sindrom)	
Nasljeđivanje boje tijela u vinske mušice	
U vinske mušice se dominantna i recesivna svojstva označavaju malim slovima, tj. početnim slovom engleskoga naziva mutantnoga fenotipa. Dominantne osobine divljega tipa označavaju se malim slovom s indeksom + (npr. sivo-smeđa boja tijela: e+). Recesivne osobine mutanata označavaju se samo malim slovom (npr. crna boja tijela: e).	
e+ – boja divljega tipa, sivo-smeđa	
e – (ebony) crna boja tijela	
vg+ – divlji tip, ravna krila dulja od tijela	
vg – (vestigal wings) zakržljala krila	
cu+ – divlji tip, ravna krila	
cu – zakrivljena krila, mutant	
Spolno vezani geni	
Vinska mušica	$X^{W+} X^{W+}$ – divlji tip vinske mušice crvenih očiju $X^W X^W$ (white eyes) – mutantni tip bijelih očiju
Čovjek	XX – par spolnih kromosoma žene (homogametan) XY – spolni kromosomi muškarca (heterogametan)
Daltonizam	X^d – alel za daltonizam; X^D – zdravi alel
Hemofilija	X^h – alel za hemoofiliju, X^H – zdravi alel

Ptice	ZW – ženski spolni par kromosoma u ptica (heterogametan)
	ZZ – muški spolni par kromosoma u ptica (homogametan)
	Z ^W – ženka bijeloga perja
	Z ^Z – mužjak crvenoga perja
	Z ^R Z ^r – mužjak bijeloga perja
Označavanje krvnih grupa i srpaste anemije	
Srpasta anemija	Hb ^S Hb ^S – genotip oboljele osobe; Hb ^A Hb ^A – genotip zdrave osobe
Krvne grupe i Rh-faktor	I ^A I ^A ili AA – genotip homozigota krvne grupe A
	I ^A I ⁰ ili AO – genotip heterozigota krvne grupe A
	I ^B I ^B ili BB – genotip homozigota krvne grupe B
	I ^B I ⁰ ili BO – genotip heterozigota krvne grupe B
	I ^A I ^B ili AB – genotip kodominantne krvne grupe AB
	I ⁰ I ⁰ ili OO – genotip recesivnoga homozigota krvne grupe 0
	Rh ⁺ Rh ⁺ – Rh pozitivna osoba, homozigot
	Rh ⁺ Rh ⁻ – Rh pozitivna osoba, heterozigot
	Rh ⁻ Rh ⁻ – Rh negativna osoba, homozigot

